TESIS

REKOMENDASI DESAIN HUNIAN SEMENTARA PRE-FABRIKASI BAJA CANAI DINGIN DAN OPTIMALISASI BIAYA PRODUKSI DENGAN PENDEKATAN BIM

(*RECOMMENDATION OF PRE-FABRICATED COLD ROLLED STEEL TRANSITIONAL SHELTER AND PRODUCTION COST OPTIMALIZATION WITH BIM*)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Magister Teknik Sipil

Disusun oleh:

RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH
NIM : 23914023

KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2025

HALAMAN PERSETUJUAN

TESIS

REKOMENDASI DESAIN HUNIAN SEMENTARA PRE-FABRIKASI BAJA CANAI DINGIN DAN OPTIMALISASI BIAYA PRODUKSI DENGAN PENDEKATAN BIM

(*RECOMMENDATION OF PRE-FABRICATED COLD ROLLED STEEL TRANSITIONAL SHELTER AND PRODUCTION COST OPTIMALIZATION WITH BIM*)

Disusun oleh:

(RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH)

(23914023)

Diperiksa dan disetujui oleh:

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M

Dosen pembimbing

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

REKOMENDASI DESAIN HUNIAN SEMENTARA PRE-FABRIKASI BAJA CANAI DINGIN DAN OPTIMALISASI BIAYA PRODUKSI DENGAN PENDEKATAN BIM

(*RECOMMENDATION OF PRE-FABRICATED COLD ROLLED STEEL TRANSITIONAL SHELTER AND PRODUCTION COST OPTIMALIZATION WITH BIM*)

Disusun oleh:

RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH
23914023

Telah diuji oleh Dewan Penguji
pada tanggal 23 Juni 2025
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M	Dr. Ir. Rossy Armyn M, S.T., M.T., IP-M., ASEAN Eng.	Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D

Yogyakarta, 14 JUL 2025
Universitas Islam Indonesia
Program Studi Teknik Sipil, Program Magister
Ketua Program

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
"PROGRAM STUDY TEKNIK SIPIL
PROGRAM MAGISTER"
YOGYAKARTA

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi

Yogyakarta, 05 Juli 2025

Yang Membuat Pernyataan,

RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH

NIM: 23914023

LEMBAR DEDIKASI

Tesis ini memang bukan naskah terbaik,

Namun, melalui tesis ini saya harap dapat menunjukkan bagaimana saya ingin memperjuangkan apa yang dapat membahagiakan orang yang saya sayang,

Yang karenanya saya siap jatuh bangun,

Atau mungkin berlari tanpa henti,

Tesis ini saya persembahkan untuk Ibunda saya tercinta,

Zuhriyah

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim.

Assalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh.

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas ijin-Nya, saya dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul "Rekomendasi Desain Hunian Sementara Pre-Fabrikasi Baja Canai Dingin Dan Optimalisasi Biaya Dengan Pendekatan BIM" dengan semaksimal mungkin. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta pengikut beliau hingga akhir zaman.

Tesis ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Program Pascasarjana pada Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tesis ini tentunya banyak hambatan yang dihadapi dan menjadi penghambat dalam proses penyelesaiannya. Namun, berkat saran, kritik, dan dorongan dari beberapa pihak, Alhamdulillah Tesis ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, saya sebagai penulis ingin mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M, selaku Dosen Pembimbing, terima kasih atas bimbingan, nasihat, saran dan dorongan serta kesempatan yang diberikan kepada saya selama penyusunan Tesis ini. Semoga Allah SWT memberikan kesehatan kepada beliau, sehingga selalu diberikan kesempatan untuk membagi ilmu yang luar biasa kepada orang lain.
3. Dr. Ir. Rossy Armyn Machfudiyanto, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. dan Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D, selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukkan, kritik dan saran yang menyempurnakan tesis ini.

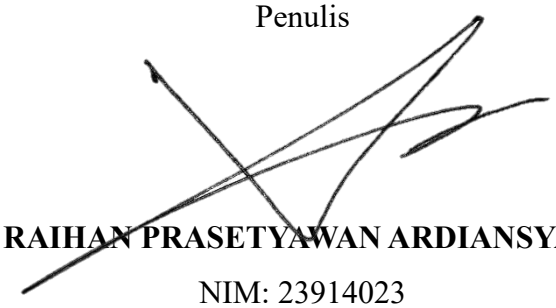
4. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama menempuh studi.
5. Bp. Nufrizal Faried Hanafi, Alm. Bp. Dwi Ari Ustojo, Bp. Verenia Kusumojati, Bp. Juliansyah, Bp. M. Irfan Marasabessy, M. Fadlan Alhamid, Dikky Pamungkas, Dwi Fajar N, Ahmad Faaza F dan seluruh tim PT. Pola Data Consultant yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan banyak kesempatan, bantuan dan kelonggaran sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.
6. Rifanov Ardiansyah dan Melinda Navriati Lova, kedua kakak penulis yang selalu memberikan motivasi dan dukungan serta menjadi teman dikala senang maupun sedih dari dulu dan sampai nanti.
7. Hasnaa Anggia Agustina, yang selalu memberikan bantuan, menjadi tempat berkeluh kesah, serta motivasi untuk terus memperjuangkan masa depan.
8. Whisnu Wikan Wicaksono M, Ilham Nuruddin, Haris Ihsan Setiahutama dan Hatta Riau Marwangsyah Ng, sahabat-sahabat terbaik penulis yang tak henti memberikan bantuan dan dukungan.

Akhirnya Penulis berharap agar Tesis ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Wassalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh.

Yogyakarta, 05 Juli 2025

Penulis



RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH

NIM: 23914023

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERSETUJUAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
PERNYATAAN iv
LEMBAR DEDIKASI v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR LAMPIRAN xx
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xxi
ABSTRAK xxiii
ABSTRACT xxiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 6
1.5 Batasan Penelitian 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1 Tinjauan Umum 8
2.2 Penelitian Terdahulu 8
2.2.1 *Recommendation of Knockdown Building Design at Yogyakarta Sand Dunes (Restricted and Heritage Areas)* 8
2.2.2 Pengembangan Desain Hunian Sementara Untuk Korban Gempa Lombok 9
2.2.3 Fabrikasi Hunian Sementara Untuk Pasca Bencana 9
2.2.4 *Temporary Residental Design Analysis Type of Hex House for Disaster Survival in Indonesia* 10

2.2.5 *Provision of Modular System Home for Post-Disaster Communities* 10
2.2.6 *Application of Design for Manufacturing and Assembly on Temporary Shelters in The Philippines* 11
2.3 Keaslian Penelitian 11
BAB III LANDASAN TEORI 16
3.1 *Shelter* 16
3.1.1 Terminologi *Shelter* 16
3.1.2 Jenis-Jenis *Shelter* 17
3.1.3 Hubungan *Shelter* dan Huntara (Hunian Sementara) 18
3.1.4 Standardisasi *Shelter* 19
3.1.5 Metodologi Asessment *Shelter* 21
3.2 Konstruksi Modular 38
3.2.1 *Pre-fabricated Building dan Industrialized Building* 38
3.2.2 Definisi Konstruksi Modular 38
3.2.3 Metode Konstruksi Modular 39
3.2.4 Keunggulan Konstruksi Modular 41
3.3 Perakitan Produk 44
3.3.1 Definisi 44
3.3.2 Prinsip 44
3.3.3 Metode Knock-down 44
3.4 Baja Canai Dingin (*Cold Rolled Steel*) 45
3.4.1 Definisi 45
3.4.2 Kelebihan baja canai dingin 45
3.4.3 Bentuk Profil Baja Canai Dingin 45
3.5 Estimasi Biaya 46
3.5.1 Pengertian 46
3.5.2 Tujuan Estimasi Biaya 47
3.5.3 Metode dan Teknik Estimasi Biaya 47
3.5.4 Akurasi Estimasi Biaya 57
3.5.5 Jenis Estimasi Biaya 59
3.5.6 Jenis Biaya 60
3.5.7 Perhitungan Volume 61

3.5.8 Analisa Harga Satuan Pekerjaan 62
3.6 Penjadwalan 63
3.6.1 Definisi 63
3.6.2 Metode 64
3.6.3 Manfaat 68
3.7 *Building Information Modelling* (BIM) 69
3.7.1 Definisi BIM 69
3.7.2 Dimensi BIM 70
3.8 Analisis Struktur 71
3.8.1 Pembebanan Struktur 71
3.8.2 Kombinasi Pembebanan 75
3.8.3 Ketentuan Umum Struktur Bangunan Sesuai SNI 1726:2019 76
3.8.4 Analisis Beban Gempa 85
3.8.5 Kontrol Struktur 88
3.9 Desain Struktur Baja Canai Dingin 91
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 93
4.1 Metode Penelitian 93
4.2 Variabel Penelitian 93
4.3 Subjek dan Objek Penelitian 94
4.4 Pengumpulan Data 94
4.5 Teknik Pengumpulan Data 95
4.6 Analisis Data 95
4.7 Bagan Alir Penelitian 97
BAB V ANALISIS DATA 103
5.1 Studi Kebutuhan Dasar *Shelter* 103
5.1.1 Sumber data 103
5.1.2 Strategi pencarian 103
5.1.3 *Screening* hasil pencarian 104
5.1.4 Hasil studi kebutuhan dasar *shelter* 108
5.2 Pemodelan Awal 119
5.2.1 Penentuan kebutuhan khusus dan lokasi acuan 119
5.2.2 Penentuan luasan minimum acuan 127

5.2.3 Penentuan denah tapak acuan 132
5.2.4 Model awal 133
5.3 Analisis dan Desain Struktur 135
5.3.1 Konfigurasi bangunan 135
5.3.2 Pembebanan struktur 136
5.3.3 Pemodelan struktur 154
5.3.4 Analisis struktur 161
5.3.5 Desain profil baja 169
5.3.6 Pemeriksaan struktur 169
5.3.7 Desain sambungan baja 170
5.4 Pemodelan Detail 185
5.5 Perhitungan Estimasi Biaya 202
5.5.1 Quantity take-off material 202
5.5.2 Harga satuan dasar (HSD) 208
5.5.3 Analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) 210
5.5.4 Rencana anggaran biaya (RAB) 218
5.5.5 Komparasi 224
5.6 Perhitungan Waktu Pelaksanaan 226
5.7 Validasi Hasil Desain 244
5.8 Pengaplikasian Desain 247
5.9 Rekomendasi 248
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 249
6.1 Kesimpulan 249
6.2 Saran 250
DAFTAR PUSTAKA 251
LAMPIRAN 261

DAFAR TABEL

Tabel 2. 1. Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu 12
Tabel 3. 1 Data Dasar yang Digunakan Untuk Menghitung Emisi CO_2 dan Limbah Air Akibat Produksi Material 24
Tabel 3. 2 Data Dasar yang Digunakan Untuk Menghitung Emisi CO_2 Berdasarkan Angkutan 24
Tabel 3. 3 Data Dasar yang Digunakan Untuk Menghitung Penghentian Penyerapan CO_2 Berdasarkan Deforestasi 24
Tabel 3. 4 Sistem Penilaian Ketahan Struktur 27
Tabel 3. 5 Gambaran Umum Klasifikasi Bahaya 28
Tabel 3. 6 Sistem Penilaian Kesesuaian Desain Shelter Terhadap Aspek Ventilasi, Kemudahan Terbakar dan Kenyaman Termal 31
Tabel 3. 7 Sistem Penilaian Kesesuaian Desain Shelter Terhadap Aspek Keamanan Personal dan Aksesibilitas 32
Tabel 3. 8 Sistem Penilaian Kesesuaian Desain Shelter Terhadap Aspek Luas Area Hidup Tertutup, Privasi dan Kesesuaian Material 35
Tabel 3. 9 Sistem Penilaian Kesesuaian Desain Shelter Terhadap Aspek Penerangan Alami, Penerangan Buatan dan Fasilitas 35
Tabel 3. 10 Faktor Kapasitas Untuk Unit Proses 49
Tabel 3. 11 Berat Sendiri Bahan Bangunan 72
Tabel 3. 12 Berat Sendiri Komponen Gedung 73
Tabel 3. 13 Kategori Risiko Gedung 77
Tabel 3. 14 Faktor Keutamaan Gempa 78
Tabel 3. 15 Klasifikasi Situs 79
Tabel 3. 16 Koefisien Kelas Situs F_a 80
Tabel 3. 17 Koefisien Kelas Situs Fv 80
Tabel 3. 18 KDS Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode Pendek 84
Tabel 3. 19 KDS Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode 1 Detik 84

Tabel 3. 20 Faktor R, C_d dan Ω_0 Untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik 85
Tabel 3. 21 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x 89
Tabel 3. 22 Simpangan Antar Tingkat Izin, $\Delta_a{}^{a,b}$ 91
Tabel 4. 1 Data Sekunder dan Sumber Data Sekunder 94
Tabel 5. 1 Sumber Data 103
Tabel 5. 2 Kata Kunci Pencarian Tiap Grup 104
Tabel 5. 3 Kriteria Lanjutan Screening Literatur Akademik 106
Tabel 5. 4 Literatur Akademik, Regulasi dan Standar yang Digunakan 108
Tabel 5. 5 Luas Minimum Area Hidup Shelter 110
Tabel 5. 6 Kebutuhan Dasar Shelter Terkait Material 111
Tabel 5. 7 Kebutuhan Dasar Berkaitan Dengan Akses Terhadap Fasilitas 112
Tabel 5. 8 Kebutuhan Dasar Berkaitan Dengan Keamanan, Kenyaman dan Kesehatan 113
Tabel 5. 9 Kebutuhan Khusus Shelter Untuk Tiap Bencana 114
Tabel 5. 10 Kebutuhan Dasar Terkait Perlindungan Perempuan, Anak-Anak dan Penyandang Disabilitas 116
Tabel 5. 11 Rekapitulasi Kebutuhan Dasar Shelter Pasca Bencana 118
Tabel 5. 12 Jumlah Korban Mengungsi Untuk Tiap Jenis Bencana di Indonesia Tahun 2000-2024 120
Tabel 5. 13 Data Jumlah Kejadian Bencana Menurut Wilayah Tahun 2000-2024 122
Tabel 5. 14 Data Jumlah Kejadian Bencana Menurut Wilayah di Provinsi Aceh Tahun 2000-2024 125
Tabel 5. 15 Persentase rumah tangga menurut provinsi, jenis kelamin kepala rumah tangga dan banyaknya anggota keluarga tahun 2024 129
Tabel 5. 16 Gaya Dalam Sambungan 180
Tabel 5. 17 Gaya Dalam Sambungan Disesuaikan 180
Tabel 5. 18 Rekapitulasi Gaya Dalam Untuk Desain Sambungan Tipe 1 181
Tabel 5. 19 Rekapitulasi Volume Pekerjaan 204
Tabel 5. 20 Rekapitulasi Harga Satuan Dasar 209
Tabel 5. 21 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Baja Pelat Secara Semi Mekanis 213

Tabel 5. 22 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Hollow Besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm 214
Tabel 5. 23 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pabrikasi Pondasi 215
Tabel 5. 24 Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan 216
Tabel 5. 25 Rencana Anggaran Biaya Pabrikasi 219
Tabel 5. 26 Rencana Anggaran Biaya Pengadaan dan Instalasi 222
Tabel 5. 27 Komparasi Biaya Shelter Hasil Penelitian Dengan Penelitian Sebelumnya 224
Tabel 5. 28 Komparasi Persentase Biaya Limbah Terhadap Total Biaya Shelter 225
Tabel 5. 29 Contoh Identifikasi Durasi Minimum 227
Tabel 5. 30 Pengelompokkan dan Urutan Pekerjaan Pabrikasi 228
Tabel 5. 31 Pengelompokkan dan Urutan Pekerjaan Pengadaan dan Instalasi 231
Tabel 5. 32 Identifikasi Penggunaan Tenaga Kerja Pekerjaan Pabrikasi 232
Tabel 5. 33 Identifikasi Penggunaan Tenaga Kerja Pekerjaan Pengadaan dan Instalasi 237
Tabel 5. 34 Durasi Maksimum Pekerjaan Pabrikasi 238
Tabel 5. 35 Durasi Maksimum Pekerjaan Pengadaan dan Instalasi 241
Tabel 5. 36 Komparasi Produktivitas Instalasi Shelter Dengan Penelitian Terdahulu 243
Tabel 5. 37 Validasi Hasil Desain 245

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Hubungan Antar Jenis Shelter Menurut Durasi Pemakaiannya 18
Gambar 3. 2 Ilustrasi Hubungan Antara Kompleksitas dan Skala Pada Konstruksi Modular 39
Gambar 3. 3 Pemilihan Sistem Modular Untuk Tiap Kebutuhan Spesifik Proyek 40
Gambar 3. 4 Ilustrasi Volumetric Modular dan Non-volumetric Modular 41
Gambar 3. 5 Perbandingan Penjadwalan Konstruksi Konvensional dan Konstruski Modular 42
Gambar 3. 6 Biaya Konstruksi Konvensional dan Konstruksi Modular 43
Gambar 3. 7 Macam Bentuk Profil Baja Canai Dingin 46
Gambar 3. 8 Matriks Klasifikasi Estimasi Biaya Untuk Bangunan Gedung dan Industri Konstruksi Umum 58
Gambar 3. 9 Ilustrasi Variabilitas Akurasi Estimasi Untuk Bangunan Gedung dan Industri Konstruksi Umum 59
Gambar 3. 10 Penampang Galian Tanah 62
Gambar 3. 11 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Galian Tanah Biasa Mekanis 63
Gambar 3. 12 Kurva Distribusi Waktu 66
Gambar 3. 13 Diagram PDM 68
Gambar 3. 14 Siklus Konstruksi Dengan Menggunakan BIM 69
Gambar 3. 15 Dimensi BIM 71
Gambar 3. 16 Peta Transisi Periode Panjang, T_L, Wilayah Indonesia 81
Gambar 3. 17 Parameter Percepatan Spektrum Respon Periode 0,2 Detik (S_S) 81
Gambar 3. 18 Parameter Percepatan Spektrum Respon Periode 1 Detik (S1) 82
Gambar 3. 19 Nilai Risiko Situs Terpetakan CRS Pada Periode 0,2 detik 82
Gambar 3. 20 Nilai Risiko Situs Terpetakan CR1 Periode 1 detik 83
Gambar 3. 21 Respon Spektrum Desain 88
Gambar 3. 22 Penentuan Simpangan Antar Tingkat 90
Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian 100

Gambar 4. 2 Lanjutan Bagan Alir Penelitian 101
Gambar 4. 3 Bagan Alir Pemodelan Awal 102
Gambar 5. 1 Diagram Proses Screening 107
Gambar 5. 2 Kriteria Desain Shelter 119
Gambar 5. 3 Proses Penentuan Kebutuhan Khusus dan Lokasi Acuan 127
Gambar 5. 4 Proses Penentuan Luas Minimum Shelter 132
Gambar 5. 5 Referensi Denah *Shelter* Untuk Pemodelan 133
Gambar 5. 6 Model Awal Shelter 134
Gambar 5. 7 Panel Modular Shelter 134
Gambar 5. 8 Kolom dan Pondasi Pre-fabrikasi 135
Gambar 5. 9 Tributary Area Pembebanan Mati Tambahan Akibat Penutup Atap 137
Gambar 5. 10 Tributary Area Pembebanan Hidup Atap 139
Gambar 5. 11 Tributary Area Pembebanan Air Hujan 141
Gambar 5. 12 Pembebanan Akibat Beban Angin 143
Gambar 5. 13 Faktor Arah Angin (K_d) 143
Gambar 5. 14 Kategori Kekasaran Permukaan 144
Gambar 5. 15 Kategori Eksposur 144
Gambar 5. 16 Koefisien Tekanan Internal 145
Gambar 5. 17 Kasus Beban A dan Beban B 145
Gambar 5. 18 Koefisien Tekanan (C_p) untuk Kasus Beban A 146
Gambar 5. 19 Koefisien Tekanan (C_p) untuk Kasus Beban B 146
Gambar 5. 20 Peta V_s30 Provinsi Aceh 147
Gambar 5. 21 Kategori Risiko 148
Gambar 5. 22 Faktor Keutamaan Gempa 148
Gambar 5. 23 Hasil Perhitungan Respon Spektra Desain 149
Gambar 5. 24 Koefisien Situs (F_a) 149
Gambar 5. 25 Koefisien Situs (F_v) 150
Gambar 5. 26 Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Spektrum Respons 0,2-detik (C_{R1}) 151
Gambar 5. 27 Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Respons Spektral 1 detik (CRS) 152

Gambar 5. 28 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek 153
Gambar 5. 29 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 detik 153
Gambar 5. 30 Tampilan Jendela New Model 154
Gambar 5. 31 Tampilan Jendela Quick Grid Lines 155
Gambar 5. 32 Tampilan Grid Rencana 155
Gambar 5. 33 Pendefinisian Material Baja Standar A36 156
Gambar 5. 34 Pendefinisian Baja Canai Dingin G550 157
Gambar 5. 35 Pengaturan Section Properties 158
Gambar 5. 36 Section Properties C75 tebal 0,75 mm 158
Gambar 5. 37 Section Properties Hollow 75 x 75 tebal 3,2 mm 159
Gambar 5. 38 Pemilihan Jenis Section 159
Gambar 5. 39 Penggambaran Elemen Struktur 160
Gambar 5. 40 Pilihan Joint Support 160
Gambar 5. 41 Mass Source 161
Gambar 5. 42 Load Patterns 161
Gambar 5. 43 Pengaturan Beban Gempa Arah X (Ex) 162
Gambar 5. 44 Pengaturan Beban Gempa Arah Y (Ey) 163
Gambar 5. 45 Pengaturan Beban Angin Arah X (Wx) 163
Gambar 5. 46 Pengaturan Beban Angin Arah Y (Wy) 164
Gambar 5. 47 Load Cases 164
Gambar 5. 48 Kombinasi Pembebanan 165
Gambar 5. 49 Beban Mati Tambahan 166
Gambar 5. 50 Beban Hidup 166
Gambar 5. 51 Beban Hidup Atap 167
Gambar 5. 52 Beban Hujan 167
Gambar 5. 53 Beban Angin Arah X 168
Gambar 5. 54 Beban Angin Arah Y 168
Gambar 5. 55 Pengecekkan Stress Ratio Hollow Baja 169
Gambar 5. 56 Pengecekkan Stress Ratio Baja Canai Dingin 169

Gambar 5. 57 Lendutan Pada Struktur 170
Gambar 5. 58 Tampilan Awal Software IdeaStatica 171
Gambar 5. 59 Jendela Templat Sambungan 171
Gambar 5. 60 Tampilan Menu Materials 172
Gambar 5. 61 Jendela Cross-Section Navigator 172
Gambar 5. 62 Jendela Profil Terpilih 173
Gambar 5. 63 Pemilihan Profil Pada Database Section Profile 173
Gambar 5. 64 Penyesuaian Parameter Member Profil 1 174
Gambar 5. 65 Member Sambungan 175
Gambar 5. 66 Jendela Operation 176
Gambar 5. 67 Operasi Splice 1 177
Gambar 5. 68 Member Dengan Operasi 178
Gambar 5. 69 Jendela Choose Tables For Display 179
Gambar 5. 70 Jendela Element Forces - Frame 179
Gambar 5. 71 Load LE 1 184
Gambar 5. 72 Proses Analisis Sambungan 184
Gambar 5. 73 Tampilan Hasil Analisis Sambungan 185
Gambar 5. 74 Halaman Awal Autodesk Revit 2025 186
Gambar 5. 75 Jendela New Template 186
Gambar 5. 76 Pengaturan Project Units 187
Gambar 5. 77 Pembuatan Grid 187
Gambar 5. 78 Pengaturan Elevasi 188
Gambar 5. 79 Pemodelan Pondasi Prefabrikasi 189
Gambar 5. 80 Pemodelan Hollow dan Plat Pada Pondasi 189
Gambar 5. 81 Pemodelan Pondasi dan Kolom Secara Penuh 190
Gambar 5. 82 Menu New Family 190
Gambar 5. 83 Jendela New Family - Select Template File 191
Gambar 5. 84 Pemodelan Family Panel 191
Gambar 5. 85 Pemodelan Family Panel Sloof/Balok 192
Gambar 5. 86 Pemodelan Panel Sloof/Balok Pada Project 192
Gambar 5. 87 Pemodelan Panel Keseluruhan 193

Gambar 5. 88 Pemodelan Penutup Lantai 193
Gambar 5. 89 Model Penutup Lantai 194
Gambar 5. 90 Pemodelan Penutup Dinding 194
Gambar 5. 91 Model Penutup Dinding 195
Gambar 5. 92 Pemodelan Opening 195
Gambar 5. 93 Model Family Pintu 196
Gambar 5. 94 Model Pintu Pada Panel Pintu 196
Gambar 5. 95 Model Family Kuda-kuda Tipe 1 197
Gambar 5. 96 Rangka Kuda-kuda Atap 197
Gambar 5. 97 Pemodelan Reng Atap 198
Gambar 5. 98 Model Reng 198
Gambar 5. 99 Model Reng Keseluruhan 199
Gambar 5. 100 Pemodelan Penutup Atap 199
Gambar 5. 101 Model Penutup Atap 200
Gambar 5. 102 Jendela New Sheet 200
Gambar 5. 103 Sheet Area Kerja 201
Gambar 5. 104 Sheet Denah Level 1 201
Gambar 5. 105 Hasil Pemeriksaan Clash Detection 202
Gambar 5. 106 Jendela New Schedule 203
Gambar 5. 107 Jendela Schedule Properties 203
Gambar 5. 108 Tab Schedule Baru 204
Gambar 5. 109 Koefisien Analisa Harga Satuan Baja Pelat Secara Semi Mekanis 211
Gambar 5. 110 Komparasi Biaya Shelter Hasil Desain dan Penelitian Sebelumnya 225
Gambar 5. 111 Komparasi Persentase Limbah Terhadap Total Biaya Shelter 226

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Konsultasi Tesis	262
Lampiran 2 Rencana Anggaran Biaya	270
Lampiran 2 Daftar Harga	291
Lampiran 3 Kurva S Minimum Pabrikasi	292
Lampiran 4 Kurva S Maksimum Pabrikasi	293
Lampiran 5 Kurva S Minimum Pengadaan dan Instalasi	294
Lampiran 6 Kurva S Maksimum Pengadaan dan Instalasi	296
Lampiran 7 Spesifikasi Teknis	297
Lampiran 8 Detailed Engineering Drawing	301

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

BIM	=	*Building Information Modelling*
CAD	=	*Computer Aided Design*
CAM	=	*Computer Aided Manufacturing*
CAP_N	=	Kapasitas proyek baru
CAP_O	=	Kapasitas proyek acuan
C_d	=	Faktor simpangan lateral
C_i	=	Biaya pengadaan *major equipment* ke-i
CO_2	=	Karbon dioksida
C_s	=	Koefisien respons seismic
D	=	Beban mati
E	=	Beban gempa
e	=	Eksponen
E_i	=	Harga satuan alat (*equipment*) aktivitas ke-i
f_l	=	Faktor perbedaan lokasi
F_a	=	Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek
f_i	=	Faktor untuk mengestimasi biaya pendukung
f_s	=	Faktor perbedaan skop
f_t	=	Faktor perbedaan waktu pelaksanaan
F_v	=	Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode 1 detik
I	=	Indeks harga hari ini
I_e	=	Faktor keutamaan
I_o	=	Indeks harga historis
KDS	=	Kategori desain seismic
L	=	Beban hidup

L_i	=	Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan per satuan volume aktivitas ke-i
Lr	=	Beban hidup atap
M_i	=	Harga satuan bahan (*material*) aktivitas ke-i
OH	=	Orang hari
OJ	=	Orang jam
Q_i	=	Volume (*quantity*) komponen *deliverable* ke-i
R	=	Beban hujan
R	=	Faktor modifikasi respons
S	=	Beban salju
S_1	=	Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik
S_{D1}	=	Parameter percepatan spectral desain untuk periode 1 detik
S_{DS}	=	Parameter percepatan spectral desain untuk periode pendek
S_{M1}	=	Parameter respons spectral percepatan pada periode 1 detik
SMKK	=	Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi
S_{MS}	=	Parameter respons spectral percepatan pada periode pendek
S_S	=	Percepatan batuan dasar pada periode pendek
u_i	=	Harga satuan komponen *deliverable* terkecil ke-i
V	=	Gaya dasar seismic
W	=	Beban angin
W	=	Berat seismic efektif
W_i	=	Harga satuan upah tenaga kerja terkait L_i
Y	=	Harga saat ini
Y_i	=	Estimasi biaya aktivitas ke-i
Y_L	=	Total biaya langsung proyek
Y_N	=	Estimasi biaya proyek baru
Y_O	=	Biaya aktual proyek acuan
Y_o	=	Harga historis
Ω_0	=	Faktor kekuatan lebih
ρ	=	Faktor redundansi

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara tingkat kerentanan bencana tertinggi di dunia. Oleh karena hal tersebut, perhatian akan penanganan bencana menjadi hal yang penting salah satunya melalui penyediaan *shelter* pasca bencana. Saat ini penyediaan *shelter* pasca bencana yang masih kurang mendapat perhatian khusus terutama dalam aspek kecepatan penyediaan, ekonomi dan pemenuhan kebutuhan bagi penggunanya. Konstruksi modular dengan material baja canai dingin dapat menjadi solusi pemenuhan *shelter* pasca bencana yang berkelanjutan. Studi ini bermaksud untuk merekomendasikan desain *shelter* pasca bencana yang dapat disediakan dengan cepat, ekonomis tetapi tetap memenuhi kebutuhan dasar bagi penggunanya. Metode yang digunakan pada studi ini adalah *research and development* (R&D) dan pemodelan menggunakan perangkat lunak berbasis *building information modelling* (BIM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa baja canai dingin dapat digunakan sebagai material transitional shelter berbasis panel modular dan knock-down yang memenuhi kebutuhan dasar pasca bencana. Penerapan Building Information Modeling (BIM) membantu mengoptimalkan perencanaan biaya melalui deteksi clash dan pemodelan yang akurat. Shelter ini juga dinilai layak diterapkan pada area bencana karena adaptif terhadap risiko gempa bumi, banjir, dan erupsi gunung api, serta mendukung distribusi, instalasi, dan pembongkaran secara cepat, efisien, dan minim limbah.

Kata kunci: *shelter,* baja canai dingin, BIM, modular

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries with the highest disaster vulnerability levels in the world. As a result, disaster management has become a critical concern, one aspect of which is the provision of post-disaster shelters. Currently, the provision of post-disaster shelters has received limited attention, particularly in terms of speed of deployment, cost-efficiency, and the fulfillment of users' basic needs. Modular construction using cold-formed steel presents a potential solution for sustainable post-disaster shelter provision. This study aims to recommend a post-disaster shelter design that can be delivered quickly and economically, while still meeting the basic needs of its users. The method used in this study is research and development (R&D), supported by modeling through Building Information Modeling (BIM)-based software. The results show that cold-formed steel can be used as a material for transitional shelters based on modular and knock-down panels that fulfill basic post-disaster needs. The application of Building Information Modeling (BIM) helps optimize cost planning through clash detection and accurate modeling. This shelter design is also considered suitable for disaster-prone areas due to its adaptability to earthquake, flood, and volcanic eruption risks, as well as its ability to support rapid, efficient, and low-waste distribution, installation, and dismantling.

Keywords: *shelter, cold formed steel, BIM, modular*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerawanan bencana yang tinggi (Akhmad & Andriansyah, 2024). Menurut Frege dkk. (2023), Indonesia menempati peringkat kedua negara yang paling beresiko terkena bencana di dunia. BNPB (2023) mencatat sepanjang tahun 2023 telah terjadi 3233 bencana di Indonesia. Kondisi ini tidak lepas dari lokasi Indonesia yang berada pada *ring of fire. Ring of fire* yang mana Indonesia berapa pada pertemuan 3 lempeng dunia tektonik besar (Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Indo-Australia). Wilayah ini memiliki aktivitas seismik dan vulkanik yang tinggi (Pertiwi & Zawawi, 2024).

Bencana merupakan peristiwa atau serangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis (UU No. 24 Tahun 2007). Bencana dapat dicegah atau seminimalnya dikurangi dampaknya melalui upaya mitigasi, pencegahan dan persiapan yang matang (Safaeian dkk., 2024). Mitigasi bencana dimulai dari pengadaan infrastruktur yang tahan bencana, jalur evakuasi yang efektif serta lokasi pengungsian yang layak (Ozeki dkk., 2024).

Salah satu hal krusial dalam penangganan bencana adalah penyediaan shelter pasca bencana untuk pengungsi (Felix & Pablo, 2020; Mahira & Hignasari, 2018; Rahmatin dkk., 2023). Berdasarkan IFRC (2013), *Shelter* bagi pengungsi dibagi menjadi beberapa jenis menurut waktu penggunaannya antara lain *emergency shelter*, *temporary shelter*, *transitional shelter*, *progressive shelter* dan *core shelter/one room shelter*. Di Indonesia *shelter* yang pertama kali diberikan kepada

pengungsi pada umumnya adalah tenda darurat ataupun gedung fasilitas umum. Hal tersebut tertera dalam Perka BNPB No. 7 Tahun 2008, yang berbunyi bantuan tempat penampungan/hunian sementara bagi pengungsi disediakan dalam bentuk tenda, barak atau gedung fasilitas umum/sosial (tempat ibadah, gedung olah raga, balai desa dll) yang memungkinkan untuk digunakan sebagai tempat tinggal sementara (memenuhi standar minimal bantuan). Pemilihan tenda atau gedung fasilitas umum sebagai hunian untuk pengungsi dikarenakan tenda atau gedung fasilitas umum merupakan hunian yang paling memungkinkan untuk diberikan secara cepat (Rahmatin dkk., 2023). Tempat tinggal yang digunakan setelahnya atau pada fase transisi adalah hunian sementara (Huntara) (Andriansyah & Idham, 2021). Huntara digunakan sembari menunggu hunian tetap (Huntap) (Deapati dkk., 2022).

Samad dkk. (2019) menyampaikan bahwa *shelter* pasca bencana sangat penting untuk solusi jangka panjang, mengingat saat ini usaha penanganan bencana hanya berfokus pada tanggap bencana (*disaster respons*) dan pemulihan (*recovery*) ketimbang rencana jangka panjang untuk bagi korban yang mengungsi. Oleh karena itu, penggunaan tenda ataupun gedung fasilitas umum sebagai hunian bagi pengungsi kurang layak untuk digunakan karena tidak terpenuhinya aspek privasi, rasa aman dan nyaman bagi korban terdampak (Domínguez-Amarillo dkk., 2021). Hal tersebut dikarenakan tenda darurat atau gedung fasilitas umum pada umumnya dihuni oleh lebih dari satu keluarga dan umumnya hanya didesain untuk melindungi dari cuaca. Pemilihan hunian dengan tenda darurat khususnya juga tidak dapat menjadi pilihan yang baik jika dihuni dalam waktu yang lama karena tidak dapat melindungi dari cuaca dengan baik (Obyn dkk., 2015). Padahal tenda untuk hunian pasca bencana di Indonesia digunakan dalam kurun waktu yang tidak sebentar, sebagai contoh pada penganan bencana erupsi Gunung Merapi di tahun 2010, pengungsi menempati Stadion Maguwoharjo selama kurang lebih 6 bulan sebelum direlokasi ke huntara (Nuruniyah, 2014).

Saat ini penyediaan shelter darurat di Indonesia masih belum memiliki fungsi spasial yang mampu memenuhi aktivitas dan mengakomodir aktivitas korban bencana dengan baik (Mounaim dkk., 2020). Kondisi tersebut diperkuat dengan

ketidakpuasan masyarakat dengan hunian sementara yang diberikan karena kesulitan dalam mengidentifikasi lokasi permukiman kembali, merancang fasilitas perumahan dan keterkaitan antara lokasi dan fasilitas (Tsai, 2015). Hal tersebut mengindikasikan bahwa pemerintah di Indonesia maupun di luar negeri saat ini masih belum mampu menyediakan shelter sementara secara maksimal dalam situasi pasca bencana (Ayu dkk., 2021a).

Apabila ditinjau dari aspek manajemen konstruksi, pemberian Huntara juga kurang ekonomis. Hal tersebut dikarenakan optimalisasi biaya dalam pemberian Huntara dilakukan dengan cara penggunaan kembali material yang masih memungkinkan digunakan sebagai komponen Huntap. Walaupun saat ini Huntara lebih banyak diberikan dengan konstruksi RISHA, tetapi konstruksi RISHA belum sepenuhnya pre-fabrikasi yang mana jika Huntara hanya digunakan sementara maka akan ada *waste material* (Widyarko dkk., 2021). Selain itu, komponen pre-fabrikasi RISHA dibuat dari beton bertulang yang cukup berat dan cukup sulit didistribusikan ke daerah yang memiliki akses kendaraan terbatas.

Shelter pasca bencana di Indonesia memiliki potensi untuk berkelanjutan, namun para korban dan penyedia bantuan belum sepenuhnya menyadari potensi ini sehingga menyebabkan penggunaannya tidak efisien (Widyarko dkk., 2021). Penyediaan *Shelter* yang dapat diberikan secara cepat namun tetap ekonomis menjadi salah satu *opportunity* baik untuk dalam aspek pengungsi maupun secara manajerial. Apabila *shelter* dapat dibangun secara cepat setelah bencana dengan mutu setara dengan Huntara, maka *shelter* tersebut dapat memberikan kenyamanan yang cukup baik untuk pengungsi. Selain itu, *shelter* tersebut dapat menjadi *emergency shelter*, *temporary shelter* dan *transitional shelter* sekaligus. Sehingga biaya yang dikeluarkan menjadi lebih sedikit namun dengan kualitas yang lebih baik.

Baja canai dingin (*cold formed steel*) merupakan material yang memungkinkan untuk digunakan sebagai inovasi baru *shelter* untuk pengungsi. Hal tersebut karena, baja canai dingin memiliki berat yang lebih ringan, mudah didistribusikan, fleksibel dan tahan lama. Oleh karena kelebihannya itu, baja canai dingin umumnya digunakan dengan sistem struktur *pre-engineered building* (PEB)

yang mana bangunan sudah di produksi di luar *site* dan hanya perlu melakukan pemasangan komponen-komponenya di *site*. Menurut Deshmukh dkk. (2022), sitem PEB menawarkan struktur yang lebih ekonomis, ringan dan kuat dibandingkan sistem konvensional. Bhaskara dkk. (2019), melakukan penelitian untuk mendesain bangunan PEB dengan material baja canai dingin. Hasil dari penelitiannya diperoleh desain bangunan *portable* memiliki risiko kerugian material yang rendah, mudah dipindahkan dan dibongkar-pasang, ramah lingkungan, efisien biaya dan waktu serta tidak memerlukan banyak tenaga kerja dalam pemasangannya.

Material baja dikenal sebagai material yang paling mahal jika dibandingkan dengan material konstruksi lain seperti beton (Ganokratanaa & Ketcham, 2021). Menurut Aliya Syariati dkk. (2023), bangunan dengan struktur baja lebih mahal Rp. 1.701.846.752 atau 68,3% dibandingkan dengan bangunan dengan struktur beton bertulang. Senada dengan itu, Kartika dkk. (2022), menyampaikan jika bangunan dengan beton membutuhkan biaya konstruksi yang lebih murah dibandingkan dengan baja dengan komparasi biaya Rp. 19.030.188.114,0 banding Rp. 72.206.697.860,7. Lutfiansyah & Tanjung (2020), menambahkan bahwa struktur beton lebih murah 10,24% dibandingkan struktur baja yang menyebabkan struktur beton lebih efisien biaya untuk proyek konstruksi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan strategis dalam penggunaan material baja untuk mendapatkan bangunan yang ekonomis.

Optimalisasi dalam perencanaan bisa dipengaruhi oleh banyak hal salah satunya adalah pemanfaatan teknologi. Salah satu teknologi yang sedang hangat dibicarakan saat ini adalah *Building Information Modelling* (BIM). Menurut Liu dkk. (2015), BIM dapat membuat proses desain menjadi lebih optimal, meningkatkan keberlanjutan dan meningkatkan skema bangunan yang ekonomis dan ramah lingkungan. Kondisi tersebut dapat dicapai karena penerapan BIM dapat memberikan visualisasi, simulasi dan analisa performa bangunan (Lewis, 2018). Hal tersebut pada akhirnya menghasilkan produk desain yang memiliki akurasi yang lebih baik (Hemmerling & Bähre, 2020).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian dengan maksud untuk merumuskan desain transitional shelter yang layak dan dapat diterapkan pada wilayah terdampak bencana di Indonesia, dengan mempertimbangkan kelayakan penggunaan material baja canai dingin sebagai struktur utama. Untuk mengoptimasi proses desain digunakan pendekatan BIM dalam pemodelan, sehingga diharapkan dapat menghasilkan rancangan yang lebih akurat dan efisien dari segi biaya produksi

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Apakah baja canai dingin dapat digunakan sebagai material untuk pembuatan *transitional shelter* yang memenuhi kebutuhan dasar *shelter* pasca bencana?
2. Bagaimana pendekatan *Building Information Modelling* (BIM) dapat digunakan untuk mengoptimalkan biaya produksi *transitional shelter* berbahan baja canai dingin?
3. Bagaimana transitional *shelter* berbahan baja canai dingin dapat diterapkan pada area bencana?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian yang akan diangkat adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui apakah baja canai dingin dapat digunakan sebagai material untuk pembuatan *transitional shelter* yang memenuhi kebutuhan dasar shelter pasca bencana.
2. Untuk mengetahui bagaimana pendekatan *Building Information Modelling* (BIM) dapat digunakan untuk mengoptimalkan biaya produksi *transitional shelter* berbahan baja canai dingin
3. Untuk mengetahui bagaimana *transitional shelter* berbahan baja canai dingin dapat diterapkan pada area bencana.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian tesis ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat Teoritis

   Secara teoritis hasil dari penelitian ini dapat memberikan pembelajaran dalam menyelesaikan masalah dengan cara rekayasa teknik dan rekayasa biaya

2. Manfaat Praktis

   a. Bagi Pemerintah

      Sebagai bahan pertimbangan pemangku jabatan untuk dapat membuat kebijakan dalam penanganan kebencanaan.

   b. Bagi Mahasiswa

      Memberikan referensi pengetahuan mengenai rekayasa teknik dan rekayasa biaya untuk menyelesaikan permasalahan dalam penanganan kebencanaan.

1.5 Batasan Penelitian

Oleh karena keterbatasan waktu dan biaya, diperlukan suatu batasan dalam melakukan penelitian agar penelitian ini dapat tetap memiliki bahasan yang fokus dan tepat waktu. Pembahasan dalam Tesis ini dibatasi sebagai berikut.

1. Penelitian ini berfokus pada biaya penyediaan *shelter.*
2. Tidak dilakukan perencanaan terhadap pekerjaan elektrikal, mekanikal dan lanskap.
3. Analisis dan desain struktur menggunakan *software* SAP2000 V26 dan IDEA StatiCa 21.1.
4. Pemodelan 3D dan produksi gambar kerja menggunakan *software* Autodesk Revit 2025.
5. Perhitungan estimasi biaya dilakukan menggunakan *software* Microsoft Excel dengan luaran volume dari Autodesk Revit 2025.
6. Perhitungan waktu pelaksanaan dilakukan dengan *Microsoft Excel* dengan pendekatan produktivitas tenaga kerja sesuai koefisien Peraturan Menteri

Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 8 Tahun 2023 dan petunjuk teknisnya yaitu SE Dirjen Bina Konstruksi No. 30 Tahun 2025.

7. Analisis dan desain struktur mengacu pada standar sebagai berikut.
   a. SNI 1726 Tahun 2019 dan ASCE 7-16 digunakan sebagai acuan beban gempa rencana.
   b. SNI 1727 Tahun 2020 digunakan sebagai acuan pembebanan
   c. SNI 7971 Tahun 2013 dan AS 4600:2018 digunakan sebagai acuan desain struktur baja canai dingin
8. Analisa Harga Satuan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 8 Tahun 2024 dan SE Dirjen Bina Konstruksi No. 30 Tahun 2025 dan analisa harga satuan yang dimodifikasi dari peraturan tersebut untuk pekerjaan yang tidak terakomodir dalam peraturan tersebut.
9. Upah tenaga kerja mengacu pada peraturan sebagai berikut.
   a. Keputusan Bupati Aceh Tamiang No. 100.3.3.2/889/2024
   b. Peraturan Gubernur Aceh No. 35 Tahun 2024
   c. Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024
10. Harga satuan dasar material dan peralatan mengacu pada sumber sebagai berikut.
   a. Keputusan Bupati Aceh Tamiang No. 100.3.3.2/889/2024.
   b. Peraturan Gubernur Aceh No. 35 Tahun 2024
   c. Survey toko
   d. Penawaran produsen

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Shelter pasca-bencana merupakan bangunan sementarra atau permanen yang menawarkan standar hidup yang layak bagi korban pengungsian pasca-bencana alam (Samad dkk., 2019). *Shelter* pasca-bencana berfungsi sebagai tindakan darurat, kegiatan pemulihan dan langkah-langkah mitigasi untuk mengurangi kerentanan (*vulnerability*) dan meningkatkan kapasitas (*capacity*) setelah bencana (Felix & Pablo, 2020). Menurut Rohwerder (2016) dalam Fajrin dkk. (2020), hunian sementara merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan sebuah program penanganan pasca bencana.

Rumah pre-fabrikasi adalah teknik konstruksi yang menawarkan kualitas unggul, produksi cepat dan fleksibilitas desain (Altaf & Al-Hussein, 2017). Bangunan pre-fabrikasi adalah bangunan dimana komponen-komponen pre-fabrikasi dirakit di lokasi konstruksi dengan sambungan antar komponen (Xie dkk., 2019). Bangunan pre-fabrikasi memiliki keunggulan hemat biaya, hemat waktu dan 30% lebih ringan dari bangunan konvensional (Saranya dkk., 2017).

2.2 Penelitian Terdahulu

2.2.1 *Recommendation of Knockdown Building Design at Yogyakarta Sand Dunes (Restricted and Heritage Areas)*

Penelitian ini dilakukan oleh Adwitya Bhaskara, Fitri Nugraheni dan Faried Hanafi. Penelitian ini bertujuan untuk merekomendasikan suatu desain bangunan portable yang mudah dipasang dan dibongkar dimana sifat-sifatnya disesuaikan dengan kebutuhan, kondisi dan keperluan konstruksi bangunan di Gumuk Pasir Yogyakarta. Bangunan dibuat dengan sistem modular ukuran 9.6 x 4 m. Material yang digunakan adalah baja standar dengan kekuatan luluh minimum 450/550 MPa

dan tegangan tarik 200.000 MPa serta lapisan stainless steel hot dip galvanized Z220 dan Z275. Pondasi menggunakan beton *pre-cast* dengan ukuran 600x600x600 mm dengan mutu f'c 20 MPa.

2.2.2 Pengembangan Desain Hunian Sementara Untuk Korban Gempa Lombok

Penelitian ini dilakukan oleh Jauhar Fajrin, Muhammad Muchlis dan Yogi Rosita Tandean. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan konsep hunian sementara berbasis kearifan lokal masyarakat Lombok yang diperuntukkan bagi korban gempa Lombok tahun 2018. Metode penelitian yang dilakukan adalah membuat desain huntara dari berbagai alternatif bahan kemudian dibuat prototipe dengan bekerjasama dengan konsultan. Material yang digunakan Kayu usuk, pipa paralon, karpet talang, anyaman bambu, Spandek, Plywood 5 mm. Hasil dari penelitian adalah terdapat 2 desain huntara yang dibuat yaitu desain huntara lumbung bambu dan desain spandek-plywood. Desain lumbung bambu dibuat dengan material kayu usuk, pipa pralon, karpet talang air dan anyaman bambu, sedangkan desain spandek-plywood dibuat dengan spandek dan plywood 5 mm. Biaya yang dibutuhkan untuk membuat huntara lumbung bambu adalah sebesar Rp. 6.500.000,00 sedangkan, huntara spandek-plywood sebesar Rp. 10.000.000,00

2.2.3 Fabrikasi Hunian Sementara Untuk Pasca Bencana

Penelitian ini dilakukan oleh Dyah Puspa Ayu, Budi Prayitno dan Agus Haryadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model bantuan hunian sementara yang tepat pada pasca bencana yang diterapkan di lokasi pengungsian baik di Indonesia maupun di luar negeri. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan mengkomparasikan model hunian sementara dan studi maket sebagai perbandingan dimensi ukuran hunian. Hasil dari penelitian diperoleh kriteria huntara yang paling mendasar yaitu memiliki ruang yang dibutuhkan paling utama yaitu ruang tidur dan living, dapat menampung sebanyak 4-5 orang atau keluarga inti dalam 1 unit huntara, bahan material yang digunakan untuk huntara bersifat fabrikasi dan memiliki keawetan (*durability*) yang lama sekitar 1-2 tahun penggunaan di lapangan. Pendistribusian huntara dapat dilakukan menggunakan

alat transportasi paling kecil yaitu pick-up dan truck kecil. Pemasangan dan pembongkaran huntara tidak meninggalkan sampah konstruksi.

2.2.4 *Temporary Residental Design Analysis Type of Hex House for Disaster Survival in Indonesia*

Penelitian ini dilakukan oleh Awaluddin Azial, Mirza Irwansyah dan Yunita Idris. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indicator standar yang dipenuhi oleh desain rumah tipe *hex house*. Metode yang digunakan adalah metode kualitatif dengan analisis deskriptif. Material yang digunakan untuk pemodelan adalah *structural insulated panel* (SIP) dan pondasi beton. Hasil penelitian menemukan bahwa *hex house* secara umum memenuhi kriteria kelayakan untuk *temporary shelter*. Dengan modular konsep, *hex house* dengan tipe *dwelling* memiliki luasan 39,4 m^2/unit. Konsep rumah ini dapat dibangun di iklim tropis dengan perubahan rangka atap dan penambahan ventilasi.

2.2.5 *Provision of Modular System Home for Post-Disaster Communities*

Penelitian ini dilakukan oleh Syaifuddin Zuhri, Imam Ghozali dan Joumil Aidil Saifuddin. Penelitian ini bertujuan untuk Membuat model rumah untuk korban terdampak bencana dengan sistem modular. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah diskriptif kualitatif dengan observasi dan wawancara. Material yang digunakan adalah Baja canai dingin C-75, Calsiboard, Atap x-strap 5 mm. Hasil dari peneltiian ini adalah ukuran disesuaikan dengan ukuran minimal yang ditetapkan oleh standar, bentuk box sangat efektif dan efisien. Penggunaan material baja yang ringan sangat efektif dan efisien untuk meminimalkan material sisa (waste material) dan proses fabrikasi yang cepat serta murah. Modul yang dibuat dapat direalisasikan di semua area bangunan sehingga modul dapat terintegrasi secara efektif dan efisien.

2.2.6 *Application of Design for Manufacturing and Assembly on Temporary Shelters in The Philippines*

Penelitian ini dilakukan oleh Cheryl Lyne C. Roxas, Orlean G. Dela Cruz, Rhem Leoric C. Dela Cruz, John Paul Q. De Pedro, Jonathan R. Dungca, Bernardo A. Lejano, Jason Maximino C. Ongpeng. Penelitian ini bertujuan untuk Membuat desain rumah yang aman dan tahan lama untuk pemulihan bencana dengan metode DfMA dengan material baja canai dingin dan pondasi *screw piles*. Metode penelitian yang digunakan adalah Pemodelan shelter dengan penerapan DfMA dengan material baja canai dingin dan screw piles. Parameter evaluasi desain adalah biaya material dan waktu konstruksi teoritis. Material yang digunakan adalah baja canai dingin. Standar yang digunakan dalam penelitian ini adalah National Structural Code of the Philippines (NSCP), Amerisan Iron and Steel Istitute (AISI). Hasil dari penelitian ini adalah Desain shelter menggunakan CFS menghabiskan waktu dari manufacturing hingga pemasangan total 11 hari, sedangkan pada desain shelter IFRC menghabiskan waktu 12 hari. Namun, apabila komponen telah siap maka proses pemasangannya hanya menghabiskan waktu 9 hari. Dari aspek biaya, penggunaan CFS meningkatkan biaya produksi hingga 98.99%. Namun, apabila ditinjau dari aspek cost/year biaya yang dikeluarkan dengan penggunaan CFS lebih efisien 20.10% dari desain shelter IFRC.

2.3 Keaslian Penelitian

Berdasarkan beberapa penelitian pada sub bab sebelumnya, dilakukan penelitian yang berbeda dengan penelitian terdahulu. Penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian dengan tujuan untuk memberikan rekomendasi hunian sementara yang aman, praktis, ekonomis dan berkelanjutan. Material yang digunakan pada penelitian ini berfokus pada baja canai dingin. Dimensi hunian sementara mengacu pada publikasi Kementerian PUPR dengan judul “ANTARA (Antisipasi Bencana dengan Huntara)”.

Tabel 2. 1. Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Tujuan	Metodologi	Material	Dimensi	Standar	Lokasi	Hasil
Bhaskara dkk. (2019)	*Recommendation of Knockdown Building Design at Yogyakarta Sand Dunes (Restricted and Heritage Areas)*	Merekomendasikan suatu desain bangunan portable yang mudah dipasang dan dibongkar dimana sifat-sifatnya disesuaikan dengan kebutuhan, kondisi dan keperluan konstruksi bangunan di Gumuk Pasir Yogyakarta.	Survei instansi, observasi, studi literature, pemodelan	Baja canai dingin , GRC dan galvalum	9.6 x 4 m	ASCE 207-05 (beban angin), SKSNI 1726-2002 & UBC 1997 (beban gempa), AISI 1996 & AISI 2001 (desain), Peraturan Beban Indonesia 1970, ASCE 2005 & MBMA 2002 (beban)	Yogyakarta, Indonesia	Rekomendasi bangunan portable menggunakan baja canai dingin dengan *yield strength* 450/550 MPa dan *tensile strength* 450/550. Modulus elastisitas 200 GPa menggunakan lapisan *hot dip galvanized* Z220 dan lapisan stainless steel Z275. Model dibuat dengan konsep PEB. Penutup dinding menggunakan GRC. Dimensi modular yang dibuat adalah 9,6 m x 4 m. Desain dimaksudkan untuk meminimalisir risiko kerugian material, mudah dipindahkan dan dibongkar-pasang, tahan beban tsunami, ramah lingkungan, hemat biaya dan waktu serta tidak membutuhkan banyak pekerja
Fajrin dkk. (2020)	Pengembangan Desain Hunian Sementara Untuk Korban Gempa Lombok	Mengembangkan kosep hunian sementara berbasis kearifan lokal masyarakat lombok yang diperuntukkan bagi korban gempa Lombok tahun 2018	Membuat desain huntara dari berbagai alternatif bahan kemudian dibuat prototipe dengan bekerjasama dengan konsultan	Kayu usuk, pipa paralon, karpet talang, anyaman bambu, Spandek, Plywood 5 mm	Tidak disebutkan	Tidak dilakukan perhitungan struktur	Lombok, NTT, Indonesia	Terdapat 2 desain huntara yang dibuat yaitu desain huntara lumbung bambu dan desain spandek-plywood. Desain lumbung bambu dibuat dengan material kayu usuk, pipa pralon, karpet talang air dan anyaman bambu, sedangkan desain spandek-plywood dibuat dengan spandek dan plywood 5 mm. Biaya yang dibutuhkan untuk membuat huntara lumbung bambu adalah sebesar Rp. 6.500.000,00 sedangkan, huntara spandek-plywood sebesar Rp. 10.000.000,00

Lanjutan Tabel 2. 1. Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Tujuan	Metodologi	Material	Dimensi	Standar	Lokasi	Hasil
Ayu dkk. (2021b)	Fabrikasi Hunian Sementara Untuk Pasca Bencana	Mengetahui model bantuan hunian sementara yang tepat pada pasca bencana yang diterapkan di lokasi pengungsian baik di Indonesia maupun di luar negeri	Studi literatur dengan mengkomparasikan model hunian sementara dan studi maket sebagai perbandingan dimensi ukuran hunian	-	-	-	-	Kriteria huntara yang paling mendasar adalah sebagai berikut. 1. Memiliki ruang yang dibutuhkan paling utama yaitu ruang tidur dan living 2. Dapat menampung sebanyak 4 hingga 5 orang atau keluarga inti dalam 1 unit huntara 3. Bahan material yang digunakan untuk huntara bersifat fabrikasi dan memiliki keawetan (*durability*) yang lama sekitar 1-2 tahun penggunaan di lapangan 4. Pendistribusian huntara dapat didistribusikan menggunakan alat transportasi paling kecil yaitu pick up dan truck kecil. 5. Pemasangan dan pembongkaran huntara tidak meninggalkan sampah konstruksi
Awaluddin Azril dkk. (2022a)	Temporary Residential Design Analysis Type of Hex House for Disaster Survival in Indonesia	Mengetahui indikator standar kelayakan yang dipenuhi oleh desain rumah tipe *Hex House*	Metode kualitatif dengan analisis deskriptif	*Structural insulated panel* (SIP), Pondasi beton	-	-	Indonesia	*Hex House* secara umum memenuhi kriteria kelayakan untuk *temporary shelter*. Dengan modular konsep, *Hex House* denan tipe *dwelling* memiliki lusan 39.4 m^2/unit. Konep rumah ini dapat dibangun di iklim tropis dengan perubahan rangka atap dan penambahan ventilasi.

Lanjutan Tabel 2. 1. Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Tujuan	Metodologi	Material	Dimensi	Standar	Lokasi	Hasil
Zuhri dkk. (2023)	*Provision of Modular System Home for Post-Disaster Communities*	Membuat model rumah untuk korban terdampak bencana dengan sistem modular	Diskriptif kualitatif dengan observasi dan wawancara	Baja canai dingin C-75, Calsiboard, Atap x-strap 5 mm	Tidak disebutkan	Tidak dilakukan perhitungan struktur	Indonesia	Hasil dari penelitian adalah ukuran disesuaikan dengan ukuran minimal yang ditetapkan oleh standar, bentuk box sangat efektif dan efisien. Penggunaan material baja yang ringan sangat efektif dan efisien untuk meminimalkan material sisa (waste material) dan proses fabrikasi yang cepat serta murah. Modul yang dibuat dapat direalisasikan di semua area bangunan sehingga modul dapat terintegrasi secara efektif dan efisien.
Roxas dkk. (2023)	*Application of Design for Manufacturing and Assembly on Temporary Shelters in The Philippines*	Membuat desain rumah yang aman dan tahan lama untuk pemulihan bencana dengan metode DfMA dengan material baja canai dingin dan pondasi screw piles	Pemodelan shelter dengan penerapan DfMA dengan material baja canai dingin dan screw piles. Parameter evaluasi desain adalah biaya material dan waktu konstruksi teoritis	Baja canai dingin	Tidak disebutkan	National Structural Code of the Philippines (NSCP), Amerisan Iron and Steel Istitute (AISI)	Filipina	Desain shelter menggunakan CFS menghabiskan waktu dari manufacturing hingga pemasangan total 11 hari, sedangkan pada desain shelter IFRC menghabiskan waktu 12 hari. Namun, apabila komponen telah siap maka proses pemasangannya hanya menghabiskan waktu 9 hari. Dari aspek biaya, penggunaan CFS meningkatkan biaya produksi hingga 98.99%. Namun, apabila ditinjau dari aspek cost/year biaya yang dikeluarkan dengan penggunaan CFS lebih efisien 20.10% dari desain shelter IFRC.

Lanjutan Tabel 2. 1. Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Tujuan	Metodologi	Material	Dimensi	Standar	Lokasi	Hasil
Ardiansyah (2025)	Rekomendasi Desain Hunian Sementara Pre-Fabrikasi Baja Canai Dingin dan Optimalisasi Biaya Produksi Dengan Pendekatan BIM	Memberikan rekomendasi *transitional shelter* bagi pengungsi bencana dengan konsep pre-fabrikasi dengan material baja canai dingin yang ekonomis dengan pendekatan teknologi *building information modelling.*	*Research and development* (R&D) dan pemodelan	Baja canai dingin	3 modul 3 x 3	AS 4600:2018 & SNI 7971:2013 (desain), SNI 1726:2019 & ASCE 7-16 (beban gempa), SNI 1727:2020 (pembebanan)	Aceh Tamiang, Indonesia	Hasil penelitian menunjukkan bahwa baja canai dingin dapat digunakan sebagai material transitional shelter berbasis panel modular dan knock-down yang memenuhi kebutuhan dasar pasca bencana. Penerapan Building Information Modeling (BIM) membantu mengoptimalkan perencanaan biaya melalui deteksi clash dan pemodelan yang akurat. Shelter ini juga dinilai layak diterapkan pada area bencana karena adaptif terhadap risiko gempa bumi, banjir, dan erupsi gunung api, serta mendukung distribusi, instalasi, dan pembongkaran secara cepat, efisien, dan minim limbah.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 *Shelter*

3.1.1 Terminologi *Shelter*

Shelter dalam bahasa inggris berarti tempat berlindung. Sedangkan, menurut Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa (2016), selter merupakan bangunan kecil beratap untuk tempat berteduh. Terminologi *shelter* menurut beberapa sumber dijabarkan sebagai berikut.

1. *Shelter* dalam konteks kemanusiaan merujuk secara khusus pada ruang fisik yang dapat ditinggali oleh orang yang menjadi pengungsi akibat bencana (PMI, 2019).
2. *Shelter* merupakan kebutuhan dasar manusia yang krusial untuk bertahan hidup saat terjadi bencana alam maupun bencana yang disebabkan oleh manusia, menyediakan rasa aman, keselamatan pribadi dan perlindungan dari cuaca (European Union, 2021).
3. *Shelter* merupakan mekanisme bertahan hidup yang penting di masa krisis atau pengungsian, kunci untuk pemulihan keamanan pribadi, kemandirian dan martabat (UNCHR, 2016).
4. *Shelter* merupakan tempat berlindung tertutup yang layak huni yang menyediakan lingkungan aman dan sehat dengan privasi dan martabat bagi mereka yang terkena dampak krisis (George dkk., 2023).

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan definisi *shelter* sebagai *Shelter* adalah ruang fisik layak huni yang menjadi kebutuhan dasar pengungsi saat bencana, memberikan perlindungan, rasa aman, privasi, dan martabat bagi mereka yang terdampak krisis.

3.1.2 Jenis-Jenis *Shelter*

Terdapat beberapa jenis *shelter* menurut durasi pemakaiannya. Menurut IFRC (2013), *Shelter* dibagi menjadi beberapa jenis menurut waktu penggunaannya antara lain adalah sebagai berikut.

1. *Emergency Shelter*

   Emergency shelter merupakan *shelter* yang menyediakan bantuan penyelamatan jiwa. *Shelter* ini merupakan bantuan paling dasar yang diberikan segera setelah terjadi bencana.

2. *Temporary Shelter*

   Temporary shelter merupakan *shelter* rumah tangga pasca bencana yang dirancang sebagai solusi cepat. *Shelter* ini berfokus pada kecepatan dan membatasi biaya konstruksi. Oleh karena itu, *shelter* ini mungkin memiliki umur yang terbatas.

3. *Transitional Shelter*

   Transitional shelter merupakan *shelter* rumah tangga pasca bencana yang cepat, terbuat dari bahan/material yang dapat ditingkatkan (*upgrade*), digunakan kembali dalam struktur permanen atau dapat direlokasi dari lokasi sementara ke lokasi permanen. *Shelter* ini dirancang untuk memfasilitasi masyarakat yang terdampak ke *shelter* yang lebih tahan lama (*durable*). *Transitional shelter* merupakan respon terhadap kondisi dimana *shelter* pasca bencana sering kali dibangun oleh masyarakat itu sendiri dan kondisi ini perlu dukungan.

4. *Progressive Shelter*

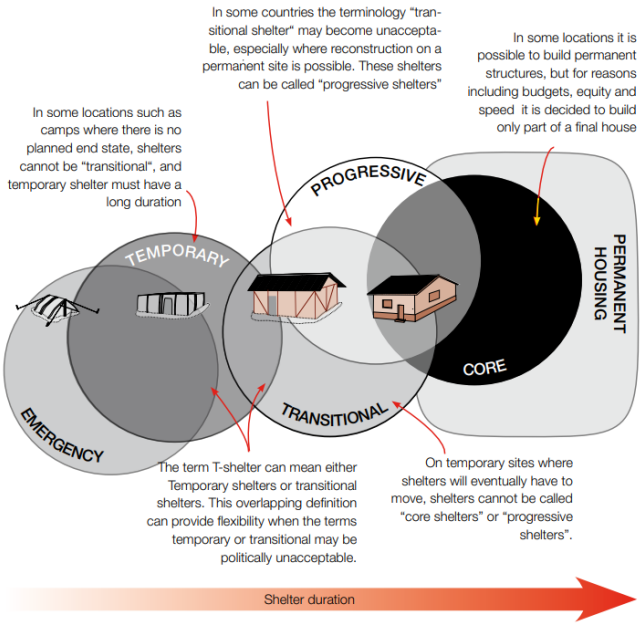
   Progressive shelter merupakan *shelter* rumah tangga cepat pasca bencana yang direncanakan dan dirancang untuk kemudian ditingkatkan statusnya menjadi permanen. Hal ini dicapai dengan mengintegrasikan kemungkinan transformasi dan perubahan di masa depan dasar struktural *shelter*.

5. *Core Shelter/One Room Shelter*

   Core shelter/one room shelter merupakan *shelter* rumah tangga pasca bencana yang direncanakan dan dirancang sebagai tempat tinggal permanen. *Shelter* ini dirancang untuk memfasilitasi proses perluasan di masa depan oleh

penghuninya sesuai dengan keinginan sendiri berdasarkan sarana dan sumber daya. Tujuan dari *shelter* ini adalah untuk menciptakan satu atau dua ruangan, menyediakan *shelter* pasca bencana yang aman sesuai standar perumahan permanen dan memfasilitasi pembangunan, tetapi tidak menyelesaikan rumah permanen secara penuh.

Shelter-shelter tersebut saling berkaitan satu sama lain berkaitan dengan durasi pemakaiannya. Adapun ilustrasi hubungan antar jenis *shelter* menurut durasi pemakaiannya dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Hubungan Antar Jenis *Shelter* Menurut Durasi Pemakaiannya
(Sumber: IFRC, 2013)

3.1.3 Hubungan *Shelter* dan Huntara (Hunian Sementara)

Menurut Prawitasari dkk. (2019), nama Huntara (Hunian Sementara) merupakan nama pengganti *shelter* yang diajukan oleh Sri Sultan Hamengkubuwono X kepada pemerintah pusat sebagai rumah hunian sementara bagi para pengungsi. Menurut Andriansyah & Idham (2021), Huntara merupakan tempat tinggal yang digunakan pada fase transisi. Huntara digunakan sembari menunggu hunian tetap (Huntap) (Deapati dkk., 2022). Berdasarkan uraian tersebut

serta dihubungkan dengan penjabaran tipe pada subsub bab sebelumnya, maka dapat dikatakan bahwa Huntara merujuk pada *transitional shelter*.

3.1.4 Standardisasi *Shelter*

Penyediaan *shelter* harus memenuhi standar minimum yang ditetapkan. Standar minimum *shelter* menurut beberapa sumber dijabarkan sebagai berikut.

1. Peraturan Kepala BNPB No. 7 Tahun 2008
    a. Berukuran 3 (tiga) meter persegi per orang.
    b. Memiliki persyaratan keamanan dan kesehatan.
    c. Memiliki aksesibilitas terhadap fasilitas umum.
    d. Menjamin privasi antar jenis kelamin dan berbagai kelompok usia.
2. Peraturan Bupati Lumajang No. 1 Tahun 2022

    Standar pada nomor 1 merupakan standar minimum Huntara, sehingga sangat memungkinkan terjadinya penyesuaian standar Huntara mengikuti bencana yang terjadi. Sebagai contoh dalam penanganan bencana erupsi Gunung Semeru ditetapkan kriteria minimum Huntara adalah sebagai berikut.
    a. Melindungi dari potensi cuaca angin, air, panas dan potensi gangguan lainnya.
    b. Memenuhi aspek kesehatan.
    c. Ramah terhadap kaum rentan.
    d. Memperhatikan konsep rumah tumbuh.
    e. Mampu bertahan paling sedikit 2 (dua) tahun.

    Dalam peraturan tersebut juga tertuang spesifikasi teknis Huntara yaitu sebagai berikut.
    a. Ukuran lahan : 10 meter x 14 meter.
    b. Ukuran huntara : 6 meter x 4.8 meter.
    c. Terdapat 1 (satu) fasilitas utama berupa :
    d. Konstruksi dari galvalum atau kayu tahun (kelas III).
    e. Atap berbentuk pelana dengan bahan spandex atau PVC.
    f. Dinding setinggi 3 m yang terdiri atas pasangan batako/batu bata setinggi 60 cm dan *calsiboard* dengan ketebalan paling sedikit 3.5 mm.

g. Lantai kedap air/rabat beton/plester.
h. Pintu paling sedikit 2 (dua) buah.
i. Jendela paling sedikit 2 (dua) buah
j. Bentuk dan ukuran harus selaras dengan rencana hunian tetap.

3. UNHCR (2024)

Dalam skala lebih luas, UNHCR (2024), membedakan persyaratan hunian sementara untuk iklim hangat dan iklim dingin. Adapun persyaratan minimum hunian sementara untuk iklim hangat adalah sebagai berikut.

a. Ruang hidup tertutup minimal 3,5 m^2 per orang di iklim tropis atau hangat, tidak termasuk fasilitas memasak atau dapur.
b. Ketinggian minimal 2 m pada titik terendah, dengan ketinggian yang lebih tinggi sebaiknya untuk membantuk sirkulasi udara dan ventilasi.
c. Diharapkan dalam iklim tropis atau hangat dan berdasarkan kebiasaan budaya, aktivitas tertentu akan dilakukan di luar ruangan (misalnya memasak), sehingga ruang dapur tidak diperhitungakn dalam standar. Jika memungkinkan, ruang eksternal yang teduh di dekat shelter dapat dibuat untuk mengakomodasi kegiatan-kegiatan ini.
d. Jika memungkinkan, desain shelter dapat dimodifikasi oleh penghuninya agar sesuai dengan kebutuhan masing-masing (misalnya partisi internal untuk privasi lebih besar), termasuk perluasan di masa depan.

Sedangkan untuk iklim dingin, hunian sementara di desain untuk mengakomodasi cuaca dingin disertai angin, hujan dan salju yang berlangsung dalam jangka waktu lama (3 hingga 5 bulan). Adapun standar minimal hunian sementara untuk iklim dingin adalah sebagai berikut.

a. Ruang tamu dalam ruangan minimum 4,5 m^2 hingga 5,5 m^2 per orang.
b. Langit-langit maksimal 2 m untuk mengurangi panas.
c. Pada iklim dingin, lebih banyak waktu dihabiskan di dalam hunian sementara (memasak, makan dan belajar) dan lebih banyak ruang yang diperlukan untuk menyimpan barang-barang (pakaian hangat selimut

dan lain-lain). Khususnya, orang-orang dengan kebutuhan khusus akan membutuhkan ruang tertutup dan berpemanas.

d. Jika memungkinkan, desain shelter dapat dimodifikasi oleh penghuninya agar sesuai dengan kebutuhan masing-masing (misalnya partisi internal untuk privasi lebih besar), termasuk perluasan di masa depan.

e. Hunian sementara dalam iklim dingin harus tahan terhadap beban salju dan kekuatan angin, sehingga lebih rumit dan mahal. Oleh karena itu, kondisi lokal perlu dipertimbangkan dalam standar hunian dalam kondisi seperti ini. Hal yang harus dipertimbangkan antara lain sebagai berikut.
   1) Stabilitas struktural (untuk menahan beban salju dan angin)
   2) Isolasi dinding, atap, lantai, pintu dan jendela.
   3) Dapur dan fasilitas sanitasi yang terlindungi dan dipanaskan.
   4) Ketentuan pemanasan.

f. Untuk membantu masyarakat bertahan dari dampak cuaca dingin dalam keadaan darurat, respons harus fokus pada hal sebagai berikut.
   1) Kelangsungan hidup individu.
   2) Ruang hidup.
   3) Pemanasan

3.1.5 Metodologi Asessment *Shelter*

Menurut UNHCR (2021), Assessment harus disertai dengan rincian terkait hal-hal sebagai berikut.

1. Masa layan *shelter*

   Material *shelter* seiring waktu akan rusak. Masa layan *shelter* menentukan periode dimana *shelter* dan/atau elemen-elemennya mungkin mulai rusak.

2. Waktu penyiapan *shelter*

   Waktu penyiapan *shelter* mendefinisikan waktu dalam jam atau hari yang dibutuhkan untuk membangun *shelter* dengan jumlah pekerja tertentu. Waktu

penyiapan tidak termasuk waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi material bangunan (batu bata, blok semen, dll).

3. Kebutuhan tenaga kerja dalam penyiapan *shelter*

   Jumlah orang yang diperlukan untuk penyiapan ditentukan bersama dengan waktu penyiapan. Tenaga kerrja dapat mencakup tenaga kerja terampil dan tidak terampil.

4. Kisaran suhu yang disarankan

   Kisaran suhu menentukan suhu internal di *shelter* dimana kenyamanan termal dapat dipertahankan tanpa pendinginan atau pemanasan buatan.

Detail metodologi evaluasi untuk assessment dampak lingkungan, perfoma teknis, kelayakhunian dan keterjangkauan *shelter* dapat adalah sebagai berikut.

1. Dampak lingkungan

   Assessment dampak lingkungan berupa analisis dampak negatif dari produksi, transportasi, konstruksi dan pembongkaran material konstruksi dari *shelter*. Kriteria assessment dampak lingkungan meliputi hal-hal sebagai berikut.

   a. Konsumsi material (material mentah, material buatan manusia dan air)

      Konsumsi material dihitung dengan mempertimbangkan bahan/sumber daya yang dibutuhkan untuk membangun satu hunian. Ini tidak tidak mencerminkan bahan / sumber daya yang digunakan untuk persiapan dan pemeliharaan implementasi lokasi. Bahan/sumber daya dibagi dalam dua kelompok utama yaitu sebagai berikut.

      1) Bahan baku yang digunakan (dalam kilogram atau liter): produk atau materi fisik bersumber dari alam atau materi fisik (air, kayu, tanah, dll.).
      2) Bahan buatan manusia (dalam kilogram atau liter): setiap produk atau atau materi fisik yang melalui proses yang ketat. (baja, plastik, beton, dll.).
      3) Air: konsumsi air dihitung untuk semua bahan buatan manusia buatan manusia dan produk yang digunakan untuk membangun hunian. Air

Air yang dikonsumsi oleh bahan-bahan yang tumbuh secara alami tidak diperhitungkan (pohon, jerami, bambu, dll.)

b. Jejak CO_2 (emisi CO_2 dan penghentian absorpsi CO_2)

Jejak CO_2 dihitung dengan mempertimbangkan emisi CO_2 serta penghentian penyerapan CO_2. Akan tetapi, metode Jejak CO_2 tidak hanya menilai jumlah CO_2 yang dilepaskan di udara dan/atau tidak diserap oleh pohon. Dengan memasukkan juga, masa pakai hunian dan area tempat tinggal yang tercakup dalam persamaan, kami memastikan komparabilitas, di berbagai tipologi hunian yang berbeda.

1) Emisi CO_2 dalam kg CO_2 : perhitungan mempertimbangkan Emisi CO_2 yang terkait dengan produksi bahan konstruksi konstruksi, pengangkutan bahan konstruksi ke lokasi lokasi konstruksi akhir (transportasi nasional dan/atau internasional, tergantung tergantung pada cuaca, apakah bahan tersebut diimpor atau diproduksi secara lokal diproduksi), pengaturan / konstruksi tempat penampungan, dan jika relevan, pembuangan atau penghancuran tempat penampungan.
2) Penghentian penyerapan CO_2 dalam kg CO_2: perhitungan mempertimbangkan penghentian penyerapan CO_2 per tahun karena deforestasi untuk mendapatkan bahan bangunan (kayu, bambu).

Jejak CO_2 dihitung menggunakan persamaan 3.1 sebagai berikut.

Jejak CO_2 = emisi CO_2 + penghentian penyerapan CO_2 (3.1)

Keterangan :

Jejak CO_2 diukur dalam satuan kg/masa layan *shelter* dalam setahun/area dalam m^2

Emisi CO_2 dan limbah air dihitung berdasarkan Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Data Dasar yang Digunakan Untuk Menghitung Emisi CO_2 dan Limbah Air Akibat Produksi Material

Tipe Material	Jumlah Rerata (dalam kg) yang diemisikan per kg bahan yang diproduksi	Jumlah Rerata Air yang Digunakan (dalam L) per kg bahan yang diproduksi
Plastik (PE)	6 kg emisi CO_2 untuk tiap 1 kg PE yang diproduksi	17 L air digunakan untuk tiap 1 kg PE
Baja	2 kg emisi CO_2 untuk tiap 1 kg baja yang diproduksi	705 L air digunakan untuk tiap 1 kg baja
Semen	1 kg emisi CO_2 untuk tiap 1 kg semen yang diproduksi	0,2 L air digunakan untuk tiap 1 kg semen
Bata yang dibakar	0,3 kg emisi CO_2 untuk tiap 1 kg bata yang diproduksi	Tergantung *density* bata
Kaca	0,8 kg emisi CO_2 untuk tiap 1 kg kaca yang diproduksi	5,8 L air digunakan untuk tiap 1 kg kaca

(Sumber: UNHCR, 2021)

Tabel 3. 2 Data Dasar yang Digunakan Untuk Menghitung Emisi CO_2 Berdasarkan Angkutan

Sarana Transportasi	Jumlah Rerata CO_2 yang diemisikan (dalam kg)
Transportasi darat dengan truk	0,105 kg emisi CO_2 untuk tiap ton material yang diangkut per kilometer
Angkutan laut	0,025 kg emisi CO_2 untuk tiap ton material yang diangkut per kilometer

(Sumber: UNHCR, 2021)

Sedangkan, data dasar yang digunakan untuk menghitung penghentian penyerapan CO_2 berdasarkan deforestasi dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3. 3 Data Dasar yang Digunakan Untuk Menghitung Penghentian Penyerapan CO_2 Berdasarkan Deforestasi

Umur Pohon atau Bambu	Jumlah Rerata Penghentian Penyerapan Emisi CO_2 (dalam kg) per tahun
Pohon muda (hingga umur 10 tahun)	6 kg CO_2/tahun
Pohon tua (diatas umur 10 tahun)	21 kg CO_2/tahun
Bambu muda (hingga umur 4 tahun)	5 kg CO_2/tahun

(Sumber: UNHCR, 2021)

c. Bahaya langsung terhadap habitat alam

Kerusakan habitat alami terjadi karena kegiatan yang terkait dengan pembangunan tempat penampungan tertentu. Habitat hilang dan terdegradasi ketika aktivitas alami atau yang disebabkan oleh manusia mengubah ekosistem yang sering kali menyebabkan kerusakan yang tidak dapat dipulihkan. Hal-hal berikut ini berikut ini termasuk dalam kegiatan tersebut.

1) Deforestasi dan penebangan vegetasi, yang mendorong terjadinya erosi, degradasi kualitas air dan mengurangi resapan air hujan yang menyebabkan hilangnya habitat.
2) Pembangunan pemukiman dengan segala aktivitas yang menyertainya yang merusak atau menghancurkan area alami (polusi dan deforestasi karena kegiatan memasak dengan api terbuka, konstruksi dan pertanian pertanian, jatuhnya bahaya karena penggalian tanah untuk produksi batu bata, limbah manusia dan produksi limbah padat dan pembuangannya yang tidak aman serta ekskalasi air tawar).

d. Opsi *Reuse* dan *Recycle*

Analisis tahap akhir masa pakai memeriksa apakah bahan dari tempat penampungan dapat digunakan kembali, didaur ulang, didaur ulang, atau didaur ulang. Sementara daur ulang adalah proses yang digunakan untuk membuat limbah atau bahan lain yang cocok untuk digunakan kembali, tujuan dari daur ulang adalah untuk mencegah pemborosan bahan yang berpotensi berguna dengan memanfaatkan bahan yang sudah ada dengan sedikit atau tanpa perubahan. Di sisi lain, dengan daur ulang ke bawah, bahan yang didaur ulang bahan daur ulang berkurang nilainya dengan setiap pemrosesan ulang. Jika bahannya dapat didaur ulang tetapi tidak ada fasilitas daur ulang di negara tersebut implementasi, maka opsi daur ulang tidak dipertimbangkan.

2. Performa teknis

Assessment perfoma terknis berupa assessment terhadap perfomansi dan perilaku *shelter*. Kriteria assessment performa teknis *shelter* meliputi poin sebagai berikut.

a. Ketahanan struktur *shelter* terhadap konteks spesifik

1) Ketahanan angin

Angin memberikan tekanan (ke dalam atau ke luar) pada semua permukaan *shelter*. Jika *cladding shelter* tidak memiliki kapasitas untuk menahan tekanan ini, struktur dari *shelter* haruslah menjadi penahannya. Komponen struktur dan *cladding* di *shelter* harus diangkur untuk menahan guling, *uplift* dan pergeseran yang disebabkan oleh angin, serta untuk menyediakan jalur beban yang kontinu ke pondasi.

2) Mitigasi banjir

Terdapat beberapa jenis banjir dan masing-masing memiliki dampak yang berbeda dalam bagaimana banjir terjadi, bagaimana banjir dapat diramalkan, kerusakan yang ditimbulkan dan jenis tindakan mitigasi atau adaptasi yang perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan besar, termasuk evakuasi atau relokasi sementara. Banjir pluvial terjadi karena curah hujan yang ekstrim. Terdapat 2 jenis banjir pluvial secara umum yaitu sebagai berikut.

a) Banjir air permukaan

Banjir ini terjadi ketika kapasitas drainase suatu daerah sudah tidak mampu menampung air. Umumnya terjadi secara bertahap, yang memberikan waktu bagi masyarakat untuk pindah ke lokasi yang aman dan ketinggian air biasanya dangkal

b) Banjir bandang

Banjir ini ditandai dengan aliran air yang deras dan tinggi serta intens yang dipicu oleh hujan lebat yang turun dalam waktu singkat di sekitar atau di daerah sekitar dataran tinggi.

Tipologi *shelter* akan lolos dari banjir jika disesuaikan dengan risiko banjir di daerah tersebut. Oleh karena itu, jika desainnya menunjukkan lantai akhir hunian di atas permukaan banjir dan/atau jika banjir dimitigasi melalui drainase di tingkat tapak dan kavling intervensi atau tindakan mitigasi banjir lainnya.

3) Ketahanan gempa

Struktur tahan gempa dimaksudkan untuk menahan gempa terbesar dengan probabilitas tertentu yang mungkin terjadi di suatu lokasi tertentu. Secara umum, struktur satu lantai yang ringan seperti *shelter* tidak terlalu rentan terhadap risiko seismic (tidak ada risiko keruntuhan yang besar).

Sistem penilaian ketahanan struktur dan gambaran umum klasifikasi bahaya secara berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan Tabel 3.5 sebagai berikut.

Tabel 3. 4 Sistem Penilaian Ketahan Struktur

Risiko	Lolos	Gagal
Ketahanan angin	*Shelter* tahan terhadap angin maksimum di area implementasi	*Shelter* tidak dapat bertahan terhadap angin maksimum di area implementasi
Ketahanan banjir	*Shelter* diadaptasi untuk mengurangi risiko banjir di area implementasi	*Shelter* tidak diadaptasi untuk mengurangi risiko banjir di area implementasi
Ketahanan gempa	*Shelter* tahan terhadap beban gempa di area implementasi	*Shelter* tidak tahan terhadap beban gempa di area implementasi

(Sumber: UNHCR, 2021)

Tabel 3. 5 Gambaran Umum Klasifikasi Bahaya

Risiko	Intensitas kecepatan angin	Intensitas banjir (berdasarkan kedalaman banjir)	Besaran aktivitas seismic (berdasarkan magnitude gempa dengan skala Richter)
Intensitas	Angin kuat (39-74 km/jam)	Banjir intensitas tinggi (> 50 cm)	Peristiwa seismik magnitudo tinggi (> 7 SR)
	Angin sedang (12-38 km/jam)	Banjir sedang (>20 dan <50 cm)	Peristiwa seismic magnitudo sedang (>5<7 SR)
	Angin ringan (0-11 km/jam)	Tidak ada banjir atau kemungkinan banjir kecil (< 20 cm)	Peristiwa seismik magnitude rendah (>1<5 SR)

(Sumber: UNHCR, 2021)

b. Kesesuaian desain *shelter*

1) Ventilasi alami

Ventilasi alami membantu menjaga lingkungan internal yang sehat, mencegah kondensasi dan mengurangi penyebaran penyakit. Ventilasi alami juga mengurangi efek asap dan polutan lainnya yang mungkin terkonsentrasi di dalam hunian (memasak, menyimpan produk atau bahan beracun, seperti bahan bakar untuk memasak/pemanasan). Kebutuhan ventilasi untuk tipologi hunian dihitung dan dinilai dengan menggunakan rumus perhitungan praktis. Jika permukaan semua bukaan jendela bersama-sama lebih dari 5% dari dari luas lantai, maka ventilasi sudah memadai. Aturan didasarkan pada standar ASHRAE yang mensyaratkan pergantian udara minimum 35 m3/jam per orang untuk memastikan kenyamanan internal. Ketinggian lantai ke langit-langit hunian juga berperan penting dalam menentukan kualitas udara internal. Sphere Association (2018) merekomendasikan setidaknya 2 meter dari lantai ke langit-langit paling tinggi tertinggi di tempat penampungan (2,6 meter di daerah beriklim hangat). Selain itu, penambahan bukaan ventilasi atas (dekat langit-langit) akan

memungkinkan udara hangat keluar, yang sangat relevan di iklim hangat/tropis. Di iklim dingin, penting untuk memastikan gas dan asap yang disebabkan oleh kompor pemanas dilepaskan dengan benar dari tempat penampungan.

2) Ketahanan api

Penilaian risiko kebakaran harus menginformasikan perencanaan lokasi dan desain tempat penampungan desain tempat penampungan. Termasuk jeda kebakaran 30 m setiap 300 m di antara area yang dibangun (bersih dari puing-puing, sampah atau benda-benda lain setiap saat) dan memastikan jarak minimum 2 meter, idealnya dua kali lipat tinggi tempat penampungan (ke punggung bukit), di antara struktur akan memastikan evakuasi yang aman jika terjadi kebakaran. Pemilihan bahan bangunan tempat penampungan serta mempertimbangkan praktik-praktik memasak lokal dan menyediakan menyediakan tempat khusus untuk memasak (di petak-petak individu atau ruang dapur komunal) akan meminimalkan risiko kebakaran. Langkah-langkah pencegahan kebakaran di tingkat lokasi dan untuk hunian individu harus didasarkan pada tiga strategi mitigasi berikut ini.

a) Membatasi penyebaran api dan pembentukan asap
b) Memastikan waktu penyelamatan diri yang aman, jarak yang aman antara unit hunian yang aman antara unit-unit hunian dan rencana evakuasi yang baik
c) Memberi informasi kepada penduduk tentang pencegahan dan penanganan kebakaran.

Material yang tahan api dirancang untuk tahan api dan material yang tidak tahan api dirancang untuk terbakar secara perlahan. Material yang mudah terbakar adalah material yang mudah terbakar di temperature lingkungan dan langsung terbakar saat terkena api.

3) Kenyamanan termal

Jika kenyamanan termal di tempat penampungan memadai, orang-orang yang tinggal di dalamnya akan merasa hangat atau dingin dengan nyaman, tertutup dan kering. Idealnya, sebuah hunian yang nyaman suhu dalam ruangan yang nyaman di iklim sedang kira-kira antara 20-25°C (+/- 2°C, standar ASHRAE). Nilai ini dapat meningkat dalam kondisi iklim panas dan berkurang dalam kondisi iklim dingin tetapi umumnya tidak boleh kurang dari 13°C. Akan tetapi, suhu panas kenyamanan di dalam hunian tidak hanya terkait dengan suhu dan pola cuaca di daerah tersebut dan bahan hunian (terutama sifat insulasi dari selubung hunian), tetapi juga untuk persepsi panas dan dingin dari penghuni hunian.

4) Keamanan personal

Keamanan pribadi sangat penting di tempat penampungan baik untuk memberikan perlindungan dan untuk mendukung kelompok-kelompok yang berisiko agar merasa aman. Kriteria ini kriteria ini sangat spesifik untuk setiap konteks dan mungkin berbeda dari satu rumah tangga ke rumah rumah tangga ke rumah tangga dan juga dari individu ke individu dan mungkin sangat dipengaruhi juga oleh komposisi keluarga/rumah tangga (kepala rumah tangga perempuan rumah tangga yang dikepalai perempuan, ketegangan dengan komunitas tuan rumah atau dengan dengan masyarakat tuan rumah atau dengan kelompok-kelompok pengungsi lainnya). Keamanan pribadi di tempat penampungan akan dinilai dengan mempertimbangkan kriteria berikut.

a) Kunci di dalam dan luar untuk semua pintu dan jendela
b) Sumber penerangan buatan
c) Bahan pelapis *shelter* yang kuat dan tidak transparan
d) Bukaan jendela tidak lebih dari 60 x 60 cm

5) Aksesibilitas

Untuk mengakomodasi para penyandang disabilitas dan mereka yang menghadapi hambatan mobilitas atau akses (misalnya lansia, anak-

anak, perempuan hamil), hunian harus dirancang dengan mempertimbangkan kriteria aksesibilitas berikut ini.

a) Semua pintu di *shelter* harus lebih besar dari 90 cm (untuk memungkinkan dilalui kursi roda).
b) Jika *shelter* ditinggikan atau memiliki tangga, maka perlu disedikan ramp dengan pegangan tangan dan tembok pembatas harus dipasang untuk memudahkan akses.
c) Pintu toilet harus terbuka ke arah luar.

Sistem penilaian kesesuaian desain *shelter* berdasarkan aspek ventilasi, kemudahan terbakar dan kenyamanan termal dapat dilihat pada Tabel 3.6 sebagai berikut.

Tabel 3. 6 Sistem Penilaian Kesesuaian Desain Shelter Terhadap Aspek Ventilasi, Kemudahan Terbakar dan Kenyaman Termal

Ventilasi	Nilai	Kemudahan terbakar	Nilai	Kenyamanan termal	Nilai
Shelter melebihi persyaratan ventilasi	3	*Shelter* terbuat dari material yang tahan api (>75%)	3	*Shelter* disesuaikan dengan iklim dan memitigasi suhu ekstrim (tinggi faktor insulasi bahan dinding dan atap)	3
Shelter memenuhi persyaratan minimum ventilasi	2	*Shelter* sebagian atau seluruhnya terbuat dari material tahan api (>50%)	2	*Shelter* mengurangi sebagian suhu yang ekstrim (baik material dinding atau atap memiliki faktor isolasi yang tinggi)	2
Shelter tidak memenuhi persyaratan minimum ventilasi	1	*Shelter* terbuat dari setidaknya satu material yang mudah terbakar (>25 %)	1	*Shelter* tidak cocok untuk suhu ekstrim (material dinding dan atap tidak memiliki faktor isolasi yang tinggi)	1

(Sumber: UNHCR, 2021)

Sedangkan, sistem penilaian kesesuaian desain *shelter* terhadap aspek keamanan personal dan aksesibilitas dapat dilihat pada Tabel 3.7 sebagai berikut.

Tabel 3. 7 Sistem Penilaian Kesesuaian Desain Shelter Terhadap Aspek Keamanan Personal dan Aksesibilitas

Keamanan Personal	Nilai	Aksesibilitas	Nilai
Shelter memenuhi semua kriteria di atas	3	*Shelter* memenuhi semua kriteria di atas	3
Shelter memenuhi semua kriteria di atas, kecuali satu	2	*Shelter* memenuhi semua kriteria di atas, kecuali satu	2
Terdapat dua atau lebih kriteria tidak terpenuhi	1	Terdapat dua atau lebih kriteria tidak terpenuhi	1

(Sumber: UNHCR, 2021)

3. Kelayakhunian

Assessment kelayakhunian merupakan assessment kesesuaian tipologi *shelter*. Krieteria kelayakhunian dijabarkan sebagai berikut.

a. Luas area hidup tertutup

Ruang keluarga harus memadai untuk mengakomodasi kegiatan sehari-hari seperti tidur, menyiapkan dan menyantap makanan serta menyimpan makanan dan barang-barang. Menurut Sphere Association (2018), hunian harus menyediakan ruang tamu tertutup minimum 3,5 m2 per orang dalam kondisi iklim panas dan 4,5 m2 per orang dalam kondisi iklim dingin kondisi iklim dingin (di mana orang terpaksa tinggal di dalam tempat penampungan untuk waktu yang lebih lama). Akan tetapi, standar ini dapat diadaptasi dalam konteks tertentu untuk mencerminkan norma-norma budaya dan sosial. Kelangkaan lahan, kebiasaan masyarakat tuan rumah dan tipologi hunian lokal dapat menyulitkan menyulitkan penerapan standar minimum kemanusiaan dan menyebabkan ketegangan antara masyarakat tuan rumah dan populasi pengungsi. Ruang hidup minimum harus mencerminkan norma-norma budaya dan sosial, konteks, fase respons hunian (darurat, darurat, pemulihan, berlarut-larut), peraturan setempat dan standar-standar kemanusiaan, oleh karena itu sebelum mengadopsi ruang minimum yang dihitung, semua semua pertimbangan harus dipertimbangkan dengan hati-hati.

b. Privasi

Kebutuhan akan subdivisi internal tempat penampungan harus dinilai berdasarkan praktik dan kebiasaan yang ada. Jika sesuai untuk jenis kelamin, usia atau alasan budaya, keluarga dan/atau jenis kelamin harus dipisahkan partisi (tirai atau dinding) harus dipasang. Sekat-sekat ini harus terbuat dari bahan yang tidak transparan.

c. Penerangan alami

Pencahayaan yang memadai, termasuk akses ke cahaya matahari, adalah salah satu elemen dasar yang diperlukan untuk memastikan kesehatan dan kesejahteraan penghuni hunian. Pencahayaan siang hari tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan energi dan iklim dalam ruangan sebuah hunian. Ukuran dan penempatan bukaan jendela harus ditentukan berdasarkan kebutuhan yang memadai dan masalah keamanan. Kondisi pencahayaan yang memadai di dalam ruangan tidak hanya berkontribusi pada kesehatan dan kesejahteraan pengguna hunian, tetapi juga memastikan ruang hidup yang dapat meningkatkan potensi belajar anak-anak yang bersekolah dan menyediakan ruang yang memadai untuk melakukan kegiatan mata pencaharian tertentu. Untuk tujuan analisis ini, kebutuhan pencahayaan alami untuk sebuah hunian dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan praktis. Jika permukaan semua bukaan jendela dan ventilasi bersama-sama lebih dari 10% dari permukaan luas lantai, maka pencahayaan alami sudah memadai.

d. Penerangan buatan

Pencahayaan buatan harus disediakan sesuai kebutuhan untuk berkontribusi pada keselamatan pribadi di dalam dan di sekitar tempat penampungan. Akses ke pencahayaan buatan bisa di tingkat tapak, di mana hanya ruang-ruang strategis dan area komunal di dalam lokasi yang diberi penerangan buatan dan pada tingkat individu individu di mana setiap hunian memiliki akses ke sana. Sumber-sumber Sumber pencahayaan buatan dapat berasal dari berbagai sumber. Selain lilin, yang yang memiliki risiko kebakaran yang cukup besar, dan koneksi ke

jaringan listrik listrik atau generator, penggunaan sumber penerangan energi terbarukan yang berbeda energi terbarukan yang berbeda (panel surya) juga dimungkinkan dan dianjurkan.

e. Kesesuaian material dan teknik konstruksi

Kesesuaian bahan dan teknik konstruksi hunian dinilai berdasarkan perbandingan dengan praktik-praktik lokal masyarakat tuan rumah atau penduduk yang mengungsi. Tempat penampungan sebaiknya dirancang berdasarkan konteks yang spesifik persyaratan struktural dan kinerja. Pemahaman tentang dengan teknik dan bahan konstruksi akan memastikan bahwa penghuni hunian dapat memelihara dan/atau memperbaiki hunian tanpa perlu bimbingan teknis atau pengadaan suku cadang yang mahal.

f. Fasilitas pelengkap

Tempat tinggal yang layak tidak hanya bergantung pada kelayakan unit hunian. Akses ke ruang dan fasilitas pelengkap ruang dan fasilitas pelengkap juga dipertimbangkan, karena mereka mendukung dan mendukung dan menjaga kesehatan, martabat dan keselamatan serta memungkinkan dilakukannya kegiatan sehari-hari di dalam dan di sekitar hunian. Penting untuk menyediakan ruang khusus untuk memasak dan memastikan kecukupan dan kesesuaian memadai dan sesuai, serta toilet dan kamar mandi untuk memungkinkan akses yang cepat, aman dan yang memadai dan memadai untuk memungkinkan akses yang cepat, aman dan terjamin setiap saat oleh semua penggunanya, termasuk anak-anak, orang tua, dan perempuan hamil. Toilet komunal harus dipertimbangkan sebagai solusi solusi segera dan diganti dengan toilet individu sesegera mungkin. mungkin. Pengelolaan kotoran yang aman dan berkelanjutan harus dan berkelanjutan harus dianggap sebagai prioritas serta pengelolaan limbah padat yang yang harus ditampung dengan aman untuk menghindari polusi dan risiko kesehatan.

Sistem penilaian kesesuaian desain shelter dapat dilihat pada Tabel 3.8 dan Tabel 3.9 sebagai berikut.

Tabel 3. 8 Sistem Penilaian Kesesuaian Desain Shelter Terhadap Aspek Luas Area Hidup Tertutup, Privasi dan Kesesuaian Material

Luas Area Hidup Tertutup	Nilai	Privasi	Nilai	Kesesuaian Meterial	Nilai
Shelter mematuhi standar Sphere	3	*Shelter* memenuhi persyaratan minimum privasi (memiliki partisi internal, memiliki lebih dari 1 kamar)	3	*Shelter* dibuat dari bahan-bahan lokal dan menggunakan teknik konstruksi yang disesuaikan dengan teknik lokal	3
Shelter tidak memenuhi standar Sphere, tetapi dirancang untuk mencerminkan standar lokal dan menghindari konflik dengan masyarakat setempat atau desain memungkinkan untuk dilakukan perluasan	2	*Shelter* tidak memenuhi persyaratan minimum privasi, tetapi desain memungkinkan untuk dilakukan modifikasi dan peningkatan untuk memenuhi persyaratan minimum privasi	2	*Shelter* sebagian dibuat dengan material lokal dan teknik konstruksi yang diadaptasi dari teknik lokal	2
Shelter tidak memenuhi standar Sphere	1	*Shelter* tidak memenuhi persyaratan minimum privasi	1	*Shelter* tidak menggunakan material atau teknik lokal	1

(Sumber: UNHCR, 2021)

Tabel 3. 9 Sistem Penilaian Kesesuaian Desain Shelter Terhadap Aspek Penerangan Alami, Penerangan Buatan dan Fasilitas

Penerangan Alami	Nilai	Penerangan Buatan	Nilai	Fasilitas (Area Dapur, Toilet, Shower)	Nilai
Shelter melebihi kebutuhan persyaratan penerangan alami	3	*Shelter* memiliki penerangan buatan	3	*Shelter* dilengkapi dengan fasilitas	3
Shelter memenuhi persyaratan penerangan alami	2	*Shelter* tidak memiliki penerangan buatan, tetapi ada penerangan buatan di beberapa titik strategis di area permukiman	2	*Shelter* tidak dilengkapi dengan fasilitas, tetapi ada fasilitas komunal di lokasi	2
Shelter tidak memenuhi persyaratan minimum penerangan alami	1	*Shelter* tidak memiliki penerangan buatan	1	*Shelter* tidak dilengkapi dengan fasilitas dan tidak ada fasilitas komunal di area permukiman	1

(Sumber: UNHCR, 2021)

4. Keterjangkauan

Keterjangkauan hunian ditentukan dengan mempertimbangkan biaya hunian tertentu dan mempertimbangkan semua biaya yang terkait: produksi, pasokan dan transportasi bahan bangunan, biaya pendirian/konstruksi hunian dan juga dengan mempertimbangkan masa pakai hunian dan ruang hidup yang tercakup dalam hunian. Keterjangkauan *shelter* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

Keterjangkuan = Biaya (*bill of quantity*) / masa pakai / luasan *shelter* (3.2)

Keterangan :

Masa pakai *shelter* dihitung dalam satuan tahun, luasan *shelter* dihitung menggunakan satuan m^2

5. *Sustainable Score Card*

Konsep *Sustainable Score Card shelter* didasarkan pada pemahaman bahwa lingkungan binaan dapat memberikan dampak yang besar terhadap lingkungan alam dan manusia yang menghuni hunian/hunian, terlepas dari konteks pelaksanaannya. *Sustainability Score Card* merupakan upaya untuk memperkuat dampak positif dan mengurangi dampak negatif dari aktivitas-aktivitas tersebut di sepanjang siklus hidupnya. Kartu ini disusun sebagai format data terstandardisasi yang memberikan gambaran umum tentang sumber daya yang digunakan untuk membangun hunian tertentu. hunian, dampaknya terhadap lingkungan alam dan karakteristik hunian karakteristik hunian itu sendiri, dengan tujuan keseluruhan untuk memudahkan perbandingan sumber daya dan aspek hunian. Penataan data hunian dan aset berwujud dalam format yang yang sebanding memungkinkan semua pemangku kepentingan dalam rantai pasokan untuk bekerja bekerja sama menuju respons hunian yang lebih berkelanjutan. Poin-poin pada *sustainable score card* adalah sebagai berikut.

a. Perlindungan pohon (dampak lingkungan)

   Perlindungan pohon dinilai berdasarkan penurunan area hutan (kayu dan bambu) akibat kegiatan konstruksi. Hal ini dihitung dengan memperhitungkan jumlah pohon dan/atau batang bambu yang yang digunakan untuk membangun tipe hunian tertentu.

b. Mitigasi emisi CO_2 (dampak lingkungan)

   Jejak CO_2 dihitung dengan memperhitungkan emisi CO_2 serta penyerapan CO_2 yang dihentikan dalam kaitannya dengan masa pakai hunian dan area tempat tinggal yang tertutup.

c. Efisiensi material (dampak lingkungan)

   Efisiensi material adalah mengevaluasi kuantitas bahan konstruksi yang digunakan untuk hunian tertentu tipologi tertentu dan dampaknya terhadap lingkungan selama ekstraksi, produksi dan pengolahan (emisi CO2 dan penggunaan air). Opsi penggunaan kembali material setelah dibuang juga diperhitungkan. Intensitas material kemudian dibobotkan dalam kaitannya dengan ruang hidup yang tercakup dalam hunian.

d. Performa teknis

   Kinerja teknis dari tipologi hunian tertentu ditentukan dengan menilai struktur strukturalnya jika terjadi bahaya dan kesesuaian desain hunian.

e. Kelayakhunian

   Kelayakan hunian ditentukan dengan menilai ruang tamu yang tertutup, karakteristik privasi, kesesuaian bahan dan teknik konstruksi hunian, pencahayaan alami dan buatan alami dan buatan dan akses ke fasilitas.

f. Keterjangkauan

   Keterjangkauan hunian ditentukan dengan mempertimbangkan biaya hunian tertentu dengan semua terkait (produksi, transportasi, konstruksi) dalam kaitannya dengan masa pakai hunian serta ruang tamu yang tertutup.

3.2 Konstruksi Modular

3.2.1 *Pre-fabricated Building dan Industrialized Building*

Berdasarkan Smith dkk. (2010), *Pre-fabricated building* berawal dari kebutuhan dan keinginan yang mana Pembangunan tempat tinggal dimulai sebagai respon fungsional terhadap kebutuhan manusia. Tantangan mengenai lokasi pembangunan yang terpencil, usaha mempercepat proses pembangunan atau meningkatkan jumlah produksi, mendorong masyarakat beralih kepada konstruksi pre-fabrikasi yang mana mengalihkan proses konstruksi tradisional di lokasi pembangunan ke pabrik dimana rangka, modul dan panel dibuat. Gagasan mengenai bangunan pre-fabrikasi berkaitan erat dengan gagasan manufaktur industri yang mana berdasar pada pertanyaan apakah proses manufaktur industri dapat diterapkan pada proses konstruksi yang menghasilkan produk yang lebih berkualitas dan terjangkau.

3.2.2 Definisi Konstruksi Modular

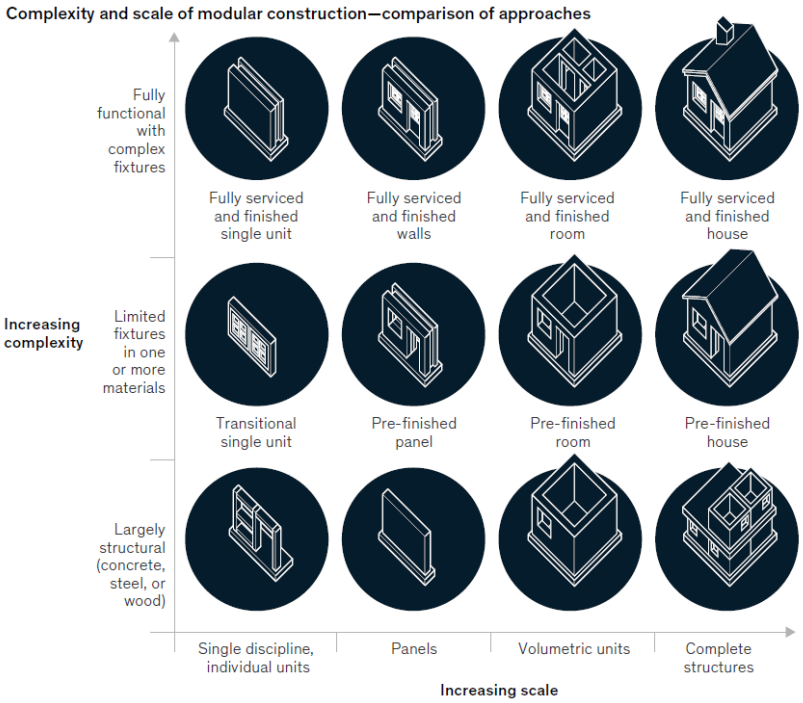
Definisi konstruksi modular menurut beberapa sumber adalah sebagai berikut.

1. Bangunan modular adalah rumah dan bangunan yang terdiri dari komponen-komponen modular yang di produksi secara industri di luar lokasi proyek (ICC/MBI 1200-2021).
2. Modular construction adalah metode konstruksi modern yang efisien, berkelanjutan, dan ekonomis, menggunakan komponen standar yang diproduksi *off-site* untuk perakitan cepat di lokasi, sehingga mengurangi biaya, waktu, limbah, tantangan logistik, serta mengatasi kekurangan tenaga kerja dalam industri konstruksi (AECOM, 2017).
3. Konstruksi modular adalah metode konstruksi yang menggunakan elemen bangunan prefabrikasi secara *off-site*, baik dalam bentuk volumetrik, yaitu unit tiga dimensi yang dirakit menjadi ruang utuh seperti kamar atau apartemen, maupun non-volumetrik, yaitu komponen *sub-assembly* seperti inti tangga atau elemen struktural lainnya yang dirakit di lokasi konstruksi (AIA, 2019).

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa konstruksi modular adalah Konstruksi modular adalah metode konstruksi efisien, berkelanjutan, dan ekonomis yang menggunakan komponen prefabrikasi yang diproduksi di luar lokasi dan dirakit di lokasi, baik dalam bentuk volumetrik maupun non-volumetrik, untuk mengurangi biaya, waktu, limbah, tantangan logistik, dan kekurangan tenaga kerja.

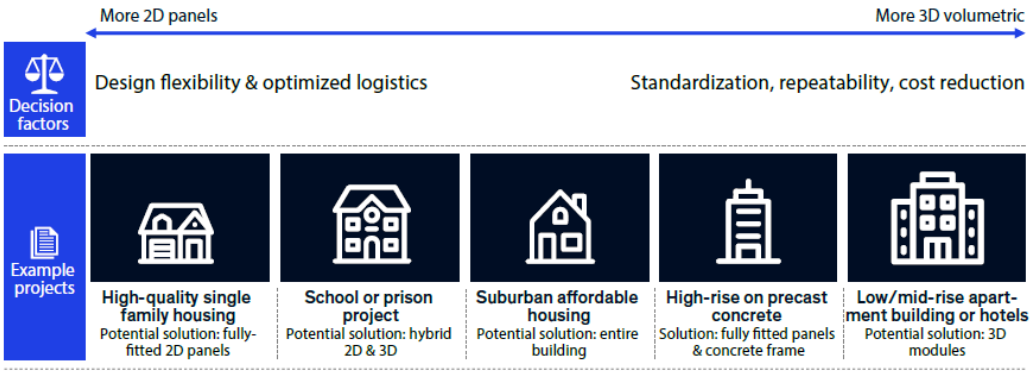
3.2.3 Metode Konstruksi Modular

Sistem konstruksi modular bervariasi tergantung pada kompleksitas elemen yang dirakit. Ilustrasi yang menampilkan hubungan antara peningkatan kompleksitas dan peningkatan skala pada konstruksi modular menurut Bertram dkk. (2019) dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3. 2 Ilustrasi Hubungan Antara Kompleksitas dan Skala Pada Konstruksi Modular
Sumber: Bertram dkk. (2019)

Sedangkan, ilustrasi pemilihan sistem modular untuk tiap kebutuhan spesifik proyek dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3. 3 Pemilihan Sistem Modular Untuk Tiap Kebutuhan Spesifik Proyek

Sumber: Bertram dkk. (2019)

Secara umum, elemen konstruksi modular dibagi menjadi 2 yaitu *volumetric modular* dan *non-volumetric modular*. Penjelasan mengenai elemen *volumetric modular* dan *non-volumetric modular* menurut AIA (2019) dijabarkan sebagai berikut.

1. *Volumetric modular*

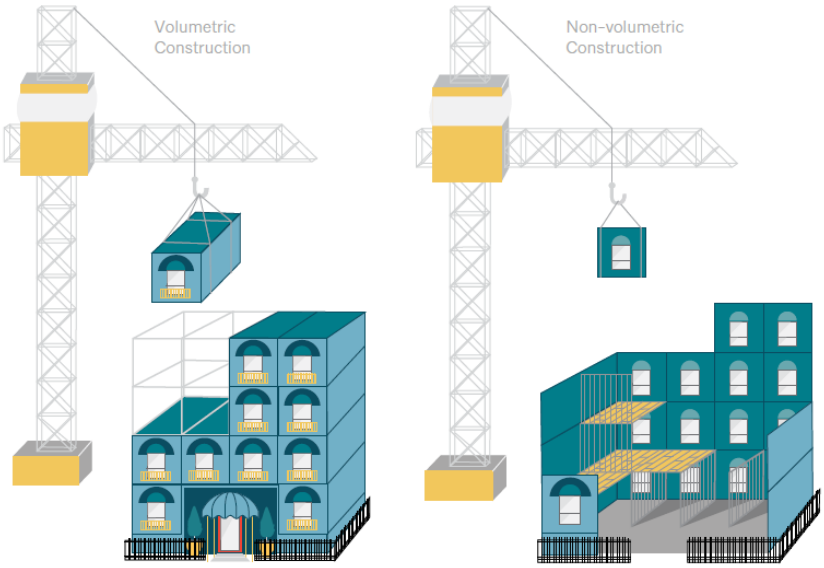
   Volumetric modular merupakan tipe komponen konstruksi modular yang difabrikasi di luar lokasi proyek dalam unit-unit tiga dimensi ruang tertutup yang kemudian dilakukan penyambungan di lokasi untuk membentuk satu bangunan. Setiap unit, tergantung pada ukurannya dan dapat terdiri atas satu atau lebih modul.

2. *Non-volumetric modular*

   Non-volumetric modular merupakan tipe komponen konstruksi modular yang difabrikasi di luar lokasi proyek dalam bentuk elemen bangunan atau yang lebih dikenal sebagai *sub-assembly* yang kemudian dilakukan penyambungan di lokasi. Elemen *non-volumetric* antara lain sebagai berikut.

   a) Elemen struktural seperti rangka, balok dan kolom
   b) Bagian dari fasad dan penutup bangunan
   c) Panel dinding dan pertisi interior
   d) Papan lantai
   e) Rangka atap

Ilustrasi terkait *volumetric modular* dan *non-volumetric modular* dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3. 4 Ilustrasi *Volumetric Modular* dan *Non-volumetric Modular*
Sumber: AIA (2019)

3.2.4 Keunggulan Konstruksi Modular

Keunggulan konstruksi modular menurut AIA (2019) dijabarkan sebagai berikut.

1. Kualitas

   Penerapan proses manufaktur yang efisien dan terkendali pada konstruksi menghasilkan tingkat kontrol kualitas dan konsistensi yang tinggi. Lingkungan produksi yang diawasi, penggunaan alat fabrikasi presisi seperti CAD/CAM, dan otomatisasi proses memastikan kualitas komponen yang tinggi, terutama untuk instalasi sistem teknologi tinggi. Komponen dinding eksterior yang dibuat dengan presisi tinggi juga menghasilkan bangunan dengan lapisan penutup yang lebih rapat dan mengurangi kebocoran udara, serta meningkatkan efisiensi energi.

2. Produktivitas

   Produktivitas tenaga kerja meningkat karena pekerja bekerja di fasilitas yang terkendali, terhindar dari cuaca buruk, dan dilengkapi dengan alat serta mesin

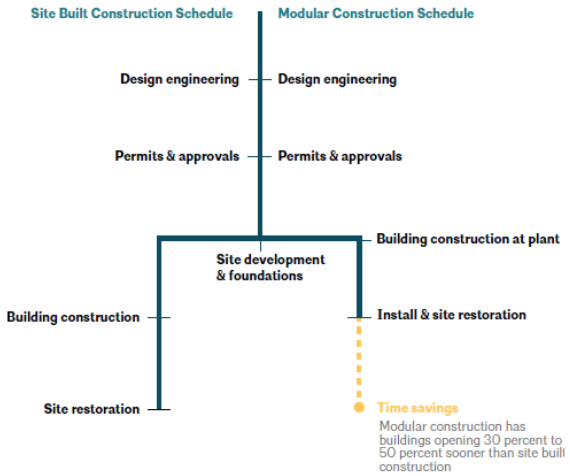
presisi. Pendekatan ini juga menciptakan alur kerja yang lebih terkontrol dan mendorong kolaborasi antar anggota tim proyek, meningkatkan produktivitas selama tahap desain dan perencanaan.

3. Keamanan

   Konstruksi modular lebih aman bagi pekerja karena mereka bekerja di lingkungan terkendali yang mengurangi risiko bahaya cuaca ekstrem, kebisingan, atau kualitas udara buruk. Menurut data statistik, tingkat cedera fatal pada industri manufaktur secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan konstruksi tradisional di lokasi proyek.

4. Jadwal

   Proses prefabrikasi di luar lokasi membuat jadwal konstruksi lebih terprediksi dan memungkinkan pekerjaan yang biasanya dilakukan berurutan menjadi simultan. Menurut MBI (2024), jadwal konstruksi dapat dipersingkat hingga 30–50%, mengurangi biaya akibat keterlambatan dan meningkatkan efisiensi. Ilustrasi perbandingan penjadwalan pada konstruksi konvensional dan konstruksi modular dapat dilihat pada Gambar 3.5 sebagai berikut.

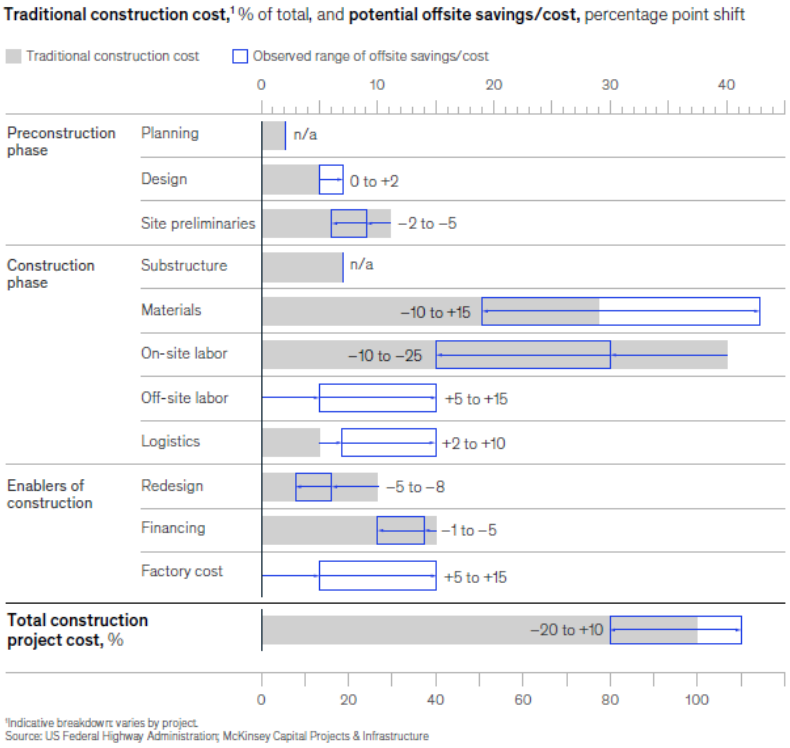


Gambar 3. 5 Perbandingan Penjadwalan Konstruksi Konvensional dan Konstruski Modular

Sumber: AIA (2019)

5. Biaya

Meskipun konstruksi modular bisa lebih hemat biaya, biaya keseluruhan tetap bergantung pada berbagai faktor, seperti desain, transportasi, dan material. Pendekatan modular memungkinkan pengendalian biaya lebih baik serta pengurangan biaya jangka panjang melalui investasi berbasis siklus hidup proyek. Ilustrasi biaya konstruksi konvensional dan konstruksi modular serta potensi penghematan dan peningkatan biayanya menurut Bertram dkk. (2019) dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut.



Gambar 3. 6 Biaya Konstruksi Konvensional dan Konstruksi Modular
Sumber: Bertram dkk. (2019)

6. Keberlanjutan

Konstruksi modular berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi limbah material dan emisi dari transportasi. Penggunaan material yang bertanggung jawab dan teknik fabrikasi yang presisi menghasilkan dampak lingkungan yang lebih rendah, termasuk peningkatan kinerja termal dan pengurangan gangguan pada komunitas sekitar lokasi konstruksi.

3.3 Perakitan Produk

3.3.1 Definisi

Menurut Fauzia dkk. (2017), perakitan adalah suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat atau mesin yang mempunyai fungsi tertentu. Pekerjaan perakitan dimulai bila objek sudah siap dipasang dan berakhir bila objek tersebut telah bergabung secara sempurna. Perakitan juga dapat diartikan penggabungan antara bagian yang satu terhadap bagian yang lain atau pasangannya.

3.3.2 Prinsip

Menurut Fauzia dkk. (2017), Prinsip perakitan dalam proses manufaktur terdiri atas pasangan semua bagian-bagian komponen menjadi suatu produk, proses pengencangan, proses inspeksi dan pengujian fungsional, pemberian nama atau label, pemisahan hasil perakitan yang baik dan hasil perakitan yang buruk, serta pengepakkan dan penyiapan untuk pemakaian akhir. Perakitan merupakan proses khusus bila dibandingkan dengan proses manufaktur lainnya, misalnya proses permesinan (frais, bubut, bor dan gerinda) dan pengelasan yang sebagian pelaksanaannya hanya meliputi satu proses saja. Sementara dalam perakitan bisa meliputi berbagai proses manufaktur.

3.3.3 Metode Knock-down

Metode *knock-down* atau metode bongkar pasang merupakan salah satu metode perakitan. *Knock-down* merupakan metode perakitan yang membuat produk dapat dibongkar dan dipasang kembali dengan mudah bergantung pada kebutuhan fungsionalnya (Julistiono dkk., 2017). Tujuan dari metode ini menurut Fauzia dkk. (2017) antara lain adalah sebagai berikut.

1. Memudahkan dalam mobilitas atau transportasi

2. Memudahkan untuk proses perawatan atau penggantian komponen bagian dalam
3. Memudahkan dalam operasional pekerjaan
4. Konstruksi menjadi lebih sederhana

Proses perakitan dengan metode *knock-down* umumnya dilakukan dengan sambungan baut dan mur atau sekrup.

3.4 Baja Canai Dingin (*Cold Rolled Steel*)

3.4.1 Definisi

Berdasarkan SNI 7971:2013 komponen struktur baja canai dingin merupakan bentuk-bentuk yang dibuat dengan pons yang dipotong dari lembaran, gulungan atau pelat, atau dengan pembentukan gulungan dan lembaran gilas dingin dan panas yang mana kedua proses pembentukan tersebut dilakukan pada suhu ruangan, tanpa adanya pemanasan seperti yang dilakukan pada proses pembentukan dalam canai panas.

3.4.2 Kelebihan baja canai dingin

Menurut Yu (2000), pemilihan baja canai dingin sebagai material konstruksi didasarkan pada hal-hal sebagai berikut.

1. Stabilitas harga
2. Ringan
3. Kekuatan dan kekakuan tiggi
4. Kemudahan pre-fabrikasi dan produksi masal
5. Transportasi dan penanganan yang ekonomis
6. *Erection* dan instalasi yang cepat dan mudah
7. Tidak mudah terbakar
8. Anti rayap dan busuk

3.4.3 Bentuk Profil Baja Canai Dingin

Profil baja canai dingin menurut SNI 8399:2017, antara lain adalah sebagai berikut.

1. Profil C pada ujungnya dengan atau tanpa lipatan

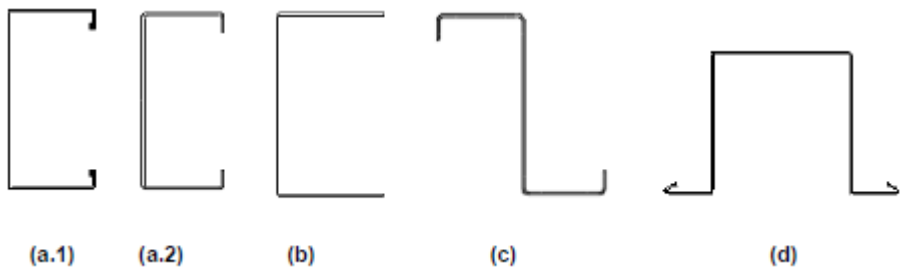
   Profil ini digunakan untuk rangka atap, dinding dan lantai
2. Profil U

   Profil ini digunakan untuk rangka dinding
3. Profil Z

   Profil ini digunakan untuk rangka atap
4. Profil topi (*hat*) harus dengan lipatan

   Profil ini diguankan untuk rangka atap

   Profil rangka baja canai dingin dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut.



Gambar 3. 7 Macam Bentuk Profil Baja Canai Dingin
Sumber: SNI 8399:2017

Keterangan :

(a.1) = Profil C dengan lipatan

(a.2) = Profil C tanpa lipatan

(b) = Profil U

(c) = Profil Z

(d) = Profil topi (*hat*)

3.5 Estimasi Biaya

3.5.1 Pengertian

Pengertian dari estimasi biaya menurut beberapa sumber diuraikan sebagai berikut.

1. Estimasi biaya adalah seni memperkirakan kemungkinan harga atau biaya, luas, jumlah, kualitas atau karakter sesuatu berdasarkan informasi yang tersedia saat itu (“National Estimating Society,” 1979)

2. Estimasi biaya merupakan proses peramalan yang digunakan untuk mengkuantifisir biaya dan harga sumber daya yang diperlukan dalam suatu cakupan opsi invenstasi, aktivitas atau proyek (AACE, 2021).

3.5.2 Tujuan Estimasi Biaya

Estimasi biaya merupakan suatu proses yang digunakan untuk meramalkan ketidakpastian biaya di masa depan. Oleh karena itu, salah satu tujuannnya adalah untuk meminimalisir ketidakpastian pada level dan lingkup yang diberikan. Beberapa tujuan estimasi biaya menurut Pastiarsa (2015) antara lain adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek
2. Untuk proses seleksi dan penyaringan usulan proyek
3. Untuk membuat rangking prioritas urutan proyek
4. Untuk mendukung evaluasi kelayakan proyek dan menentukan kelanjutan suatu proyek investasi
5. Sebagai acuan dalam penyusunan anggaran proyek
6. Sebagai acuan dalam evaluasi penawaran harga penyedia jasa/barang

3.5.3 Metode dan Teknik Estimasi Biaya

Metode dan teknik dalam menyiapkan estimasi biaya sangat bervariasi tergantung pada tahapan siklus proyek, tujuan pemakaian, jenis proyek, tingkat akurasi yang diinginkan dan tingkat informasi definisi skop proyek yang tersedia pada saat estimasi dibuat. Metode dan teknik estimasi biaya menurut Pastiarsa (2015) antara lain adalah sebagai berikut.

1. Pendapat ahli (*expert judgement*)

   Estimasi berdasarkan pendapat ahli merupakan teknik konseptual yang mempercayakan kepada pengalaman, pengetahuan dan penilaian dari seseorang atau beberapan orang ahli. Pendapat ahli, dengan bantuan informasi data historis, dapat memberikan pandangan yang berharga tentang informasi dari proyek sejenis yang dilaksanakan sebelumnya. Pendapat ahli juga dapat diminta untuk mengkombinasi dan merekonsiliasi perbedaan hasil

estimasi dari beberapa metode estimasi. Teknik estimasi yang dihasilkan dari konsensus pendapat beberapa ahli disebut metode Delphi.

2. Estimasi analog (*analogy estimate*)

   Estimasi analog merupakan teknik estimasi konseptual yang menggunakan data historis tunggal dari biaya aktual proyek sejenis yang telah dilaksanakan sebelumnya sebagai acuan dalam membuat estimasi biaya proyek. Metode analog digunakan bila model parametrik atau rumus matematika model lainnya seperti faktor kapasitas tidak bisa diterapkan, karena kurang cukup tersedianya data historis untuk mengembangkan model atau rumus matematika tersebut atau jenis proyek sangat berbeda dengan data historis yang tersedia. Estimasi analog disusun dengan cara memilih suatu proyek yang telah dilaksanakan sebelum- nya sebagai acuan, kemudian mengolah data historis biaya proyek tersebut berdasarkan perbedaan aspek teknis, kinerja, kompleksitas, fisik, dan aspek lainnya antara proyek tersebut dengan proyek yang akan dibuat estimasinya. Analisa kuantitatif perbedaan ini bisa dilakukan dengan bantuan pendapat ahli. Estimasi analog dapat diaplikasikan untuk mengestimasi total biaya keseluruhan proyek atau untuk sebagian dari proyek, digunakan bersama dengan metode estimasi yang lainnya.

3. Estimasi faktor kapasitas (*capacity factoring estimate*)

   Estimasi faktor kapasitas merupakan teknik estimasi konseptual yang membuat estimasi biaya proyek berdasarkan data historis biaya aktual proyek sejenis sebelumnya yang mempunyai kapasitas yang berbeda. Teknik ini umum digunakan untuk memilih alternatif desain atau ukuran kapasitas pabrik di industri proses pada tahap usulan proyek ketika data dan informasi belum cukup tersedia. Hubungan kapasitas dengan biaya digambarkan menggunakan rumus matematika non-linier sebagai berikut.

   $$Y_N = Y_O\{CAP_N/CAP_O\}^e \quad (3.3)$$

   Keterangan :

   Y_N = Estimasi biaya proyek baru

   Y_O = Biaya actual proyek yang menjadi acuan

   CAP_N = Kapasitas proyek baru

CAP_O = Kapasitas proyek yang menjadi acuan

e = Eksponen atau faktor kapasitas, dengan nilai berkisar 0,5 – 0,85 (dapat dilihat pada Tabel 3.10), bergantung kepada jenis pabrik, umumnya menggunakan angka 0,6 jika tidak tersedia informasi yang lebih baik

Tabel 3. 10 Faktor Kapasitas Untuk Unit Proses

No	Produk	Faktor
1	Acrolynitrile	0,60
2	Butadiene	0,68
3	Chlorine	0,45
4	Ethanol	0,73
5	Ethylene oxide	0,78
6	Hydrochloric acid	0,68
7	Hydrogen peroxide	0,75
8	Methanol	0,60
9	Nitric acid	0,60
10	Phenol	0,75
11	Polymerization	0,58
12	Polypropylene	0,70
13	Polyvinyl chloride	0,60
14	Sulfuric acid	0,65
15	Styrene	0,60
16	Thermal cracking	0,70
17	Urea	0,70
18	Vinyl acetate	0,65
19	Vinyl chloride	0,80

(Sumber: Guthrie, 1970)

Estimasi biaya dengan metode konseptual perlu mempertimbangkan perbedaan skop, lokasi dan waktu pelaksanaan dari proyek yang diestimasi dengan proyek yang menjadi acuan. Formula 3.3 jika mempertimbangkan faktor perbedaan skop, faktor perbedaan lokasi, dan faktor perbedaan waktu pelaksaaan menjadi formulas 3.4 sebagai berikut.

$$Y_N = f_s f_l f_t \, Y_O \{CAP_N/CAP_O\}^e \quad (3.4)$$

Keterangan :

f_s = Faktor perbedaan skop

f_l = Faktor perbedaan lokasi proyek

f_t = Faktor perbedaan waktu pelaksanaan

Walaupun menggunakan data historis biaya proyek sejenis sebagai acuan, namun perlu dilihat perbedaan antara ruang lingkup proyek yang dijadikan referensi dengan proyek yang akan diestimasi karena berpengaruh pada biayanya. Faktor lokasi juga akan berpengaruh terhadap biaya transportasi material/*equipment* dari sumber pemasoknya ke lokasi proyek serta berpengaruh terhadap biaya konstruksi karena perbedaan upah dan ketersediaan tenaga kerja di lokasi proyek. Harga material dan upah sepuluh tahun yang lalu tentu akan berbeda dengan harga saat ini karena adanya inflasi. Oleh karena itu jika tidak menggunakan data biaya terkini sebagai acuan maka perlu mempertimbangkan faktor eskalasi, biasanya menggunakan rumus indeks biaya sebagai berikut.

$$Y = Y_o[I/I_o] \quad (3.5)$$

Keterangan :

Y = Harga saat ini

Y_o = Harga historis

I = Indeks harga saat ini

I_o = Indeks harga saat harga historis

Indeks harga adalah tabel berisi angka-angka (nilai-nilai) yang membandingkan harga-harga suatu item tertentu pada berbagai waktu dengan harga lama item tersebut pada waktu tertentu di masa lampau. Indeks harga

berguna untuk menyesuaikan harga dengan berubahnya waktu karena faktor inflasi. Indeks harga bisa didapat dari antara lain sebagai berikut.

1. Biro Pusat Statistik (BPS)
2. Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)
3. The Marshall & Swift Equipment Cost Index.

Metode estimasi faktor kapasitas sering disebut dengan *scale of operations* juga *six-tenths factor* karena menggunakan eksponen dengan nilai 0,6. Metode ini dapat memberikan estimasi biaya yang cepat dan relatif akurat untuk menyeleksi usulan proyek atau memutuskan alternatif desain ukuran pabrik, mengestimasi total biaya fasilitas proses atau biaya masing-masing equipment terutama untuk proyek yang jenis dan ukurannya tidak beda jauh dengan proyek yang telah diselesaikan yang dipakai sebagai acuan.

4. Estimasi faktor *equipment* (*equipment factoring estimate*)

Metode ini digunakan di awal memulai proyek ketika *engineering* baru selesai sekitar 1 – 15 % untuk menentukan apakah ada cukup alasan untuk melanjutkan usulan proyek. Teknik estimasi konseptual ini juga umum digunakan di industri proses berdasarkan pada rasio antara total biaya *equipment item* (tanki bertekanan, reaktor, dan lain-lainnya) dengan biaya *non-equipment item* (seperti pondasi, pemipaan dan komponen elektrik/instrumen, pemasangan dan lain-lainnya) yang diperlukan untuk membangun suatu industri proses. Jadi menggunakan harga total *major equipment* sebagai patokan untuk menghitung biaya item lainnya dari proyek. Estimasi total biaya langsung proyek dapat dihitung menggunakan rumus formula sebagai berikut.

$$Y_L = \sum_{i=1}^{n} C_i + \sum_{i=1}^{n} C_i f_i = \sum_{i=1}^{n} C_i \, (1 + f_i) \qquad (3.6)$$

Keterangan :

Y_L = Total biaya langsung proyek

C_i = Biaya pengadaan *major equipment* ke-i

f_i = Faktor untuk mengestimasikan biaya pendukung (*ancillary item*) yang diperlukan untuk memasang *major equipment* ke-i

n = Total jumlah keseluruhan *major equipment* dalam proyek

Atau dengan rumus menurut AACEI RP 59R-10 sebagai berikut.

Y_P = Total biaya *major equipment* × *equipment factor* (3.7)

Keterangan :

Nilai *equipment factor* tergantung dari jenis *process plant* yaitu 3,89 untuk *solids*, 5,04 untuk kombinasi *solids* dan *fluids* serta 6,21 untuk *fluids*. *Equipment factor* memperhitungkan total biaya pemasangan (*total installed cost*) atau biaya langsung lapangan (*direct field cost*) dari proyek.

Oleh karena menggunakan total biaya *equipment* sebagai patokan maka keakuratan estimasi total biaya *equipment* menjadi penting. Untuk *process plant*, total biaya *equipment* biasanya berkisar 20 – 40 % dari total biaya proyek. Data harga equip ment bisa di dapat dari historis pembelian sebelumnya, data publikasi harga *equipment*, penawaran dari pemasok, dan lain-lainnya. Harga masing-masing *equipment* tentu sudah lengkap dengan asesoriesnya. Bila menggunakan data harga historis perlu mempertimbangkan eskalasi karena adanya inflasi. Harga *equipment* yang sama pada tahun 2010 tentu akan berbeda dengan harganya pada tahun 2015. Penyesuaian harga juga perlu dilakukan untuk mempertimbangkan lokasi proyek dan kondisi pasar. Lokasi proyek akan mempengaruhi biaya transportasi dari mana equipment diperoleh. Kondisi pasar atau kondisi perekonomian tentu juga mempengaruhi tingkat persaingan.

Langkah pertama teknik ini di mulai dengan mengestimasi biaya masing-masing process equipment. Daftar process *equipment* didapat dari *Block Flow Diagram* (BFD) atau *Process Flow Diagram* (PFD) atau *Process & Instrumentation Diagram*(P&ID). Bila hanya harga major equipment yang diketahui maka biaya *auxiliary equipment* dibuat berdasarkan persentase dari *major equipment*. Setelah total biaya equipment diketahui, selanjutnya membuat dan menerapkan equipment factor yang tepat untuk item lainnya dan melakukan penyesuaian baik karena perbedaan ukuran equipment, kondisi operasi ataupun kondisi proses, maupun lokasi proyek. Bila menggunakan equipment factor yang tepat, penyesuaian yang tepat dan

berdasarkan pada daftar *process equipment* yang lengkap dan akurat, maka dapat menghasilkan estimasi yang relatif akurat.

5. Model parametrik (*parametric modelling*)

Model parameterik merupakan teknik estimasi konseptual dengan menggunakan model estimasi parametrik. Model estimasi parametrik adalah suatu model matematis yang menggambarkan satu atau lebih hubungan estimasi biaya (*cost estimating relationships*/CER's) yang memberikan korelasi yang logis dan dapat diperkirakan antara karakteristik fisik atau fungsional suatu proyek dengan biayanya. Model ini didasarkan pada statistic atau pengumpulan dan analisa data aktual biaya dari proyek-proyek yang telah selesai sebelumnya, beserta data desain dan *engineering*nya. Kuncinya adalah mengidentifikasi parameter desain proyek yang signifikan, yang dapat didefinisikan secara cukup akurat pada awal pengembangan skop proyek, yang berkorelasi dengan statisitik biaya proyek secara signifikan. Teknik ini mengkaitkan biaya dengan karakteristik fisik dan fungsional tertentu dari proyek. Menggunakan hubungan statistik antara data historis biaya dengan variabel yang berupa karakterisitik fisik dan fungsional dari suatu proyek untuk membuat estimasi biaya proyek. Model matematis yang digunakan mulai dari yang sederhana menggunakan satu variabel independen sampai yang kompleks melibatkan beberapa variable independen. Contoh model parametrik yang sederhana adalah formula matematika non-linier pada teknik estimasi faktor kapasitas seperti yang telah diuraikan sebelumnya, menggunakan satu variable independen yaitu kapasitas. Model matematis yang umum digunakan adalah sebagai berikut.

a) Untuk hubungan linear

$$\text{Biaya} = a + b\,V_1 + c\,V_2 + \ldots. \quad (3.7)$$

b) Untuk hubungan non-linear

$$\text{Biaya} = a + b\,V_1^{x} + c\,V_2^{y} + \ldots. \quad (3.8)$$

Keterangan :

V_1, V_2 = Variabel input

a, b, c = Konstanta dari analisa regresi

x, y = Eksponen dari analisa regresi

Biaya untuk membuat estimasi maupun derajat keakurasian dengan metode ini sangat bervariasi. Metode ini dapat diandalkan jika informasi historis yang digunakan untuk membuat model cukup akurat, dan parameter yang digunakan dalam model dapat dikuantifisir dengan mudah. Estimasi biaya dengan metode ini dapat diaplikasikan untuk total keseluruhan proyek ataupun untuk sebagian dari proyek dan dilakukan bersama dengan metode estimasi lainnya.

6. Metode harga satuan hasil akhir (*end-units method*)

Metode harga satuan hasil akhir merupakan teknik estimasi konseptual model parametrik yang umum digunakan bila data historis dari proyek sejenis cukup tersedia untuk membuat korelasi antara hasil akhir (*end-product*) atau satuan kapasitas (capacity units) suatu proyek dengan biayanya. Estimasi biaya dapat dilakukan dengan cepat menggunakan teknik ini, cukup dengan mengetahui harga satuan hasil akhir (end-product unit) dari proyek. Beberapa contoh korelasi antara biaya dan satuan hasil akhir yaitu sebagai berikut.

a. Biaya untuk membangun pusat pembangkit listrik dengan kapasitas pembangkit dalam Kilo Watt (KW).
b. Biaya membangun suatu rumah sakit dengan jumlah tempat tidur pasien
c. Biaya konstruksi suatu tempat parkir dengan luasan tempat parkir tersebut dalam M^2
d. Biaya pengembangan suatu program perangkat lunak dengan jumlah titik fungsi (*function points*) seperti screen, reports, calculation, dan lain-lainnya yang tercakup di dalam aplikasi

Formula untuk membuat estimasi proyek dengan metode ini adalah sebagai berikut.

$$Y = bV_1 \quad (3.9)$$

Keterangan :

B = Parameter yang menjelaskan korelasi biaya dengan satuan kapasitas, Rp/KW kapasitas pembangkit, Rp/tempat tidur pasien, Rp/M^2 luas bangunan, Rp/titik, dan lain-lainnya

V_1 = Variabel, berupa kapasitas dari fasilitas yang dibangun, jumlah KW kapasitas pembangkit, jumlah kamar hotel, jumlah tempat tidur pasien rumah sakit, luas lantai bangunan gedung, dan lain-lainnya

7. Estimasi *bottom-up*

Estimasi *bottom-up* merupakan suatu metode mengestimasi biaya dari setiap aktifitas proyek yang merupakan bagian terkecil dari skop keseluruhan atau *Work Breakdown Structure* (WBS) proyek dengan menggunakan harga satuan yang tersedia serta detail informasi gambar desain, kebutuhan sumber daya, durasi dan spesifikasi dari masing-masing aktifitas. Estimasi biaya total keseluruhan proyek di dapat dengan menjumlahkan estimasi biaya keseluruhan aktifitas atau komponen *deliverable* terkecil yang menjadi skop proyek. Metode ini merupakan kebalikan dari metode estimasi *top down* yang mulai dari membuat estimasi total biaya proyek Sebagai contoh estimasi biaya langsung proyek yang tersusun dari beberapa komponen *deliverable* dengan menggu nakan metode estimasi *bottom-up* adalah sebagai berikut.

$$Y = \sum_{i=1}^{n} u_i Q_i \quad (3.10)$$

Keterangan :

u_i = Harga satuan komponen *deliverable* terkecil ke-i

Q_i = Volume (*quantity*) komponen *deliverable* ke-i

n = Jumlah total keseluruhan komponen *deliverable* terkecil proyek

Untuk proyek yang terdiri dari aktifitas-aktifi tas yang mempunyai komponen biaya, upah, bahan dan alat maka rumus estimasi biaya langsung proyek adalah sebagai berikut.

$$Y = \sum_{i=1}^{n} Y_i = \sum_{i=1}^{n} Q_i\{M_i + E_i + W_i L_i\} \quad (3.11)$$

Keterangan :

Y_i = Estimasi biaya aktivitas ke-i (Rp)

n = Total jumlah keseluruhan aktivitas proyek

Q_i = Volume (*quantity*) aktivitas ke-I (m, m^2, m^3, kg, bh dan lain-lain)

M_i = Harga satuan bahan (*material*) aktivitas ke-i (Rp/m, Rp/m^2, Rp/m^3, Rp/kg, Rp/bh dan lain-lain)

E_i = Harga satuan alat (*equipment*) aktivitas ke-i (Rp/m, Rp/m^2, Rp/m^3, Rp/kg, Rp/bh dan lain-lain)

L_i = Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan per satuan volume aktivitas ke-i (JamOrang (JO)/m, JO/m^2, JO/m^3, JO/kg, JO/bh dan lain-lain)

W_i = Harga satuan upah tenaga kerja terkait L_i (Rp/JamOrang(JO))

Metode bottom-up ini juga disebut metode estimasi biaya detail (*detailed-cost estimate*). Ada beberapa tingkatan dari estimasi biaya detail. Estimasi biaya detail yang lengkap, telah mempertimbangkan semua detail biaya langsung dan tak langsung. Pada estimasi *semi-detailed* sebagian secara detail, sebagian lagi menggunakan metode estimasi *capacity factoring* atau *equipment factoring*. Sedangkan estimasi *forced-detailed*, estimasi dipaksakan dengan informasi desain yang belum lengkap.

Teknik estimasi *bottom-up* ini menghasilkan estimasi yang paling akurat, menghabiskan waktu dan biaya. Biaya pembuatan estimasi ini serta derajat keakurasiannya dipengaruhi oleh ukuran dan kompleksitas masing-masing aktifi tas proyek, makin detail informasi dan spesifikasi aktifi tas makin tinggi biayanya namun keakurasian juga makin tinggi.

Salah satu contoh metode estimasi biaya detail yaitu *Activity Base Costing* (ABC), merupakan perhitungan estimasi biaya yang memperhitungkan segala aktifitas yang berpotensi membutuhkan biaya pada pengadaan suatu barang/jasa

8. Estimasi tiga titik

Keakurasian estimasi biaya aktifitas dengan metode satu titik dapat ditingkatkan dengan mempertimbangkan unsur ketidakpastian dan risiko dengan metode estimasi tiga titik seperti yang diterapkan dalam mengestimasi durasi pada diagram PERT (*Project Evaluation & Review Technique*). Diagram PERT memakai tiga angka estimasi bagi durasi setiap aktifitas sebagai berikut.

a. Optimistik (O), suatu perkiraan waktu minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktifitas
b. Pesimistik (P), suatu perkiraan waktu maksimum yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktifitas
c. Paling mungkin (M), suatu perkiraan waktu yang paling mungkin yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktifitas

Rumus perhitungan perkiraan waktu (*expected time*) untuk menyelesaikan suatu aktifitas yaitu sebagai berikut.

$$T_e = \frac{(O+4M+P)}{6} \quad (3.12)$$

Diagram PERT memakai tiga angka estimasi bagi durasi setiap aktifitas dengan maksud untuk memberi ruang waktu menampung adanya unsur yang belum pasti.

9. Menggunakan program komputer

   Saat ini sudah banyak program komputer manajemen proyek yang dapat digunakan untuk membuat estimasi biaya proyek yang menggunakan prinsip-prinsip yang telah dijelaskan di atas sehingga bisa mempermudah dan mempercepat pembuatan estimasi biaya proyek

10. Analisa penawaran tidak mengikat dari *vendor*

    Hasil menganalisa penawaran harga yang tidak mengikat dari *vendor* atau *Plant Builder* sebelum pelaksanaan tender dapat juga dipakai sebagai masukan dikombinasikan dengan metode atau teknik yang telah dijelaskan di atas atau digunakan untuk menguji estimasi yang sedang dibuat.

3.5.4 Akurasi Estimasi Biaya

Keakurasian estimasi biaya adalah kedekatan total nilai estimasi biaya dengan aktual biaya (tidak termasuk pekerjaan tambah kurang), yang dinyatakan dalam persentase. Keakurasian estimasi biaya tidak ditentukan oleh klas estimasi maupun level deatil estimasi. Akurasi estimasi biaya makin bertambah seiring dengan kemajuan tahapan proyek. Akurasi estimasi biaya proyek pada tahap inisiasi tentu

beda dengan estimasi biaya yang dibuat setelah seluruh detail gambar dan spesifikasi proyek selesai. Derajat keakurasian estimasi biaya proyek antara lain tergantung pada hal-hal sebagai berikut.

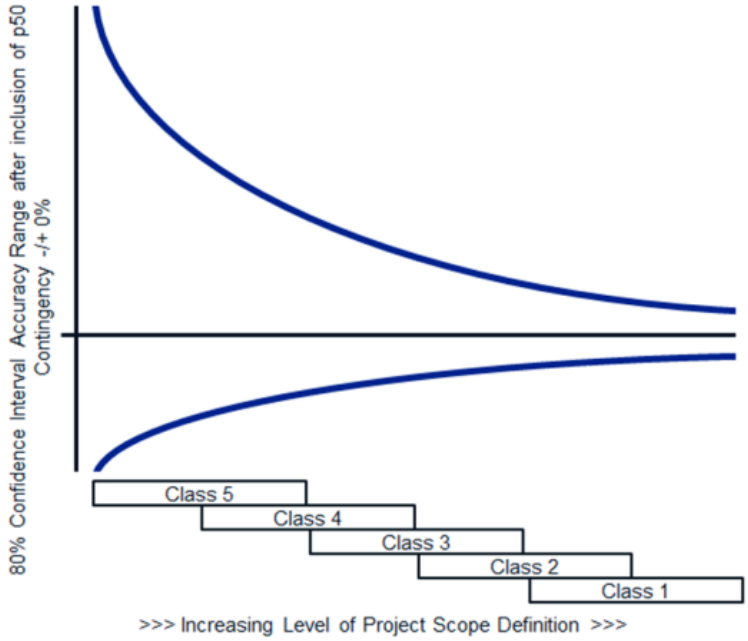
1. Level penyelesaian definisi deliverabel proyek
2. Tujuan akhir pemakaian estimasi biaya
3. Metodologi atau teknik yang digunakan
4. Kompleksitas proyek
5. Kualitas data referensi estimasi biaya
6. Kualitas asumsi-asumsi yang digunakan untuk menyiapkan estimasi
7. Pengalaman dan keahlian estimator
8. Waktu dan usaha yang diberikan untuk menyiapkan estimasi

Matriks estimasi biaya menurut AACE (2020) dapat dilihat pada Gambar 3. 8 sebagai berikut.

	Primary Characteristic	*Secondary Characteristic*		
ESTIMATE CLASS	**MATURITY LEVEL OF PROJECT DEFINITION DELIVERABLES** Expressed as % of complete definition	**END USAGE** Typical purpose of estimate	**METHODOLOGY** Typical estimating method	**EXPECTED ACCURACY RANGE** Typical variation in low and high ranges at an 80% confidence interval
Class 5	0% to 2%	Functional area, or concept screening	SF or m^2 factoring, parametric models, judgment, or analogy	L: -20% to -30% H: +30% to +50%
Class 4	1% to 15%	or Schematic design or concept study	Parametric models, assembly driven models	L: -10% to -20% H: +20% to +30%
Class 3	10% to 40%	Design development, budget authorization, feasibility	Semi-detailed unit costs with assembly level line items	L: -5% to -15% H: +10% to +20%
Class 2	30% to 75%	Control or bid/tender, semi-detailed	Detailed unit cost with forced detailed take-off	L: -5% to -10% H: +5% to +15%
Class 1	65% to 100%	Check estimate or pre bid/tender, change order	Detailed unit cost with detailed take-off	L: -3% to -5% H: +3% to +10%

Gambar 3. 8 Matriks Klasifikasi Estimasi Biaya Untuk Bangunan Gedung dan Industri Konstruksi Umum
Sumber: AACE (2020)

Sedangkan, ilustrasi dari variabilitas jangkauan akurasi untuk estimasi biaya pada bangunan gedung dan industri konstruksi umum dapat dilihat pada Gambar 3.9 sebagai berikut.



Gambar 3. 9 Ilustrasi Variabilitas Akurasi Estimasi Untuk Bangunan Gedung dan Industri Konstruksi Umum
Sumber: AACE (2020)

3.5.5 Jenis Estimasi Biaya

Estimasi biaya biasanya dibuat atau direvisi pada setiap tahap di dalam siklus proyek setelah skop proyek didefi nisikan, dimodifikasi atau diperjelas. Bagi organisasi Pemilik Proyek, umumnya ada 4 (empat) jenis estimasi biaya proyek berdasarkan tujuan pembuatan estimasi yaitu sebagai berikut.

1. Estimasi kasar (*rough order of magnitude estimate*)

   Estimasi kasar merupakan estimasi yang dibuat pada tahap awal prakarsa proyek berdasarkan data biaya fasilitas sejenis yang telah dibangun sebelumnya yang dibandingkan dengan fasilitas yang diusulkan dibangun serta teknologi yang akan dipakai, mengingat belum cukup tersedia data dan informasi. Estimasi ini digunakan untuk menyaring dan menyeleksi usulan proyek ataupun membuat ranking prioritas urutan usulan proyek. Metode atau teknik yang digunakan dalam menyusun estimasi ini umumnya adalah teknik estimasi konseptual antara lain faktor kapasitas, model parametrik, metode *end-product units*, analog dan pendapat ahli.

2. Estimasi pendahuluan (*preliminary estimate*)

Estimasi pendahuluan merupakan estimasi biaya yang dibuat pada tahap awal memulai proyek dan digunakan untuk keperluan pembuatan studi kelayakan proyek. Pada saat estimasi dibuat, gambar desain dan spesifi kasi detail proyek belum ada, penyelesaian *engineering* sekitar 1 sampai 15 % sehingga estimasi biaya pendahuluan proyek umumnya disiapkan berdasarkan desain konseptual atau rancangan umum proyek dengan menggunakan metode estimasi faktor *equipment*. Teknik ini, bila diaplikasikan dengan tepat dengan data historis biaya dan informasi tentang desain dan skop proyek yang lebih baik akan menghasilkan estimasi yang cepat dan mempunyai akurasi yang lebih baik dibandingkan estimasi kasar.

3. Estimasi untuk anggaran (*budget estimate*)

   Estimasi untuk anggaran merupakan estimasi biaya yang dibuat setelah proyek dinyatakan layak untuk dilanjutkan, sebelum desain detail di mulai. Estimasi biaya ini dipakai sebagai acuan untuk menyusun anggaran proyek. Pada saat estimasi dibuat, desain konseptual sudah diselesaikan, daftar peralatan utama sudah ada, *Block Flow Diagram* (BFD) atau *Process Flow Diagram* (PFD) telah ada, penyelesaian *engineering* sekitar 10 – 40 % sehingga memungkinkan sebagian estimasi menggunakan teknik estimasi detail sebagian lagi masih menggunakan teknik estimasi konseptual.

4. Estimasi definitif (*definitive estimate*)

   Merupakan estimasi biaya yang dibuat untuk mengevaluasi penawaran Penyedia Jasa/Barang dan membuat Keputusan pengadaan. Pada tahap ini, WBS dan *schedule* proyek, serta dokumen pengadaan serta spesifikasi teknis dan gambar untuk keperluan pemilihan penyedia jasa telah diselesaikan sehingga memungkinkan estimasi dibuat dengan menggunakan metode *bottom-up* dengan menggunakan harga satuan terkini serta harga pasokan bahan, peralatan dan upah tenaga terkini dari survei harga pasar.

3.5.6 Jenis Biaya

Menurut Winoto (2018), jenis biaya terbagi atas 2 yaitu sebagai berikut.

1. Biaya langsung (*direct cost*)

Biaya langsung merupakan biaya yang diperlukan untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen suatu proyek. Biaya langsung antara lain adalah sebagai berikut.

a. Biaya material

   Biaya material berkaitan dengan jumlah dan harga material tersebut.

b. Biaya tenaga kerja

   Biaya tenaga kerja berkaitan dengan jangka waktu penyelesaian suatu pekerjaan. Tenaga kerja meliputi mandor, kepala tukang, tukang dan pembantu tukang.

c. Biaya peralatan

   Biaya peralatan berkaitan dengan biaya yang dikeluarkan untuk menyewa dan membeli peralatan.

2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*)

   Biaya tidak langsung merupakan biaya yang diperlukan untuk menunjang terlaksananya proses konstruksi. Biaya tidak langsung antara lain adalah sebagai berikut.

   a. Biaya *overhead*

      Biaya *overhead* merupakan biaya yang digunakan untuk operasi di lapangan dan kantor.

   b. Biaya *contingencies*

      Biaya *contingencies* merupakan biaya yang dialokasikan untuk menutup hal-hal yang tidak terduga yang terjadi selama proses konstruksi.

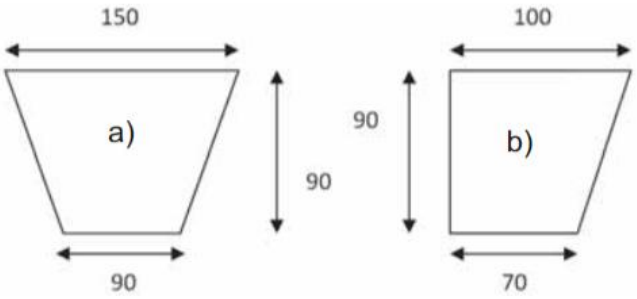
   c. Biaya lain-lain

      Biaya lain-lain antara lain biaya jasa kontraktor dan biaya pajak yang ditentukan oleh pemerintah.

3.5.7 Perhitungan Volume

Volume pekerjaan dalam proses konstruksi dapat dihitung berdasarkan gambar kerja. Gambar kerja tersebut memuat informasi dimensi dan material yang dibutuhkan. Informasi dimensi menghasilkan angka-angka yang dimasukkan dalam perhitungan pengukuran seperti volume, luas dan panjang. Masing-masing jenis

pekerjaan memiliki cara perhitungan volume yang berbeda. Volume pekerjaan dihitung berdasarkan satuan kubikasi (m^3), luas (m^2), panjang (m) dan jumlah (buah, unit dan titik). Contoh perhitungan volume galian pondasi batu kali adalah sebagai berikut.



Gambar 3. 10 Penampang Galian Tanah
Sumber: Winoto (2018)

Luas volume galian pondasi di tengah bangunan (gambar kiri) dihitung sebagai berikut.

Volume = luas galian × panjang galian
= (½ × (1,5 + 0,9) × 0,9) × 23
= 1,08 × 23
= 24,84 m

3.5.8 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan adalah biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan satu satuan pekerjaan konstruksi (Winoto, 2018). Satuan pekerjaan yang digunakan dalam perhitungan menyesuaikan dengan daftar analisis yang digunakan. Harga satuan pekerjaan dihitung menggunakan analisis harga satuan yaitu dengan mengalikan koefisien yang terdapat pada daftar analisis dengan harga dasar bahan, alat atau upah tenaga untuk masing-masing pekerjaan konstruksi. Koefisien dalam analisa harga satuan pekerjaan antara lain adalah sebagai berikut.

1. Koefisien bahan

   Koefisien bahan merupakan banyaknya bahan yang dibutuhkan untuk melaksanakan satu pekerjaan konstruksi.

2. Koefisien tenaga

   Koefisien tenaga merupakan banyaknya tenaga yang dibutuhkan untuk melaksanakan satu pekerjaan konstruksi.

3. Koefisien alat

   Koefisien alat merupakan banyaknya alat yang dibutuhkan untuk melaksanakan satu satuan pekerjaan konstruksi.

Daftar analisa harga satuan yang digunakan dalam jasa konstruksi di Indonesia saat ini mengacu pada Surat Edaran Direktorat Jendral Bina Konstruksi No. 30 Tahun 2025 dimana peraturan ini mengatur analisa harga satuan untuk bidang pekerjaan Cipta Karya, Bina Marga, Sumber Daya Air dan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK). Contoh analisa harga satuan pekerjaan galian tanah biasa mekanis dapat dilihat pada Gambar 3.9 sebagai berikut.

NO.	KOMPONEN		SATUAN	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	**TENAGA**					
1.	Pekerja	(L01)	Jam	0.0327	27,643.54	903.84
2.	Mandor	(L03)	Jam	0.0163	33,312.62	544.60
					JUMLAH HARGA TENAGA	1,448.43
B.	**BAHAN**					
	-					
					JUMLAH HARGA BAHAN	0.00
C.	**PERALATAN**					
1.	Excavator	(E10)	Jam	0.0163	573,770.23	9,380.02
2.	Dump Truck	(E35)	Jam	0.0597	734,421.88	43,839.51
3.	Alat Bantu		Ls	1.0000	0.00	0.00
					JUMLAH HARGA PERALATAN	53,219.52
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					54,667.96
E.	OVERHEAD & PROFI		10.0 % x D			5,466.80
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					60,134.75

Gambar 3. 11 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Galian Tanah Biasa Mekanis

3.6 Penjadwalan

3.6.1 Definisi

Penjadwalan merupakan proses mengatur durasi waktu yang diperlukan dalam pelaksanaan pekerjaan suatu proyek untuk memperoleh waktu pelaksanaan dengan mempertimbangkan batasan waktu yang telah ditentukan. Soeharto (1999) mendefinisikan penjadwalan sebagai urutan langkah-langkah pelaksanaan aktivitas

pekerjaan dalam mencapai sasaran sesuai rencana waktu yang telah ditentukan. Dapat dibuat kesimpulan bahwa *Time schedule* atau penjadwalan merupakan sebuah rencana terstruktur yang menentukan jangka waktu untuk pelaksanaan kegiatan pekerjaan dalam suatu proyek dengan batasan waktu yang telah direncanakan sehingga memperoleh urutan pekerjaan dan durasi waktu penyelesaian proyek.

3.6.2 Metode

Dalam pembuatan time schedule atau penjadwalan proyek terdapat beberapa metode penjadwalan yang dapat digunakan sebagai berikut.

1. Diagram batang (*bar chart*) dan kurva S (*S Curve*)

   Metode penjadwalan dengan diagram batang atau juga dikenal sebagai *bar chart*, pertama kali diperkenalkan oleh Hendri Lawrence Gantt pada tahun 1917. Penggunaan metode ini adalah untuk mengidentifikasi unsur-unsur waktu dan urutan dalam perencanaan kegiatan, termasuk waktu mulai, waktu selesai, dan waktu pelaporan. Metode diagram batang memiliki keunggulan dalam hal pembuatannya yang mudah dan cara pemahamannya, sehingga menjadi alat komunikasi yang sangat berguna dalam pengelolaan proyek. Metode *bar chart* sering digunakan bersama dengan penjadwalan metode kurva "S" untuk memantau anggaran yang ada. Kurva ini dinamakan "S" karena dalam pembuatannya menggunakan kurva garis yang menyerupai huruf S. Kurva S pertama kali dikembangkan oleh Warren T. Hannum berdasarkan pengamatan terhadap adanya proyek yang dilaksanakan dari awal pelaksanaan hingga selesai. Secara grafis, kurva S menggambarkan akumulasi kemajuan proyek dalam persentase bobot pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horizontal.

2. *Line balance diagram*

   Metode penjadwalan *line balance diagram* atau *line scheduling method* merupakan metode pendekatan yang digunakan dalam manajemen proyek untuk mengatur waktu pelaksanaan pekerjaan dalam sebuah proyek konstruksi. Dalam penggunaan metode ini memiliki kelebihan dalam

mencapai efisiensi, menghindari penumpukan pekerjaan, dan mengurangi waktu tunggu, analisis dan perencanaan dilakukan mengatur pekerjaan atau kegiatan pekerjaan dalam suatu proyek sehingga proses berjalan dengan menggambarkan waktu pada sumbu horizontal dan jumlah unit pada sumbu vertikal dengan pemahaman mengenai bagaimana pelaksanaan pekerjaan harus diselesaikan sesuai dengan target penyelesaian dari batasan waktu yang telah direncanakan.

3. *Network planning diagram*

   Network planning atau diagram jaringan kerja adalah metode yang digunakan dalam pengembangan sistem pengendalian manajemen. Metode ini digunakan untuk merencanakan dan mengawasi sejumlah besar kegiatan yang memiliki ketergantungan yang rumit dalam konteks perancangan *desain-engineering*, konstruksi, dan pemeliharaan. Keunggulan metode ini terdapat pada kejelasan dalam hubungan antar kegiatan dan kemampuan untuk mengidentifikasi kegiatan yang kritis pelaksanaan proyek. Diagram jaringan kerja dianggap sebagai penyempurnaan dari metode *Bar Chart* karena metode ini memberi teknik dasar untuk menentukan urutan dan estimasi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

   a. *Program evaluation and review technique* (PERT)

      Program Evaluation and Review Technique (PERT) adalah suatu metode analisis dan perencanaan yang digunakan dalam pengelolaan proyek untuk memperkirakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan berbagai pekerjaan dalam suatu proyek. Metode PERT membantu mengidentifikasi jalur penting dalam proyek dan melakukan estimasi waktu selesai proyek dengan mempertimbangkan tingkat ketidakpastian dalam perkiraan waktu, tergantung pada faktor dan variasi pelaksanaan pekerjaan sehinga terdapat perkiraan range dengan menggunakan estimasi yaitu sebagai berikut.

      1) Waktu optimis

         Waktu paling singkat apabila kegiatan berjalan lancar

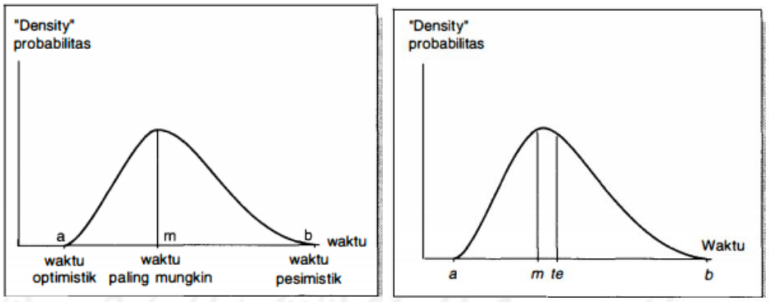
      2) Waktu mungkin.

Waktu paling sering terjadi dan dilakukan berulang dengan kondisi yang sama.

3) Waktu pesimis

Waktu paling lama dalam menyelesaikan pekerjaan, dengan adanya masalah terjadi sepanjang pelaksanaan.

Kurva distribusi waktu dapat dilihat pada Gambar 3.10 sebagai berikut.



Gambar 3. 12 Kurva Distribusi Waktu
(Sumber : Soeharto, 1999)

Keterangan :

a = waktu optimis

m = waktu mungkin

b = waktu pesimis

te = hasil perhitungan matematis

Pada Gambar 3.10 di atas, kurva distribusi waktu angka pada huruf m menunjukkan perkiraan waktu oleh estimator dan angka pada te adalah hasil dari perhitungan atematis. Jika dibuat garis tegak lurus melalui nilai te, maka garis akan membagi dua sama besar dari area kurva distribusi.

b. *Critical path method* (CPM)

CPM (*Critical Path Method*) atau sering disebut juga sebagai *Activity on Arrow* (AOA), merupakan metode penjadwalan yang menggunakan simbol anak panah dan bentuk lingkaran atau segiempat. Anak panah digunakan untuk menggambarkan aktivitas atau kegiatan dari

pelaksanaan pekerjaan, sementara lingkaran atau segiempat digunakan untuk menggambarkan peristiwa atau kejadian. Peristiwa atau kejadian di awal anak panah disebut "I," sedangkan peristiwa atau kejadain diakhir anak panah disebut "J".

c. *Precedence diagram method* (PDM)

Precedence Diagram Method (PDM) atau dapat direpresentasikan *activity on node* merupakan salah satu metode penjadwalan dalam manajemen proyek yang digunakan untuk menggambarkan dan mengatur hubungan keterkaitan antar pekerjaan atau aktivitas pelaksanaan dalam penjadwalan proyek. Metode penjadwalan PDM, merepresentasikan pekerjaan atau aktivitas dalam proyek sebagai simpul (*node*), dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan dijelaskan dengan menggunakan panah atau garis yang menghubungkan simpul-simpul tersebut. Teknik ini membantu dalam menentukan urutan tugas dan mengidentifikasi jalur kritis dalam proyek. Dalam metode PDM terdapat empat jenis hubungan keterkaitan antar pekerjaan yaitu sebagai berikut.

1) *Finish-to-start* (FS)

   Pekerjaan harus selesai sebelum pekerjaan berikutnya dapat dimulai.

2) *Start-to-start* (SS)

   Pekerjaan berikutnya dapat dimulai segera setelah pekerjaan sebelumnya dimulai.

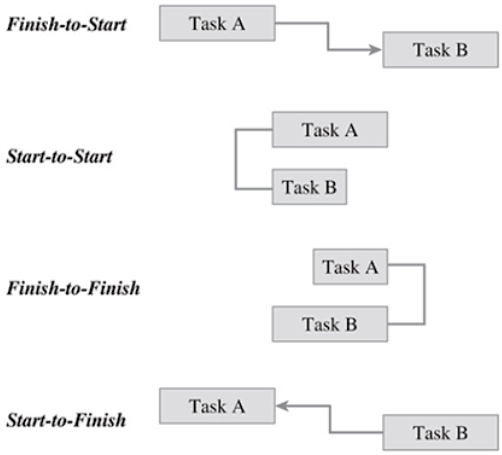
3) *Start-to-finish* (SF)

   Pekerjaan harus dimulai sebelum pekerjaan berikutnya selesai.

4) *Finish-to-finish* (FF)

   Pekerjaan selesai segera setelah pekerjaan sebelumnya selesai.

Ilustrasi dari 4 (empat) hubungan keterkaitan antar pekerjaan di atas dapat dilihat pada Gambar 3.11 sebagai berikut.



Gambar 3. 13 Diagram PDM
(Sumber :Rachmawati & Abma, 2022)

Selain hubungan tersebut diatas, terdapat juga hubungan *lag time* dan *lead time* pada metode PDM. *Lag time* adalah jeda waktu antara dua aktivitas dalam jadwal proyek, digunakan untuk merefleksikan penundaan yang tidak dapat dihindari antara dua aktivitas pekerjaan. Sedangkan, *lead time* adalah waktu yang diperlukan untuk memulai sebuah aktivitas sebelum aktivitas pendahulunya selesai. Hal ini mengindikasikan percepatan atau pemajuan aktivitas. *Predecessor* adalah hubungan keterkaitan antar aktivitas kegiatan atau pekerjaan dengan pekerjaan sebelumnya dalam suatu penjadwalan proyek.

3.6.3 Manfaat

Manfaat dalam pembuatan penjadwalan atau *time schedule* dalam proyek konstruksi sebagai berikut.

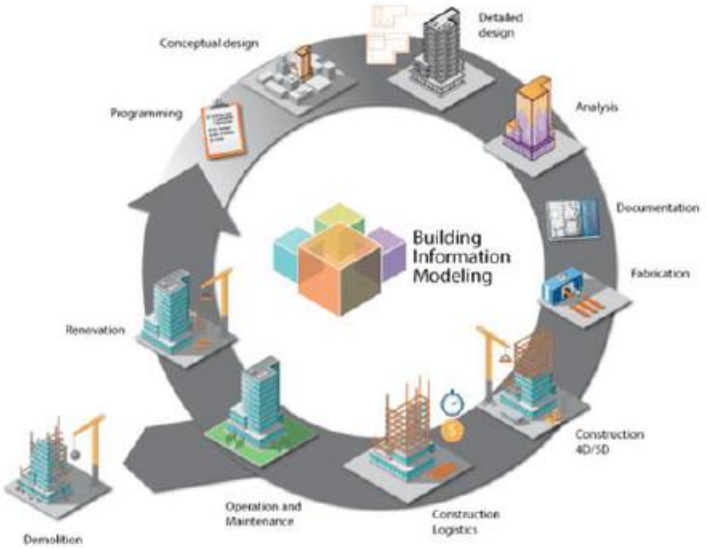
1. Memberikan pedoman urutan pekerjaan dan memberikan gambaran hubungan antar pekerjaan dan durasi dari pekerjaan masing-masing
2. Mengetahui durasi keseluruhan waktu penyelesaian proyek
3. Menjadi data acuan dalam pengendalian waktu dan anggaran proyek
4. Menjadi sarana manajemen dalam koordiasi secara sistematis dan realistis
5. Menjadi data acuan evaluasi dalam progress kemajuan suatu proyek

6. Menjadi data acuan dalam perencanaan penyediaan tenaga kerja, material dan peralatan proyek.

3.7 *Building Information Modelling* (BIM)

3.7.1 Definisi BIM

Building Information Modelling (BIM) merupakan seperangkat teknologi, proses kebijakan yang seluruh prosesnya berjalan secara terintegrasi dalam sebuah model digital, yang kemudian diterjemahkan sebagai gambar 3 dimensi (Kementerian PUPR, 2018). Teknologi tersebut juga merupakan proses dalam menghasilkan dan mengelolan data suatu konstruksi selama siklus hidupnya. BIM menggunakan *software 3D*, *real time* dan pemodelan dinamis untuk meningkatkan produktivitas dalam desain dan konstruksi bangunan. Menurut BuildingSmart (2018), BIM merupakan representasi digital dari karaktrer fisik dan karakter fungsional suatu bangunan (atau obyek BIM). Karena itu, di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen banguna tersebut yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan, sejak konsep hingga demolisi.



Gambar 3. 14 Siklus Konstruksi Dengan Menggunakan BIM
(Sumber: Kementerian PUPR, 2018)

3.7.2 Dimensi BIM

BIM memiliki beberapa dimensi yang mengindikasikan beberapa data yang memiliki fungsi dan hubungan tertentu dengan model BIM. Dengan menambahkan lebh banyak dimensi ke model BIM maka BIM dapat lebih didayagunakan untuk keperluan proyek, pemeliharaan komponen dan lainnya. Adapun dimensi BIM menurut Indraprastha & Agirachman (2022) adalah sebagai berikut.

1. 3D

   Model BIM merupakan model virtual bangunan sesungguhnya, yang berisi model-model atau *smart component* dari berbagai disiplin ilmu (Arsitektur, Sipil, Struktur, Mekanikal, Elektrikal, Plumbing, dan system bangunan lain) yang membentuk sebuah *virtual design model*.

2. 4D

   Model BIM memiliki informasi program skedul yang akurat, yang dapat disimulasikan untuk memperoleh gambaran pelaksanaan proyek secara sequensial menggunakan *software* manajemen proyek seperti Microsoft project atau Primavera, yang dapat dikoneksikan dengan menggunakan software *review* BIM seperti Syncro atau Naviswork.

3. 5D

   Model BIM memiliki informasi biaya per-unit komponen dan dapat diformulasikan untuk memasukkan biaya pengerjaan. Hal ini memungkinkan *stakeholder* untuk memonitor dan menganalisis biaya proyek pada setiap tahapan desain dan siklus bangunan.

4. 6D

   Model BIM memiliki informasi yang digunakan untuk operasional dan pemeliharaan. Setiap komponen asset memiiki informasi yang dapat diekstrak untuk keperluan perawatan dan penggantian berkala dan seterusnya.

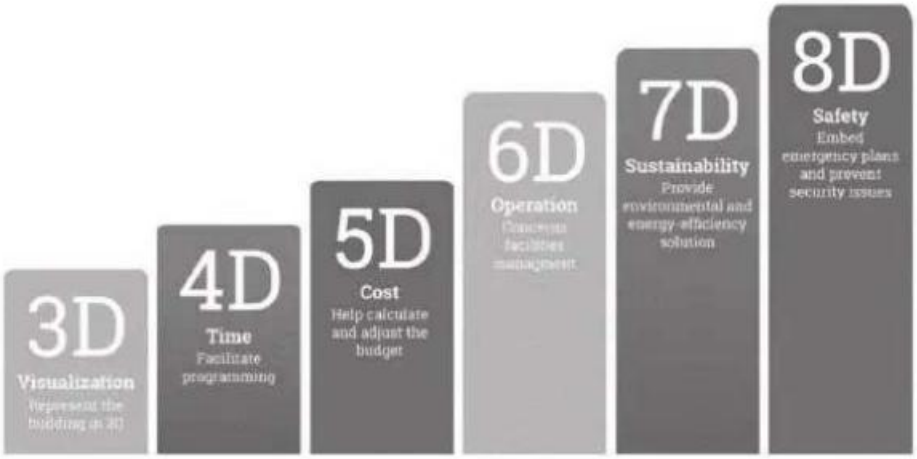
5. 7D

   Model BIM memiliki informasi untuk dilakukan simulasi penggunaan energi, pencahayaan dan lainya yang terkait dnegan isu *sustainabilitas*/keberlanjutan. Jika digunakan di awal proses desain, maka

simulasi ini dapat memprediksi perkiraan penggunaan energi dan menghindari pemborosan energi akibat desain yang kurang responsive dan adaptif terhadap iklim local.

6. 8D

Model BIM memiliki informasi terkait aspek aktif dan pasif keamanan bangunan meliputi analisis dan manajemen risiko serta dokumentasi yang mendukung pengguna selama fase konstruksi hingga fase operasional dan pemeliharaan.



Gambar 3. 15 Dimensi BIM
(Sumber: Indraprastha & Agirachman, 2022)

3.8 Analisis Struktur

3.8.1 Pembebanan Struktur

Terdapat beberapa jenis pembebanan yang bekerja pada struktur bangunan. Untuk mendesain sebuah bangunan disyaratkan dapat menahan beban maksimum yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Adapun jenis-jenis pembebanan struktur adalah sebagai berikut.

3.8.1.1 Beban Gravitasi

Beban gravitasi adalah beban yang bekerja pada arah vertikal akibat gravitasi bumi. Beban gravitasi terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut.

1. Beban mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lainnya termasuk berat derek dan sistem pengangkut material (SNI 1727:2020)

Penentuan berat mati yang digunakan dalam bangunan mengacu pada peraturan SKBI (1987), peraturan SKBI dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 11 Berat Sendiri Bahan Bangunan

Bahan Bangunan	Berat Jenis (kg/m^3)
Baja	7850
Batu alam	2600
Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1500
Batu karang (berat tumpuk)	700
Batu pecah	1450
Batu tuang	7250
Beton ([1])	2200
Beton bertulang ([2])	2400
Kayu (Kelas 1) ([3])	1000
Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak)	1650
Pasangan bata merah	1700
Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2200
Pasangan batu cetak	2200
Pasangan batu karang	1450
Pasir (kering udara sampai lembab)	1600
Pasir (jenuh air)	1800
Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembab)	1850
Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembab)	1700
Tanah, lempung dan lanau (basah)	2000
Timah hitam (timbel)	11400
Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembab)	1700

Tabel 3. 12 Berat Sendiri Komponen Gedung

Komponen Gedung	Berat Jenis (kg/m^2)
Adukan, per cm tebal: - dari semen - dari kapur, semen merah atau tras	 21 17
Aspal, termasuk bahan-bahan material penambah per cm tebal	14
Dinding pasangan bata merah - satu batu - setengah batu	 450 250
Dinding pasangan batako : Berlubang: - tebal dinding 20 cm (HB 20) - tebal dinding 10 cm (HB 10)	 200 120
Tanpa lubang: - tebal dinding 15 cm - tebal dinding 10 cm	 300 200
Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari: - semen asbes (eternity dan bahan lain sejenis), dengan tebal maksimum 4 mm - kaca, dengan tebal 3-5 mm	 11 10
Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa langit-langit dengan bentang maksimum 5 m dan untuk beban hidup maksimum 200 kg/m^2	40
Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s minimum 0,80 m	7
Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso, per m^2 bidang atap	50
Penutup atap sirap dengan reng dan usuk/kaso, per m^2 bidang atap	40
Penutup atap sirap dengan reng dan usuk/kaso, per m^2 bidang atap	40
Penutup atap seng gelombang (BJLS-25) tanpa gordeng	10
Penutup lantai dari ubin semen Portland, teraso dan beton, tanpa adukan, per cm tebal	24
Semen asbes bergelombang (tebal 5 mm)	11
Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari: - semen asbes (eternity dan bahan lain sejenis), dengan tebal maksimum 4 mm - kaca, dengan tebal 3-5 mm	 11 10

2. Beban hidup

Menurut SNI 1727:2020 beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati. Penentuan nilai beban hidup yang digunakan dalam perancangan bangunan gedung telah diatur pada

Tabel 4.3-1 SNI SNI 1727:2020 tentang beban hidup terdistribusi merata minimum, L_o dan beban hidup terpusat minimum

3.8.1.2 Beban Gempa

Beban gempa adalah beban yang disebabkan oleh gempa yang empengaruhi bangunan. Adapun beban gempa sendiri dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut.

1. Statik ekivalen

   Statik ekuivalen adalah metode perhitungan statik dengan menggunakan getaran gempa yang dimodelkan sebagai beban statik horizontal yang bekerja pada pusat gravitasi bangunan. Analisis ini didasarkan pada prinsip bahwa apabila sebuah sistem struktur mengalami getar, maka seluruh ragam getar dapat terjadi bersamaan hingga menyebabkan terjadinya interference antar pengaruh dari semua ragam getar. Pada keadaan tertentu, pengaruh yang dominan terhadap struktur diberikan oleh ragam getar pertama, sehingga pengaruh ragam getar lain dapat diabaikan. Di kondisi tersebut pengaruh terhadap ragam getar dapat diwakili dengan serangkaian beban horizontal statik yang disebut dengan beban statik ekivalen yang menyebabkan terjadinya respons (simpangan dan gaya dalam) yang sama dengan respons yang disebabkan dari getaran ragam pertama.

2. Respon spektrum

   Respon spektrum adalah spektrum berupa grafik antara periode getaran struktur, T, dengan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Analisis respon spektrum memberikan pembagian gaya geser tingkat yang lebih teliti disepanjang tinggi gedung dibandingkan dengan analisis statik ekuivalen.

Setiap bangunan akan dapat digolongkan sesuai dengan kategori kepentingan dari bangunan. Kategori risiko bangunan sudah dijelaskan dalam pasal 4.1.2 dan dirinci pada SNI 1726:2019 Tabel 3. Kemudian disebutkan bahwa setiap gempa memiliki pengaruh gempa rencana yang harus dikalikan terhadap suatu faktor. Faktor keutamaan gempa dapat dilihat pada SNI 1726:2019 Tabel 3.2. Pemilihan

baik kategori risiko maupun faktor keutamaan gempa yang digunakan pada analisis struktur 2 dimensi atau 3 dimensi dapat menggunakan hasil
pemilihan yang sama.

3.8.2 Kombinasi Pembebanan

Dalam menganalisis struktur gedung bertingkat kombinasi pembebanan mengacu pada SNI 1726:2019 dimana kombinasi pembebanan yang digunakan adalah metode ultimit. Dalam metode ultimit terdapat beberapa kombinasi pembebanan seperti kombinasi pembebanan dasar, kombinasi pembebanan dengan pengaruh regangan sendiri, dan kombinasi pembebanan dengan pengaruh beban seismik. Kombinasi pembebanan yang dipakai adalah sebagai berikut.

1. 1,4 D (3.13)
2. 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr atau R) (3.14)
3. 1,2 D + 1,6 (Lr atau R) + (L atau 0,5 W) (3.15)
4. 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (Lr atau R) (3.16)
5. 1,2 D + 1,0 E + L (3.17)
6. 0,9 D + 1,0 W (3.18)
7. 0,9 D + 1,0 E (3.19)

Keterangan:

D = beban mati
E = beban gempa
L = beban hidup
Lr = beban hidup atap
R = beban hujan
S = beban salju
W = beban angin

Adapun faktor redundansi, ρ harus diaplikasikan pada semua sistem penahan gaya gempa dalam masing-masing kedua arah gempa ortogonal sesuai dengan ketentuan berikut:

1. Kondisi dengan $\rho = 1$ (berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.3.4.1)

Nilai ρ diizinkan sama dengan 1,0 untuk hal-hal sebagai berikut.

a. Desain struktur untuk kategori desain seismic B atau C
b. Perhitungan simpangan antar tingkat dan pengaruh P-delta
c. Desain komponen non strtuktural
d. Desain struktur non gedung yang tidak mirip dengan bangunan gedung
e. Desain elemen kolektor, sambungan lewatan dan sambungan yang memperhitungkan kombinasi pengaruh beban seismic termasuk faktor kuat lebih
f. Desain elemen struktur atau sambungan yang memperhitungkan kombinasi pengaruh beban seismik termasuk faktor kuat lebih
g. Desain dinding struktural terhadap gaya keluar bidang, termasuk sistem angkurnya

2. Faktor redundansi untuk bangunan dengan kategori desain seismik D, E, dan F harus diambil ρ = 1,3 kecuali bila salah satu dari dua ketentuan berikut terpenuhi dapat diambil ρ = 1,0, yaitu:
   a. Masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35 % geser dasar dalam arah yang ditinjau harus sesuai dengan Tabel 15,
   b. Struktur dengan denah beraturan di semua tingkat dengan sistem pemikul gaya seismik terdiri dari paling sedikit dua bentang perimeter pemikul gaya seismik yang merangka pada masing-masing sisi struktur dalam masing-masing arah ortogonal di setiap tingkat yang menahan lebih dari 35 % geser dasar. Jumlah bentang untuk dinding geser harus dihitung sebagai panjang dinding geser dibagi dengan tinggi tingkat atau dua kali panjang dinding geser dibagi dengan tinggi tingkat, hsx, untuk konstruksi rangka ringan.

3.8.3 Ketentuan Umum Struktur Bangunan Sesuai SNI 1726:2019

Struktur bangunan yang mendapat pengaruh beban gempa harus dianalisis dengan mengikuti ketentuan-ketentuan yang disyaratkan dalam SNI 1726:2019. Adapun ketentuan-ketentuannya sebagai berikut.

3.8.3.1 Faktor Keutamaan

Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung sesuai Tabel 3.15, pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan Ie menurut Tabel 3.16 sebagai berikut.

Tabel 3. 13 Kategori Risiko Gedung

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk antara lain: • Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan • Fasilitas sementara • Gedung penyimpanan • Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: • Perumahan • Rumah toko dan rumah kantor • Pasar • Gedung perkantoran • Gedung apartemen / rumah susun • Pusat perbelanjaan / mall • Bangunan industri • Fasilitas manufaktur • Pabrik	II
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: • Perumahan • Rumah toko dan rumah kantor • Pasar • Gedung perkantoran • Gedung apartemen / rumah susun • Pusat perbelanjaan / mall • Bangunan industri • Fasilitas manufaktur • Pabrik	III

Lanjutan Tabel 3. 15 Kategori Risiko Gedung

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: • Bioskop • Gedung pertemuan • Stadion • Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki bedah dan unit gawat darurat • Fasilitas penitipan anak • Penjara • Bangunan orang jompo Gedung dan non gedung, tidak termasuk ke dalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan masalah terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: • Pusat pembangkit listrik biasa • Fasilitas penanganan air • Fasilitas penanganan limbah • Pusat telekomunikasi	IV

Sumber: SNI 1726:2019

Khusus untuk struktur bangunan dengan kategori risiko IV, bila dibutuhkan pintu masuk untuk operasional dari struktur bangunan yang bersebelahan, maka struktur bangunan yang bersebelahan tersebut harus didesain sesuai dengan kategori risiko IV.

Tabel 3. 14 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber: SNI 1726:2019

3.8.3.2 Klasifikasi Situs

Klasifikasi situs menjelaskan tentang kriteria desain seismik berupa faktor-faktor amplifikasi pada bangunan. Berdasarkan pada SNI 1726:2019 pasal 5.3 kelas situs dibagi menjadi 6, yaitu SA, SB, SC, SD, SE, dan SF. Penentuan Jenis tanah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. 15 Klasifikasi Situs

Kelas Situs	V_s (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{S}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras sangat padat, batuan lunak)	350 sampai 750	> 50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
	Atau setiap profil lapisan dengan ketebalan lebih dari 3m dengan karakteristik sebagai berikut. 1. Indeks plastisitas $PI \geq 20$ 2. Kadar air, $w \geq 40\%$ dan 3. Kuat geser tak terdrainase $\bar{S}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis repons situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari 3m dengan karakteristik sebagai berikut: • Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersedimentasi lemah • Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan H>3m)		

Sumber: SNI 1726:2019

3.8.3.3 Parameter Percepatan Tertekan

Parameter Ss (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan S1 (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik pada pasal 0 dengan kemungkinan 2 % terlampaui dalam 50 tahun (MCER, 2 % dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Bila S1 ≤ 0,04 g dan Ss ≤ 0,15 g, maka struktur bangunan boleh dimasukkan ke dalam kategori desain seismik A, dan cukup memenuhi persyaratan dalam 0.

3.8.3.4 Koefisien Situs dan Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R)

Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa MCER di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (Fa) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (Fv). Parameter respons spektral

percepatan pada periode pendek (SMS) dan periode 1 detik (SM1) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini.

$S_{MS} = F_a S_S$ (3.20)

$S_{M1} = F_v S_S$ (3.21)

Keterangan:

S_S = Parameter respons spektral percepatan gempa MCER

S_1 = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE untuk perioda pendek

Koefisien situs F_a dan F_v mengikuti tabel sebagai berikut.

Tabel 3. 16 Koefisien Kelas Situs F_a

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, T = 0,2 detik, S_S					
	$S_S \leq 0,25$	$S_S = 0,5$	$S_S = 0,75$	$S_S = 1,0$	$S_S = 1,25$	$S_S \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	$SS^{(a)}$					

Sumber: SNI 1726:2019

Tabel 3. 17 Koefisien Kelas Situs Fv

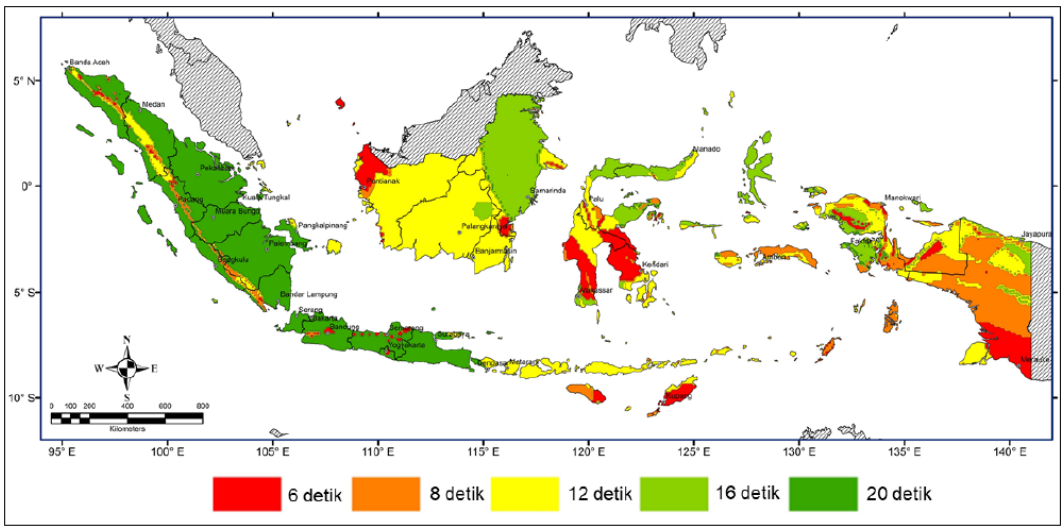
Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_1					
	$S_S \leq 0,1$	$S_S = 0,2$	$S_S = 0,3$	$S_S = 0,4$	$S_S = 0,5$	$S_S \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	$SS^{(a)}$					

Sumber: SNI 1726:2019

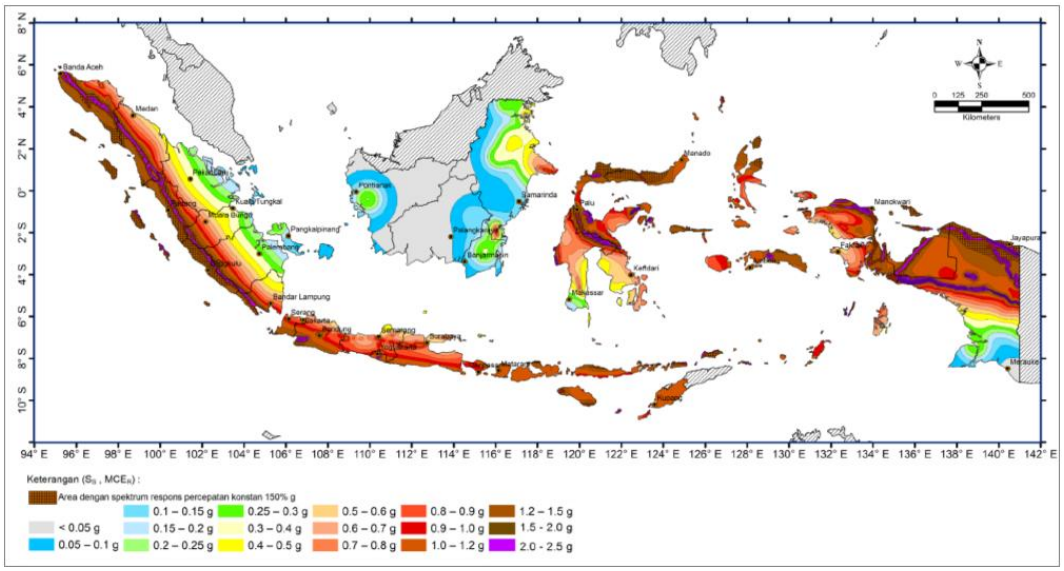
Catatan:

- Untuk mendapatkan nilai yang tidak diketahui dapat dilakukan interpolasi,
- $SS^{(a)}$ = membutuhkan investigasi geoteknik serta respon analisis secara spesifik.

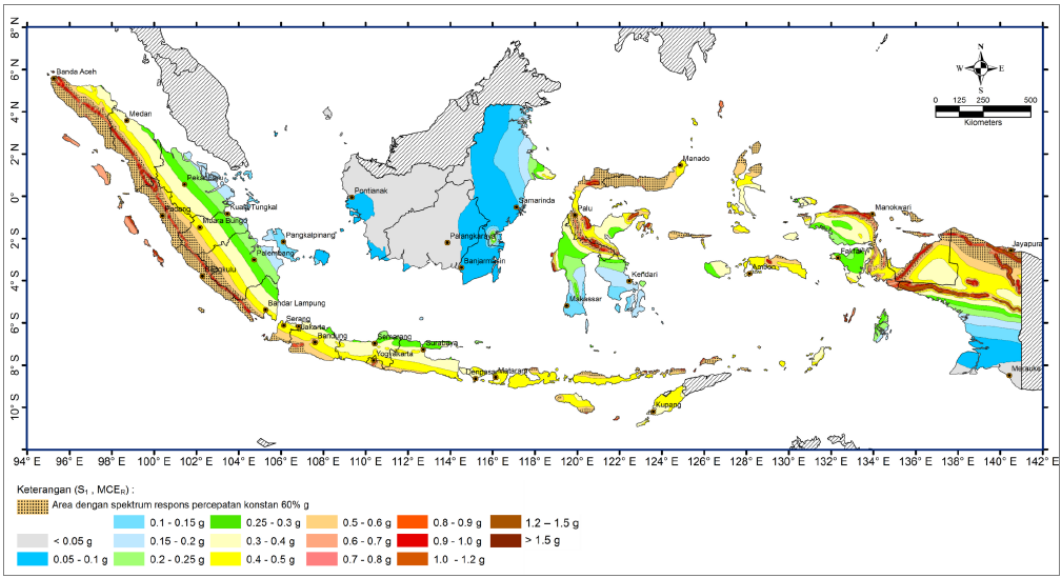
Nilai parameter Periode panjang, Ss dan S1 dapat ditentukan melalui peta pada Gambar 3.1 dan 3.3.



Gambar 3. 16 Peta Transisi Periode Panjang, T_L, Wilayah Indonesia
(Sumber: SNI 1726:2019)



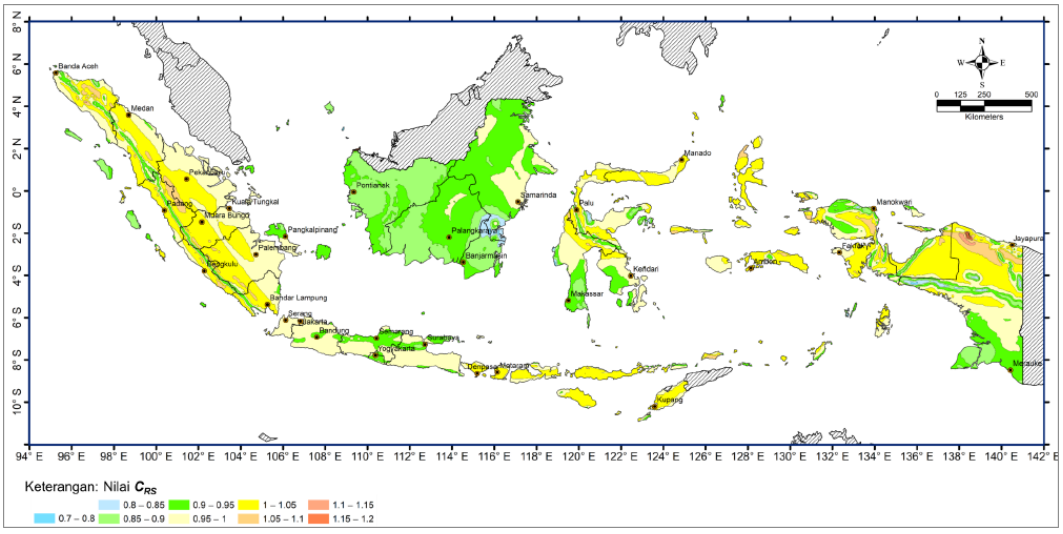
Gambar 3. 17 Parameter Percepatan Spektrum Respon Periode 0,2 Detik (Ss)
(Sumber: SNI 1726:2019)



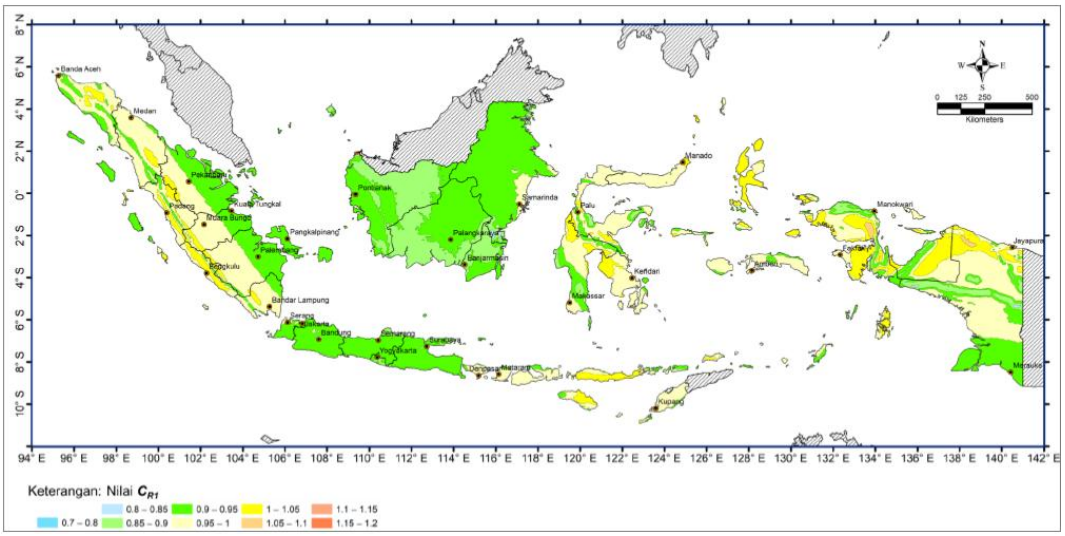
Gambar 3. 18 Parameter Percepatan Spektrum Respon Periode 1 Detik (S1)
(Sumber: SNI 1726:2019)

3.8.3.5 Koefisien Risiko Terpetakan

Pada peta koefisien ini didapatkan nilai CRS dan CR1. CRS adalah nilai risiko situs terpetakan pada periode pendek. CR1 adalah nilai risiko situs terpetakan periode 1 detik sebagaimana yang ditunjukkan pada peta gempa berikut ini.



Gambar 3. 19 Nilai Risiko Situs Terpetakan CRS Pada Periode 0,2 detik
(Sumber: SNI 1726:2019)



Gambar 3. 20 Nilai Risiko Situs Terpetakan CR1 Periode 1 detik
(Sumber: SNI 1726:2019)

3.8.3.6 Parameter Percepatan Spektral Desain

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek, SDS dan pada periode 1 detik, SD1, harus ditentukan melalui perumusan berikut ini.

$S_{DS} = ⅔ S_{MS}$ (3.22)

$S_{D1} = ⅔ S_{M1}$ (3.23)

3.8.3.7 Penentuan Kategori Desain Seismik

Struktur d memiliki suatu kategori desain seismik dengan kategori risiko I, II, atau III yang berlokasi memiliki parameter respons spektral percepatan terpetakan pada periode 1 detik, S1, lebih besar dari atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik E. Struktur yang berkategori risiko IV yang berlokasi memiliki parameter respons spektral percepatan terpetakan pada periode 1 detik, S1, lebih besar dari atau sama dengan 0,75, harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik F. Semua struktur lainnya harus ditetapkan kategori desain seismiknya berdasarkan kategori risikonya dan parameter respons spektral percepatan desainnya, SDS dan SD1. Masing-masing

bangunan dan struktur harus ditetapkan ke dalam kategori desain seismik yang lebih parah sesuai dengan tabel berikut ini.

Tabel 3. 18 KDS Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode Pendek

Nilai S_{DS}	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0{,}167$	A	A
$0{,}167 \leq S_{DS} < 0{,}167$	B	C
$0{,}33 \leq S_{DS} < 0{,}50$	C	D
$0{,}50 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber: SNI 1726:2019

Tabel 3. 19 KDS Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode 1 Detik

Nilai S_1	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0{,}067$	A	A
$0{,}067 \leq S_{D1} < 0{,}133$	B	C
$0{,}133 \leq S_{D1} < 0{,}20$	C	D
$0{,}20 \leq S_{D1}$	D	D

Sumber: SNI 1726:2019

3.8.3.8 Koefisien Modifikasi Respon

Koefisien modifikasi respon merupakan parameter penting dalam analisis dan desain struktur yang tahan terhadap gaya seismik. Di dalamnya, terdapat beberapa parameter yang memainkan peran krusial dalam memastikan bahwa struktur mampu menahan gaya gempa dengan aman dan efektif. Pertama, terdapat faktor simpangan lateral (Cd), yang digunakan untuk memperhitungkan simpangan struktur akibat beban gempa. Kemudian, ada faktor kekuatan berlebih pada sistem seismik (Ω0), yang menilai kapasitas tambahan struktur di luar kekuatan yang diperlukan. Terakhir, koefisien modifikasi respon (R) digunakan untuk mengurangi respons spektral yang dihitung. Ketiga parameter ini bekerja bersama untuk merencanakan dan menghitung desain respon spektrum, yang menjadi dasar dalam perencanaan struktur bangunan agar mampu menghadapi potensi gaya gempa yang terjadi.

Tabel 3. 20 Faktor R, C_d dan Ω_0 Untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik

Sistem Pemikul Gaya Seismik		Koefisien Modifikasi Respons, R[a]	Faktor Kuat Lebih Sistem, Ω_0[b]	Faktor Pembesaran Defleksi, C_d[c]	Batasan Sistem Struktur dan Batasan Tinggi Struktur, h_n (m)[d]				
					Kategori Desain Seismik				
					B	C	D[e]	E[e]	F[f]
1.	Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2.	Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3.	Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10[k]	TI[k]	TI[k]
4.	Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI[l]	TI[l]	TI[l]
5.	Rangka beton bertulang pemikul momen khusus[m]	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6.	Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7.	Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8.	Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9.	Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10.	Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11.	Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TB	TI	TI	TI
12.	Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembautan[n]	3½	3^0	3½	10	10	10	10	10

Sumber: SNI 1726:2019

Keterangan:

TB : tidak dibatasi

TI : tidak diizinkan

3.8.4 Analisis Beban Gempa

Dalam melakukan analisis beban gempa yang mempengaruhi struktur bangunan pada umumnya terdapat 2 jenis analisis yaitu sebagai berikut.

3.8.4.1 Statik Ekivalen

Statik ekivalen adalah suatu representasi dari beban gempa setelah disederhanakan dan dimodifikasi, yang mana gaya inersia yang bekerja pada suatu massa akibat gempa disederhanakan menjadi gaya horizontal (Widodo, 2001).

Adapun langkah analisis gempa dengan metoda statik ekuivalen sesuai dengan SNI 1726:2019 adalah sebagai berikut.

1. Geser dasar seismik

   Berdasarkan SNI 1726:2019 gaya dasar seismik V, dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$V = C_s \times W \quad (3.24)$$

   Keterangan:

   V = Gaya dasar seismic

   C_s = Koefisien respons seismic

   W = Berat seismic efektif

2. Perhitungan koefisien respons seismic

   Nilai C_s dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\frac{R}{I_e}} \quad (3.25)$$

   Keterangan:

   S_{DS} = Parameter percepatan desain respons spectral pada periode pendek

   R = Koefisien modifikasi respon

   I_e = Faktor keutamaan gempa

   Nilai Cs yang dihitung sesuai dengan persamaan 3.25 tidak perlu melebihi sesuai persamaan berikut ini.

   a. Pada $T \leq T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T(\frac{R}{I_e})} \quad (3.26)$$

   b. Pada $T > T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1}T_L}{T^2(\frac{R}{I_e})} \quad (3.27)$$

   c. C_s tidak boleh kurang dari:

$$C_s = 0{,}044\ S_{DS}\ I_e \geq 0{,}01$$

d. Pada struktur yang berlokasi di daerah dengan nilai S_1 sama dengan atau lebih dari 0,6g, maka C_s tidak boleh kurang dari:

$$C_s = \frac{0{,}5S_1}{\frac{R}{I_e}} \quad (3.28)$$

Keterangan:

S_{D1} = Parameter percepatan desain respons spectral pada periode 1,0 detik

T = Periode fundamental struktur, dalam detik

S_1 = Parameter percepatan respon spectral maksimum yang dipetakan

3.8.4.2 Respon Spektrum

Spektrum respons adalah suatu spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik/plot antara periode getar struktur T lawan respons-respons maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Respons-respons maksimum dapat berupa simpangan maksimum, kecepatan maksimum, dan percepatan maksimum. Nilai spektrum respons dipengaruhi oleh periode getar, rasio redaman, tingkat daktilitas dan jenis tanah.

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 3.21 dan mengikuti ketentuan di bawah ini.

1. Untuk periode yang lebih kecil dari T0 dan lebih kecil dari atau sama dengan Ts, spektrum respons percepatan desain, Sa sama dengan SDS, harus diambil dari persamaan 3.21 berikut.

$$S_a = S_{DS}\left(0{,}4 + 0{,}6\frac{T}{T_0}\right) \quad (3.29)$$

2. Pada periode yang memiliki nilai lebih besar atau sama dengan T_0 serta lebih kecil atau sama dengan T_s, maka nilai spektrum respon desain percepatan S_a, sama dengan S_{DS},
3. pada periode yang memiliki nilai yang lebih besar dari T_S, S_a atau spektrum desain percepatan, didapatkan dengan menggunakan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (3.30)$$

4. Pada periode yang lebih besar dari TL, Sa atau spektrum respon desain percepatan, didapatkan dengan menggunakan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (3.31)$$

Keterangan:

S_{D1} = Parameter respon spektrum desain percepatan pada periode 1 detik

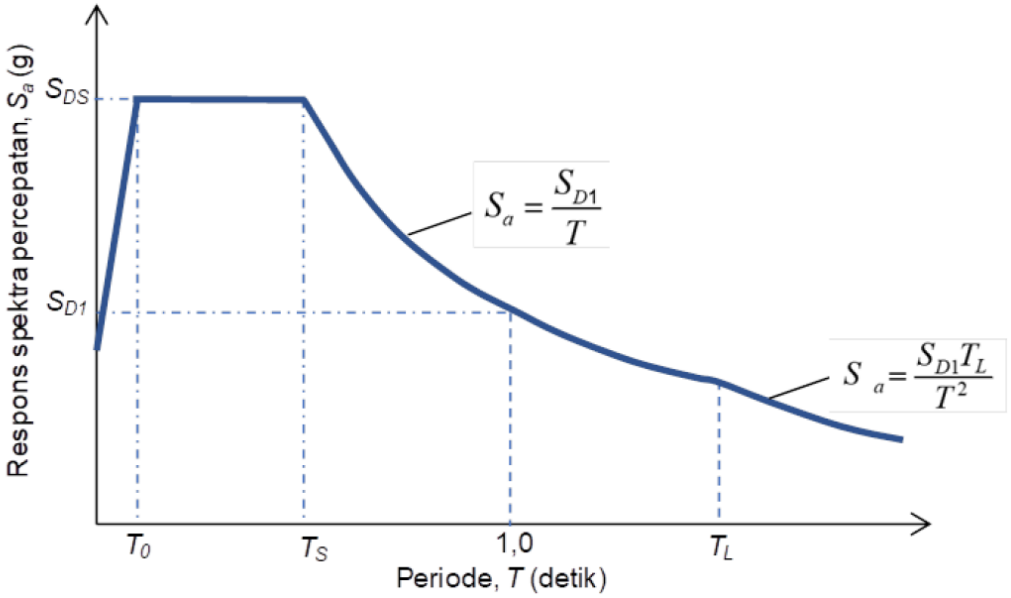
S_{DS} = Parameter respon spektrum desain percepatan pada periode pendek

T = Periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0{,}2\frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.32)$$

$$T_1 = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.33)$$

T_L = Peta transisi periode panjang



Gambar 3. 21 Respon Spektrum Desain
(Sumber: SNI 1726:2019)

3.8.5 Kontrol Struktur

3.8.5.1 Periode Fundamental Struktur

Periode fundamental T diperoleh dari hasil analisis struktur. Namun, dalam SNI 1726:2019, terdapat ketentuan bahwa periode fundamental yang digunakan dalam perhitungan tidak boleh melebihi batas atas periode fundamental pendekatan, yang diperoleh dari perkalian antara koefisien periode batas atas (Cu) dan pendekatan (Ta). Untuk mempermudah pelaksanaan, periode fundamental T dapat menggunakan pendekatan Ta, yang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$T_a = C_t h_n^x$ (3.34)

$T_{max} = C_u T_a$ (3.35)

Keterangan:

T_a = Periode fundamental pendekatan (detik)

C_t & x = Faktor periode pendekatan

h_n = Tinggi struktur bangunan (m)

nilai C_t dan x didapatkan dari table sebagai berikut.

Tabel 3. 21 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x

Tipe Struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100% gaya seismic yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

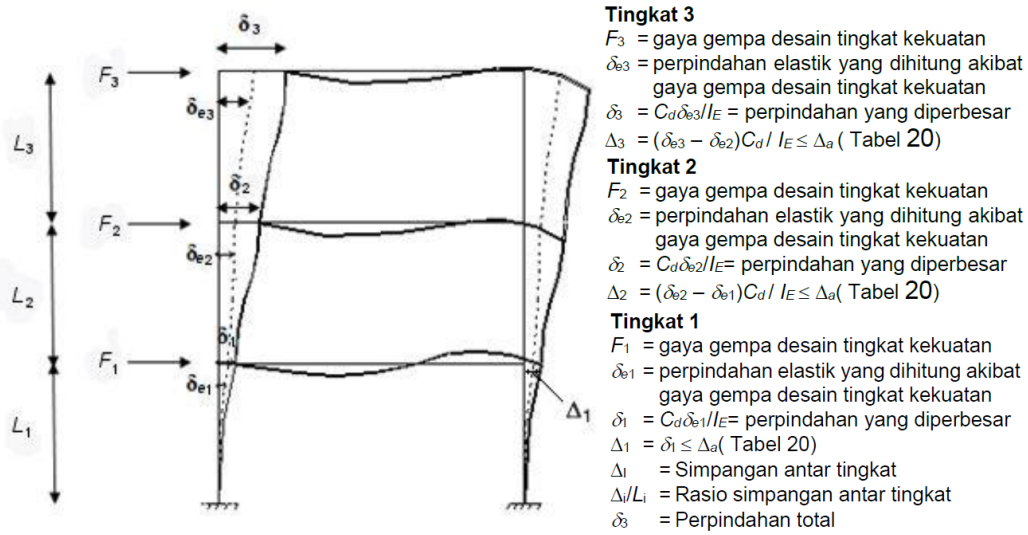
Sumber: SNI 1726:2019

3.8.5.2 Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726:2012, nilai partisipasi masa ragam yang berlaku harus didapatkan nilai lebih besar atau sama dengan 90%. Sedangkan SNI 1726:2019, untuk menentukan ragam getar alami struktur harus didapatkan sebesar 100% dari massa struktur namu masih diizinkan jika nilai yang didapatkan lebih dari 90%. Demi tercapainya ketentuan tersebut, mka single rigid body peiode 0,5 detik diperbolehkan mengambil semua ragam pada periode di bawah 0,05 detik.

3.8.5.3 Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan SNI 1726 2012:2019 simpangan antar tingkat desain (Δ) ditentukan dengan menghitung perbedaan simpangan pada pusat masa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Jika pusat massa segaris dalam arah vertikal, maka diperbolehkan untuk menghitung simpangan pada dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. Apabila tegangan izin desain digunakan, Δ harus dihitung dengan menggunakan gaya seismik desain yang ditetapkan tanpa reduksi untuk desain tegangan izin.



Gambar 3. 22 Penentuan Simpangan Antar Tingkat
(Sumber: SNI 1726:2019)

3.8.5.4 Simpangan Izin

Simpangan izin digunakan untuk mengukur apakah simpangan yang terjadi pada struktur sudah aman. Simpangan izin ditentukan berdasarkan tingkat resiko bangunan dan jenis struktur yang digunakan. Simpangan izin didapat melalui rumus yang ditentukan dalam tabel berikut.

Tabel 3. 22 Simpangan Antar Tingkat Izin, Δ_a[a,b]

Struktur	Kategori Risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat	$0.025h_{sx}$[c]	$0.020h_{sx}$	$0.015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata[d]	$0.010h_{sx}$	$0.010h_{sx}$	$0.010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0.007h_{sx}$	$0.007h_{sx}$	$0.007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0.020h_{sx}$	$0.015h_{sx}$	$0.010h_{sx}$

Sumber: SNI 1726:2019

3.8.5.5 Gaya Geser Dasar Seismik

Menurut SNI 1726:2019 gaya geser dasar seismik (V) ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$V = C_s W \quad (3.36)$$

Keterangan:

C_s = Koefisien respons seismic yang ditentukan sesuai ketentuan SNI

W = Berat seismik efektif

3.8.5.6 Penskalaan Gaya

Menurut SNI 1726:2019, jika periode fundamental yang diperoleh dari analisis melebihi CuTa dalam arah tertentu, maka periode struktur T harus diambil sebesar CuTa. Berdasarkan SNI 1726:2019, jika kombinasi respons gaya geser dasar dari analisis ragam (Vt) kurang dari 100% gaya geser (V) yang dihitung dengan metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V/Vt.

3.9 Desain Struktur Baja Canai Dingin

Desain struktur baja canai dingin di Indonesia mengacu pada SNI 7971:2013 adapun standar ini mengacu pada standar AS 4600:2005. Batasan momen lentur struktur baja canai dingin mengacu pada SNI 7971:2013 adalah sebagai berikut.

$$M^* \leq \emptyset_b M_s \quad (3.27)$$

$$M^* \leq \emptyset_b M_b \quad (3.28)$$

Keterangan :

M^* = Momen maksimum balok (Nmm)

$\emptyset_b$ = Faktor redukasi kapasitas untuk lentur

M_s = Kapasitas momen penampang nominal (Nmm)

M_b = Kapasitas momen komponen struktur nominal (Nmm)

Kolom yang mengalami tekan, mengacu pada SNI 7971:2013 dengan komponen struktur tekan pembebanan konsentris yaitu dengan syarat sebagai berikut.

$$N^* \leq \emptyset_c N_s \quad (3.29)$$

$$N^* \leq \emptyset_c N_c \quad (3.30)$$

Keterangan :

$\emptyset_c$ = Faktor redukasi kapasitas untuk komponen struktur dalam tekan

N_s = Kapasitas penampang nominal untuk komponen struktur dalam tekan (N)

N_c = Kapasitas komponen struktur nominal dari komponen struktur dalam tekan (N)

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah proses sistematis yang menggunakan metode ilmiah untuk menghasilkan pengetahuan baru dan memperbaiki sistem yang ada (Bhaskar & Manjuladevi, 2016). Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan (*research and development*) dengan membuat model struktur *shelter* dengan menggunakan material baja canai dingin (*cold rolled steel*) hingga mendapatkan perencanaan yang optimal. Hasil dari perencanaan kemudian dilakukan perhitungan estimasi biaya dan estimasi waktu pelaksanaan.

4.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Variabel bebas

   Variabel bebas merupakan variable independent atau variable yang memengaruhi variabel lain, variabel bebas merupakan penyebab perubahan variabel lain (Sahir, 2021).Variabel bebas dalam penelitian ini adalah desain *shelter*.

2. Variabel terikat

   Menurut Sahir (2021), variabel terikat merupakan variabel dependen atau variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kriteria-kriteria desain *shelter*.

3. Variabel kontrol

   Variabel kontrol merupakan variabel yang dibatasi pengaruhnya yaitu dampak dari pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat (Sahir, 2021). Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah tipe bencana, lokasi simulasi dan ukuran *shelter*.

4.3 Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian adalah individu, benda atau organisme yang dijadikan informasi yang dibutuhkan dalam pengumpulan data penelitian (Khalifah, 2015). Sedangkan, objek penelitian adalah suatu atribut atau sifat dan nilai dari orang, objek atau kegiatan dengan variasi tertentu dan ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari serta ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2013). Subjek pada penelitian ini adalah hunian sementara (*transitional shelter*), sedangkan objek pada penelitian ini adalah masyarakat terdampak bencana.

4.4 Pengumpulan Data

Data yang didapatkan berupa data sekunder dan data primer. Penjabaran dari data-data tersebut adalah sebagai berikut.

1. Data sekunder

   Data sekunder adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara (Sulung & Muspawi, 2024). Data sekunder dan sumber data sekunder pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 adalah sebaai berikut.

Tabel 4. 1 Data Sekunder dan Sumber Data Sekunder

No	Data Sekunder	Sumber Data
1	Data statistik kebencanaan	Badan Pusat Statistik (BPS)
2	Data statistik kependudukan	Badan Pusat Statistik (BPS)
3	Data material	Produsen material
4	Data spektral gempa	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
5	Data Pembebanan	- PPURG 1987 - SNI 1727:2020
6	Harga satuan	- Standar harga satuan daerah - Daftar harga produsen - Survey toko
7	Analisa harga satuan pekerjaan	- Peraturan Menteri PUPR No. 8 Tahun 2023 - SE Direktorat Jenderal Bina Konstruksi No. 30 Tahun 2025

2. Data primer

   Data primer adalah sumber informasi utama yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti dalam proses penelitian (Sulung & Muspawi, 2024). Data primer pada penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut.

a. Kriteria desain
b. Kebutuhan khusus
c. Lokasi acuan
d. Luas minimum
e. Model awal *shelter*
f. Hasil desain struktur
g. Model detail
h. *Quantity take off material*
i. Estimasi biaya
j. Estimasi waktu pelaksanaan

4.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah cara yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan data yang diperlukan untuk memecahkan penelitian (Abubakar, 2021). Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Metode studi literatur

   Metode studi literatur merupakan metode pengumpulan data dengan cara mencari dan membaca sumber-sumber tertulis yang ada seperti buku atau literatur yang menjelaskan tentang landasan teori (Rusmawan, 2019).

2. Metode kepustakaan

   Metode kepustakaan adalah teknik pengumpulan data dengan melakukan penelaahan terhadap buku, literatur, catatan, serta berbagai laporan yang berkaitan dengan masalah yang ingin dipecahkan (Nazir, 1988; Sari, 2020).

4.6 Analisis Data

1. Studi kebutuhan dasar *shelter*

   Studi kebutuhan dasar *shelter* dilakukan dengan tujuan untuk menentukan kebutuhan dasar *shelter* yang nantinya digunakan untuk desain. Proses studi kebutuhan dasar *shelter* meliputi desain strategi pencarian, penyiapan sampel, pengumpulan data dan analisis.

2. Pemodelan awal bangunan

Pemodelan awal merupakan tahapan yang dilakuakn dengan tujuan untuk memuat konsep model yang dibuat berdasarkan kriteria desain yang telah ditetapkan sebelumnya. Proses ini meliputi penentuan kebutuhan khusus, lokasi acuan, luasan minimal *shelter*, menentukan denah tapak acuan serta melakukan pemodelan awal *shelter*. Tahapan ini juga melibatkan penerapan konsep modular dan *knock down* sehingga diperoleh model *shelter* yang optimal sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Pemodelan awal dilakukan dengan bantuan *software* SketchUp Pro 2024.

3. Analisis dan desain struktur

Tahap analisis dan desain struktur bertujuan untuk memastikan bahwa *shelter* memenuhi keamanan terhadap pembebanan yang diberikan. Tahapan dari analisis dan desain struktur antara lain sebagai berikut.

a. Pemodelan

Model yang telah diperoleh dari tahap pemodelan awal, dimodelkan pada *software* analisis dan desain struktur yang digunakan yaitu SAP 2000 V26.

b. Pembebanan

Proses analisis dan desain struktur memerlukan data-data pembebanan yang akan disimulasikan pada struktur. Pada model *shelter* akan diberikan pembebanan antara lain sebagai berikut.

1) Beban mati
2) Beban hidup
3) Beban gempa
4) Beban angin
5) Beban air hujan

c. Pengecekkan keamanan struktur

Setelah seluruh beban ditambahkan pada model struktur, dilakukan analisis struktur lalu dilakukan peninjauan terhadap lendutan struktur yang diizinkan. Selain itu, juga dilakukan pemeriksanaan rasio desain baja sesuai standar yang berlaku.

d. Desain sambungan

Desain sambungan baja dilakukan dengan bantuan *software* IDEA StatiCa 21.1 dengan *input* gaya dalam dari hasil analisis struktur oleh *software* SAP2000 V26.

4. Pemodelan detail

   Setelah diperoleh model struktur, kemudian dilakukan pemodelan detail struktur dan arsitektur dengan bantuan *software* Autodesk Revit 2025. *Output* dari pemodelan ini adalah *detailed engineering drawing* dan *quantity take off* untuk selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan estimasi biaya.

5. Perhitungan estimasi biaya

   Perhitungan estimasi biaya dilakukan dengan bantuan Microsoft Excel. Volume tiap item pekerjaan diperoleh dari *quantity take off* Revit 2025. Analisa harga satuan pekerjaan mengacu pada Permen PUPR No. 8 Tahun 2023 dan SE Dirjen Bina Konstruksi No. 68 Tahun 2024 dan harga dasar mengacu pada peraturan setempat, harga toko *online* dan penawaran distributor.

4.7 Bagan Alir Penelitian

Berdasarkan data sekunder yang telah didapatkan, data primer bisa didapatkan dengan cara mengolah data sekunder yang didapat. Berikut ini adalah tahapan-tahapan pengolahan data tersebut.

1. Studi kebutuhan dasar *shelter*

   Sebelum dilakukan pemodelan awal *shelter*, terlebih dahulu dilakukan studi kebutuhan dasar *shelter* pasca bencana. Studi ini dilakukan dengan mengkaji literatur akademik, regulasi dan standar yang berlaku dan membahas mengenai kebutuhan dasar *shelter* pasca bencana.

2. Pemodelan awal

   Data statistik kebencanaan digunakan untuk menentukan lokasi acuan dan kebutuhan khusus yang digunakan dalam pemodelan. Tahap pertama adalah menentukan bencana yang memerlukan perhatian khusus dengan meninjauan jumlah kejadian, jumlah korban dan kerusakan rumah dan fasilitas untuk tiap jenis bencana yang terjadi di Indonesia. Tahap selanjutnya adalah meninjau jumlah kejadian, korban dan kerusakan rumah dan fasilitas untuk bencana yang telah

ditentukan pada tiap wilayah di Indonesia mulai dari tingkat provinsi lalu dilanjutkan ke tingkat kabupaten/kota. Dari peninjauan tersebut ditentukan 1 kabupaten/kota yang dijadikan acuan pada pemodelan kali ini. Data statistik kependudukan digunakan untuk menentukan luas minimum *shelter* yang perlu disediakan. Tahap ini dilakukan dengan mininjau persentase tertinggi jumlah keluarga untuk tiap jenis kepala keluarga. Jumlah anggota keluarga ini digunakan untuk menentukan luasan minimal *shelter* yang perlu disediakan berdasarkan kebutuhan minimal luasan per satu orang. Setelah ditentukan luasan minimal yang perlu disediakan, dilakukan penentuan denah tapak acuan berdasarkan literatur yang ada. Berdasarkan denah yang telah ditentukan, dilakukan pemodelan awal dengan mengacu pada konsep modular dan *knock down* hingga diperoleh model yang paling optimal.

3. Analisis dan desain struktur

   Analisis dan desain struktur dilakukan menggunakan bantuan *software* analisis dan desain struktur yaitu SAP 2000 V26. Standar yang digunakan dalam analisis dan desain struktur mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 1729:2013 dan AS 4600:2018. Proses analisis dan desain struktur di awali dengan melakukan pembuatan *grid*, penetuan profil dan mutu material, pembebanan, analisis dan pengecekkan keama]nan struktur serta desain struktur.

4. Pemodelan detail

   Model yang telah dilakukan analisis dan desain struktur, kemudian dilakukan pemodelan detail dengan *software* Autodesk Revit 2025. Pemodelan yang dilakukan meliputi pemodelan struktur dan arsitektur. Pada pemodelan juga ditambahkan parameter-parameter untuk mempermudah *quantity take off* dan estimasi biaya.

5. Estimasi biaya

   Estimasi biaya dilakukan dengan metode *bottom-up* (*detailed cost estimate*). Volume tiap pekerjaan diperoleh dari *quantity take off* Autdesk Revit 2025. Analisa harga satuan pekerjaan yang digunakan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 8 Tahun 2023 dan petunjuk teknisnya melalui SE Direktorat Jendela Bina Kostruksi No. 30 Tahun 2025. Harga dasar yang

digunakan dalam estimasi biaya mengacu pada peraturan daerah setempat, survei toko dan penawaran produsen terkait.

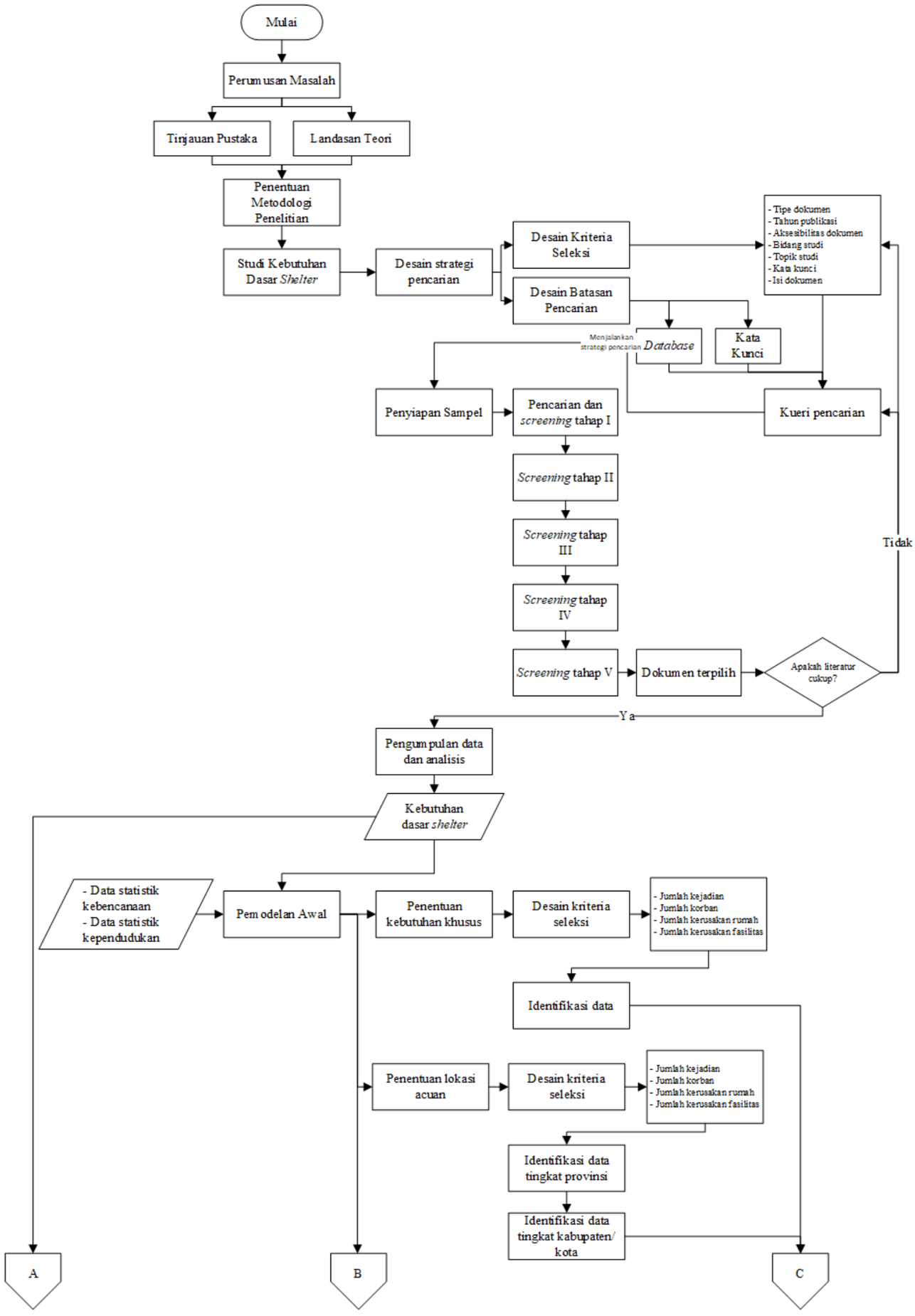
6. Estimasi waktu pelaksanaan

   Estimasi waktu pelaksanaan dilakukan dengan bantuan *software* Microsoft Excel. Durasi tiap pekerjaan dihitung dengan pendekatan koefisien orang-hari berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 8 Tahun 2023 dan petunjuk teknisnya melalui SE Direktorat Jendela Bina Kostruksi No. 30 Tahun 2025

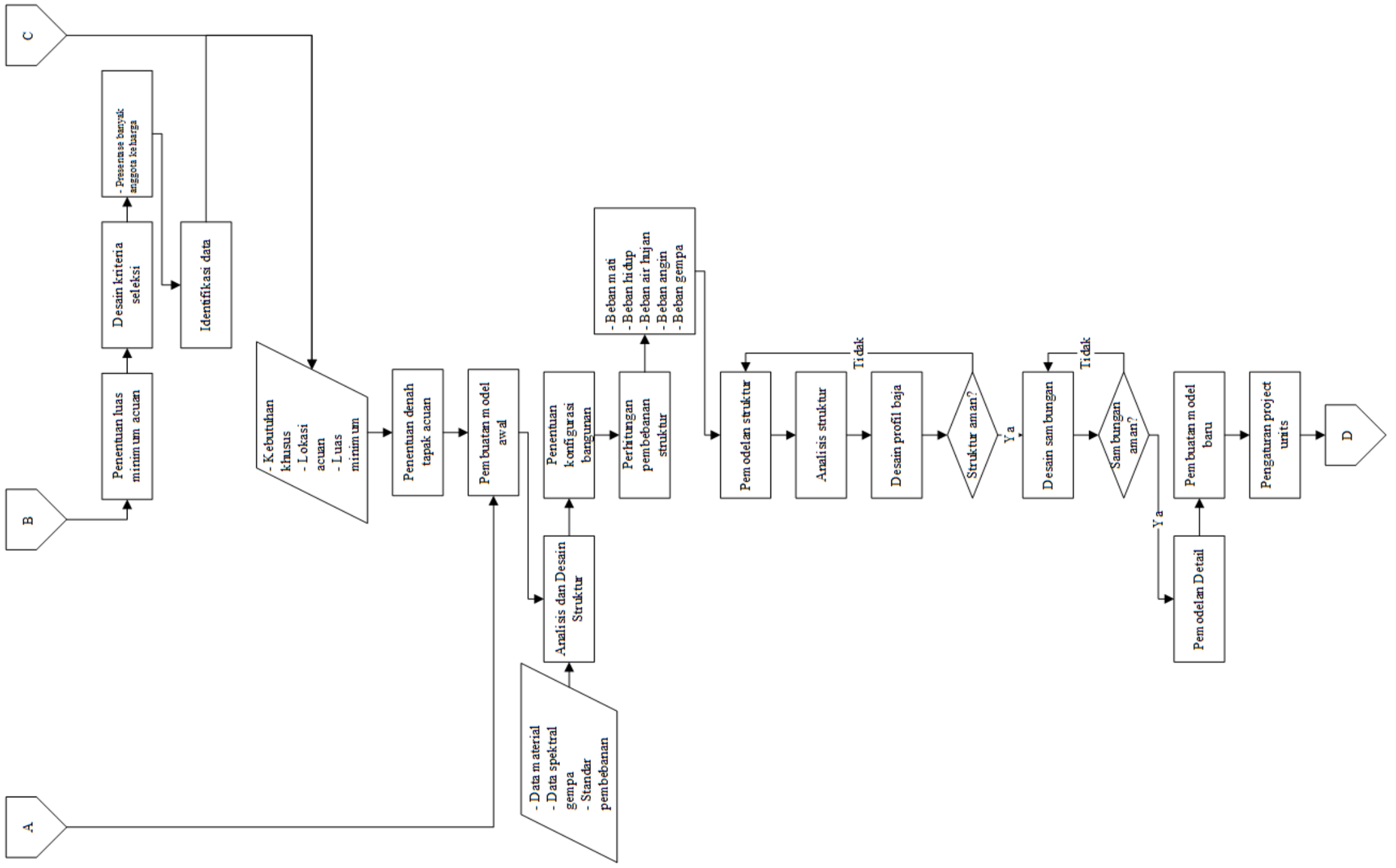
7. Penulisan Naskah

   Hasil dari penelitian kemudian ditulis dalam bagian pembahasan lalu ditarik kesimpulan dengan mengacu pada rumusan masalah yang telah ditetapkan di awal. Ditambahkan juga saran untuk penelitian selanjutnya, berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

Langkah-langkah penelitian dapat dilihat secara berturut-turut pada Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 4. 2 Lanjutan Bagan Alir Penelitian

Gambar 4. 3 Bagan Alir Pemodelan Awal

BAB V
ANALISIS DATA

5.1 Studi Kebutuhan Dasar *Shelter*

Studi kebutuhan dasar *shelter* pasca bencana dilakukan dengan meninjau literatur akademik, regulasi dan standar yang membahas dan/atau mengatur kebutuhan dasar *shelter* pasca bencana.

5.1.1 Sumber data

Sumber data studi pendahuluan ini dijabarkan dalam Tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5. 1 Sumber Data

No	Tipe	Sumber Data
1	Regulasi	Jaringan Dokumen dan Informasi Hukum (JDIH) Badan Pemeriksa Keuangan (BPK)
		Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)
2	Standar	United Nations High Commisioner for Refugees (UNHCR)
		The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC)
		Sphere Association
		Badan Standardisasi Nasional (BSN)
3	Literatur Akademik	*Database* OpenAlex

5.1.2 Strategi pencarian

Pencarian data-data yang diperlukan dilakukan dengan kata kunci yang dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut.

Tabel 5. 2 Kata Kunci Pencarian Tiap Grup

No	Grup	Kata Kunci
1	*Shelter*	*Shelter*
		Hunian
2	Kebutuhan	*Basic Need*
		Kebutuhan
3	Pasca Bencana	Pasca Bencana
		Post-disaster

Pencarian regulasi dan standar pada sumber data regulasi dilakukan secara langsung dengan kata kunci di atas. Oleh karena, pada pencarian awal terdapat regulasi atau standar yang tidak relevan dengan penelitian, maka dilakukan *screening* tahap pertama dengan mencocokan judul dengan relevansi penelitian. Tahap selanjutnya adalah melakukan *screening* lanjutan terhadap konten regulasi atau standar. Hanya regulasi atau standar yang memuat informasi mengenai kebutuhan dasar *shelter* atau relevansinya yang di analisis lebih lanjut.

Sedangkan, strategi pencarian literatur akademik pada sumber datanya dilakukan dengan Boolean operator yaitu “AND”, “OR” dan “NOT”. Tahap pertama, hanya diambil publikasi dengan tipe artikel atau *review*. Tahap selanjutnya adalah melakukan penyaringan terhadap publikasi dengan hanya mengambil publikasi yang terpublikasi dalam kurun waktu 2 tahun. Tahap ketiga adalah melakukan *screening* berdasarkan akses keseluruhan publikasi, hanya publikasi yang dapat diakses penuh yang analisis lebih lanjut. Tahap keempat adalah *screening* terhadap bidang studi, topik, judul dan abstrak. Tahap terakhir adalah *screening* terhadap relevansi konten dengan penelitian.

5.1.3 *Screening* hasil pencarian

Berdasarkan pencarian literatur diperoleh hasil sebanyak 55.910 artikel dan *review* dari *database* OpenAlex serta sebanyak 481 regulasi dan standar yang diperoleh dari JDIH BPK, BNPB, UNHCR, IFRC dan Sphere Association serta BSN. Data tersebut kemudian di *screening* sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya.

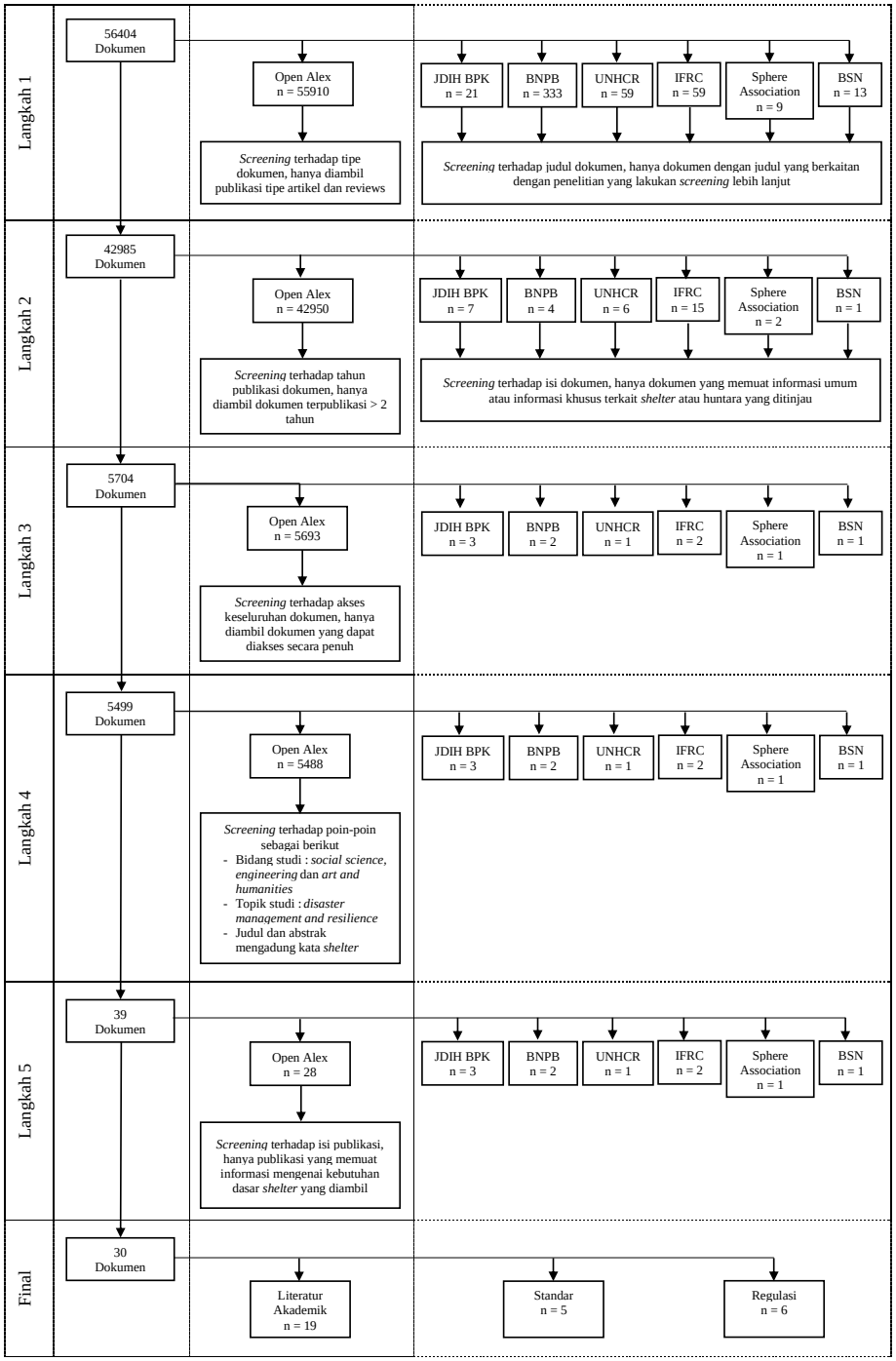
Proses *screening* pada dokumen regulasi dan standar pada tahap pertama dilakukan dengan melakukan pencermatan terhadap judul dokumen dan relevansinya dengan penelitian yang akan dilakukan. Hanya dokumen dengan judul terkait dengan *shelter* atau penanganan pasca-bencana yang dilakukan proses *screening* lebih lanjut. Pada tahap pertama, diperoleh sejumlah 56 dokumen meliputi 7 dokumen dari *database* JDIH BPK, 4 dokumen dari *database* BNPB, 6 dokumen dari *database* UNCHR, 15 dokumen dari *database* IFRC, 2 dokumen dari *database* Sphere Association dan 1 dokumen dari *database* BSN. Proses *screening* pada tahap kedua dilakukan dengan meninjau isi dokumen. Hanya dokumen yang memuat informasi umum atau informasi khusus terkait *shelter* atau huntara yang ditinjau. Pada tahap kedua diperoleh sejumlah 11 dokumen meliputi 3 dokumen *database* JDIH BPK, 3 dokumen dari *database* BNPB, 1 dokumen dari *database* UNCHR, 2 dokumen dari *database* IFRC, 1 dokumen dari *database* Sphere Association dan 1 dokumen dari *database* BSN.

Sedangkan, proses *screening* pada dokumen literatur akademik pada tahap pertama dilakukan dengan melimitasi dokumen yang akan dilakukan *screening* lebih lanjut. Dokumen yang dipilih untuk ditinjau lebih lanjut adalah dokumen dengan tipe artikel dan *review*. Pada tahap pertama diperoleh dokumen sebanyak 42950. Proses *screening* tahap kedua dilakukan dengan melimitasi tahun publikasi dokumen. Hanya dokumen dengan tahun publikasi kurang dari 2 tahun yang dilakukan *screening* lebih lanjut. Pada tahap kedua diperoleh dokumen sebanyak 5693. Proses *screening* tahap ketiga dilakukan dengan meninjau akses terhadap keseluruhan dokumen. Hanya dokumen yang dapat diakses secara penuh yang dilakukan *screening* lebih lanjut. Pada tahap ketiga diperoleh dokumen sebanyak 5488. Pada tahap keempat dilakukan *screening* terhadap kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut.

Tabel 5. 3 Kriteria Lanjutan *Screening* Literatur Akademik

No	Kriteria	Uraian
1	Bidang studi	*Social science*
		Engineering
		Art and humanities
2	Topik studi	*Disaster management and resilience*
3	Judul dan abstrak	Memuat kata *shelter*

Hanya dokumen yang memenuhi kriteria pada Tabel 5.3 di atas yang dilakukan *screening* lebih lanjut. Pada tahap keempat diperoleh dokumen sebanyak 28. Proses *screening* tahap kelima dilakukan dengan mininjau isi dari dokumen. Hanya dokumen yang memuat informasi mengenai kebutuhan dasar *shelter* yang ditinjau. Diagram proses *screening* literatur akademik, regulasi dan standar dapat dilihat pada Gambar 5.1 sebagai berikut.



Gambar 5. 1 Diagram Proses *Screening*

5.1.4 Hasil studi kebutuhan dasar *shelter*

Berdasarkan proses *screening* yang telah dilakukan. Diperoleh dokumen sebanyak 30 meliputi 19 literatur akademik, 5 standar dan 6 regulasi yang ditinjau pada penelitian ini. Daftar literatur akademik, regulasi dan standar yang digunakan dalam studi dapat dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut.

Tabel 5. 4 Literatur Akademik, Regulasi dan Standar yang Digunakan

No	Jenis	Penulis/Penerbit	Judul Regulasi/Standar/Literatur Akademik	Kode
1	Regulasi	BNPB	Peraturan Kepala BNPB No. 7 Tahun 2008 tentang Tata Cara Pemberian Bantuan Pemenuhan Kebutuhan Dasar	A.1
2	Regulasi	BNPB	Peraturan Kepala BNPB No. 10 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Bantuan Logistik Pada Status Keadaan Darurat Bencana	A.2
3	Regulasi	Pemerintah Daerah Provinsi D.I. Yogyakarta	Peraturan Gubernur DIY No. 71 Tahun 2013 tentang Pedoman Pemberian Bantuan Darurat Bencana	A.3
4	Regulasi	BNPB	Peraturan Kepala BNPB No. 14 Tahun 2014 tentang Penanganan, Perlindungan dan Partisipasi Penyandang Disabilitas Dalam Penanggulangan Bencana	A.4
5	Regulasi	Kementerian BUMN	Surat Edaran Menteri BUMN No. SE-09/MBU/11/2018 tentang Standar Hunian Sementara dan Fasilitas Umum Sementara di Lokasi Terdampak Bencana	A.5
6	Regulasi	Pemerintah Daerah Kabupaten Lumajang	Peraturan Bupati Lumajang No. 1 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Hunian Sementara Untuk Korban Bencana Alam Erupsi Gunung Semeru	A.6
7	Standar	IFRC	*Shelter safety handbook: Some important information on how to build safer*	B.1
8	Standar	BSN	SNI 7937:2013 tentang Layanan Kemanusiaan dalam Bencana	B.2
9	Standar	IFRC	All Under One Roof: Disability-inclusive shelter and settlements in emergencies	B.3
10	Standar	Sphere Association	The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response	B.4
11	Standar	UNHCR	Emergency Shelter Solutions and Standards	B.5
12	Literatur Akademik	Usta dkk. (2023)	On-Site Evaluation of Emergency Response Carried Out After Earthquakes with Epicentral Base Kahramanmaraş/ Pazarcık-Elbistan in Türkiye: An Observational Study	C.1

Lanjutan Tabel 5. 4 Literatur Akademik, Regulasi dan Standar yang Digunakan

No	Jenis	Penulis/Penerbit	Judul Regulasi/Standar/Literatur Akademik	Kode
13	Literatur Akademik	Nursamsir dkk. (2022)	The Social and Political Aspects of Permanent Housing Provision forEarthquake Tsunami and Liquefaction Casualties in Palu City, Central Sulawesi	C.2
14	Literatur Akademik	Suhardi dkk. (2023)	Developing Resilient Design Criteria For Evacuation Centre	C.3
15	Literatur Akademik	Sensin & Gokmenoglu (2024)	Sharing the Responsibility: Ministry of National Education's Disaster Preparedness and Response to Kahramanmaraş Earthquake	C.4
16	Literatur Akademik	Karimi dkk. (2023)	Architectural Design Criteria Considering the Circular Economy and Buildability for Smart Disaster Relief Shelter Prototyping	C.5
17	Literatur Akademik	Upadhyay (2023)	Disaster Resilient Cities in Nepal: Disaster Management Efforts of Biratnagar Metropolitan City	C.6
18	Literatur Akademik	Fraser dkk. (2022)	Do all roads lead to Sapporo? The role of linking and bridging ties in evacuation decisions	C.7
19	Literatur Akademik	Fatema dkk. (2023)	Gender-based vulnerabilities for women during natural disasters in Bangladesh	C.8
20	Literatur Akademik	M. M. Rahman dkk. (2023)	Households' vulnerability assessment: empirical evidence from cyclone-prone area of Bangladesh	C.9
21	Literatur Akademik	Calloway dkk. (2022)	Lessons Learned from the 2019 Nebraska Floods: Implications for Emergency Management, Mass Care, and Food Security	C.10
22	Literatur Akademik	Chowdhury dkk. (2022)	Lived-Experience of Women's Well-Being in the Cyclone Shelters of Coastal Bangladesh	C.11
23	Literatur Akademik	Akbar (2022)	A Phenomenological Study Of Lived Experiences Of 2022 Flood Survivors In Rajan Pur District-South Punjab-Pakistan	C.12
24	Literatur Akademik	Ye dkk. (2022)	Research on the Operation Management and Optimization Path of Quarantine Hotels During Disasters from the Perspective of Emergency Shelters: a Case Study of Guangzhou, China	C.13
25	Literatur Akademik	Han & Wu (2024)	Why do people not prepare for disasters? A national survey from China	C.14
26	Literatur Akademik	Beatini dkk. (2022)	Structural and Spatial Minimal Requirement Efficacy of Emergency Shelters for Different Emergencies	C.15
27	Literatur Akademik	Awaluddin Azril dkk. (2022b)	Temporary Residential Design Analysis Type Of Hex House For Disaster Survival In Indonesia	C.16
28	Literatur Akademik	Moslehi dkk. (2023)	The Role of the Mosque as an Emergency Shelter in Disasters: A Systematic Review	C.17
29	Literatur Akademik	Asif & Mahmood (2023)	The role of NGOs in support of women acid survivors in Pakistan: a comparative analysis	C.18
30	Literatur Akademik	Pimentel (2023)	Yolanda Permanent Housing Projects Turnover Engagements towards Safe and Sustainable Shelter Foresight	C.19

Data-data diatas kemudian digunakan untuk memperoleh informasi-informasi spesifik mengenai kebutuhan dasar *shelter* pasca bencana yaitu sebagai berikut.

1. Luas minimum area pemukiman

   Berdasarkan Sphere Association (2018), Kebutuhan dasar luas area permukiman untuk *shelter* pasca bencana 45 m^2 untuk tiap orang untuk permukiman yang dikelola seperti tempat pengungsian termasuk wilayah kegiatan rumah tangga atau minimal 30 m^2 untuk tiap orang termasuk wilayah kegiatan rumah tangga jika lokasi kegiatan bersama diletakkan di luar area hunian.

2. Rasio minimum antara luas hidup dan luas keseluruhan lahan hunian

   Berdasarkan Sphere Association (2018), rasio minium antara luas hidup dan luas keseluruhan *shelter* adalah 1:2. Namun, apabila dimungkinkan, rasio ini dapat ditingkatkan menjadi 1:3 dan seterusnya.

3. Luas area hidup *shelter*

   Berdasarkan data yang ditinjau, terdapat perbedaan luas minimum area *shelter* menurut regulasi di Indonesia dan standar internasional. Adapun persyaratan tersebut disajikan dalam Tabel 5.5 sebagai berikut

Tabel 5. 5 Luas Minimum Area Hidup Shelter

No	Kebutuhan Dasar	Sumber
1	Luas area hidup pengguna *shelter* minimal 3,5 m^2 per orang untuk iklim tropis/panas dan minimal 4,5 m^2 per orang untuk iklim dingin	B.4; B.5
2	Luas area hidup pengguna *shelter* minimal 3 m^2 per orang	A.1; A2; A.3

Berdasarkan Tabel 5.5 di atas, luas minimum area hidup untuk iklim tropis berdasarkan regulasi di Indonesia adalah 3 m^2, sedangkan menurut standar internasional adalah 3,5 m^2. Sebenarnya, pada standar UNHCR (2024) dan Sphere Association (2018), terdapat klausul yang menyebutkan jika luas area hidup *shelter* pasca bencana untuk iklim tropis tidak termasuk ruang memasak, mandi dan fasilitas sanitasi. Hal tersebut dikarenakan pada iklim tropis, lebih banyak kegiatan dilakukan di luar ruangan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan kriteria luasan minimum area hidup untuk Indonesia tetap mengacu pada regulasi yang berlaku yaitu 3 m^2.

4. Ketinggian *Shelter*

   Berdasarkan UNHCR (2024) ketinggian *shelter* untuk iklim tropis/panas minimum adalah 2 m dan pada iklim dingin maksimal 2 m. Ketinggian pada iklim tropis, jika dimungkinkan untuk ditambah guna meningkatkan ventilasi dan sirkulasi udara. Ketinggian pada iklim dingin tidak diperkenankan melebihi 2 m, dimaksudkan untuk menjaga suhu di dalam *shelter*. Senada dengan itu, Sphere Association (2018), juga mensyaratkan ketinggian minimum untuk *shelter* secara umum adalah 2 m dan secara khusus untuk iklim panas adalah 2,6 m diukur dari lantai hinggi ke langit-langit.

5. Masa pakai *shelter*

   Shelter pasca bencana, terutama *transitional shelter* digunakan sebagai tempat berlindung sementara sembari menunggu hunian permanen. Oleh karena itu, menurut Peraturan Bupati Lumajang No. 1 Tahun 2022, *shelter* harus mampu bertahan minimal 2 tahun.

6. Material

   Shelter harus dibuat dengan material yang memenuhi kebutuhan dasar yang dapat dilihat pada Tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5. 6 Kebutuhan Dasar Shelter Terkait Material

No	Kebutuhan Dasar	Sumber
1	Bahan/material *shelter* tidak bersumber dari bahan illegal	A.6
2	Bahan/material tidak membahayakan kesehatan	A.6
3	Menggunakan material lokal yang aman	B.2; C.15, C.3
5	Menggunakan material dengan kualitas yang baik	B.1, C.3

7. Kelayakan dan ekonomi

   Shelter digunakan pada masa darurat dimana masyarakat kehilangan harta benda dan mungkin juga mata pencaharian dan pendapatan. Oleh karena itu, menurut Karimi dkk. (2023), desain *shelter* pasca bencana perlu mempertimbangkan kelayakan dan biaya. Lebih lanjut Beatini dkk. (2022) dan Han & Wu (2024) berpendapat bahwa *shelter* perlu didesain dengan biaya produksi, biaya distribusi

dan biaya operasional yang terjangkau bagi penggunanya serta dapat distribusikan dengan cepat terutama untuk wilayah dengan sumber daya terbatas.

8. Akses terhadap fasilitas

   Shelter harus didesain untuk bisa memiliki kemudahan akses terhadap fasiltas. Beberapa kebutuhan dasar terhadap fasilitas dijabarkan dalam Tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5. 7 Kebutuhan Dasar Berkaitan Dengan Akses Terhadap Fasilitas

No	Kebutuhan Dasar	Sumber
1	*Shelter* memiliki aksesibilitas terhadap fasilitas umum	A.1; A.2; A.3; A.5; C.1; C2;
2	*Shelter* harus memiliki akses ke layanan dasar	B.4; C.4; C.8; C.10; C.12; C.13; C.14; C.17; C.19
3	*Shelter* harus memiliki drainase yang baik, akses jalan yang aman dan dekat dengan pusat transportasi	B.4; C.3

9. Fleksibilitas desain *shelter*

   Walaupun *shelter* pasca bencana tidak peruntukkan sebagai hunian secara permanen. Namun, fleksibilitas akan desain *shelter* dibutuhkan untuk menunjang kebutuhan penggunanya. Oleh karena itu, menurut UNHCR (2024), baik *shelter* untuk iklim tropis/panas ataupun iklim dingin apabila dimungkinkan untuk bisa dimodifikasi di masa depan.

10. Keamanan, kenyamanan dan kesehatan

    Shelter harus memenuhi aspek keamanan dan kesehatan bagi penggunaanya. lebih lanjut ketentuan terkait keamanan dan kesehatan *shelter* dijabarkan pada Tabel 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5. 8 Kebutuhan Dasar Berkaitan Dengan Keamanan, Kenyaman dan Kesehatan

No	Kebutuhan Dasar	Sumber
1	*Shelter* memenuhi persyaratan keamanan	A.1; A.2; A.3; A.5; A.6; B.1; B.4; C.11; C.15; C.16; C.18
2	*Shelter* menjamin keselamatan penggunanya	A.1; A.2; A.3; A.5; A.6; B.2; B.3; B.4; C.9; C.13; C.14; C.16
3	*Shelter* memenuhi aspek kesehatan	A.1; A.2; A.3; A.5; A.6; B.2; B.4; C.5; C.9; C.11; C.15; C.16
4	*Shelter* memenuhi aspek kenyamanan	B.2; B.4; C.2; C.5; C.15; C.16
5	*Shelter* dapat melindungi dari iklim/cuaca	A.6; B.2; B.3; B.4; B.5; C.1; C.5; C.15; C.16
6	*Shelter* dapat menjamin privasi	A.1; A.2; A.3; A.5; B.2; B.4; C.1; C.8; C.11; C.12; C.15; C.16

Shelter secara terkhusus harus didesain sesuai dengan kebutuhan bencana yang dihadapi (Upadhyay, 2023). Kriteria khusus *shelter* untuk tiap jenis bencana menurut IFRC (2011) dapat dilihat pada Tabel 5.9 sebagai berikut.

Tabel 5. 9 Kebutuhan Khusus Shelter Untuk Tiap Bencana

No	Bencana	Kebutuhan Khusus
1	Kebakaran	Memberikan jarak antar bangunan dengan mempertimbangkan arah angin dan bahaya api
		Shelter menggunakan material tahan api atau perlindungan terhadap material tidak tahan api
2	Gempa bumi	Pilihlah lokasi yang aman terhadap tanah longsor dan runtuhan batu serta tanah stabil
		Berikan jarak yang cukup antar bangunan guna antisipasi keruntuhan
		Memiliki struktur yang kuat
		Terbuat dari material berkualitas baik
		Memiliki geometri sederhana, simetris dan kompak
		Bukaan pada bangunan memiliki jarak yang cukup dari sudut bangunan
3	Angin kencang	*Shelter* harus berada pada lokasi yang terlindung oleh bentuk tanah atau diberikan perlindungan berupa perlindungan atau vegetasi
		Memiliki jarak yang cukup dari pohon yang tinggi
		Merencanakan pengurangan pengaruh angin melalui rencana tapak dan orientasi tapak bangunan
		Memiliki struktur yang kuat
		Terbuat dari material kualitas baik
		Perlindungan pada bukaan untuk mengurangi tekanan akibat angin
		Terdapat pengaku arah vertical dan horizontal
		Kemiringan atap minimal 30 dan maksimal 40 derajat
		Bentuk atap disarankan pelana
		Overhang atap diputuskan dari struktur utama dan memiliki panjang maksimum 20-30 cm

Lanjutan Tabel 5. 9 Kebutuhan Khusus Shelter Untuk Tiap Bencana

No	Bencana	Kebutuhan Khusus
3	Angin kencang	Struktur atap memiliki koneksi yang bai kantar komponennya dan terhadap struktur *shelternya*
		Penutup atap harus dipasang secara overlap dan mempertimbangkan kemiringan atap dengan ketentuan panjang overlap untuk kemiringan 20-30 derajat sebar 15 cm, untuk kemiringan lebih dari 30 derajat minimal 30 cm
4	Banjir	*Shelter* jika dimungkinkan dibangun di area yang tidak terkena banjir dan bahaya tanah longsor atau guguran tanah selama hujan dan pada tanah stabil dan terlindungi dari erosi
		Tata letak harus dibuat untuk mempermudah evakuasi
		Memiliki drainase yang baik
		Pondasi harus tahan terhadap air dan memiliki kedalaman yang cukup
		Jika dimungkinkan dibangun di atas panggung atau memiliki level lantai dengan ketinggian yang cukup
		Menggunakan material yang tahan air
		Shelter harus memiliki gutter air hujan

11. Dampak terhadap lingkungan

    Penyediaan *shelter* harus tetap memperhatikan kelestarian dari alam sekitar. Menurut SNI 7937:2013, *Shelter* harus meminimalkan dampak buruk terhadap lingkungan alam setempat. Lebih lanjut, Sphere Association (2018), berpendapat Penyediaan *shelter* harus diawali dengan peninjauan lingkungan, memiliki rencana pengelolaan dan pengawasan lingkungan, menggunakan material ramah lingkungan serta sebanyak 70% limbah padat dapat digunakan kembali.

12. Kesesuaian dengan budaya setempat

    Penyediaan *shelter* pasca bencana harus dapat diterima oleh masyarakat baik dari segi estetika maupun budaya (Karimi dkk., 2023). Selain itu, penyediaan

shelter harus melibatkan hubungan baik antara komunitas dan otoritas lokal serta antar komunitas (Fraser dkk., 2022). Oleh karena itu, desain *shelter* harus mempertimbangkan budaya setempat (Beatini dkk., 2022).

13. Perlindungan terhadap perempuan, anak-anak, lansia dan penyandang disabilitas

    Shelter pasca bencana tidak hanya digunakan oleh pria, tetapi juga digunakan oleh perempuan, anak-anak, lansia dan penyandang disabilitas. Oleh karena itu, diperlukan persyaratan terkait dengan hal tersebut. Kebutuhan dasar terkait dengan perlindungan terhadap perempuan, anak-anak, lansia dan penyandang disabilitas dijabarkan dalam Tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5. 10 Kebutuhan Dasar Terkait Perlindungan Perempuan, Anak-Anak dan Penyandang Disabilitas

No	Kebutuhan Dasar	Sumber
1	*Shelter* menjamin privasi antar jenis kelamin dan berbagai kelompok usia	A.1; A.2; A.3; A.5; B.2; B.4; C.1; C.8; C.11; C.12; C.15; C.16
2	*Shelter* ramah terhadap kaum rentan	A.6
3	*Shelter* memperhitungkan kemudahan bagi penyandang disabilitas dalam melakukan kegiatan sehari-hari	A.4
4	*Shelter* mudah diakses oleh perempuan, anak-anak, lansia, dan penyandang disabilitas	C.1; C.5; C.8; C.11 C.15;
5	*Shelter* menghindarkan dari risiko pelecehan dan kekerasan	C.8

Untuk mewujudkan *shelter* yang ramah terhadap penyandang disabilitas, IFRC (2015) merumuskan ketentuan lebih lanjut yaitu sebagai berikut

a. Pastikan permukaan yang rata dan seragam dengan drainase yang baik. Minimalkan perbedaan level antara lantai di luar dan di dalam *shelter*

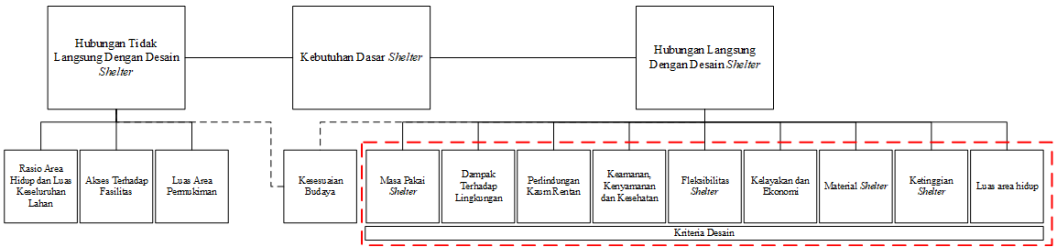
b. Apabila dimungkinkan untuk disediakan *ramp* dengan kemiringan maksimum 1:10 atau 1:12, lebar minimum 90 cm^2 dengan tepi jalan setinggi 5-10 cm serta permukaan yang tidak licin
c. Sertakan teras yang teduh setidaknya selebar 150 cm untuk manuver kursi roda
d. Pasang pegangan tangan di ramp dan teras untuk meningkatkan akses dan keselamatan
e. Bukaan pintu setidaknya 90 cm tanpa ambang batas atau penghalang tanah
f. Gunakan bahan yang tidak memantulkan cahaya dan warna yang kontras pada pintu masuk *shelter*
g. Gunakan pintu dan jendela yang tidak mudah dibuka dan tutup dengan *handle* yang mudah diakses
h. Sediakan penerangan di dalam dan diluar *shelter* dengan akses saklar yang mudah
i. Pastikan ada ruang untuk kursi roda bermanuver di dalam *shelter*
j. Pertimbangkan ventilasi alami untuk meningkatkan higienitas dan kenyamannan serta sediakan jaring peneduh untuk daerah beriklim panas serta tempatkan bukaan yang jauh dari sinar matahari
k. Permukaan kerja harus berada di ketinggian yang nyaman dan menyediakan ruang kaki yang cukup

Berdasarkan hasil analisa di atas, maka diperoleh hasil yang terangkum dalam Tabel 5.11 sebagai berikut.

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Kebutuhan Dasar Shelter Pasca Bencana

No	Kebutuhan Dasar	Uraian	Sumber
1	Luas minimum area permukiman	- 45 m^2/orang jika kegiatan bersama menjadi satu dengan area hunian - 30 m^2/orang jika lokasi kegiatan bersama di luar area hunian	B.4
2	Rasio minimum area hidup dan luas keseluruhan lahan hunian	1:2	B.4
3	Luas area hidup	3 m^2/orang untuk iklim tropis	A.1; A2; A.3; B.4; B.5
4	Ketinggian minimum *shelter*	2 m	B.4; B.5
5	Masa pakai minimal *shelter*	2 tahun	A.6
6	Material	- Tidak bersumber dari bahan illegal - Tidak membahayakan Kesehatan - Material lokal - Memiliki kualitas yang baik	A.6; B.1; B.2; C.3; C.15
7	Kelayakan dan ekonomi	- Mempertimbangkan kelayakan - Mempertimbangkan biaya produksi, distribusi dan operasional - Mempertimbangkan kecepatan distribusi	C.5; C.14; C.15
8	Akses terhadap fasilitas	Memiliki akses terhadap fasilitas umum dan layanan dasar	A.1; A.2; A.3; A.5; B.4; B.4; C.1; C.2; C.3; C.4; C.8; C.10; C.12; C.13; C.14; C.17; C.19
9	Fleksibilitas *shelter*	Dimungkinkan modifikasi di masa depan	B.5
10	Keamanan, kenyamanan dan kesehatan	- Memenuhi persyaratan keamanan, keselamatan, kesehatan dan kenyamanan - Melindungi dari iklim/cuaca - Menjamin privasi - Mengakomodir kebutuhan khusus untuk bencana tertentu	A.1; A.2; A.3; A.5; A.6; B.1; B.2; B.3; B.4; B.5; C.1; C.2; C.5; C.6; C.8; C.9; C.11; C.12; C.13; C.14; C.15; C.16; C.18
11	Dampak terhadap lingkungan	- Meminimalkan dampak buruk terhadap lingkungan - 70% limbah padat dapat digunakan kembali	B.2; B.4
12	Kesesuaian dengan budaya setempat	- Melibatkan komunitas dan otoritas local - Desain *shelter* mempertimbangkan budaya setempat	C.7; C.15
13	Perlindungan terhadap perempuan, anak-anak, lansia dan penyandang disabilitas	- Menjamin privasi antar jenis kelamin dan kelompok usia - Ramah kaum rentan - Menghindarkan dari risiko pelecehan dan kekerasan	A.1; A.2; A.3; A.4; A.5; A.6; B.2; B.4; C.1; C.5; C.8; C.11; C.12; C.15; C.16

Berdasarkan data pada Tabel 5.11 di atas, ditetapkan hubungan langsung dan tidak langsung dalam kriteria desain shelter sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.2 sebagai berikut.



Gambar 5. 2 Kriteria Desain Shelter

5.2 Pemodelan Awal

5.2.1 Penentuan kebutuhan khusus dan lokasi acuan

Shelter diperuntukkan korban bencana yang mengungsi dan utamanya korban dengan kondisi rumah rusak berat. Oleh karena itu, penting untuk menentukan jenis bencana dengan dampak terbanyak di Indonesia. Dampak untuk tiap bencana di Indonesia rentang tahun 2000-2024 menurut BNPB (2024) disajikan dalam Tabel 5.12 sebagai berikut.

Tabel 5. 12 Jumlah Korban Mengungsi Untuk Tiap Jenis Bencana di Indonesia Tahun 2000-2024

No	Jenis Bencana	Jumlah Kejadian	Korban					Kerusakan							
								Rumah				Fasilitas			
			Meninggal	Hilang	Terluka	Menderita	Mengungsi	Rusak Berat	Rusak Sedang	Rusak Ringan	Terendam	Pendidikan	Kesehatan	Peribadatan	Umum
1	Banjir	16,938	5,201	1,342	271,329	49,456,423	9,027,044	220,394	41,766	476,678	10,209,362	12,828	3,188	9,024	5,236
2	Tanah Longsor	9,682	3,417	389	4,351	312,758	166,692	25,278	9,416	29,307	0	416	62	497	567
3	Gelombang Pasang Dan Abrasi	11	4	3	0	2,488	0	21	1	8	373	1	0	1	0
4	Cuaca Ekstrem	13,344	725	98	4,679	799,416	88,660	73,297	47,395	249,471	63,488	1,737	180	1,253	333
5	Kekeringan	3,211	25	0	104	22,034,567	810	1,342	2,030	8,523	0	81	13	55	33
6	Kebakaran Hutan Dan Lahan	5,533	59	0	13,872	518,771	3,221	128	5	25	0	5	0	1	0
7	Gempabumi	403	142,613	37,829	92,734	419,303	4,720,908	806,214	114,752	914,091	0	27,524	2,886	22,525	3,211
8	Tsunami	7	1,546	105	15,086	0	64,472	3,894	70	1,910	0	17	11	30	48
9	Erupsi Gunung Api	170	534	14	4,495	202,255	1,060,277	15,859	158	6,174	0	617	26	38	16
Total		49,299	154,124	39,780	406,650	73,745,981	15,132,084	1,146,427	215,593	1,686,187	10,273,223	43,226	6,366	33,424	9,444

(Sumber : BNPB, 2024)

Berdasarkan data pada Tabel 5.12 di atas, dapat kita ketahui jika bencana banjir merupakan bencana dengan jumlah korban mengungsi paling banyak yaitu sebanyak 9,027,044 diikuti oleh gempa bumi dan erupsi gunung api dengan jumlah korban mengungsi secara berturut-turut sebanyak 4,720,908 dan 1,060,277. Selanjutnya, apabila ditinjau dari kondisi rumah pasca bencana, diketahui jika bencana gempa bumi merupakan bencana yang menyubang kerusakan rumah tertinggi yaitu sebanyak 806,214 diikuti oleh bencana banjir dengan jumlah kerusakan rumah berat secara berturut-turut sebanyak 220,394. Sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya, dimana salah satu kriteria *shelter* darurat menurut Perka BNPB No. 7 Tahun 2008 adalah fasilitas umum berupa tempat ibadah, gedung olah raga, balai desa dll, maka penting juga untuk meninjau dampak kerusakan pada fasilitas tersebut. Berdasarkan data di atas, bencana gempa bumi merupakan bencana yang menyebabkan kerusakan fasilitas tertinggi dengan jumlah total 56,146 meliputi kerusakan fasilitas pendidikan, kesehatan, peribadatan dan umum secara berturut-turut sebanyak 27,524, 2,886, 22,525 dan 3,211. Bencana yang menyebabkan kerusakan fasilitas tertinggi nomor dua adalah bencana banjir dengan total kerusakan fasilitas sebanyak 30,276 meliputi kerusakan fasilitas pendidikan, kesehatan, peribadatan dan umum secara berturut-turut sebanyak 12,828, 3,188, 9,024 dan 5,236. Berdasarkan data-data di atas, maka dapat disimpulkan jika bencana banjir, gempa bumi dan erupsi gunung api merupakan bencana-bencana yang memerlukan perhatian lebih dalam penyediaan *shelter* pasca bencana.

Selanjutnya, Data jumlah bencana banjir, gempa bumi dan erupsi gunung api kumulatif untuk tiap provinsi di Indonesia menurut BNPB (2024) rentang waktu tahun 2000-2024 dapat dilihat pada Tabel 5.13 sebagai berikut.

Tabel 5. 13 Data Jumlah Kejadian Bencana Menurut Wilayah Tahun 2000-2024

No	Wilayah	Jumlah Kejadian	Korban					Kerusakan							
								Rumah				Fasilitas			
			Meninggal	Hilang	Terluka	Menderita	Mengungsi	Rusak Berat	Rusak Sedang	Rusak Ringan	Terendam	Pendidikan	Kesehatan	Peribadatan	Umum
1	Aceh	1,661	129,245	37,176	7,388	2,604,003	2,161,141	225,221	8,418	68,255	505,025	5,010	866	4,232	1,849
2	Sumatera Utara	1,317	1,434	217	23,485	2,364,785	505,248	58,312	2,688	25,530	587,741	2,018	173	2,430	324
3	Sumatera Barat	1,188	1,581	45	8,680	597,491	461,339	151,829	6,695	231,647	187,142	7,650	500	4,885	1,297
4	Riau	557	64	1	5,843	1,490,224	179,586	24,587	622	24,569	291,930	939	105	684	232
5	Jambi	472	46	12	935	817,680	99,481	9,961	414	7,390	202,184	694	175	176	43
6	Sumatera Selatan	826	116	4	1,343	1,330,746	89,581	2,959	1,598	27,560	281,214	294	14	48	123
7	Bengkulu	254	172	6	225	222,815	30,192	25,009	1,153	39,186	43,317	950	339	327	419
8	Lampung	580	105	25	804	192,583	17,551	4,699	2,023	17,254	68,456	75	8	28	101
9	Kepulauan Bangka Belitung	224	13	2	17	54,358	14,689	289	390	2,503	9,255	12	0	5	16
10	Kepulauan Riau	176	17	7	129	32,628	3,689	737	567	1,102	8,924	33	1	32	7
11	Dki Jakarta	311	187	1	9,400	1,087,355	1,127,825	7,774	317	19,765	206,539	12	3	506	5
12	Jawa Barat	4,565	1,165	121	75,016	6,142,889	2,024,016	107,197	39,084	310,497	2,120,898	7,910	1,134	8,257	412
13	Jawa Tengah	5,177	1,728	82	27,204	4,922,754	1,715,609	71,875	10,505	151,548	1,157,829	1,585	224	458	580
14	Di Yogyakarta	444	5,030	2	20,717	30,170	1,590,493	99,551	584	113,771	4,565	2,811	285	1,233	38
15	Jawa Timur	3,644	691	80	33,304	3,273,681	433,219	35,082	19,619	90,988	994,367	2,402	282	2,798	673
16	Banten	709	201	197	13,521	1,358,670	243,742	9,520	2,838	46,218	271,707	445	38	130	124
17	Bali	391	61	9	346	36,399	137,175	9,821	876	2,806	8,500	170	29	1,260	28
18	Nusa Tenggara Barat	735	646	4	4,556	969,036	543,673	89,902	41,883	163,800	123,242	1,394	202	345	439
19	Nusa Tenggara Timur	833	590	176	3,669	1,181,031	175,509	34,241	8,971	76,382	95,322	879	326	949	177

(Sumber : BNPB, 2024)

Lanjutan Tabel 5. 12 Data Jumlah Kejadian Bencana Menurut Wilayah Tahun 2000-2024

No	Wilayah	Jumlah Kejadian	Korban					Kerusakan							
								Rumah				Fasilitas			
			Meninggal	Hilang	Terluka	Menderita	Mengungsi	Rusak Berat	Rusak Sedang	Rusak Ringan	Terendam	Pendidikan	Kesehatan	Peribadatan	Umum
20	Kalimantan Barat	539	91	11	122	2,353,942	842,974	4,072	1,311	5,480	573,369	511	53	144	217
21	Kalimantan Tengah	482	26	4	903	2,206,605	114,292	1,147	145	3,616	379,732	393	153	314	98
22	Kalimantan Selatan	875	124	13	1,355	11,443,833	461,365	3,045	949	34,230	786,528	1,059	199	731	181
23	Kalimantan Timur	497	80	2	2,894	1,070,731	199,224	8,648	186	2,944	356,395	397	56	249	73
24	Kalimantan Utara	95	7	0	219	240,681	5,423	826	56	58	28,217	108	11	26	8
25	Sulawesi Utara	328	203	53	21,380	339,163	229,675	5,889	1,293	30,577	86,362	566	27	291	136
26	Sulawesi Tengah	673	3,829	709	13,611	583,952	299,244	43,160	27,225	45,756	66,100	1,555	229	542	181
27	Sulawesi Selatan	1,429	555	37	60,837	1,721,457	150,992	31,580	5,403	28,082	517,907	1,395	423	550	444
28	Sulawesi Tenggara	497	112	15	453	281,272	109,473	6,600	2,847	20,972	44,839	104	58	172	63
29	Gorontalo	320	38	12	12,331	1,230,084	148,730	2,679	215	12,180	132,911	96	36	74	89
30	Sulawesi Barat	232	161	16	11,603	177,533	191,035	8,109	6,933	15,735	27,390	264	58	130	44
31	Maluku	275	122	4	2,114	82,832	288,581	9,056	4,599	5,870	24,445	274	46	152	53
32	Maluku Utara	276	30	10	1,560	87,451	120,260	3,148	1,905	5,181	27,467	231	34	93	66
33	Papua Barat	85	194	125	4,053	52,841	83,696	5,760	523	4,010	8,042	181	57	233	59
34	Papua Barat	11	0	0	0	9,134	256	1	0	0	1,632	0	0	3	0
35	Papua Selatan	4	0	0	0	4,094	312	0	6	836	54	0	0	0	0
36	Papua Tengah	162	409	105	3,197	274,126	97,561	13,148	1,230	10,055	39,979	289	136	338	196
37	Papua Pegunungan	2	0	0	21	1,743	0	288	0	44	0	0	0	3	0
38	Papua Barat Daya	10	0	0	2	6,625	38	42	0	17	3,324	0	0	12	1
Total		30,856	149,073	39,283	373,237	50,877,397	14,896,889	1,115,764	204,071	1,646,414	10,272,850	42,706	6,280	32,840	8,796

(Sumber : BNPB, 2024)

Berdasarkan Tabel 5.13 di atas, diketahui jika Provinsi Aceh merupakan provinsi dengan jumlah korban mengungsi paling tinggi yaitu sebanyak 2,161,141, diikuti oleh Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, D.I. Yogyakarta dan DKI Jakarta yaitu secara berturut-turut sebanyak 2,024,016, 1,715,609, 1,590,493 dan 1,127,825. Selanjutnya, wilayah dengan jumlah kerusakan rumah dengan klasifikasi rusak berat tertinggi pada Provinsi Aceh dengan jumlah 225,221, diikuti oleh Provinsi Jawa Barat, Provinsi Sumatera Barat, Provinsi D.I. Yogyakarta dan Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan jumlah secara berturut-turut sebanyak 151,829, 107,197, 99,551 dan 89,902. Sedangkan, kerusakan fasilitas akibat bencana tertinggi terjadi pada Provinsi Jawa Barat dengan jumlah kerusakan fasilitas sebanyak 17,713 meliputi kerusakan fasilitas pendidikan, kesehatan, peribadatan dan umum secara berturut-turut sebanyak 7,910, 1,134, 8,257 dan 412 diikuti oleh Provinsi Sumatera Barat dan Provinsi Aceh secara berturut-turut sebanyak 14,332 dan 11,957. Oleh karena itu, Provinsi Aceh dipilih secara lokasi untuk pemodelan pada penelitian ini.

Selanjutnya, data jumlah bencana banjir, gempa bumi dan erupsi gunung api kumulatif untuk tiap kabupaten/kota di Provinsi Aceh menurut BNPB (2024) rentang waktu tahun 2000-2024 dapat dilihat pada Tabel 5.14 sebagai berikut.

Tabel 5. 14 Data Jumlah Kejadian Bencana Menurut Wilayah di Provinsi Aceh Tahun 2000-2024

No	Wilayah	Jumlah Kejadian	Korban					Kerusakan							
								Rumah				Fasilitas			
			Meninggal	Hilang	Terluka	Menderita	Mengungsi	Rusak Berat	Rusak Sedang	Rusak Ringan	Terendam	Pendidikan	Kesehatan	Peribadatan	Umum
1	Simeulue	61	45	0	189	60,630	75,370	9,132	216	10,809	11,446	1,212	148	339	17
2	Aceh Singkil	72	30	1	9	272,226	28,935	2,477	199	3,091	59,141	119	14	76	29
3	Aceh Selatan	129	11	6	202	191,534	83,598	1,304	145	2,719	26,789	74	12	74	56
4	Aceh Tenggara	105	46	32	280	52,308	17,923	806	273	1,730	7,159	15	2	15	41
5	Aceh Timur	123	109	1	4	139,877	137,259	1,313	138	1,441	43,784	175	21	21	183
6	Aceh Tengah	68	36	0	2,429	27,329	55,459	5,744	2,461	6,799	538	1,154	146	160	25
7	Aceh Barat	89	6	0	4	228,664	243,613	148	35	1,489	49,360	114	2	4	19
8	Aceh Besar	83	7	4	49	75,893	111,944	138	156	331	5,090	153	1	3	12
9	Pidie	81	25	3	213	34,342	159,668	1,915	591	1,141	20,088	220	11	127	44
10	Bireuen	83	4	0	277	149,740	179,005	414	259	1,833	6,111	177	5	33	17
11	Aceh Utara	124	18	1	15	406,402	319,494	1,783	54	7,854	95,907	255	1	7	14
12	Aceh Barat Daya	62	15	60	8	12,275	7,928	273	26	110	9,659	79	0	1	15
13	Gayo Lues	47	17	0	46	17,608	5,314	681	47	268	441	9	1	18	30
14	Aceh Tamiang	74	29	0	6	238,365	351,133	14,865	12	16,942	49,069	252	106	169	20
15	Nagan Raya	64	4	2	0	159,569	87,080	51	8	414	22,793	46	2	4	13
16	Aceh Jaya	88	3	0	4	236,029	117,287	225	9	562	47,132	111	0	1	1
17	Bener Meriah	66	12	3	136	1,243	6,602	1,354	1,390	2,947	36	338	18	100	15
18	Pidie Jaya	38	97	0	683	83,860	86,159	2,593	2,164	3,828	10,146	192	120	213	21

(Sumber : BNPB, 2024)

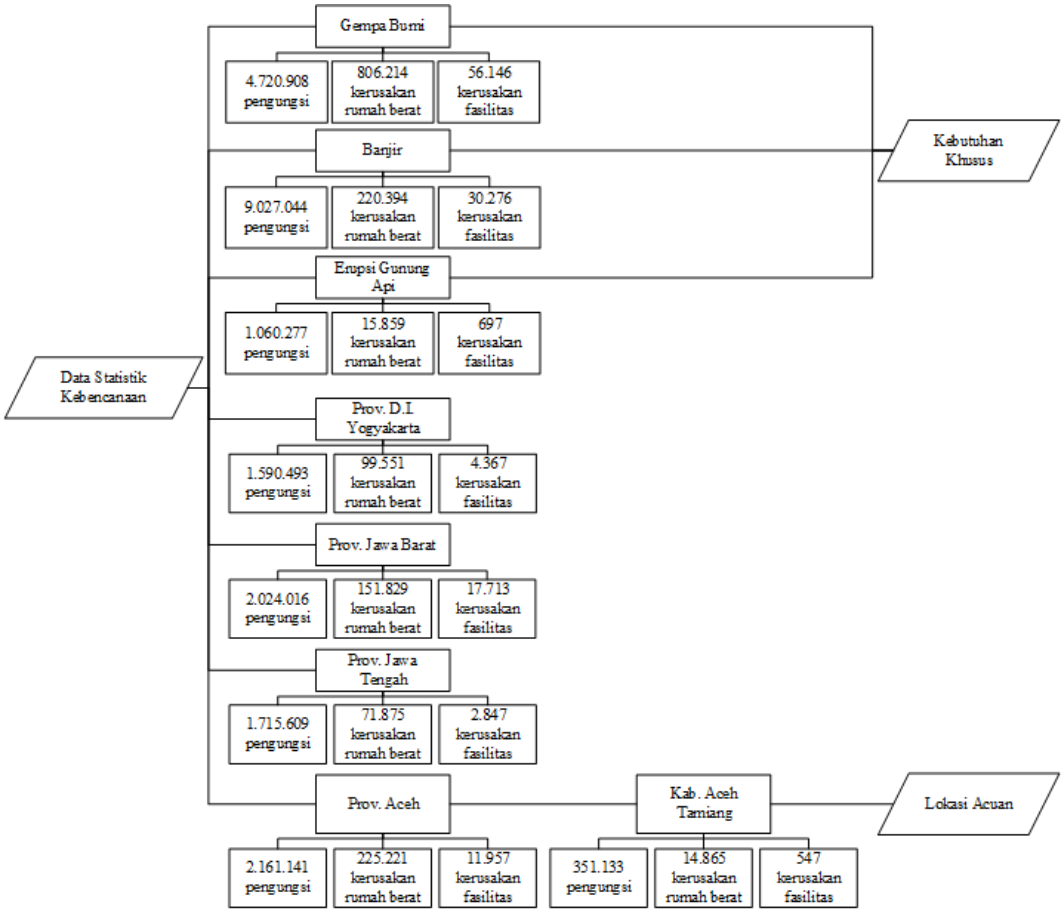
Lanjutan Tabel 5. 13 Data Jumlah Kejadian Bencana Menurut Wilayah di Provinsi Aceh Tahun 2000-2024

No	Wilayah	Jumlah Kejadian	Korban					Kerusakan							
								Rumah				Fasilitas			
			Meninggal	Hilang	Terluka	Menderita	Mengungsi	Rusak Berat	Rusak Sedang	Rusak Ringan	Terendam	Pendidikan	Kesehatan	Peribadatan	Umum
19	Kota Banda Aceh	14	128,729	37,063	2,830	201	51,001	179,315	0	89	250	168	241	2,743	1,257
20	Kota Sabang	58	0	0	1	2,919	3,748	28	32	60	880	8	0	1	2
21	Kota Langsa	42	0	0	1	90,607	7,875	89	34	555	22,886	2	0	1	0
22	Kota Lhokseumawe	43	1	0	2	18,455	16,816	117	2	38	4,762	47	0	1	0
23	Kota Subulussalam	49	1	0	0	103,927	7,930	456	167	3,205	11,558	90	15	121	18
Total		1,663	129,245	37,176	7,388	2,604,003	2,161,141	225,221	8,418	68,255	505,025	5,010	866	4,232	1,849

(Sumber : BNPB, 2024)

Berdasarkan Tabel 5.14 di atas, dapat diketahui jika Kabupaten Aceh Tamiang merupakan kabupaten dengan jumlah korban mengungsi tertinggi sebanyak 351,133, rumah rusak berat sebanyak 14,865 dan kerusakan fasilitas sebanyak 547. Oleh karena itu, dipilih Kabupaten Aceh Tamiang sebagai lokasi penelitian dengan kebutuhan khusus *shelter* untuk bencana banjir, gempa bumi dan erupsi gunung api.

Proses penentuan kebutuhan khusus dan lokasi acuan dapat dilihat pada Gambar 5.3 sebagai berikut.



Gambar 5. 3 Proses Penentuan Kebutuhan Khusus dan Lokasi Acuan

5.2.2 Penentuan luasan minimum acuan

Pemodelan awal bangunan dimaksudkan untuk menentukan modul bangunan yang optimal. Pemodelan awal bangunan disesuaikan dengan kebutuhan dasar sebagaimana dijabarkan pada subbab sebelumnya. Luasan tapak *shelter* disesuaikan pada jumlah rata-rata anggota keluarga di Indonesia. Persentase rumah

tangga menurut provinsi, jenis kelamin kepala rumah tangga dan banyaknya anggota keluarga tahun 2024 menurut BPS (2024) dapat dilihat pada Tabel 5.15 sebagai berikut.

Tabel 5. 15 Persentase rumah tangga menurut provinsi, jenis kelamin kepala rumah tangga dan banyaknya anggota keluarga tahun 2024

Provinsi	Jenis Kelamin Kepala Rumah Tangga	Laki-laki					Perempuan					Laki-laki+Perempuan				
	Tahun	2024					2024					2024				
	Jumlah Anggota Rumah Tangga	1	2-3	4-5	6	Total	1	2-3	4-5	6	Total	1	2-3	4-5	6	Total
Aceh		1.08	26.24	53.92	18.76	100	21.27	46.85	23.85	8.04	100	4.38	29.60	49.02	17.01	100
Sumatera Utara		0.62	28.95	52.70	17.74	100	14.71	49.18	29.60	6.51	100	2.34	31.43	49.87	16.36	100
Sumatera Barat		1.62	28.17	50.60	19.60	100	21.25	43.48	26.17	9.10	100	4.30	30.26	47.27	18.17	100
R i a u		1.02	29.35	54.45	15.19	100	14.79	42.73	34.14	8.33	100	2.31	30.60	52.55	14.55	100
J a m b i		0.72	33.82	52.20	13.26	100	19.43	49.95	25.27	5.35	100	2.39	35.26	49.80	12.56	100
Sumatera Selatan		0.85	30.25	54.73	14.17	100	16.64	46.22	27.98	9.16	100	2.18	31.60	52.47	13.74	100
Bengkulu		0.81	33.13	55.44	10.61	100	17.77	53.70	25.27	3.26	100	2.02	34.60	53.29	10.09	100
Lampung		0.60	35.85	53.65	9.91	100	16.89	50.76	27.73	4.62	100	1.94	37.07	51.52	9.47	100
Kepulauan Bangka Belitung		2.01	34.94	50.75	12.30	100	19.45	53.51	26.04	0.99	100	3.67	36.71	48.40	11.22	100
Kepulauan Riau		3.73	36.68	49.37	10.22	100	26.62	44.34	21.58	7.46	100	5.77	37.36	46.90	9.97	100
DKI Jakarta		1.70	35.42	53.48	9.41	100	9.44	59.68	25.16	5.72	100	2.75	38.71	49.63	8.91	100
Jawa Barat		1.05	39.19	51.77	7.99	100	24.14	48.11	22.40	5.35	100	3.53	40.15	48.61	7.71	100
Jawa Tengah		1.27	38.57	48.70	11.46	100	27.84	48.19	20.04	3.94	100	4.86	39.87	44.83	10.44	100
DI Yogyakarta		7.00	38.74	46.00	8.25	100	42.35	44.94	10.82	1.89	100	13.51	39.88	39.52	7.08	100
Jawa Timur		1.68	41.92	46.38	10.01	100	29.03	47.14	19.69	4.14	100	5.45	42.64	42.70	9.20	100

(Sumber : BPS, 2024)

Lanjutan Tabel 5. 14 Persentase rumah tangga menurut provinsi, jenis kelamin kepala rumah tangga dan banyaknya anggota keluarga tahun 2024

Provinsi	Jenis Kelamin Kepala Rumah Tangga	Laki-laki					Perempuan					Laki-laki+Perempuan				
	Tahun	2024					2024					2024				
	Jumlah Anggota Rumah Tangga	1	2-3	4-5	6	Total	1	2-3	4-5	6	Total	1	2-3	4-5	6	Total
Banten		0.49	32.46	57.23	9.82	100	15.37	50.18	27.46	6.99	100	1.97	34.22	54.28	9.54	100
B a l i		3.48	35.24	46.40	14.88	100	36.19	46.70	16.01	1.10	100	6.57	36.32	43.52	13.58	100
Nusa Tenggara Barat		1.09	40.65	50.04	8.22	100	22.65	59.63	16.03	1.69	100	4.44	43.60	44.76	7.20	100
Nusa Tenggara Timur		1.62	23.01	47.40	27.98	100	16.40	41.72	28.67	13.21	100	3.84	25.82	44.58	25.76	100
Kalimantan Barat		0.63	30.60	51.95	16.82	100	9.83	50.13	28.46	11.58	100	1.48	32.39	49.79	16.34	100
Kalimantan Tengah		1.95	41.66	47.30	9.09	100	17.55	53.53	25.91	3.01	100	2.90	42.38	46.00	8.72	100
Kalimantan Selatan		1.93	38.24	50.12	9.71	100	24.98	48.35	21.15	5.52	100	4.88	39.53	46.41	9.17	100
Kalimantan Timur		2.17	34.50	49.58	13.75	100	19.72	44.69	26.20	9.39	100	3.67	35.37	47.58	13.38	100
Kalimantan Utara		1.44	31.88	44.40	22.28	100	9.55	38.63	37.66	14.16	100	2.08	32.42	43.87	21.63	100
Sulawesi Utara		1.43	38.91	46.12	13.54	100	14.11	56.69	23.13	6.06	100	2.71	40.71	43.80	12.78	100
Sulawesi Tengah		1.28	31.71	48.30	18.71	100	21.77	43.41	21.38	13.44	100	3.20	32.81	45.76	18.22	100
Sulawesi Selatan		0.68	29.59	49.39	20.34	100	11.07	46.46	29.88	12.60	100	2.05	31.82	46.82	19.32	100
Sulawesi Tenggara		1.40	27.54	47.41	23.65	100	17.63	42.73	26.12	13.51	100	3.50	29.51	44.65	22.33	100
Gorontalo		0.62	32.54	47.17	19.68	100	16.62	51.64	22.98	8.76	100	2.21	34.44	44.76	18.59	100
Sulawesi Barat		1.19	27.91	46.91	23.99	100	9.31	41.53	35.68	13.48	100	2.12	29.46	45.63	22.79	100

(Sumber : BPS, 2024)

Lanjutan Tabel 5. 14 Persentase rumah tangga menurut provinsi, jenis kelamin kepala rumah tangga dan banyaknya anggota keluarga tahun 2024

Provinsi	Jenis Kelamin Kepala Rumah Tangga	Laki-laki					Perempuan					Laki-laki+Perempuan				
	Tahun	2024					2024					2024				
	Jumlah Anggota Rumah Tangga	1	2-3	4-5	6	Total	1	2-3	4-5	6	Total	1	2-3	4-5	6	Total
Maluku		1.10	24.94	43.35	30.61	100	11.61	38.49	34.36	15.54	100	2.27	26.44	42.35	28.93	100
Maluku Utara		0.75	24.73	47.84	26.67	100	7.69	46.87	28.54	16.91	100	1.33	26.58	46.23	25.86	100
Papua Barat		2.95	30.18	44.19	22.68	100	15.91	44.81	23.70	15.59	100	4.11	31.50	42.35	22.04	100
Papua Barat Daya		3.12	29.88	42.85	24.14	100	8.83	43.65	22.89	24.63	100	3.63	31.10	41.08	24.19	100
Papua		2.80	34.18	41.10	21.92	100	16.58	48.71	26.06	8.64	100	4.16	35.61	39.62	20.61	100
Papua Selatan		2.57	31.79	42.58	23.06	100	25.12	41.25	24.41	9.22	100	4.87	32.76	40.72	21.65	100
Papua Tengah		4.30	42.13	42.37	11.19	100	24.83	42.89	27.11	5.17	100	5.67	42.18	41.35	10.79	100
Papua Pegunungan		3.80	38.26	44.07	13.88	100	26.28	50.93	16.59	6.21	100	4.88	38.87	42.75	13.51	100
INDONESIA		1.38	36.00	50.32	12.30	100	22.65	48.34	23.05	5.96	100	3.90	37.46	47.08	11.55	100

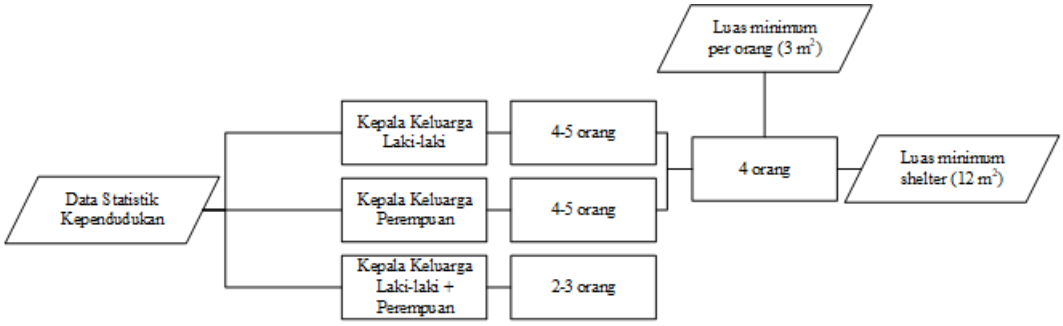
(Sumber : BPS, 2024)

Berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 5.15 di atas, persentase keluarga tertinggi untuk kepala keluarga laki-laki dan laki-laki+Perempuan adalah keluarga dengan jumlah anggota 4-5 orang yaitu sebanyak rata-rata 50,32% dan 47,08%. Sedangkan, persentase keluarga tertinggi untuk kepala keluarga perempuan adalah keluarga dengan jumlah anggota 2-3 orang yaitu sebanyak 48,34%. Oleh karena itu, *shelter* yang akan dimodelkan diperuntukkan untuk keluarga dengan anggota keluarga 4 orang. Luasan yang dibutuhkan dihitung sebagai berikut.

Luasan dibutuhkan = 3 m^2 x 4 orang

= 12 m^2

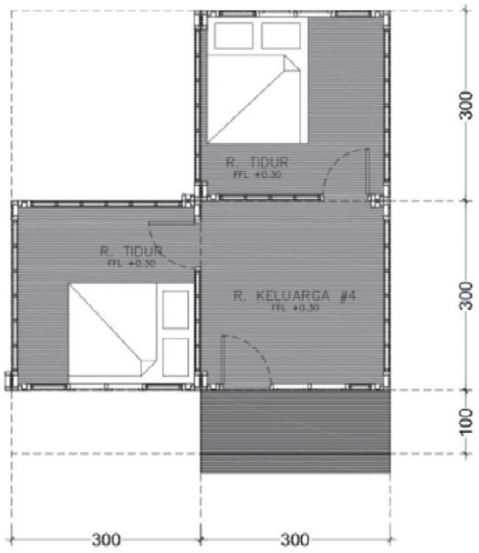
Proses penentuan luas minimum *shelter* diilustrasikan melalui gambar 5.4 sebagai berikut.



Gambar 5. 4 Proses Penentuan Luas Minimum *Shelter*

5.2.3 Penentuan denah tapak acuan

Berdasarkan data di atas, referensi tapak rumah yang digunakan dalam pemodelan mengacu pada publikasi A. F. Rahman dkk. (2020) yaitu sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5. 5 Referensi Denah *Shelter* Untuk Pemodelan

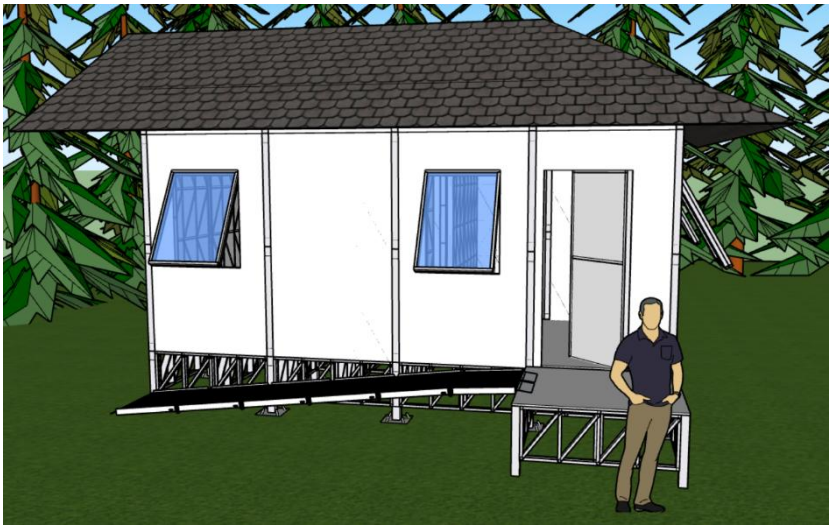
Sumber: A. F. Rahman dkk. (2020)

Dalam denah tersebut termuat ruangan sebagai berikut.

1. Kamar tidur, ukuran 9 m^2 (2 unit = 18 m^2)
2. Ruang keluarga, ukuran 9 m^2
3. Teras, ukuran 3,04 m^2

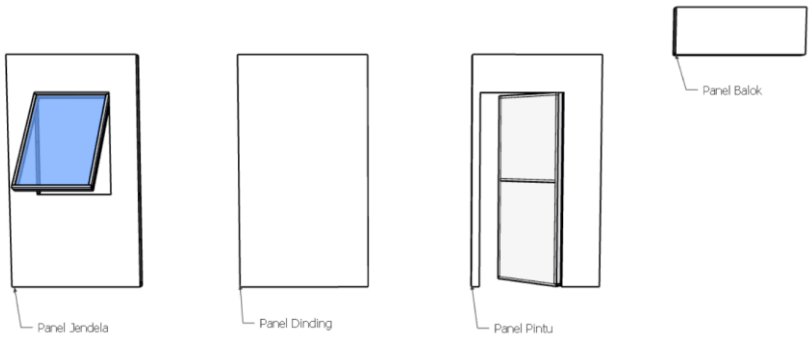
5.2.4 Model awal

Tahapan selanjutnya adalah membuat model awal yang nantinya dijadikan acuan untuk tahap selanjutnya yaitu analisis dan desain struktur. Model dibuat dengan berdasar data yang telah diperoleh dari studi kebutuhan dasar shelter dan kebutuhan khusus sesuai lokasi sebelumnya. Model awal yang digunakan pada studi kali ini dapat dilihat pada Gambar 5.6 sebagai berikut.



Gambar 5. 6 Model Awal Shelter

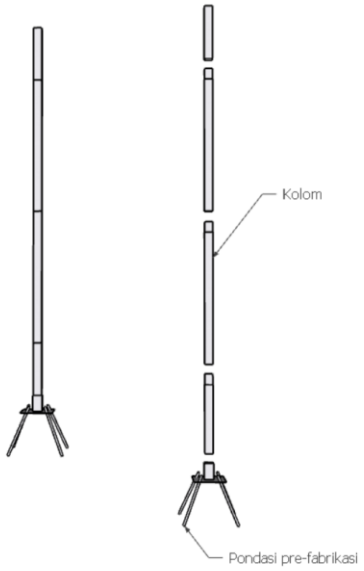
Model ini disusun dengan 4 tipe panel modular yaitu panel balok, panel dinding, panel pintu dan panel jendela. Ilustrasi dari masing-masing panel dapat dilihat pada Gambar 5.7 sebagai berikut.



Gambar 5. 7 Panel Modular Shelter

Panel-panel tersebut terhubung pada kolom *hollow* besi dengan ukuran 75 x 75 x 3,2 mm. Kolom tersebut terbagi atas beberapa bagian dan pada bagian bawah

terhubung pada pondasi pre-fabrikasi. Ilustrasi kolom dan pondasi dapat dilihat pada Gambar 5.8 sebagai berikut.



Gambar 5. 8 Kolom dan Pondasi Pre-fabrikasi

Shelter di desain lebih tinggi 500 mm dari muka tanah dengan tujuan mengakomodasi genangan air yang mungkin terjadi terutama di area rawan banjir.

5.3 Analisis dan Desain Struktur

5.3.1 Konfigurasi bangunan

Data konfigurasi bangunan *shelter* yang akan didesain adalah sebagai berikut.

1. Jenis bangunan : Bangunan 1 lantai
2. Sistem struktur : Sistem tunggal
3. Fungsi bangunan : Hunian
4. Lokasi : Kabupaten Aceh Tamiang
5. Tinggi : 4,3 m
6. Mutu baja (f_y) : 550 MPa

5.3.2 Pembebanan struktur

5.3.2.1 Beban mati

Beban yang termasuk beban mati adalah material bangunan yang digunakan dalam elemen struktur bangunan dan semua benda yang bersifat melekat pada struktur bangunan. Perhitungan beban mati dijabarkan sebagai berikut.

1. Beban mati akibat berat sendiri struktur (*self weight*)

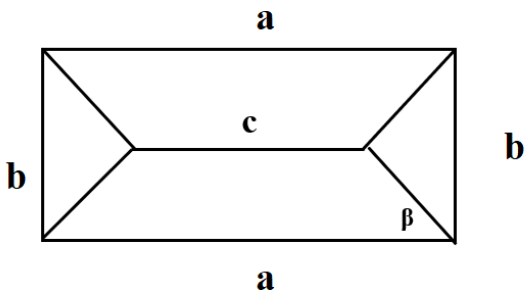
   Beban mati akibat berat sendiri struktur (*self weight*) dapat berubah-ubah selama proses desain, karena tergantung dari dimensi (*section properties*) dari setiap elemen struktur yang direncanakan. Perhitungan beban mati akibat berat sendiri struktur pada penelitian ini tidak dihitung secara manual, melainkan dilakukan secara otomatis selama proses desain dilakukan dengan bantuan program SAP 2000.

2. Beban mati tambahan lantai

   Lantai yang digunakan pada penelitian menggunakan papan fiber semen dengan ketebalan 20 mm. Lantai ini tidak difungsikan sebagai komponen strutkur, sehingga beban lantai ini ditambahkan pada struktur penahan lantainya. Beban lantai ini diambil dari *technical data sheet* produsen papan fiber semen yaitu sebesar 28,4 kg/m^2.

3. Beban mati tambahan penutup atap

   Penutup atap yang digunakan pada penelitian menggunakan atap spandek dengan ketebalan 0,35 mm BMT atau 0,40 TCT. Beban penutup atap ini diambil dari *technical data sheet* produsen yaitu sebesar 3,92 kg/m^2. Beban ini diberikan pada kuda-kuda dan gording atap. Perhitungan beban mati tambahan untuk atap dihitung sebagai berikut.



Gambar 5. 9 Tributary Area Pembebanan Mati Tambahan Akibat Penutup Atap

Lebar kuda-kuda = 3 m

Jarak antar kuda-kuda = 1 m

Tinggi kuda-kuda = 0,866 m

Sudut kemiringan atap = 30^o

Panjang sisi miring kuda-kuda $= \frac{\frac{Lebar\ kuda-kuda}{2}}{Cos\ 30°}$

$= \frac{\frac{3}{2}}{Cos\ 30°}$

= 1,7321 m

β = 45^o

b $= \frac{Panjang\ sisi\ miring\ kuda-kuda}{Jumlah\ gording}$

$= \frac{1,7321}{4}$

= 0,433 m

Tinggi segitiga $= \frac{b}{2} \times \tan \beta$

$= \frac{0,433}{2} \times \tan 45°$

= 0,217 m

Luas segitiga $= \frac{1}{2} \times b \times tinggi\ segitiga$

$= \frac{1}{2} \times 0,433 \times 0,217$

= 0,047 m^2

c $= Jarak\ antar\ kuda - kuda - (2 \times$

$inggi\ segitiga)$

$= 1 - (2 \times 0{,}217)$

$= 0{,}567$ m

a $= 1$ m

Tinggi trapesium $= \frac{b}{2}$

$= \frac{0{,}433}{2}$

$= 0{,}217$ m

Luas trapesium $= \frac{1}{2} \times (a + c) \times tinggi\ trapesium$

$= \frac{1}{2} \times (1 + 0{,}567) \times 0{,}217$

$= 0{,}170$ m^2

$W_{penutup\ atap}$ $= 3{,}92$ kg/m^2

$= 0{,}03846$ kN/m^2

$AdL_{kuda\text{-}kuda}$ $= \frac{W_{penutup\ atap} \times Luas\ segitiga \times 2}{Panjang\ sisi\ miring\ kuda-kuda}$

$= \frac{0{,}03846 \times 0{,}047 \times 2}{1{,}7321}$

$= 0{,}002$ kN/m

$AdL_{gording}$ $= \frac{W_{penutup\ atap} \times Luas\ trapesium \times 2}{Panjang\ gording}$

$= \frac{0{,}03846 \times 0{,}170 \times 2}{1{,}7321}$

$= 0{,}013$ kN/m

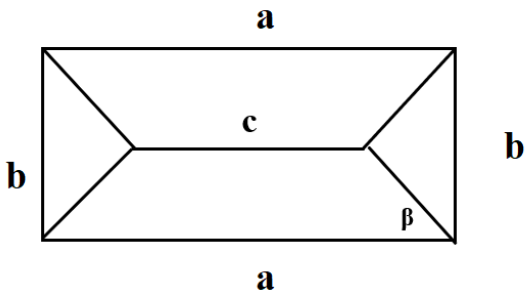
5.3.2.2 Beban hidup

1. Beban hidup lantai

   Beban hidup yang digunakan mengacu pada SNI 1727:2020. Beban hidup yang digunakan pada penelitian ini adalah beban untuk rumah tinggal yaitu sebesar 1,92 kN/m^2.

2. Beban hidup atap

   Menurut SKBI (1987), beban hidup pada atap minimum sebesar 100 kg/m^2. Beban ini diberikan pada kuda-kuda dan gording atap. Perhitungan beban hidup untuk atap dihitung sebagai berikut.



Gambar 5. 10 Tributary Area Pembebanan Hidup Atap

Lebar kuda-kuda = 3 m

Jarak antar kuda-kuda = 1 m

Tinggi kuda-kuda = 0,866 m

Sudut kemiringan atap = 30°

Panjang sisi miring kuda-kuda $= \frac{\frac{Lebar\ kuda-kuda}{2}}{Cos\ 30°}$

$= \frac{\frac{3}{2}}{Cos\ 30°}$

= 1,7321 m

β = 45°

b $= \frac{Panjang\ sisi\ miring\ kuda-kuda}{Jumlah\ gording}$

$= \frac{1,7321}{4}$

= 0,433 m

Tinggi segitiga $= \frac{b}{2} \times \tan \beta$

$= \frac{0,433}{2} \times \tan 45°$

= 0,217 m

Luas segitiga $= \frac{1}{2} \times b \times tinggi\ segitiga$

$= \frac{1}{2} \times 0,433 \times 0,217$

= 0,047 m^2

c $= Jarak\ antar\ kuda - kuda - (2 \times$

$inggi\ segitiga)$

$= 1 - (2 \times 0{,}217)$

$= 0{,}567$ m

a $= 1$ m

Tinggi trapesium $= \frac{b}{2}$

$= \frac{0{,}433}{2}$

$= 0{,}217$ m

Luas trapesium $= \frac{1}{2} \times (a + c) \times tinggi\ trapesium$

$= \frac{1}{2} \times (1 + 0{,}567) \times 0{,}217$

$= 0{,}170$ m^2

$W_{hidup\ atap}$ $= 100$ kg/m^2

$= 0{,}981$ kN/m^2

$Lr_{kuda\text{-}kuda}$ $= \frac{W_{hidup\ atap} \times Luas\ segitiga \times 2}{Panjang\ sisi\ miring\ kuda-kuda}$

$= \frac{0{,}981 \times 0{,}047 \times 2}{1{,}7321}$

$= 0{,}053$ kN/m

$Lr_{gording}$ $= \frac{W_{hidup\ atap} \times Luas\ trapesium \times 2}{Panjang\ gording}$

$= \frac{0{,}981 \times 0{,}170 \times 2}{1{,}7321}$

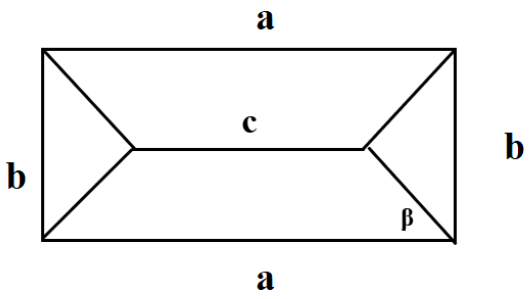
$= 0{,}333$ kN/m

5.3.2.3 Beban hujan

Beban hujan pada kuda-kuda adalah beban khusus yang bekerja pada atap yang dapat berupa beban yang berasal dari air hujan, baik genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran hujan. Menurut SKBI (1987), beban air hujan dihitung dengan formula sebagai berikut.

R $= (40 - 0{,}8\alpha)$

Beban tersebut diberikan pada kuda-kuda dan gording atap. Perhitungan beban air hujan dihitung sebagai berikut.



Gambar 5. 11 Tributary Area Pembebanan Air Hujan

Lebar kuda-kuda = 3 m

Jarak antar kuda-kuda = 1 m

Tinggi kuda-kuda = 0,866 m

Sudut kemiringan atap = 30^o

Panjang sisi miring kuda-kuda $= \frac{\frac{Lebar\ kuda-kuda}{2}}{Cos\ 30°}$

$= \frac{\frac{3}{2}}{Cos\ 30°}$

= 1,7321 m

β = 45^o

b $= \frac{Panjang\ sisi\ miring\ kuda-kuda}{Jumlah\ gording}$

$= \frac{1,7321}{4}$

= 0,433 m

Tinggi segitiga $= \frac{b}{2} \times \tan \beta$

$= \frac{0,433}{2} \times \tan 45°$

= 0,217 m

Luas segitiga $= \frac{1}{2} \times b \times tinggi\ segitiga$

$= \frac{1}{2} \times 0,433 \times 0,217$

= 0,047 m^2

c $= Jarak\ antar\ kuda - kuda - (2 \times tinggi\ segitiga)$

$= 1 - (2 \times 0{,}217)$

$= 0{,}567$ m

a $= 1$ m

Tinggi trapesium $= \frac{b}{2}$

$= \frac{0{,}433}{2}$

$= 0{,}217$ m

Luas trapesium $= \frac{1}{2} \times (a + c) \times tinggi\ trapesium$

$= \frac{1}{2} \times (1 + 0{,}567) \times 0{,}217$

$= 0{,}170$ m^2

α $= 30^o$

R $= (40 - 0{,}8\alpha)$

$= (40 - (0{,}8 \times 30°))$

$= 16$ kg/m^2

$= 0{,}15696$ kN/m^2

$R_{kuda\text{-}kuda} = \frac{R \times Luas\ segitiga \times 2}{Panjang\ sisi\ miring\ kuda-kuda}$

$= \frac{0{,}15696 \times 0{,}047 \times 2}{1{,}7321}$

$= 0{,}008$ kN/m

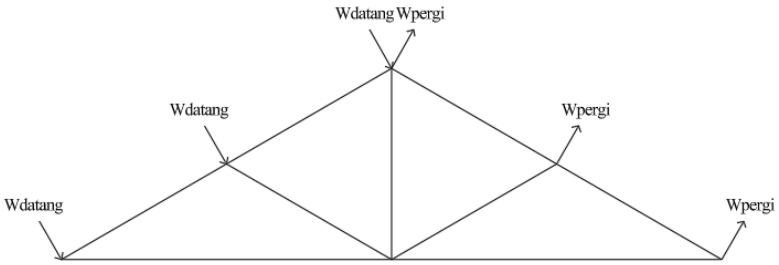
$R_{gording} = \frac{R \times Luas\ trapesium \times 2}{Panjang\ gording}$

$= \frac{0{,}15696 \times 0{,}170 \times 2}{1{,}7321}$

$= 0{,}053$ kN/m

5.3.2.4 Beban angin

Shelter didesain harus bisa menahan beban angin yang bekerja. Beban yang bekerja meliputi angin datang (desak) dan angin pergi (hisap).



Gambar 5. 12 Pembebanan Akibat Beban Angin

Perhitungan beban angin menurut SNI 1727:2020 adalah sebagai berikut.

1. Kecepatan angin dasar (V)

   Kecepatan angin dasar (V) diambil berdasarkan HB 212-2002 dimana kecepatan dasar angin untuk *serviceability design* adalah sebesar 32 m/s.

2. Faktor arah angin (K_d)

   Tipe struktur yang digunakan adalah sistem penahan gaya angin utama (SPGAU).

Tabel 26.6-1 - Faktor arah angin, K_d

Tipe struktur	Faktor arah angin K_d
Bangunan gedung	
Sistem Penahan Gaya Angin Utama (SPGAU)	0,85
Komponen dan Klading (K&K)	0,85
Atap lengkung	0,85
Kubah berbentuk bundar	1,0[a]
Cerobong, tangki, dan struktur serupa	0,90
Persegi	0,95
Segi enam	1,0[a]
Segi delapan	1,0[a]
Bundar	
Dinding solid yang berdiri bebas, peralatan bagian atap, dan panel petunjuk solid yang berdiri bebas serta panel petunjuk terikat	0,85
Panel petunjuk terbuka dan rangka terbuka bidang tunggal	0,85
Rangka batang menara	
Segitiga, persegi, atau persegi panjang	0,85
Semua penampang lainnya	0,95

[a]Faktor arah angin K_d = 0,95 diizinkan untuk struktur bundar atau struktur segi delapan dengan sistem struktur non-asimetris.

Gambar 5. 13 Faktor Arah Angin (K_d)
Sumber: SNI 1727:2020

Berdasarkan Gambar 5.13 di atas, maka nilai faktor arah angin digunakan adalah 0,85

3. Kategori eksposur

Shelter direncakan untuk dibangun di area lapang sehingga kategori kekasaran permukaan dan kategori eksposur yang digunakan adalah C.

Kekasaran Permukaan B: Daerah perkotaan dan pinggiran kota, daerah berhutan, atau daerah lain dengan penghalang berjarak dekat seukuran tempat tinggal keluarga-tunggal atau lebih besar dalam jumlah banyak.

Kekasaran Permukaan C: Dataran terbuka dengan penghalang tersebar yang memiliki tinggi umumnya kurang dari 30 ft (9,1m). Kategori ini mencakup daerah terbuka datar dan padang rumput.

Kekasaran Permukaan D: Permukaan datar, area tanpa halangan dan permukaan air. Kategori ini termasuk hamparan lumpur halus.

Gambar 5. 14 Kategori Kekasaran Permukaan
Sumber: SNI 1727:2020

Eksposur B: Untuk bangunan gedung atau struktur lain dengan tinggi atap rata-rata kurang dari atau sama dengan 30 ft (9,1m), Eksposur B berlaku bilamana kekasaran permukaan tanah, sebagaimana ditentukan oleh Kekasaran Permukaan B, berlaku di arah melawan angin untuk jarak yang lebih besar dari 1.500 ft (457m). Untuk bangunan gedung atau struktur lain dengan tinggi atap rata-rata lebih besar dari 30 ft (9,1m), Eksposur B berlaku bilamana Kekasaran Permukaan B berada dalam arah melawan angin untuk jarak lebih besar dari 2.600 ft (792 m) atau 20 kali tinggi bangunan atau struktur, pilih yang terbesar.

Eksposur C: Eksposur C berlaku untuk semua kasus di mana Eksposur B atau Eksposur D tidak berlaku.

Eksposur D: Eksposur D berlaku bilamana kekasaran permukaan tanah, sebagaimana ditentukan oleh Kekasaran Permukaan D, berlaku di arah melawan angin untuk jarak yang lebih besar dari 5.000 ft (1.524m) atau 20 kali tinggi bangunan gedung atau tinggi struktur, pilih yang terbesar. Eksposur D juga berlaku bilamana kekasaran permukaan tanah dekat dari situs dalam arah melawan angin adalah B atau C, dan situs yang berada dalam jarak 600 ft (183 m) atau 20 kali tinggi bangunan gedung atau tinggi struktur, pilih yang terbesar, dari kondisi Eksposur D sebagaimana ditentukan dalam kalimat sebelumnya.

Gambar 5. 15 Kategori Eksposur
Sumber: SNI 1727:2020

4. Faktor topografi (K_{zt})

Shelter direncakan untuk dibangun di area lapang sehingga faktor topografi diambil sebesar 1.

5. Faktor pengaruh tiupan angin (G)

Faktor pengaruh tiupan angin untuk struktur kaku diambil sebesar 0,85

6. Koefisien tekanan internal (GC_{pi})

Shelter didesain sebagai bangunan tertutup, sehingga nilai koefisien tekanan internal diambil sebesar +0,18 dan -0,18.

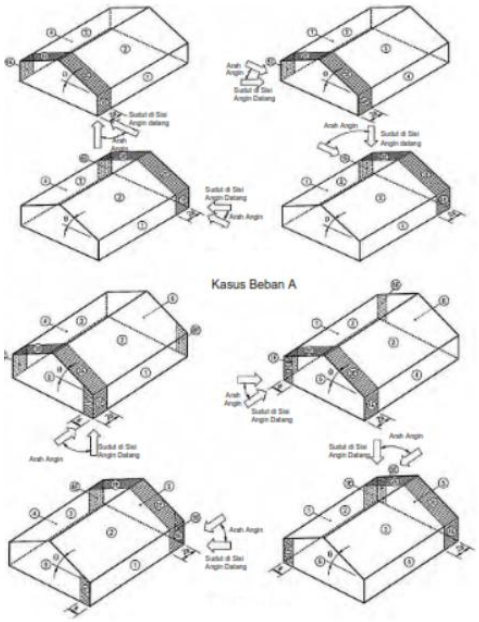
Tabel 26.13-1 - Sistem penahan gaya angin utama dan komponen dan klading (semua ketinggian): koefisien tekanan internal, (GC_{pi}), untuk bangunan tertutup, tertutup sebagian, terbuka sebagian, dan bangunan terbuka (dinding dan atap)

Klasifikasi ketertutupan	Kriteria untuk klasifikasi ketertutupan	Tekanan internal	Koefisien tekanan internal, (GC_{pi})
Bangunan tertutup	A_o kurang dari terkecil $0{,}01A_g$ atau 4 ft² (0,37 m²) dan $A_{oi}/A_{gi} \leq 0{,}2$	Sedang	− 0,18 − 0,18
Bangunan tertutup sebagian	$A_o > 1{,}1A_{oi}$ dan $A_o >$ terkecil dari $0{,}01A_g$ atau 4 ft² (0,37 m²) dan $A_{oi}/A_{gi} \leq 0{,}2$	Tinggi	− 0,55 − 0,55
Bangunan terbuka sebagian	Bangunan yang tidak sesuai dengan Klasifikasi tertutup, tertutup sebagian, atau klasifikasi terbuka	Sedang	− 0,18 − 0,18
Bangunan terbuka	Setiap dinding minimal terbuka 80 %	Diabaikan	0,00

Gambar 5. 16 Koefisien Tekanan Internal
Sumber: SNI 1727:2020

7. Koefisien tekanan (C_p)

Koefisien tekanan dibedakan menjadi kasus beban A dan B sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.17 sebagai berikut.



Gambar 5. 17 Kasus Beban A dan Beban B
Sumber: SNI 1727:2020

Kasus beban A untuk sudut atap 30^o ditentukan menurut tabel yang dapat dilihat pada Gambar 5.18 sebagai berikut.

Sudut atap θ (derajat)	Permukaan Bangunan Gedung							
	1	2	3	4	1E	2E	3E	4E
0-5	0,40	-0,69	-0,37	-0,29	0,61	-1,07	-0,53	-0,43
20	0,53	-0,69	-0,48	-0,43	0,80	-1,07	-0,69	-0,64
30-45	0,56	0,21	-0,43	-0,37	0,69	0,27	-0,53	-0,48
90	0,56	0,56	-0,37	-0,37	0,69	0,69	-0,48	-0,48

Gambar 5. 18 Koefisien Tekanan (C_p) untuk Kasus Beban A
Sumber: SNI 1727:2020

Sedangkan, kasus beban B ditentukan tabel yang dapat dilihat pada Gambar 5.19 sebagai berikut.

Sudut Atap θ (derajat)	Permukaan Bangunan Gedung											
	1	2	3	4	5	6	1E	2E	3E	4E	5E	6E
0-90	-0,45	-0,69	-0,37	-0,45	0,40	-0,29	-0,48	-1,07	-0,53	-0,48	0,61	-0,43

Gambar 5. 19 Koefisien Tekanan (C_p) untuk Kasus Beban B
Sumber: SNI 1727:2020

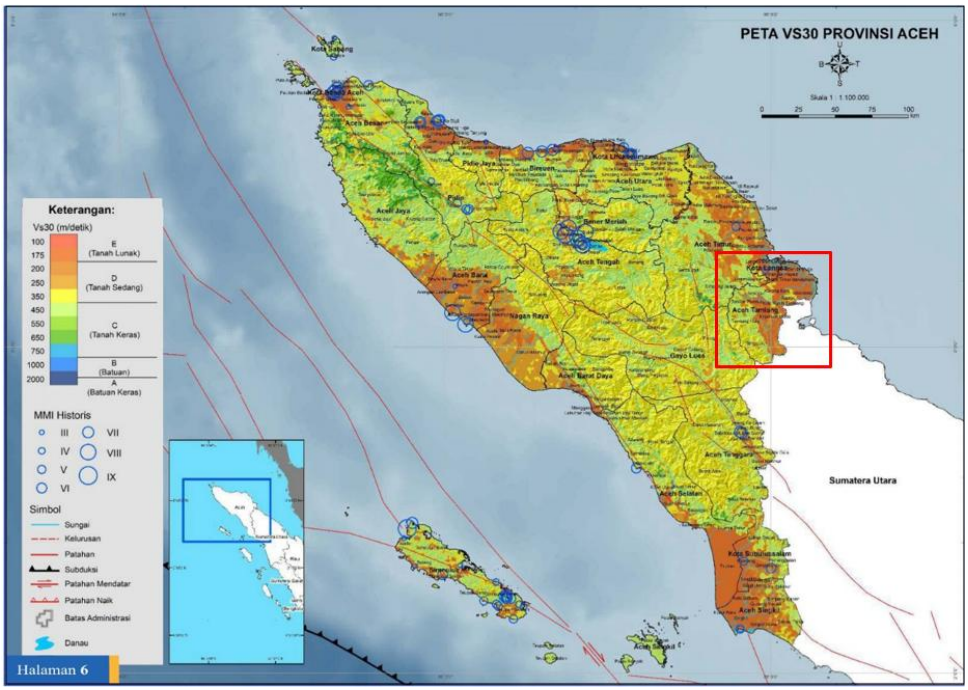
Parameter-parameter di atas nantinya digunakan untuk menambahkan beban angin secara otomatis pada *software* SAP 2000.

5.3.2.5 Beban gempa

Perencanaan beban gempa mengacu pada SNI 1726:2019 yaitu dengan prosedur sebagai berikut.

1. Penentuan klasifikasi situs

   Berdasarkan SNI 1726:2019, klasifikasi situs ditentukan berdasarkan hasil uji penetrasi standar ($\bar{N}$), kecepatan rambat gelombang geser (V_s) dan kuat geser niralir (S_u). Pada perencanan kali ini digunakan nilai V_s untuk menentukan klasifikasi situs. Nilai V_s ini diperoleh dari Atlas Tapak Lokal (V_s30) Indonesia yang di publikasi oleh Kementerian ESDM (2022). Peta V_s30 Provinsi Aceh dapat dilihat pada Gambar 5.20 sebagai berikut.



Gambar 5. 20 Peta V_s30 Provinsi Aceh
Sumber: Kementerian ESDM (2022)

Berdasarkan Gambar 5.19 di atas, dapat kita ketahui jika Kabupaten Aceh Tamiang (ditandai persegi merah) di dominasi oleh klasifikasi situs E (tanah lunak). Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan klasifikasi situs E (tanah lunak).

2. Penentuan kategori risiko

Berdasarkan SNI 1726:2019, *shelter* yang direncanakan termasuk ke dalam kategori risiko II sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.21 sebagai berikut.

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	III

Gambar 5. 21 Kategori Risiko
Sumber: SNI 1726:2019

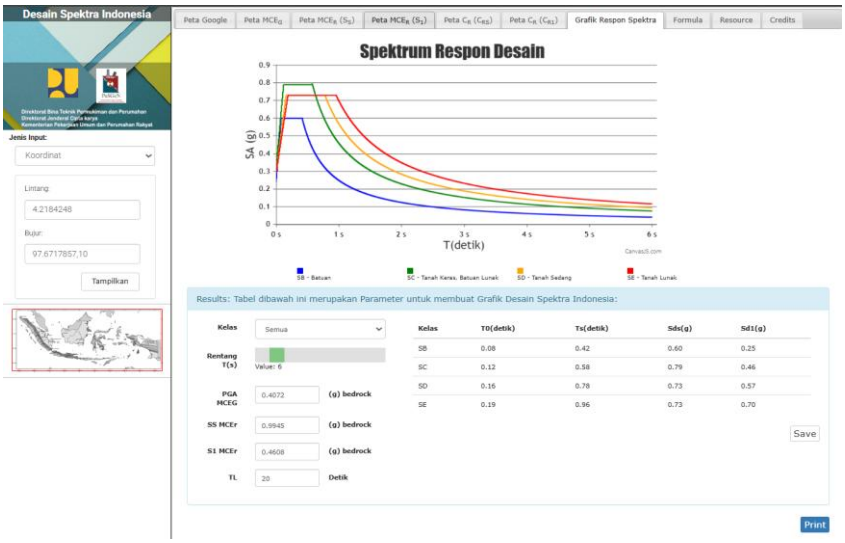
Faktor keutamaan bangunan (I_e) untuk kategori risiko II adalah 1 (satu) sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.22 sebagai berikut.

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Gambar 5. 22 Faktor Keutamaan Gempa
Sumber: SNI 1726:2019

3. Penentuan nilai S_s dan S_1

Penentuan nilai S_s dan S_1 bergantung pada lokasi bangunan dan besar nilainya diperoleh dari SNI 1726:2019 atau dengan mengakses situs resmi desain spektra Indonesia yang di publikasi oleh Kementerian PUPR (2021). Dengan memasukkan koordinat lokasi Kabupaten Aceh Taming, diperoleh nilai S_s dan S_1 secara berturut-turut sebesar 0,9945 dan 0,4608 sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.23 sebagai berikut.



Gambar 5. 23 Hasil Perhitungan Respon Spektra Desain

4. Penentuan nilai F_a dan F_v

Nilai F_a ditentukan dengan nilai S_s menggunakan tabel yang dapat dilihat pada Gambar 5.24 sebagai berikut.

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, T = 0,2 detik, S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS[a]					

Gambar 5. 24 Koefisien Situs (F_a)
Sumber: SNI 1726:2019

Namun, karena nilai S_s yang diperoleh adalah 0,9945, maka untuk memperoleh nilai F_a perlu dilakukan interpolasi yaitu sebagai berikut.

$$F_a = 1,3 + \frac{(0,9945-0,75)}{(1-0,75)} \times (1,1 - 1,3)$$

$$= 1,1044$$

Sedangkan, nilai F_v ditentukan menggunakan nilai S_1 menggunakan tabel yang dapat dilihat pada gambar 5.25 sebagai berikut.

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada perioda 1 detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS[a]					

Gambar 5. 25 Koefisien Situs (F_v)
Sumber: SNI 1726:2019

Interpolasi juga dilakukan untuk memperoleh nilai F_v karena nilai S_1 sebesar 0,4608. Nilai F_v dihitung sebagai berikut.

$F_v = 2{,}4 + \frac{(0{,}4608 - 0{,}4)}{(0{,}5 - 0{,}4)} \times (2{,}4 - 2{,}2)$

$= 2{,}2784$

5. Penentuan nilai S_{MS} dan S_{M1}

Nilai S_{MS} dan S_{M1} ditentukan dengan formula sesuai SNI 1726:2019 yaitu sebagai berikut.

$S_{MS} = F_a \times S_s$

$= 1{,}1044 \times 0{,}9945$

$= 1{,}0983$ g

$S_{M1} = F_v \times S_1$

$= 2{,}2784 \times 0{,}4608$

$= 1{,}0499$ g

6. Penentuan nilai S_{DS} dan S_{D1}

Nilai S_{DS} dan S_{D1} ditentukan dengan formula sesuai SNI 1726:2019 yaitu sebagai berikut.

$S_{DS} = \frac{2}{3} \times S_{MS}$

$= \frac{2}{3} \times 1{,}0983$

$= 0{,}7322$

S_{D1} $= \frac{2}{3} \times S_{M1}$

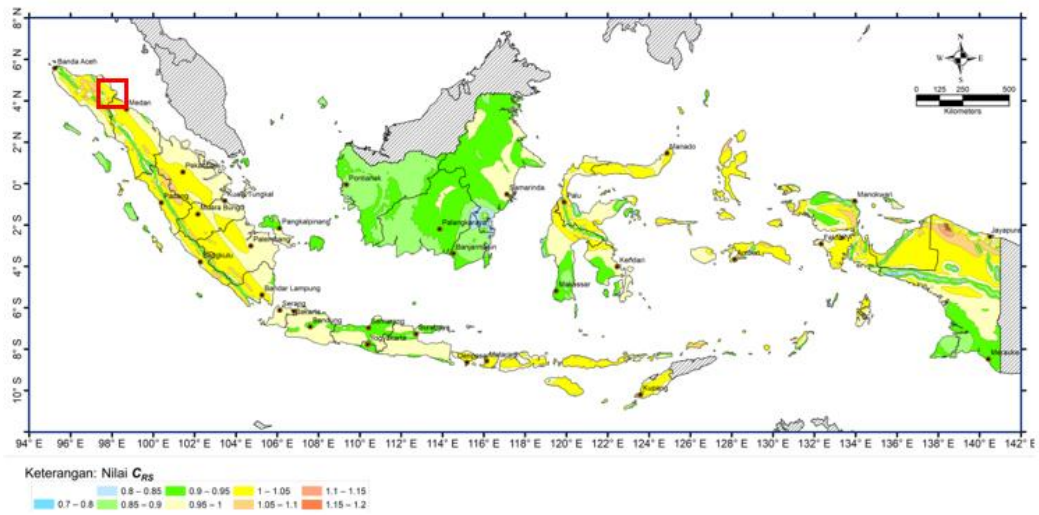
$= \frac{2}{3} \times 1{,}0499$

$= 0{,}6999$

Sebagai kontrol, nilai S_{DS} dan S_{D1} sudah sesuai dengan nilai yang tertera pada situs desain spektra Indonesia sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.23 di atas.

7. Penentuan nilai C_{RS} dan C_{R1}

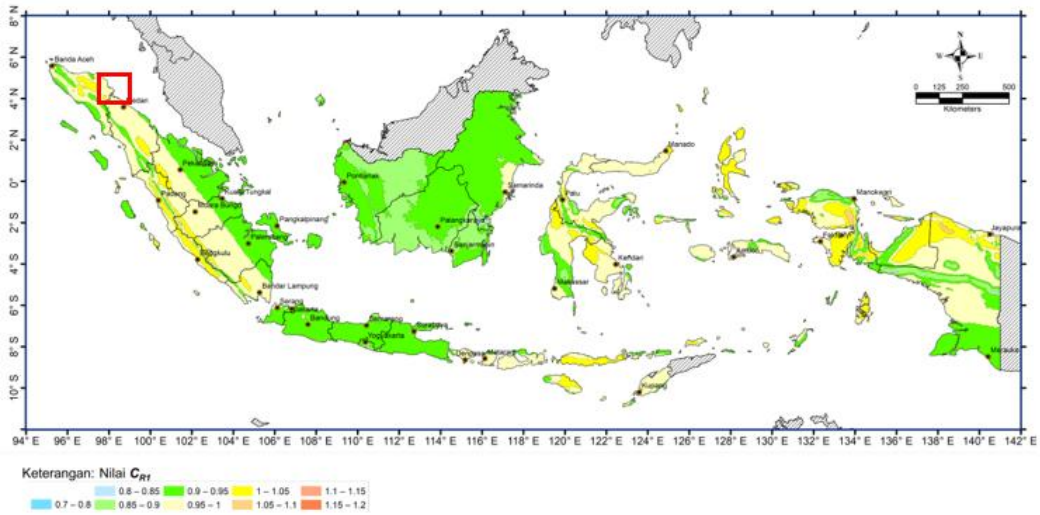
Nilai C_{RS} ditentukan menggunakan peta yang dapat dilihat pada Gambar 5.26 sebagai berikut.



Gambar 5. 26 Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Spektrum Respons 0,2-detik (C_{R1})

Sumber: SNI 1726:2019

Berdasarkan Gambar 5.26 di atas, nilai C_{RS} untuk Kabupaten Aceh Tamiang diambil sebesar 1,05. Sedangkan, nilai C_{R1} ditentukan menggunakan peta yang dapat dilihat pada Gambar 5.27 sebagai berikut.



Gambar 5. 27 Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Respons Spektral 1 detik (CRS)

Sumber: SNI 1726:2019

Berdasarkan Gambar 5.27 di atas, nilai C_{R1} untuk Kabupaten Aceh Tamiang diambil sebesar 1.

8. Penentuan nilai S_{DSR} dan S_{D1R}

   Nilai S_{DSR} dan S_{D1R} diperoleh dengan mengalikan nilai C_{RS} dan C_{R1} dengan nilai S_{DS} dan S_{D1}. Perhitungan S_{DSR} dan S_{D1R} adalah sebagai berikut.

   $S_{DSR} = C_{RS} \times S_{DS}$

   $= 1{,}05 \times 0{,}7322$

   = 0,7688 g

   $S_{D1R} = C_{R1} \times S_{D1}$

   $= 1 \times 0{,}6999$

   = 0,6999 g

9. Kategori desain seismik

   Kategori desain seismik ditentukan menggunakan nilai S_{DS}, S_{D1} dan kategori risiko menggunakan tabel yang dapat dilihat pada Gambar 5.28 dan Gambar 5.29 sebagai berikut.

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0{,}167$	A	A
$0{,}167 \le S_{DS} < 0{,}33$	B	C
$0{,}33 \le S_{DS} < 0{,}50$	C	D
$0{,}50 \le S_{DS}$	D	D

Gambar 5. 28 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek
Sumber: SNI 1726:2019

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0{,}067$	A	A
$0{,}067 \le S_{D1} < 0{,}133$	B	C
$0{,}133 \le S_{D1} < 0{,}20$	C	D
$0{,}20 \le S_{D1}$	D	D

Gambar 5. 29 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 detik
Sumber: SNI 1726:2019

Berdasarkan Gambar 5.28 dan Gambar 5.29 di atas, dapat kita ketahui jika kategori desain sesimik yang digunakan adalah D.

10. Koefisien modifikasi respon (R), faktor kuat lebih sistem (Ω_0) dan faktor pembesaran defleksi (C_d)

    Nilai koefisien modifikasi respon, faktor kuat lebih sistem dan faktor pembesaran defleksi dipilih sesuai dengan sistem struktur yang digunakan. Pada penelitian ini, *shelter* didesain menggunakan sistem rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembautan. Nilai R, Ω_0 dan C_d yang digunakan adalah sebagai berikut.

    R = 3½

    Ω_0 = 3

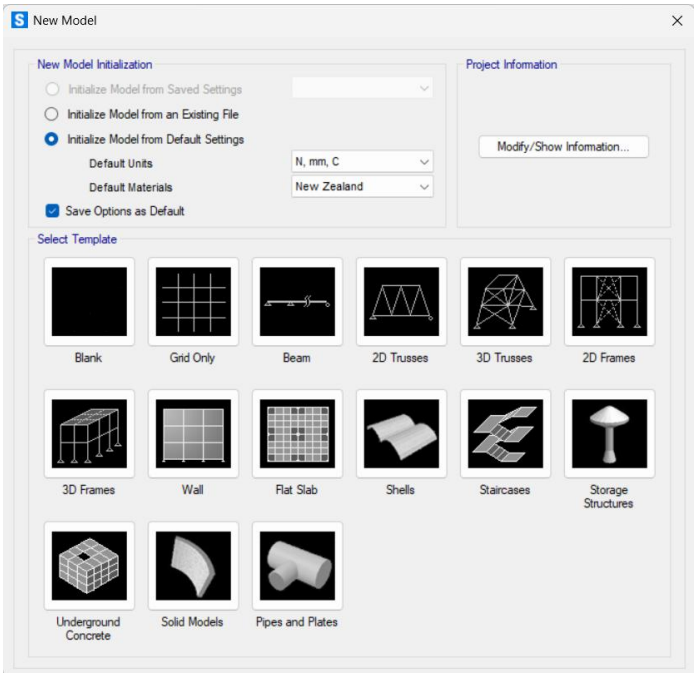
    C_d = 3½

5.3.3 Pemodelan struktur

Pemodelan struktur dilakukan menggunakan *software* SAP 2000 v.26 dengan tahapan sebagai berikut.

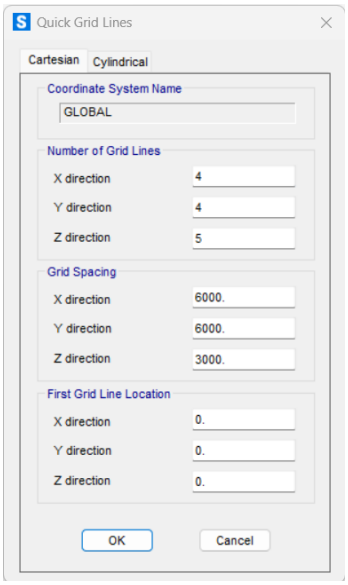
1. Pembuatan *grid line*

   Sebelum masuk ke pemilihan *grid*, terlebih dahulu dibuka *software* SAP 2000 v.26, kemudian akan muncul jendela sebagaimana tertampil pada Gambar 5.30 sebagai berikut.



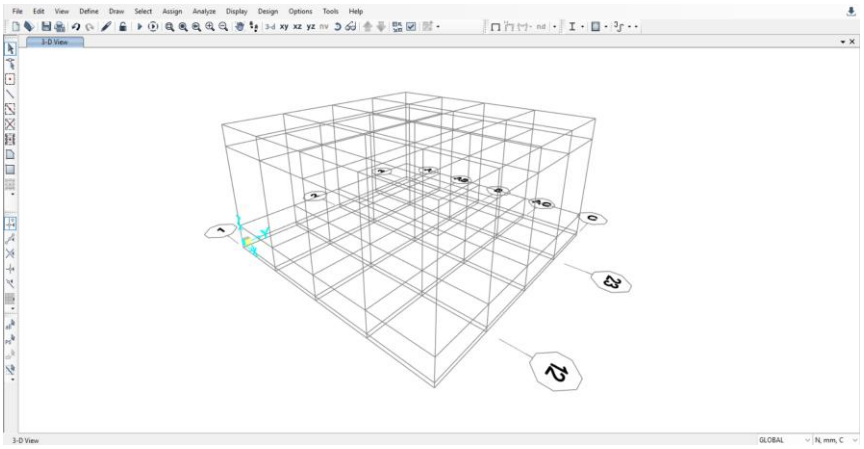
Gambar 5. 30 Tampilan Jendela *New Model*

Pada jendela ini, sesuaikan *default units* dan *default material*. Setelah itu, klik pada menu *grid only* sehingga muncul jendela sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.31 sebagai berikut.



Gambar 5. 31 Tampilan Jendela *Quick Grid Lines*

Sesuaikan *cell* yang tersedia sesaui dengan denah dan elevasi model yang telah dimodelkan pada tahap sebelumnya. Selanjutnya klik OK kemudian tampilan akan menjadi seperti pada Gambar 5.32 sebagai berikut.

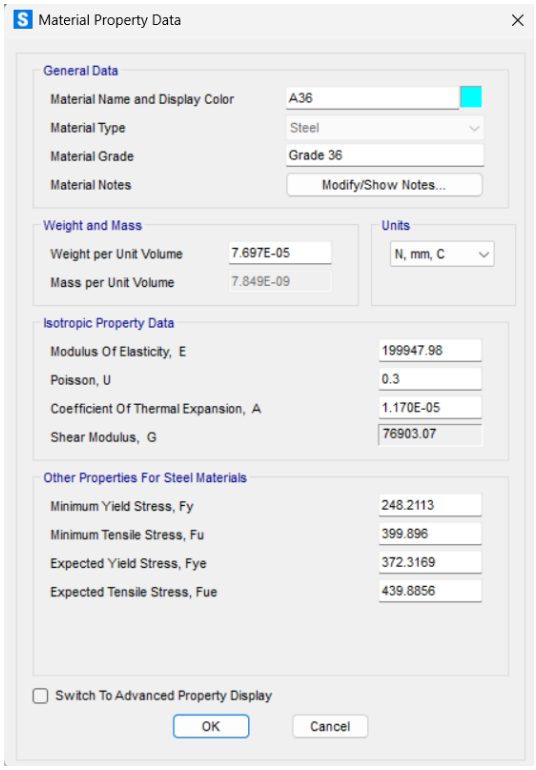


Gambar 5. 32 Tampilan Grid Rencana

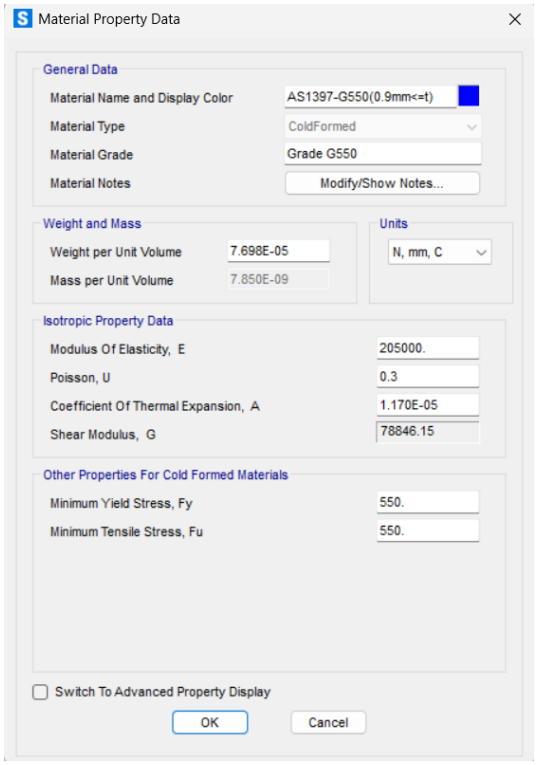
2. Material

Tahapan selanjutnya adalah mendefinisikan material yang digunakan. Tahapan pendefinisian material dilakukan dengan membuka menu *define* kemudian pilih menu *define material*. Pada jendela *define material* pilih *Add New Material Property*. Setelah itu, lakukan pengaturan data material sesuai

kebutuhan rencana. Pendefinisian material yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.33 dan Gambar 5.34 sebagai berikut.



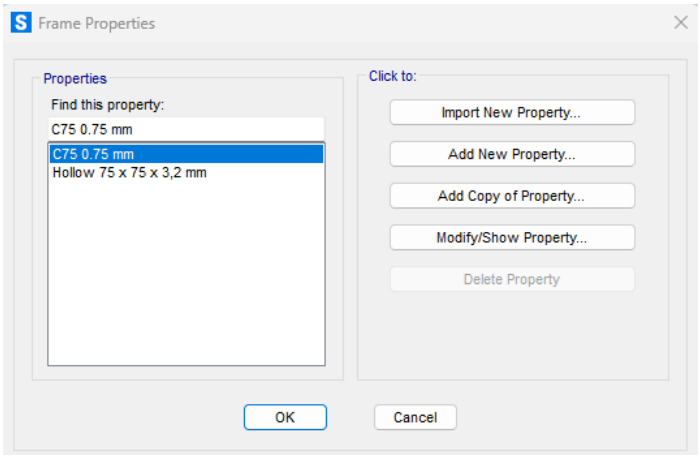
Gambar 5. 33 Pendefinisian Material Baja Standar A36



Gambar 5. 34 Pendefinisian Baja Canai Dingin G550

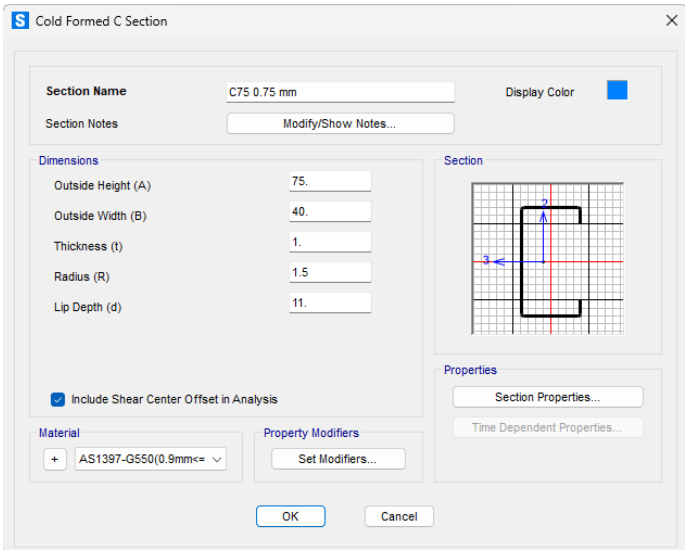
3. Penentuan *section properties*

   Penentuan *section properties* dimaksudkan untuk mendefinisikan *section* yang digunakan pada penelitian sesuai rencana. Pengaturan *section properties* dilakukan dengan memilih menu *define* kemudian *section properties* kemudian *frame section*. *Section* yang digunakan pada penelitian kali ini adalah profil C75 tebal 0,75 mm dan *hollow* ukuran 75 x 75 tebal 3,2 mm sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.35 sebagai berikut.

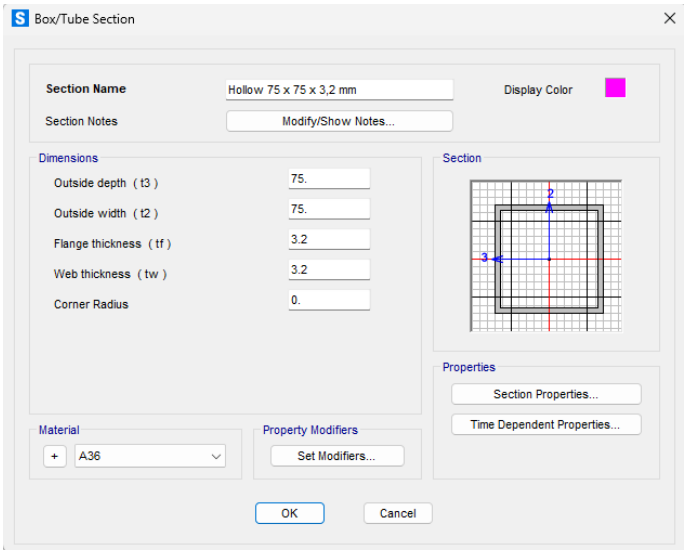


Gambar 5. 35 Pengaturan *Section Properties*

Pengaturan *section properties* untuk masing-masing *section* dapat dilihat secara berturut-turut pada Gambar 5.36 dan Gambar 5.37 sebagai berikut.



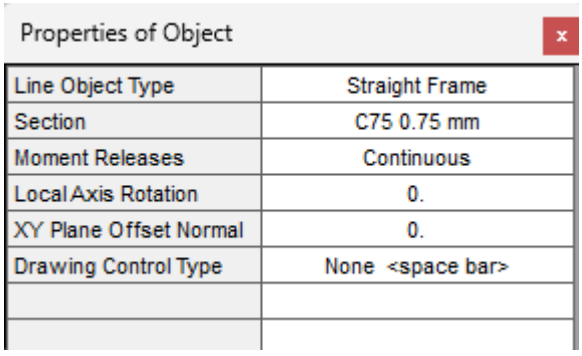
Gambar 5. 36 *Section Properties* C75 tebal 0,75 mm



Gambar 5. 37 Section Properties Hollow 75 x 75 tebal 3,2 mm

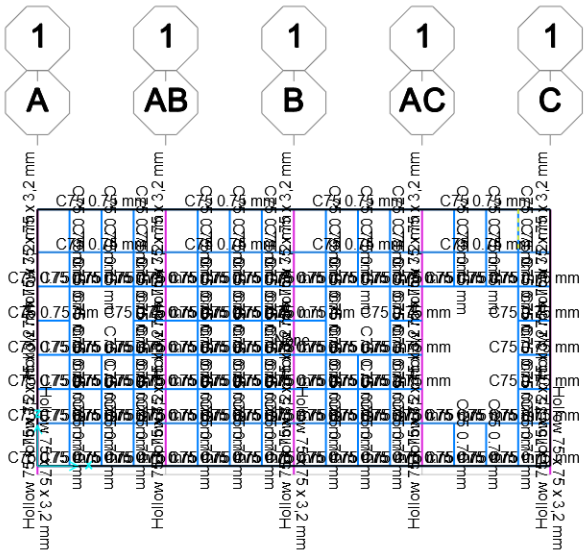
4. Pemodelan elemen struktur

   Pemodelan elemen struktur dilakukan dengan memilih *draw frame/cable/tendon*. Setelah jendela *properties of object* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.38 muncul kemudian pilih *section* yang akan dimodelkan.



Gambar 5. 38 Pemilihan Jenis Section

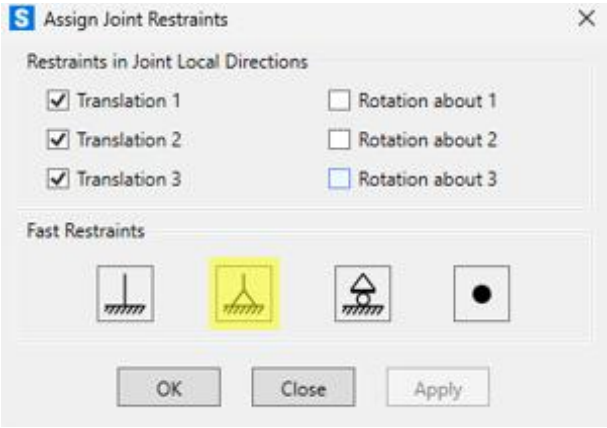
Pemodelan *section* yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.39 sebagai berikut.



Gambar 5. 39 Penggambaran Elemen Struktur

5. Penentuan jenis *support* (pondasi)

   Penentuan jenis *support* dilakukan pada semua poin daerah reaksi dukungannya. Penentuan jenis *support* dilakukan dengan mengubah *view* menjadi X-Y *plane* pada elevasi Z=-100. Setelah itu, pilih *joint* yang akan diberikan *support*. Setelah itu, pilih menu *assign*, *joint* kemudian *restraints* sehingga muncul jendela *assign joint restraints* yang dapat dilihat pada Gambar 5.40 sebagai berikut.

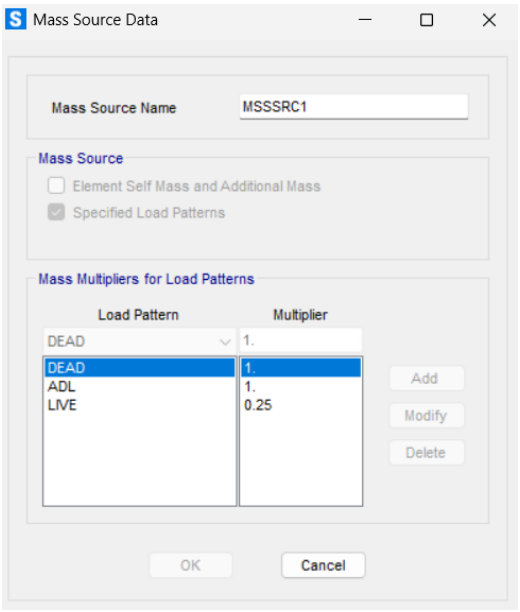


Gambar 5. 40 Pilihan *Joint Support*

5.3.4 Analisis struktur

1. *Mass source*

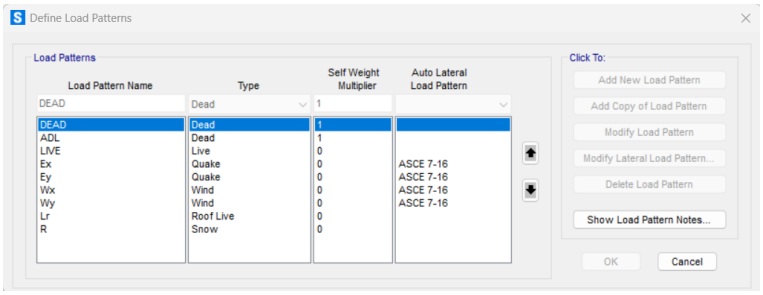
Pengaturan *mass source* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.41 sebagai berikut.



Gambar 5. 41 *Mass Source*

2. *Load patterns*

Penentuan *load patterns* sesuai dengan beban yang direncanakan akan bekerja pada struktur. *Load patterns* yang digunakan pada penelitian kali ini dapat dilihat pada Gambar 5.42 sebagai berikut.



Gambar 5. 42 *Load Patterns*

Keterangan :

DEAD = Beban mati material

ADL = Beban mati tambahan

LIVE = Beban hidup

Ex = Beban gempa arah x

Ey = Beban gempa arah y

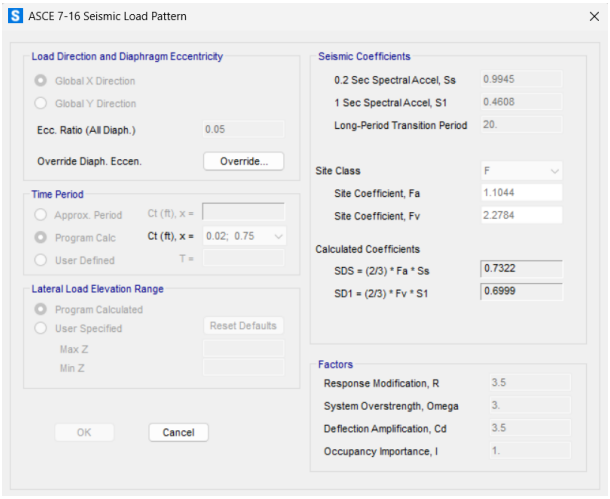
Wx = Beban angin arah x

Wy = Beban angin arah y

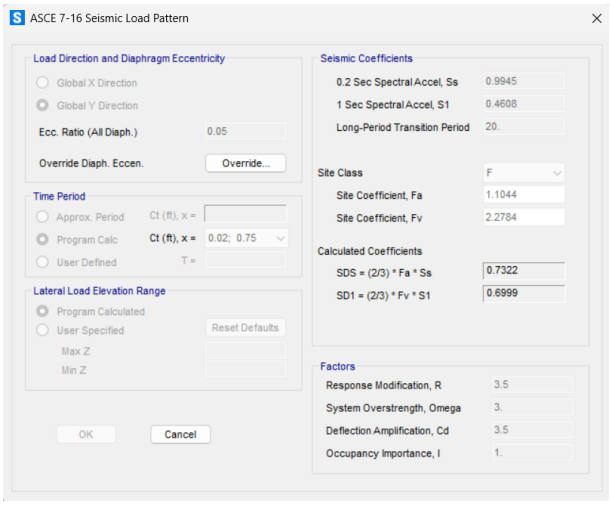
Lr = Beban hidup atap

R = Beban hujan

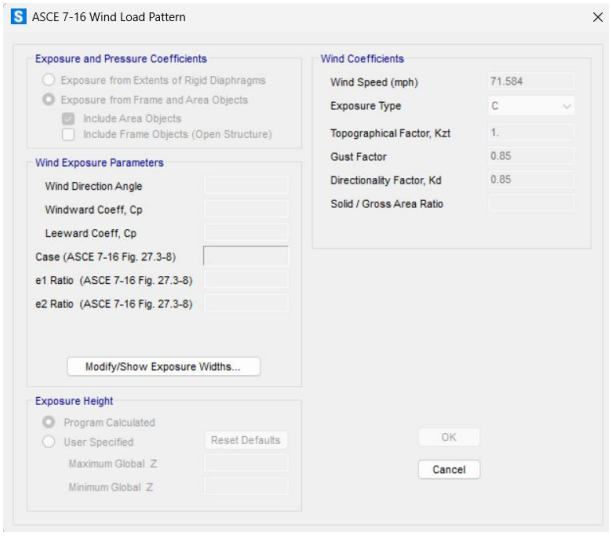
Beban gempa dan beban angin ditambahkan mengacu pada ASCE 7-16 sesuai perhitungan beban yang telah dilakukan sebelumnya. Pengaturan beban gempa dan beban angin secara berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 5.43, Gambar 5.44, Gambar 5.45 dan Gambar 5.46 sebagai berikut.



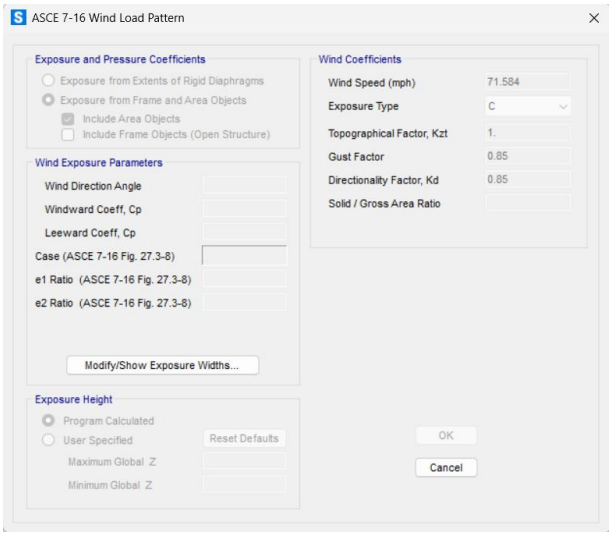
Gambar 5. 43 Pengaturan Beban Gempa Arah X (Ex)



Gambar 5. 44 Pengaturan Beban Gempa Arah Y (Ey)



Gambar 5. 45 Pengaturan Beban Angin Arah X (Wx)

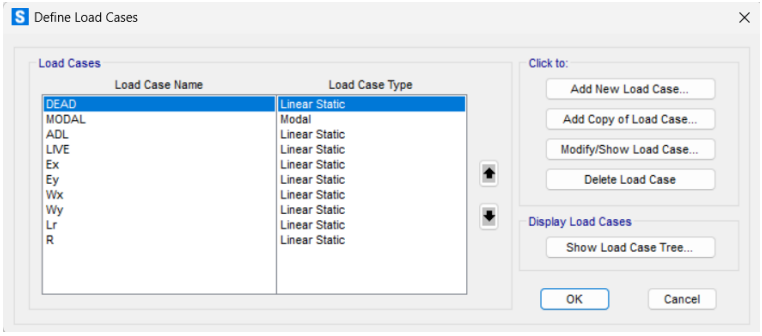


Gambar 5. 46 Pengaturan Beban Angin Arah Y (Wy)

Sebagai tambahan, pada pengaturan beban gempa arah x maupun beban gempa arah y apabila digunakan *site class* digunakan E ditemukan bahwa nilai F_a secara *default* sebesar 1,3 dan nilai ini tidak dapat di sesuaikan dengan rencana pembebanan gempa yang telah dilakukan. Hal ini menyebabkan nilai S_{DS} yang terhitung menjadi tidak sesuai dengan rencana pembebanan. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan *site class* F dengan pertimbangan kesesuaian nilai F_a dan S_{DS} yang ditambahkan pada *software*.

3. *Load cases*

Penentuan *load cases* disesuaikan dengan analisis yang dilakukan sesuai dengan beban yang telah didefinisikan sebelumnya. Pada penelitian ini *load cases* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 5.47 sebagai berikut.

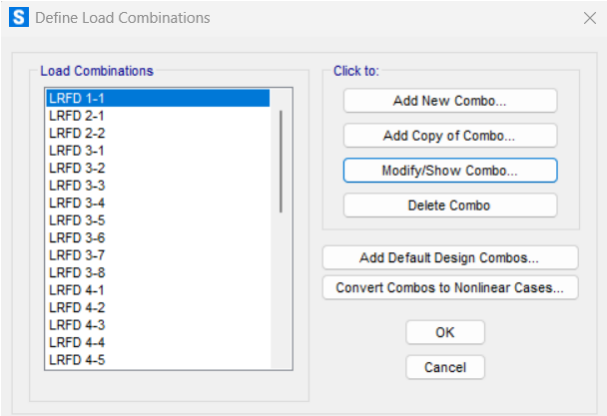


Gambar 5. 47 *Load Cases*

Analisis gempa yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis ekivalen statik sesuai dengan persyaratan SNI 1726:2019.

4. *Load combination*

Kombinasi pembebanan yang digunakan pada penelitian ini sesuai dengan SNI 1726:2019. Kombinasi pembebanan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.48 sebagai berikut.



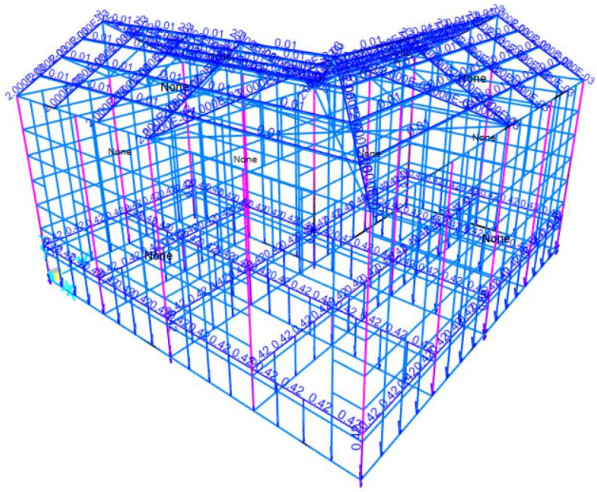
Gambar 5. 48 Kombinasi Pembebanan

5. *Input* pembebanan

Pembebanan yang telah dihitung sebelumnya ditambahkan pada struktur sesuai peruntukkannya. Penambahan pembebanan pada struktur *shelter* yang dimodelkan adalah sebagai berikut.

a. Beban mati tambahan

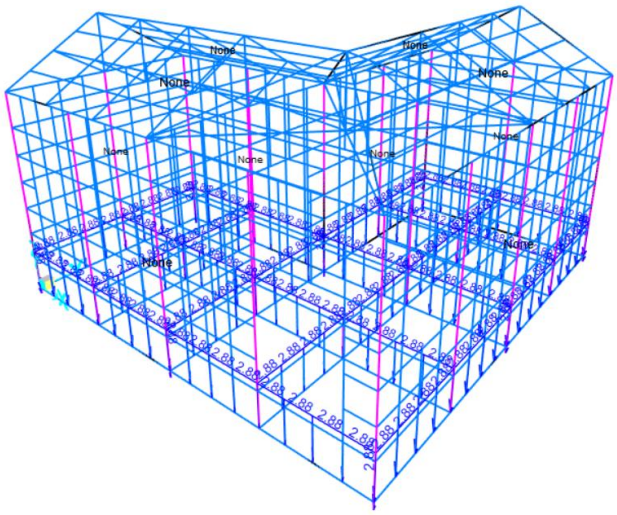
Beban mati tambahan ditambahkan pada struktur rangka atap dan lantai. Beban mati tambahan pada struktur rangka atap dan lantai dapat dilihat pada Gambar 5.49 sebagai berikut.



Gambar 5. 49 Beban Mati Tambahan

b. Beban hidup

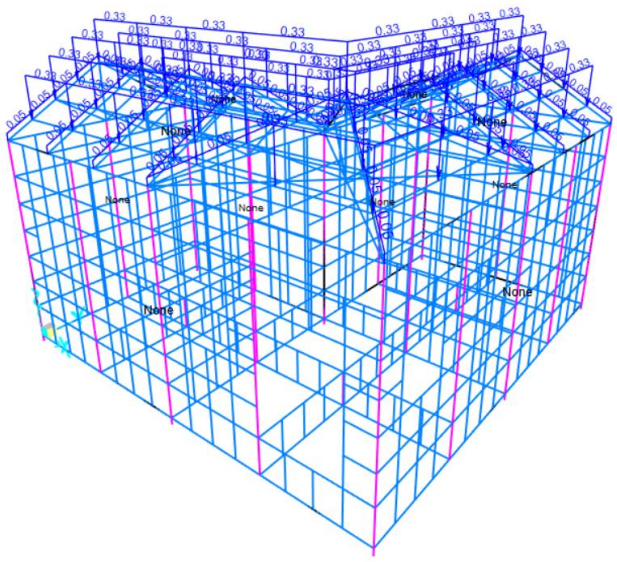
Beban hidup ditambahkan pada lantai yang dapat dilihat pada Gambar 5.50 sebagai berikut.



Gambar 5. 50 Beban Hidup

c. Beban hidup atap

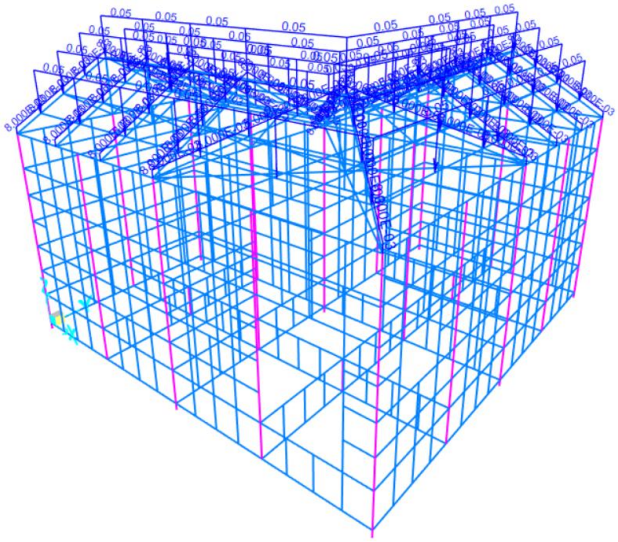
Beban hidup atap ditambahkan pada struktur rangka atap yang dapat dilihat pada Gambar 5.51 sebagai berikut.



Gambar 5. 51 Beban Hidup Atap

d. Beban hujan

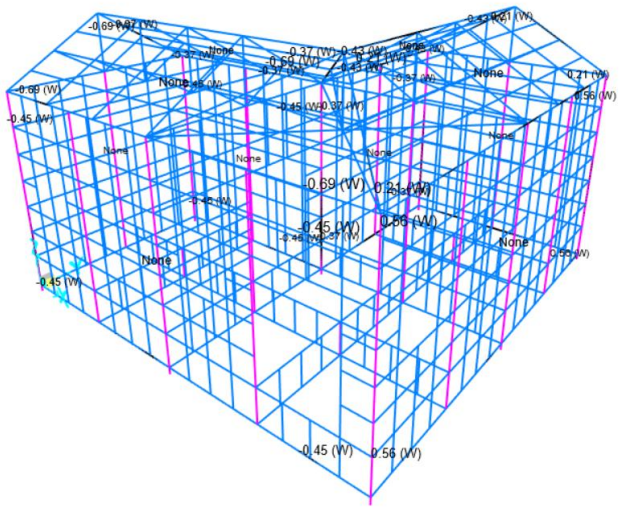
Beban hujan ditambahkan pada struktur rangka atap dapat dilihat pada Gambar 5.52 sebagai berikut.



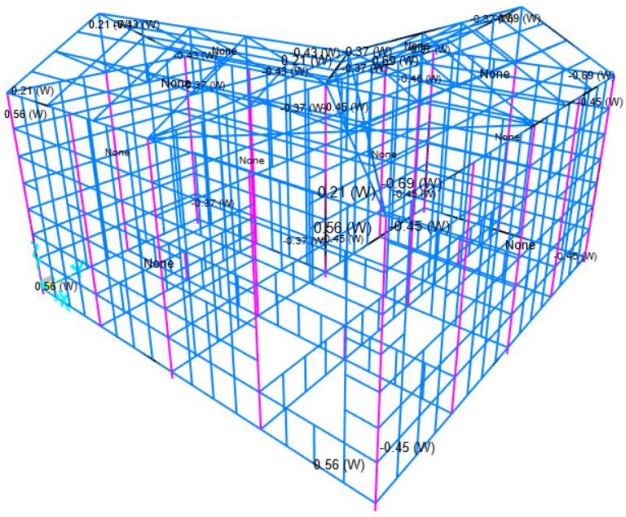
Gambar 5. 52 Beban Hujan

e. Beban angin

Beban angin ditambahkan pada dinding dan atap yang dapat dilihat pada Gambar 5.53 dan Gambar 5.54 sebagai berikut.



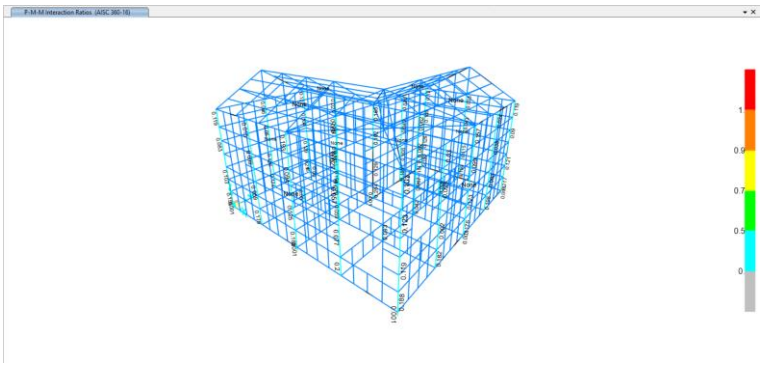
Gambar 5. 53 Beban Angin Arah X



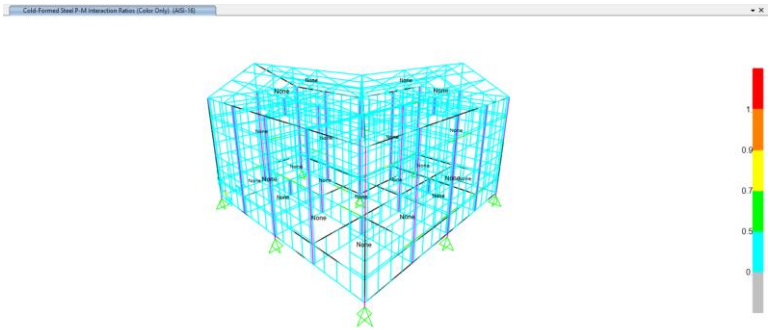
Gambar 5. 54 Beban Angin Arah Y

5.3.5 Desain profil baja

Desain profil baja dilakukan secara otomatis menggunakan *software* SAP 2000 v26. Dari hasil analisis oleh SAP 2000 dijumpai rasio < 1 pada profil baja sehingga struktur sudah aman. Hasil pengecekkan rasio dapat dilihat pada Gambar 5.55 dan Gambar 5.56 sebagai berikut.



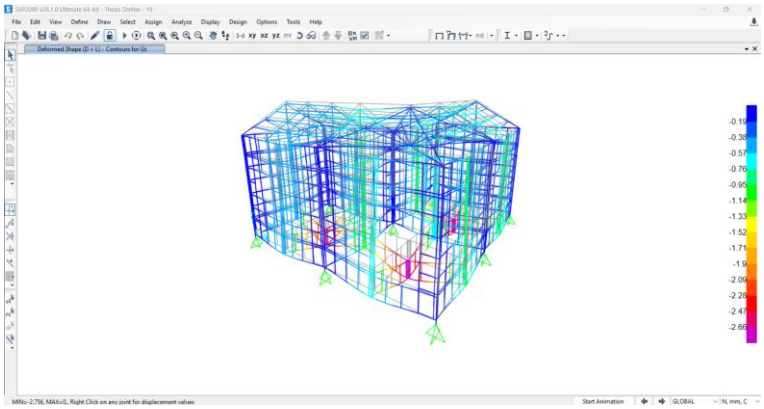
Gambar 5. 55 Pengecekkan *Stress Ratio* Hollow Baja



Gambar 5. 56 Pengecekkan *Stress Ratio* Baja Canai Dingin

5.3.6 Pemeriksaan struktur

Pemeriksaan struktur dilakukan dengan meninjau lendutan yang terjadi dan memastikan lendutan yang terjadi dibawah lendutan yang diizinkan oleh SNI 1729:2020. Lendutan yang terjadi pada struktur dapat dilihat pada Gambar 5.57 sebagai berikut.



Gambar 5. 57 Lendutan Pada Struktur

Dapat dilihat pada Gambar 5.54 di atas, lendutan maksimum yang terjadi pada struktur adalah sebesar 2.756 mm. Sedangkan, batasan lendutan yang diizinkan dihitung sebagai berikut.

$$\lambda = \frac{L}{300}$$

$$= \frac{3000}{300}$$

$$= 10 \text{ mm}$$

Oleh karena lendutan yang terjadi di bawah lendutan yang diizinkan oleh SNI 1729:2020, maka struktur aman.

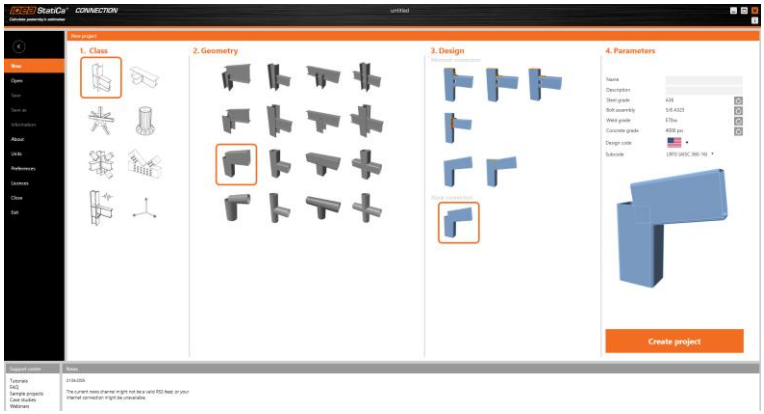
5.3.7 Desain sambungan baja

Desain sambungan baja dilakukan dengan bantuan *software* IdeaStatica. Tahapan desain sambungan baja adalah sebagai berikut.

1. Pemilihan templat sambungan

   Sebelum memulai pemodelan sambungan, terlebih dahulu dipilih templat sambungan yang akan dibuat. Setelah muncul tampilan awal *software* sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.58 di bawah, pilih menu *connection* untuk melakukan pemodelan sambungan. Setelah itu akan muncul jendela templat sambungan yang sudah disediakan oleh IdeaStatica sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.59 di bawah. Pilih templat sesuai kebutuhan desain.

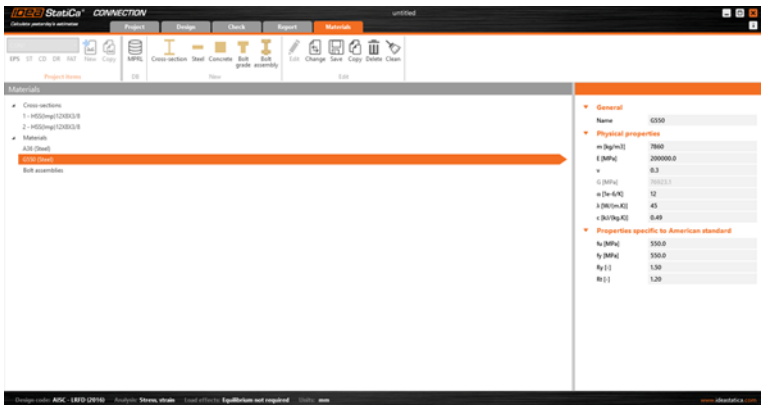
Gambar 5. 58 Tampilan Awal *Software* IdeaStatica



Gambar 5. 59 Jendela Templat Sambungan

2. Pengaturan material

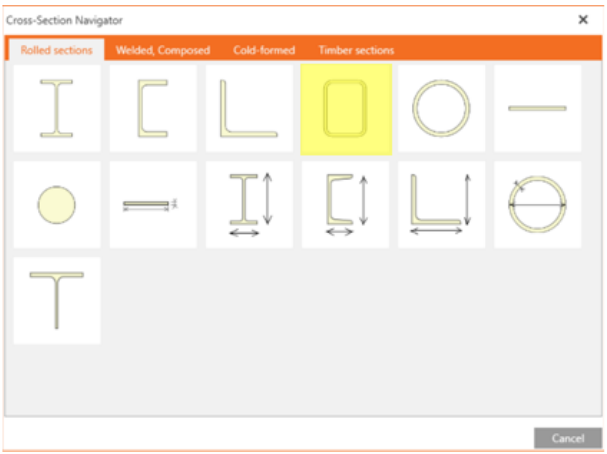
Pengaturan material dilakukan pada menu *materials*. Secara *default*, IdeaStatica sudah menyediakan material ASTM A36, tetapi apabila dalam pemodelan diperlukan material lain, maka dapat dibuat material baru sesuai dengan kebutuhan desain. Tahapan pembuatan material baru dilakukan dengan memilih material yang tersedia kemudian lakukan duplikasi (*copy*) dan pilih menu *edit* untuk melakukan penyesuaian data-data material. Pengaturan material dapat dilihat pada Gambar 5.60 sebagai berikut.



Gambar 5. 60 Tampilan Menu *Materials*

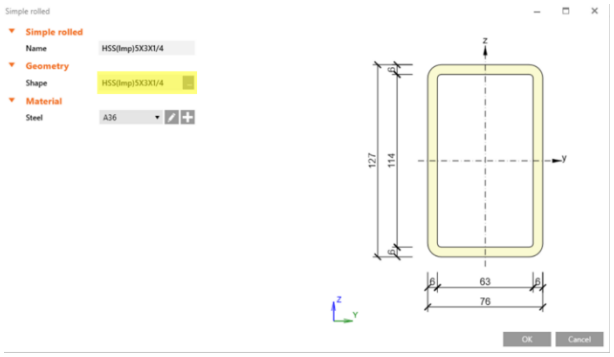
3. Pemilihan profil baja

Pengaturan profil baja juga dilakukan pada menu *materials*. Pemilihan profil dilakukan dengan memilih menu *Cross-section* sehingga muncul jendela *Cross-Section Navigator* sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.61 sebagai berikut.



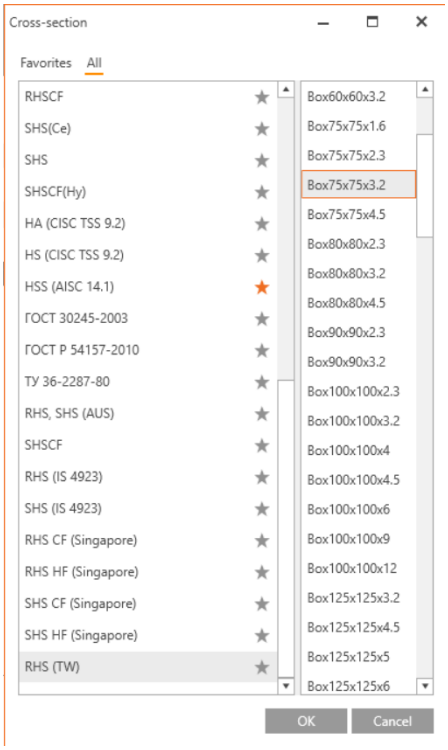
Gambar 5. 61 Jendela *Cross-Section Navigator*

Pilih profil yang diperlukan untuk pemodelan sambungan, pada penelitian ini di pilih profil *hollow*. Setelah itu, akan muncul jendela baru profil yang dipilih sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.62 sebagai berikut.



Gambar 5. 62 Jendela Profil Terpilih

Pilih menu sebagaimana ditandai dengan warna kuning, untuk memilih dimensi profil yang sesuai dengan kebutuhan. Pada pemodelan ini digunakan profil hollow dengan ukuran 75 x 75 x 3.2 mm sehingga dipilih profil sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.63 sebagai berikut.

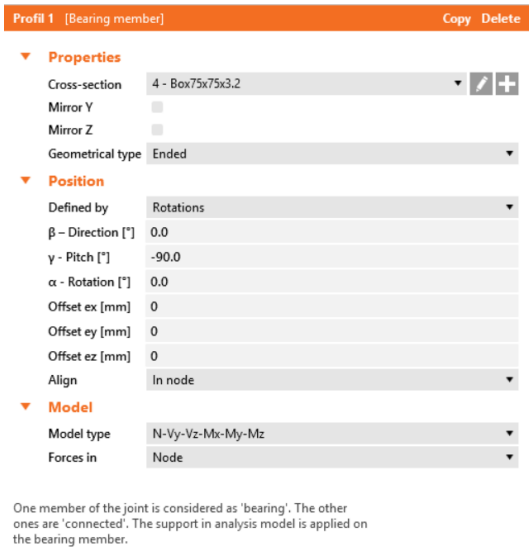


Gambar 5. 63 Pemilihan Profil Pada *Database Section Profile*

Tambahkan juga profil baja canai dingin C75 tebal 0.75 mm dengan cara yang sama seperti langkah di atas.

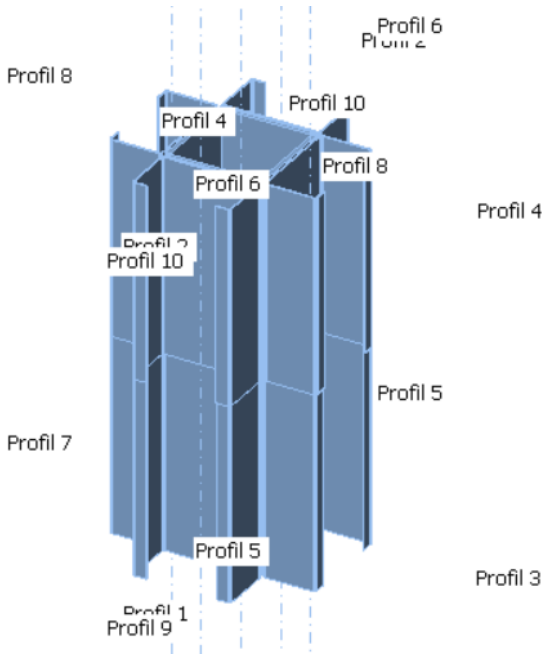
4. Pemodelan sambungan

Pemodelan sambungan dilakukan dengan menambahkan *member* dan *operation* sesuai bentuk sambungan yang diinginkan. Langkah menambahkan member dilakukan dengan cara memilih menu *member* pada *toolbar design*. Pada *member* baru yang muncul, sesuaikan jenis profil dan parameter lain sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.64 sebagai berikut.



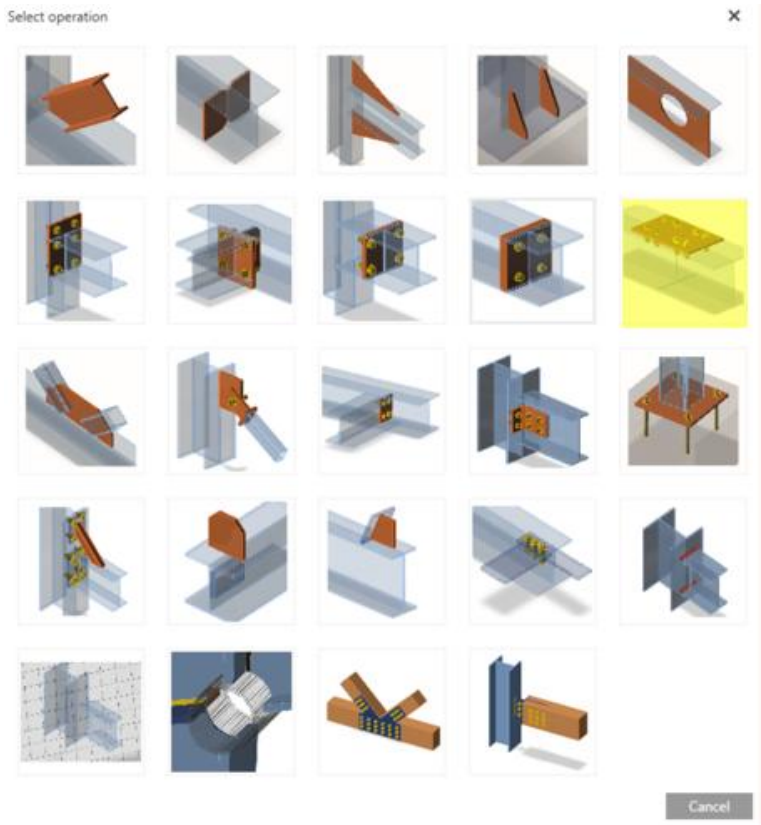
Gambar 5. 64 Penyesuaian Parameter *Member* Profil 1

Tambahkan juga *member* lain sesuai dengan desain sambungan yang akan dibuat dengan langkah yang sama sehingga diperoleh model sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.65 sebagai berikut.



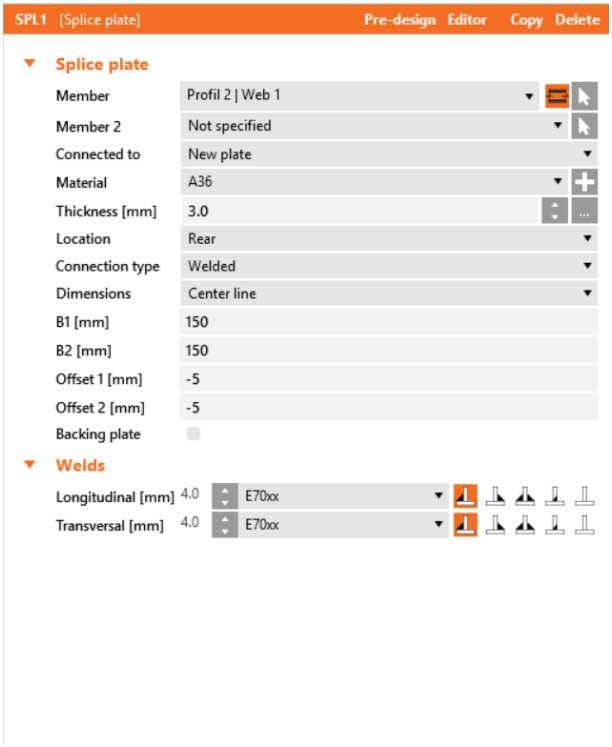
Gambar 5. 65 *Member* Sambungan

Setelah semua member telah terdefinisi, tambahkan operasi dengan cara memilih menu *operation* pada *toolbar design*. Sehingga muncul jendela sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.66 sebagai berikut.



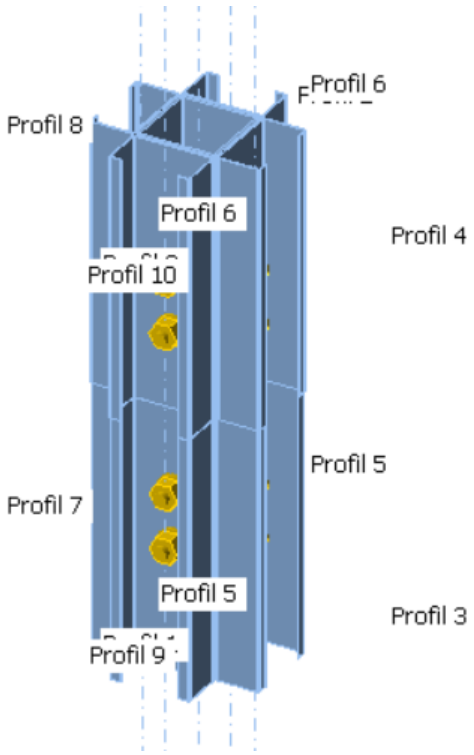
Gambar 5. 66 Jendela *Operation*

Pilih operasi yang akan ditambahkan sesuai dengan desain sambungan yang akan dibuat, pada contoh ini dipilih operasi *splice* seperti yang ditunjukkan dengan warna kuning pada Gambar 5.66 di atas. Setelah itu, akan muncul operasi baru seperti pada Gambar 5.67 sebagai berikut.



Gambar 5. 67 Operasi *Splice* 1

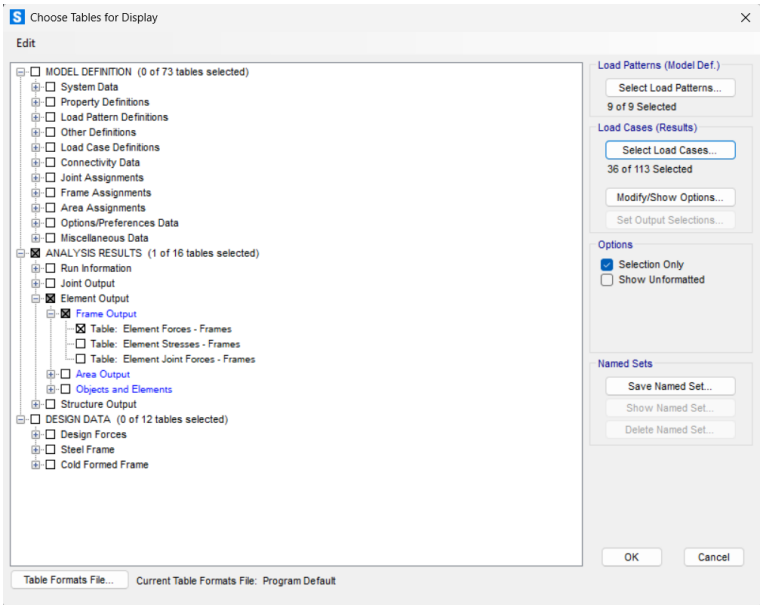
Sesuaikan parameter pada operasi *splice* 1 diatas sesuai dengan desain sambungan yang akan dibuat. Lakukan hal yang sama untuk semua operasi yang akan ditambahkan pada sambungan. Model sambungan setelah ditambahkan seluruh operasi dapat dilihat pada Gambar 5.68 sebagai berikut.



Gambar 5. 68 *Member* Dengan Operasi

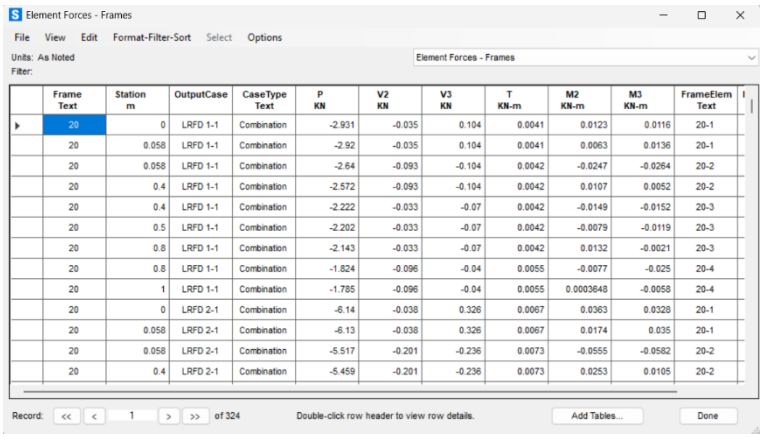
5. Pembebanan

Pembebanan yang ditambahkan pada model sambungan diperoleh dari gaya dalam SAP2000 V26. *Export* gaya dalam pada SAP2000 dilakukan dengan memilih semua profil yang akan di *export*. Selanjutnya pilih menu *show table* pada *toolbar display* sehingga muncul jendela sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.69 sebagai berikut.



Gambar 5. 69 Jendela *Choose Tables For Display*

Pilih tabel *element forces – frame* sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.69 dan sesuaikan *load patterns* dan *load combination* sesuai gaya dalam yang diperlukan. Setelah itu, klik tombol OK sehingga muncul tabel sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.70 sebagai berikut.



Gambar 5. 70 Jendela *Element Forces - Frame*

Untuk mempermudah identifikasi gaya dalam, maka dilakukan *export* table ke Microsoft Excel dengan cara memilih menu *export current table* pada

toolbar file. Gaya dalam yang digunakan untuk desain sambungan adalah dengan 9 kondisi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.16 sebagai berikut.

Tabel 5. 16 Gaya Dalam Sambungan

	P (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	T (kN-m)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
Pmax	-25.687	0.118	-0.293	-0.0023	0.0969	-0.0535
Pmin	1.871	0.111	-0.109	0.0039	0.053	-0.0335
V2 Max	0.472	0.983	0.138	0.0082	-0.0284	-0.1931
V2 Min	0.388	-0.799	-0.016	-0.0102	0.0156	0.1327
V3 Max	0.079	-0.052	-0.989	-0.0008065	0.2237	0.0173
V3 Min	0.072	-0.055	0.872	0.0033	-0.159	0.0029
M2 Max	0.079	-0.052	-0.989	-0.0008065	0.2237	0.0173
M2 Min	-9.361	0.138	0.532	-0.0036	-0.1689	-0.0514
M3 Max	0.472	0.983	0.138	0.0082	-0.0284	-0.1931
M3 Min	0.388	-0.799	-0.016	-0.0102	0.0156	0.1327

Namun, karena arah pembebanan pada IDEA StatiCa berbeda dengan SAP2000 V26, maka perlu disesuaikan menjadi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.17 sebagai berikut.

Tabel 5. 17 Gaya Dalam Sambungan Disesuaikan

	P (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	T (kN-m)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
Pmax	-25.687	-0.293	0.118	-0.0023	-0.0535	0.0969
Pmin	1.871	-0.109	0.111	0.0039	-0.0335	0.053
V2 Max	0.472	0.138	0.983	0.0082	-0.1931	-0.0284
V2 Min	0.388	-0.016	-0.799	-0.0102	0.1327	0.0156
V3 Max	0.079	-0.989	-0.052	-0.0008065	0.0173	0.2237
V3 Min	0.072	0.872	-0.055	0.0033	0.0029	-0.159
M2 Max	0.079	-0.989	-0.052	-0.0008065	0.0173	0.2237
M2 Min	-9.361	0.532	0.138	-0.0036	-0.0514	-0.1689
M3 Max	0.472	0.138	0.983	0.0082	-0.1931	-0.0284
M3 Min	0.388	-0.016	-0.799	-0.0102	0.1327	0.0156

Lakukan *export* gaya dalam pada profil lain sesuai dengan kebutuhan desain sambungan dengan cara yang sama seperti langkah di atas. Setelah diperoleh seluruh gaya dalam profil yang diperlukan untuk pemodelan sambungan,

urutkan pembebanan sesuai dengan urutan profil yang dimodelkan. Gaya dalam yang telah diurutkan dapat dilihat pada Tabel 5.18 sebagai berikut.

Tabel 5. 18 Rekapitulasi Gaya Dalam Untuk Desain Sambungan Tipe 1

Profil	Beban ke-	P (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	T (kN-m)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
Profil 2	Beban 1	-17.675	0.029	-0.00818	-0.0063	0.054	0.0276
Profil 3	Beban 1	-2.223	-0.119	-0.2	5.17E-07	-0.0735	0.0303
Profil 4	Beban 1	-2.363	-0.105	-0.051	-9.26E-07	0.021	-0.0209
Profil 5	Beban 1	-2.223	-0.119	-0.2	5.17E-07	-0.0735	0.0303
Profil 6	Beban 1	-2.363	-0.105	-0.051	-9.3E-07	0.021	-0.0209
Profil 7	Beban 1	-2.223	-0.119	-0.2	5.17E-07	-0.0735	0.0303
Profil 8	Beban 1	-2.363	-0.105	-0.051	-9.3E-07	0.021	-0.0209
Profil 9	Beban 1	-2.223	-0.119	-0.2	5.17E-07	-0.0735	0.0303
Profil 10	Beban 1	-2.363	-0.105	-0.051	-9.3E-07	0.021	-0.0209
Profil 2	Beban 2	5.067	0.027	-0.261	0.0122	0.2611	0.0182
Profil 3	Beban 2	0.641	-0.106	0.062	4.19E-07	0.0209	0.0246
Profil 4	Beban 2	1.605	0.012	0.012	4.98E-08	-0.0061	0.0095
Profil 5	Beban 2	0.641	-0.106	0.062	4.19E-07	0.0209	0.0246
Profil 6	Beban 2	1.605	0.012	0.012	4.98E-08	-0.0061	0.0095
Profil 7	Beban 2	0.641	-0.106	0.062	4.19E-07	0.0209	0.0246
Profil 8	Beban 2	1.605	0.012	0.012	4.98E-08	-0.0061	0.0095
Profil 9	Beban 2	0.641	-0.106	0.062	4.19E-07	0.0209	0.0246
Profil 10	Beban 2	1.605	0.012	0.012	4.98E-08	-0.0061	0.0095
Profil 2	Beban 3	-8.031	0.28	-0.475	0.0054	0.109	0.0606
Profil 3	Beban 3	0.064	-0.00182	-0.531	2.06E-07	-0.131	-0.0019
Profil 4	Beban 3	0.291	0.002219	0.275	3.24E-07	-0.041	-0.0041
Profil 5	Beban 3	0.064	-0.00182	-0.531	2.06E-07	-0.131	-0.0019
Profil 6	Beban 3	0.291	0.002219	0.275	3.24E-07	-0.041	-0.0041
Profil 7	Beban 3	0.064	-0.00182	-0.531	2.06E-07	-0.131	-0.0019
Profil 8	Beban 3	0.291	0.002219	0.275	3.24E-07	-0.041	-0.0041
Profil 9	Beban 3	0.064	-0.00182	-0.531	2.06E-07	-0.131	-0.0019
Profil 10	Beban 3	0.291	0.002219	0.275	3.24E-07	-0.041	-0.0041
Profil 2	Beban 4	-6.169	-0.236	0.343	-0.0058	-0.0963	-0.0364
Profil 3	Beban 4	-0.111	-0.00181	0.515	-4.9E-07	0.1287	0.0038
Profil 4	Beban 4	0.756	0.017	-0.254	5.91E-07	0.0413	0.0012
Profil 5	Beban 4	-0.111	-0.00181	0.515	-4.9E-07	0.1287	0.0038

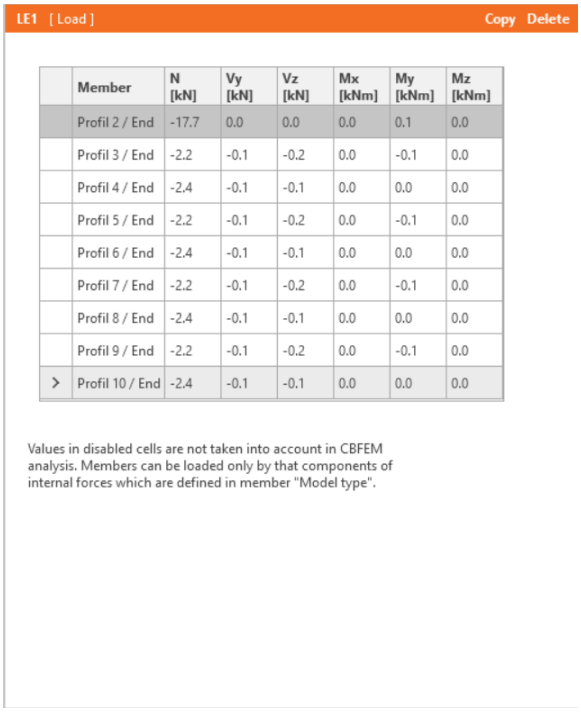
Lanjutan Tabel 5. 17 Rekapitulasi Gaya Dalam Untuk Desain Sambungan Tipe 1

Profil	Beban ke-	P (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	T (kN-m)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
Profil 6	Beban 4	0.756	0.017	-0.254	5.91E-07	0.0413	0.0012
Profil 7	Beban 4	-0.111	-0.00181	0.515	-4.9E-07	0.1287	0.0038
Profil 8	Beban 4	0.756	0.017	-0.254	5.91E-07	0.0413	0.0012
Profil 9	Beban 4	-0.111	-0.00181	0.515	-4.9E-07	0.1287	0.0038
Profil 10	Beban 4	0.756	0.017	-0.254	5.91E-07	0.0413	0.0012
Profil 2	Beban 5	-7.691	0.523	-0.277	-0.0048	0.0583	0.1188
Profil 3	Beban 5	0.153	0.213	-0.00181	1.66E-07	0.0049	-0.0553
Profil 4	Beban 5	0.342	0.444	0.033	1.10E-06	0.019	0.013
Profil 5	Beban 5	0.153	0.213	-0.00181	1.66E-07	0.0049	-0.0553
Profil 6	Beban 5	0.342	0.444	0.033	1.1E-06	0.019	0.013
Profil 7	Beban 5	0.153	0.213	-0.00181	1.66E-07	0.0049	-0.0553
Profil 8	Beban 5	0.342	0.444	0.033	1.1E-06	0.019	0.013
Profil 9	Beban 5	0.153	0.213	-0.00181	1.66E-07	0.0049	-0.0553
Profil 10	Beban 5	0.342	0.444	0.033	1.1E-06	0.019	0.013
Profil 2	Beban 6	0.293	-0.331	-0.00672	0.0175	0.0231	-0.0435
Profil 3	Beban 6	0.047	-0.183	-0.00181	-5.6E-08	0.0014	0.0465
Profil 4	Beban 6	0.546	-0.158	0.003645	4.64E-07	0.0196	-0.0268
Profil 5	Beban 6	0.047	-0.183	-0.00181	-5.6E-08	0.0014	0.0465
Profil 6	Beban 6	0.546	-0.158	0.003645	4.64E-07	0.0196	-0.0268
Profil 7	Beban 6	0.047	-0.183	-0.00181	-5.6E-08	0.0014	0.0465
Profil 8	Beban 6	0.546	-0.158	0.003645	4.64E-07	0.0196	-0.0268
Profil 9	Beban 6	0.047	-0.183	-0.00181	-5.6E-08	0.0014	0.0465
Profil 10	Beban 6	0.546	-0.158	0.003645	4.64E-07	0.0196	-0.0268
Profil 2	Beban 7	4.234	0.201	-0.024	-0.0013	0.0103	0.2276
Profil 3	Beban 7	-1.686	-0.161	-0.208	-1.7E-06	-0.0516	0.0558
Profil 4	Beban 7	0.546	-0.158	0.003645	4.64E-07	0.0196	-0.0268
Profil 5	Beban 7	-1.686	-0.161	-0.208	-1.7E-06	-0.0516	0.0558
Profil 6	Beban 7	0.546	-0.158	0.003645	4.64E-07	0.0196	-0.0268
Profil 7	Beban 7	-1.686	-0.161	-0.208	-1.7E-06	-0.0516	0.0558
Profil 8	Beban 7	0.546	-0.158	0.003645	4.64E-07	0.0196	-0.0268
Profil 9	Beban 7	-1.686	-0.161	-0.208	-1.7E-06	-0.0516	0.0558
Profil 10	Beban 7	0.546	-0.158	0.003645	4.64E-07	0.0196	-0.0268
Profil 2	Beban 8	3.513	-0.129	0.093	-0.0024	-0.0657	-0.1576
Profil 3	Beban 8	0.153	0.213	-0.00181	1.66E-07	0.0049	-0.0553
Profil 4	Beban 8	-0.995	0.131	0.017	1.39E-06	0.000893	0.0251

Lanjutan Tabel 5. 17 Rekapitulasi Gaya Dalam Untuk Desain Sambungan Tipe 1

Profil	Beban ke-	P (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	T (kN-m)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
Profil 5	Beban 8	0.153	0.213	-0.00181	1.66E-07	0.0049	-0.0553
Profil 6	Beban 8	-0.995	0.131	0.017	1.39E-06	0.000893	0.0251
Profil 7	Beban 8	0.153	0.213	-0.00181	1.66E-07	0.0049	-0.0553
Profil 8	Beban 8	-0.995	0.131	0.017	1.39E-06	0.000893	0.0251
Profil 9	Beban 8	0.153	0.213	-0.00181	1.66E-07	0.0049	-0.0553
Profil 10	Beban 8	-0.995	0.131	0.017	1.39E-06	0.000893	0.0251
Profil 2	Beban 9	5.032	0.026	-0.272	0.0126	0.2697	0.0181
Profil 3	Beban 9	0.095	-0.00181	0.509	-1.4E-07	0.1358	-0.0029
Profil 4	Beban 9	-1.893	0.026	-0.244	9.79E-08	0.0455	0.0032
Profil 5	Beban 9	0.095	-0.00181	0.509	-1.4E-07	0.1358	-0.0029
Profil 6	Beban 9	-1.893	0.026	-0.244	9.79E-08	0.0455	0.0032
Profil 7	Beban 9	0.095	-0.00181	0.509	-1.4E-07	0.1358	-0.0029
Profil 8	Beban 9	-1.893	0.026	-0.244	9.79E-08	0.0455	0.0032
Profil 9	Beban 9	0.095	-0.00181	0.509	-1.4E-07	0.1358	-0.0029
Profil 10	Beban 9	-1.893	0.026	-0.244	9.79E-08	0.0455	0.0032
Profil 2	Beban 10	4.519	0.126	0.21	-0.00055	-0.2093	0.0358
Profil 3	Beban 10	0.07	-0.0018	-0.51	-2.3E-08	-0.1335	-0.0021
Profil 4	Beban 10	0.291	0.002219	0.275	3.24E-07	-0.041	-0.0041
Profil 5	Beban 10	0.07	-0.0018	-0.51	-2.3E-08	-0.1335	-0.0021
Profil 6	Beban 10	0.291	0.002219	0.275	3.24E-07	-0.041	-0.0041
Profil 7	Beban 10	0.07	-0.0018	-0.51	-2.3E-08	-0.1335	-0.0021
Profil 8	Beban 10	0.291	0.002219	0.275	3.24E-07	-0.041	-0.0041
Profil 9	Beban 10	0.07	-0.0018	-0.51	-2.3E-08	-0.1335	-0.0021
Profil 10	Beban 10	0.291	0.002219	0.275	3.24E-07	-0.041	-0.0041

Beban yang telah didefinisikan tersebut ditambahkan pada *software* IDEA StatiCa dengan cara memilih menu *load* pada *toolbar design.* Sebagai contoh, pembebanan LE 1 yang telah ditambahkan dapat dilihat pada Gambar 5.71 sebagai berikut.



LE1 [Load] Copy Delete

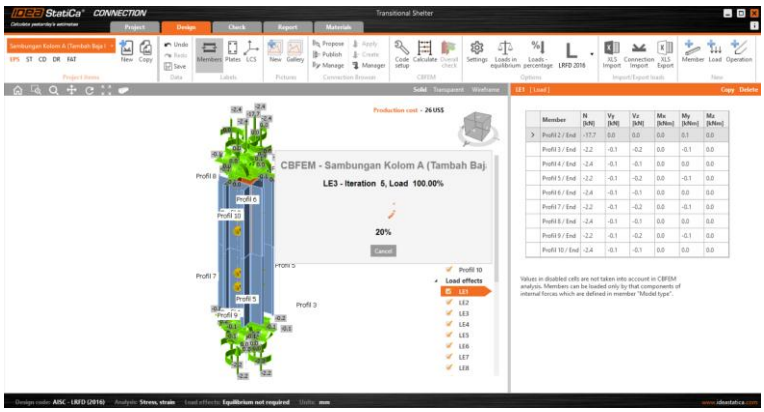
	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
	Profil 2 / End	-17.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Profil 3 / End	-2.2	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	0.0
	Profil 4 / End	-2.4	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0
	Profil 5 / End	-2.2	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	0.0
	Profil 6 / End	-2.4	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0
	Profil 7 / End	-2.2	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	0.0
	Profil 8 / End	-2.4	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0
	Profil 9 / End	-2.2	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	0.0
>	Profil 10 / End	-2.4	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0

Values in disabled cells are not taken into account in CBFEM analysis. Members can be loaded only by that components of internal forces which are defined in member "Model type".

Gambar 5. 71 *Load* LE 1

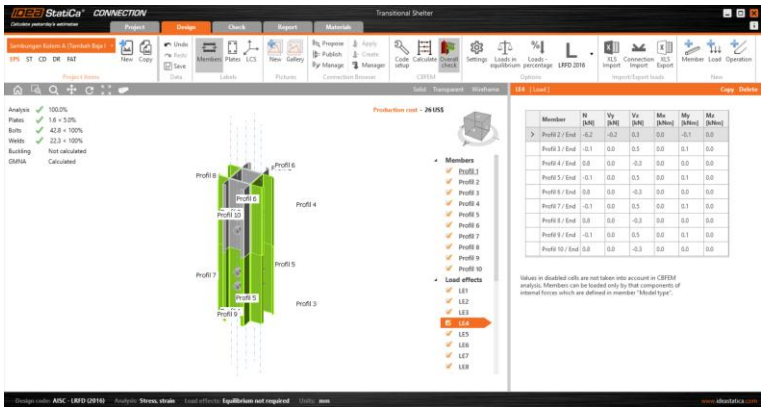
6. Analisis dan desain sambungan

Setelah pembebanan diberikan pada model, pilih menu *calculate* pada *toolbar design* untuk melakukan analisis sambungan. Proses analisis dapat dilihat sebagaimana tampak pada Gambar 5.72 sebagai berikut.



Gambar 5. 72 Proses Analisis Sambungan

Setelah proses selesai, maka akan tampak hasil analisis sambungan dinyatakan aman sesuai batasan yang diizinkan. Tampilan analisis sambungan yang telah selesai dapat dilihat pada Gambar 5.73 sebagai berikut.



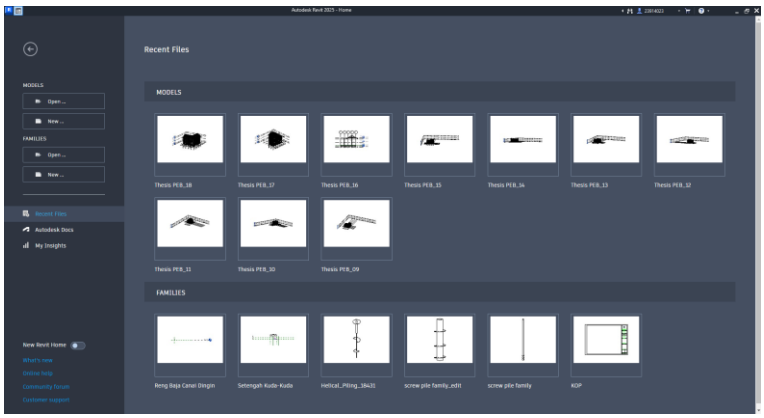
Gambar 5. 73 Tampilan Hasil Analisis Sambungan

5.4 Pemodelan Detail

Pemodelan detail dilakukan dengan bantuan *software* Autodesk Revit 2025. Tahapan pemodelan detail adalah sebagai berikut.

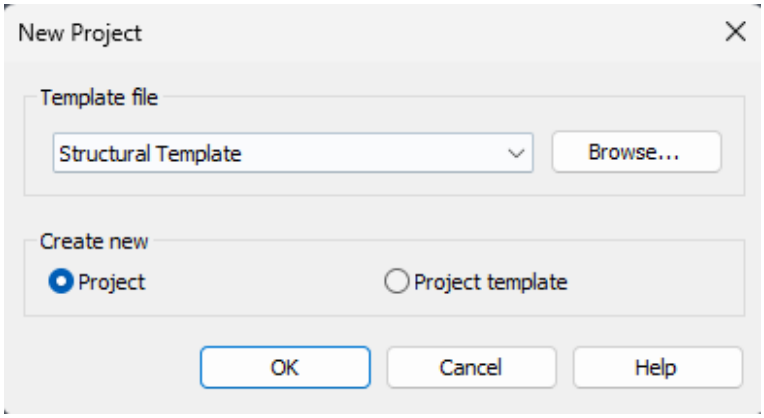
1. Membuat model baru

   Langkah awal pemodelan dimulai dengan membuat model baru sesuai dengan template yang dibutuhkan. Setelah membuka *software* Autodesk Revit 2025 maka tampilan akan menjadi seperti pada Gambar 5.74 sebagai berikut.



Gambar 5. 74 Halaman Awal Autodesk Revit 2025

Pada menu *Models*, pilih menu *New* sehingga muncul jendela seperti pada Gambar 5.75 sebagai berikut.

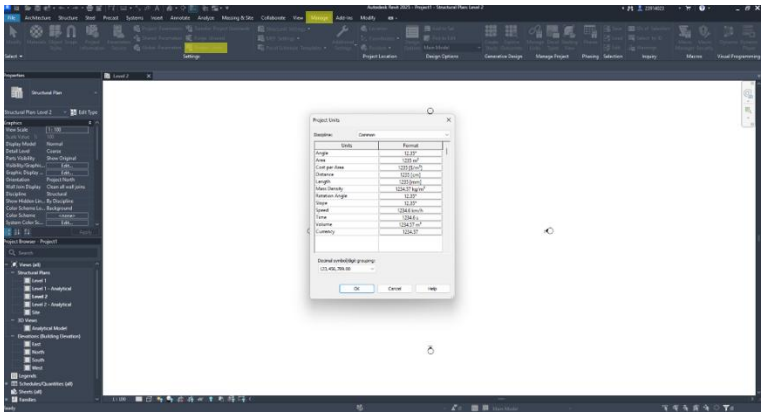


Gambar 5. 75 Jendela New Template

Pada jendela *new project*, sesuaikan *template file* menjadi *structural template* kemudian pilih OK.

2. Pengaturan *project unit*

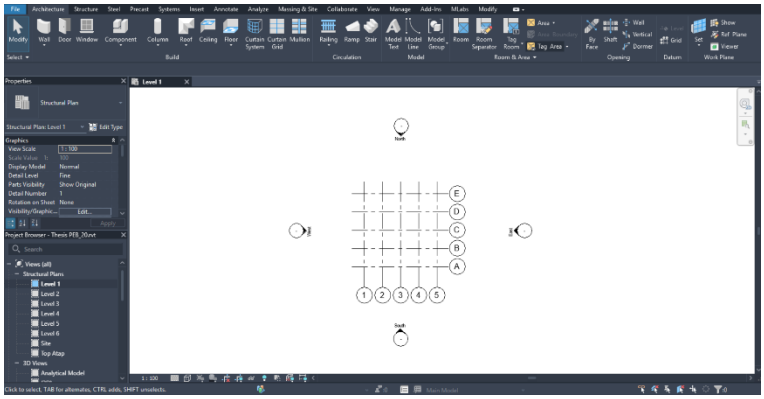
Pengaturan *project unit*, dimaksudkan untuk menyesuaikan satuan yang digunakan dalam pemodelan. Pengaturan ini dilakukan dengan memilih *toolbar manage* pada *taskbar*, kemudian pilih *project unit* dan sesuaikan unit sesuai dengan kebutuhan dalam pemodelan. Pengaturan *project units* dapat dilihat pada Gambar 5.76 sebagai berikut.



Gambar 5. 76 Pengaturan Project Units

3. Pembuatan *grid* dan pengaturan elevasi

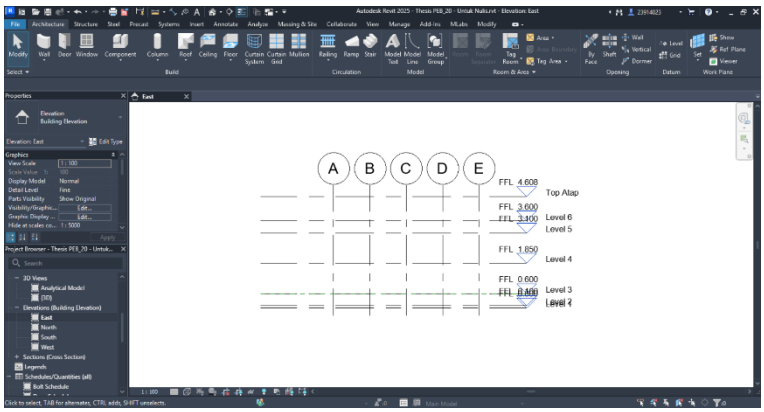
   Pembuatan *grid* dilakukan dengan memilih *toolbar architecture* pada *taskbar*, kemudian pilih *grid*. Setelah itu, buat *grid* sesuai dengan denah bangunan yang akan dibuat. *Grid* yang digunakan pada pemodelan ini dapat dilihat pada Gambar 5.77 sebagai berikut.



Gambar 5. 77 Pembuatan Grid

Sedangkan, pengaturan elevasi dilakukan dengan memilih salah satu elevasi pada *project browser*. Sesuaikan elevasi dengan memindahkan elevasi yang tersedia sesuai dengan elevasi yang diharapkan. Penambahan elevasi dilakukan dengan melakukan duplikasi pada elevasi yang sudah ada sebanyak

yang dibutuhkan. Pengaturan elevasi dapat dilihat pada Gambar 5.78 sebagai berikut.



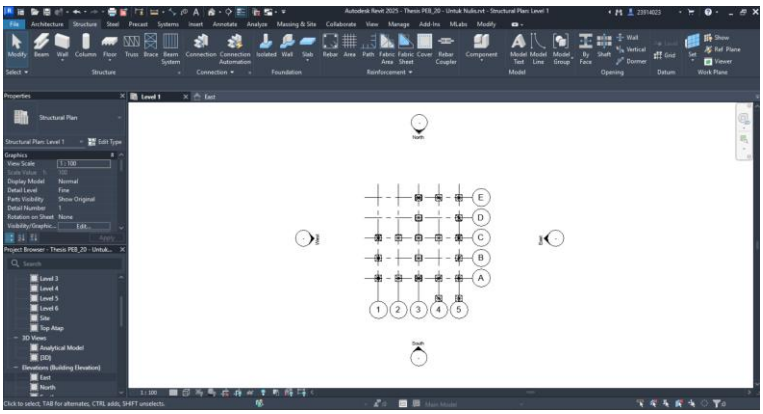
Gambar 5. 78 Pengaturan Elevasi

4. Pemodelan

Pemodelan dilakukan dengan dilakukan meliputi pondasi, kolom prefabrikasi, panel, rangka dan penutup atap. Tahapan pemodelan untuk masing-masing elemen adalah sebagai berikut.

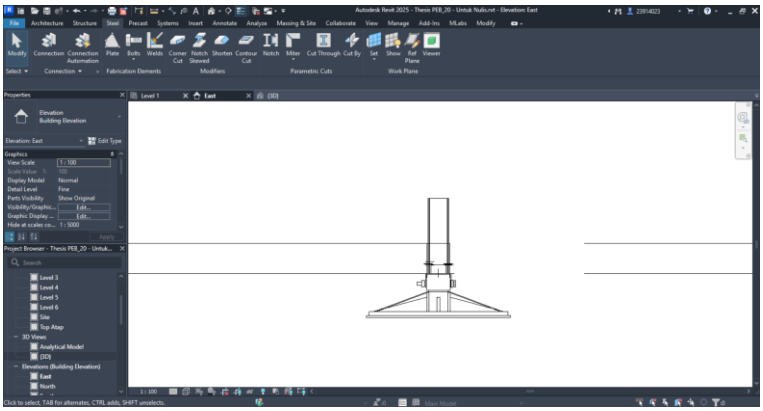
a. Pemodelan pondasi dan kolom

Pondasi yang digunakan adalah pondasi tapak prefabrikasi dengan merek Sure-foot. Pihak Sure-foot telah menyediakan *family model* BIM untuk pondasi tersebut sehingga hanya perlu melakukan *import* ke *project* yang sedang dikerjakan. Tahap *import family model* pondasi dilakukan dengan cara memilih menu *load family* pada *toolbar insert*. Pilih lokasi *family* yang telah disiapkan. Tempatkan *family* pondasi pada titik-titik perletakan pondasi telah diperhitungkan. Pemodelan pondasi prefabrikasi dapat dilihat pada Gambar 5.79 sebagai berikut.



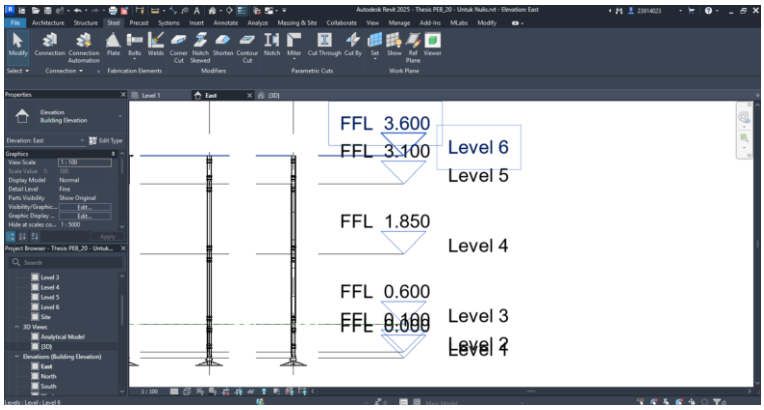
Gambar 5. 79 Pemodelan Pondasi Prefabrikasi

Selanjutnya menambahkan hollow besi 75 x 75 x 3.2 mm dan plat besi tebal 3 mm untuk koneksi ke kolom A. Penambahan hollow besi 75 x 75 x 3.2 mm dilakukan dengan cara memilih menu *column* pada *toolbar structure*. Sesuaikan *properties column* menjadi hollow besi 75 x 75 x 3.2 mm dan tempatkan pada tiap pondasi. Penambahan plat besi tebal 3 mm dilakukan dengan cara memilih menu *plate* pada *toolbar steel* dan modelkan plat sebagai penyambung pada bagian dalam hollow besi 75 x 75 x 3.2 mm. Sesuaikan juga *properties plate* sesuai plat besi tebal 3 mm. Tambahkan pekerjaan pengelasan sesuai titik yang dilakukan pengelasan dengan cara memilih menu *welds* pada *toolbar steel*. Penambahan hollow besi 75 x 75 x 3.2 mm dan plat sambung tebal 3 mm tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.80 sebagai berikut.



Gambar 5. 80 Pemodelan Hollow dan Plat Pada Pondasi

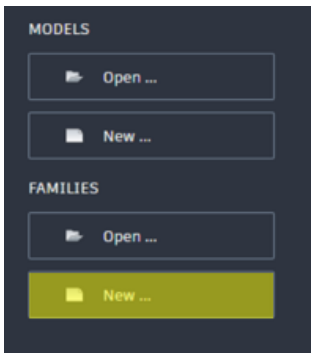
Lakukan hal yang sama untuk memodelkan kolom secara keseluruhan. Tambahkan juga koneksi baut dengan cara memilih menu *bolts* pada *toolbar steel*. Pastikan *properties* baut sesuai dengan mutu dan dimensi yang direncanakan. Pemodelan pondasi dan kolom secara penuh dapat dilihat pada Gambar 5.81 sebagai berikut.



Gambar 5. 81 Pemodelan Pondasi dan Kolom Secara Penuh

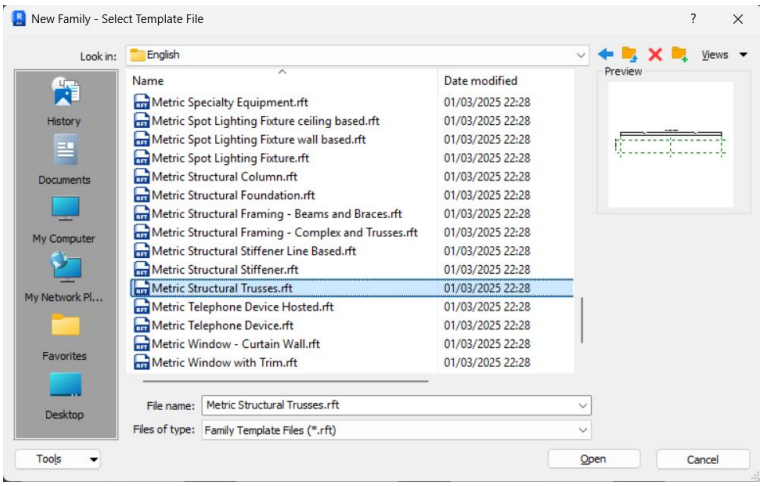
b. Pemodelan panel

Pemodelan panel diawali dengan membuat *family* panel dengan cara memilih menu *new* pada menu *family* sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.82 sebagai berikut.



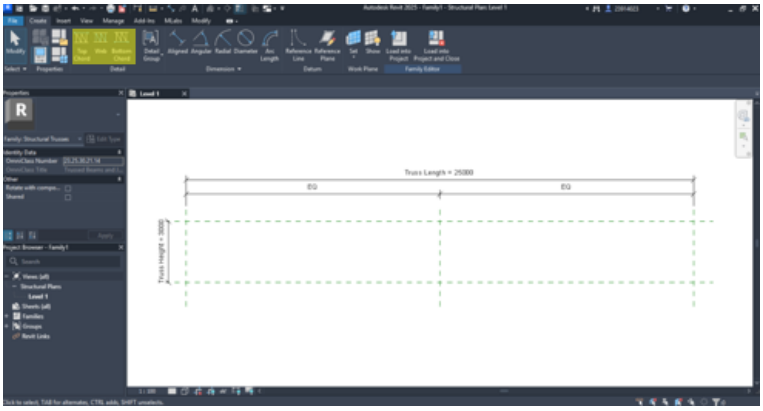
Gambar 5. 82 Menu New Family

Sehingga muncul jendela *new family- select template file*. Kemudian pilih *metric structural trusses* sebagaimana tertampil pada Gambar 5.83 sebagai berikut.



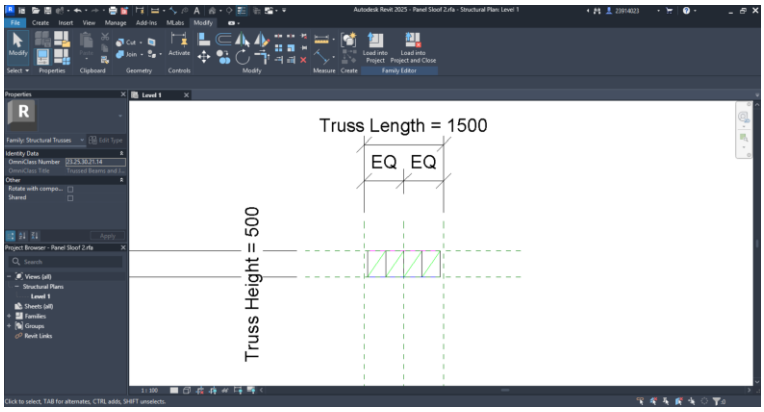
Gambar 5. 83 Jendela *New Family - Select Template File*

Setelah itu akan muncul area kerja untuk melakukan pemodelan *family* panel. Pemodelan panel dilakukan dengan cara memilih menu *top chord*, *web* dan *bottom chord* pada *toolbar create* sebagaimana ditandai kuning pada Gambar 5.84 sebagai berikut.



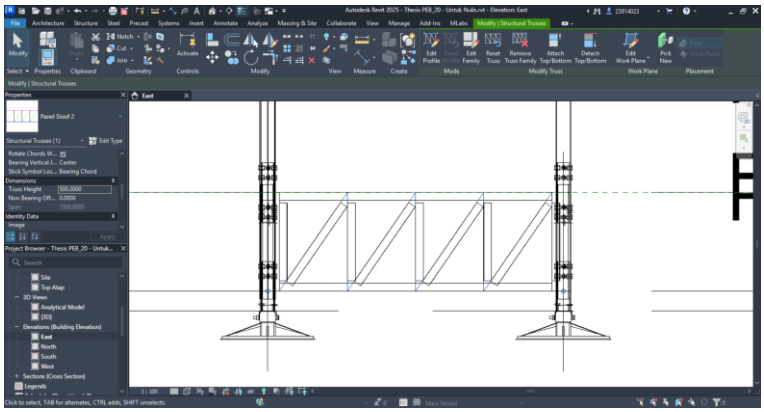
Gambar 5. 84 Pemodelan *Family* Panel

Lakukan pemodelan sesuai dengan desain yang telah ditentukan sebelumnya. Sebagai contoh model *family* panel balok/sloof dapat dilihat pada Gambar 5.85 sebagai berikut.



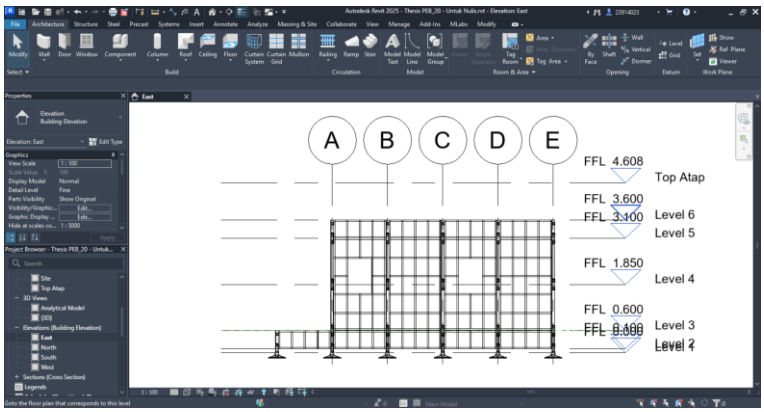
Gambar 5. 85 Pemodelan *Family* Panel Sloof/Balok

Lakukan pemodelan yang sama untuk panel pintu, jendela dan dinding. Setelah semua *family* panel dimodelkan, lakukan *import family* seperti yang sebelumnya. Pemodelan pada *project* dilakukan dengan memilih menu *truss* pada *toolbar structure*, lalu pilih panel yang akan dimodelkan. Sesuaikan *properties* dari panel sesuai dengan desain. Sebagai contoh, pemodelan panel sloof/balok pada *project* dapat dilihat pada Gambar 5.86 sebagai berikut.



Gambar 5. 86 Pemodelan Panel Sloof/Balok Pada *Project*

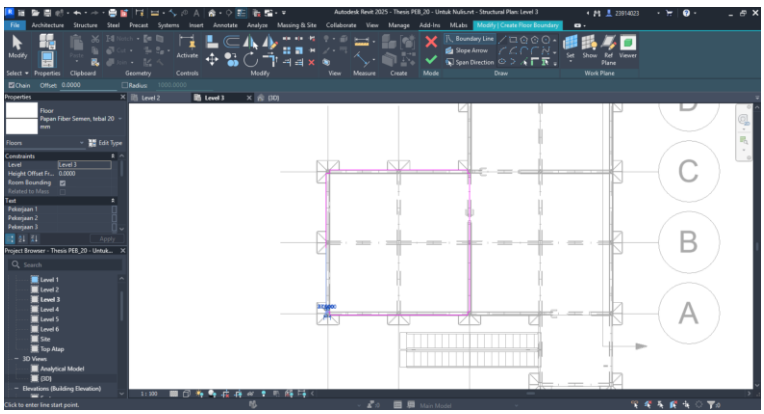
Lakukan juga pemodelan untuk panel lain sehingga diperoleh model sebagaimana tertampil pada Gambar 5.87 sebagai berikut.



Gambar 5. 87 Pemodelan Panel Keseluruhan

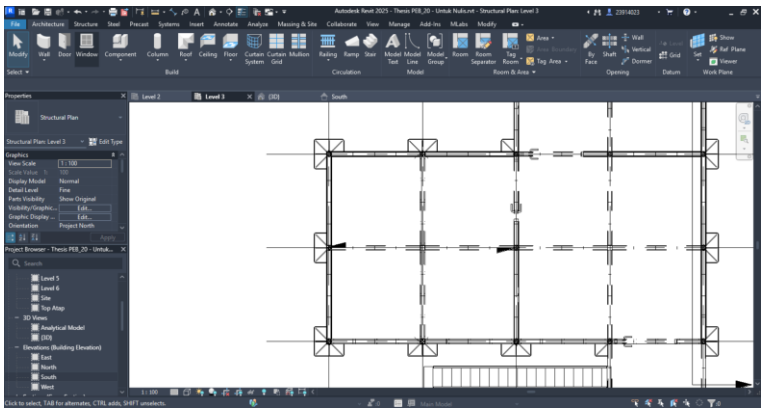
c. Pemodelan penutup lantai dan dinding

Pemodelan penutup lantai dilakukan dengan cara memilih menu *structural floor* pada *toolbar architecture*. Sebelum melakukan pemodelan pastikan *properties* dari lantai sudah disesuaikan dengan desain yang diharapkan. Pada perencanaan ini digunakan lantai papan fiber semen dengan ketebalan 20 mm sehingga *properties* dari lantai disesuaikan dengan material yang digunakan. Setelah lakukan pemodelan dengan memilih *line* sebagaimana tertampil pada Gambar 5.88 sebagai berikut.



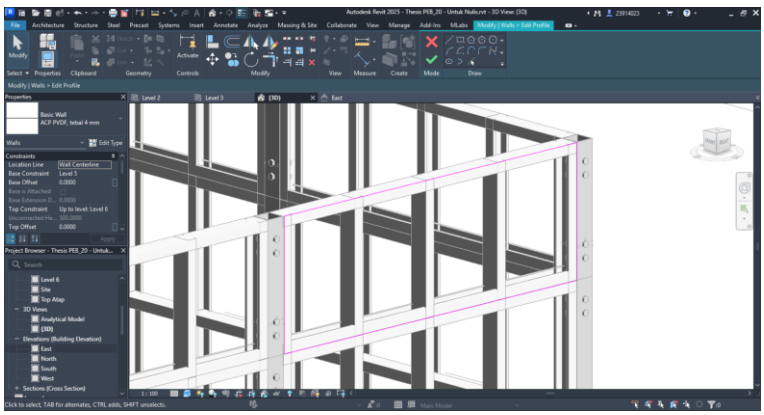
Gambar 5. 88 Pemodelan Penutup Lantai

Setelah terbentuk *boundary line*, klik simbol centang sehingga berhasil termodelkan sebagaimana tertampil pada gambar 5.89 sebagai berikut.



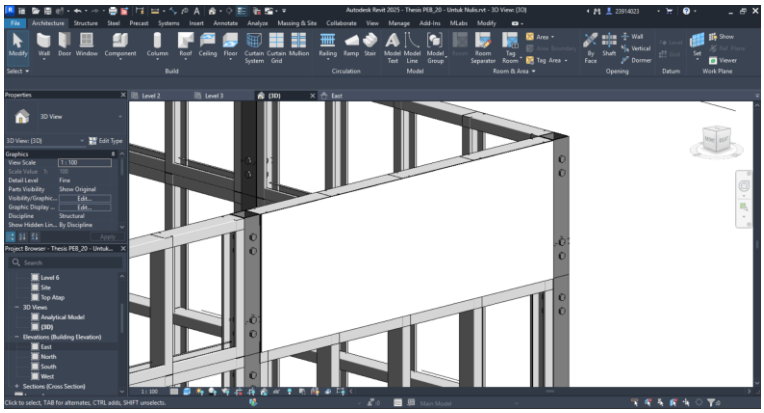
Gambar 5. 89 Model Penutup Lantai

Sedangkan, pemodelan penutup dinding dilakukan dengan cara memilih menu *wall* pada *toolbar architecture*. Sesuaikan properties sama seperti pada pemodelan penutup lantai. Penutup dinding yang digunakan adalah *aluminium composite panel* tipe PVDF 3003 tebal 4 mm. Pemodelan dilakukan dengan memilih *line* dan buat *boundary line* sesuai dengan desain yang diharapkan sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.90 sebagai berikut.



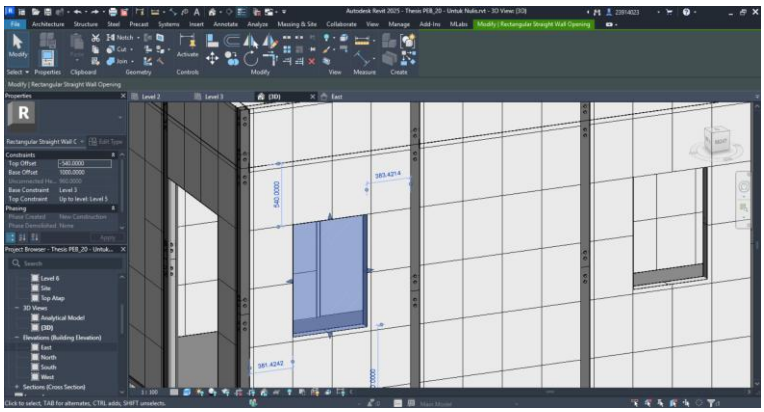
Gambar 5. 90 Pemodelan Penutup Dinding

Setelah *boundary line* terbentuk, pilih simbol centang sehingga muncul model penutup dinding sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.91 sebagai berikut.



Gambar 5. 91 Model Penutup Dinding

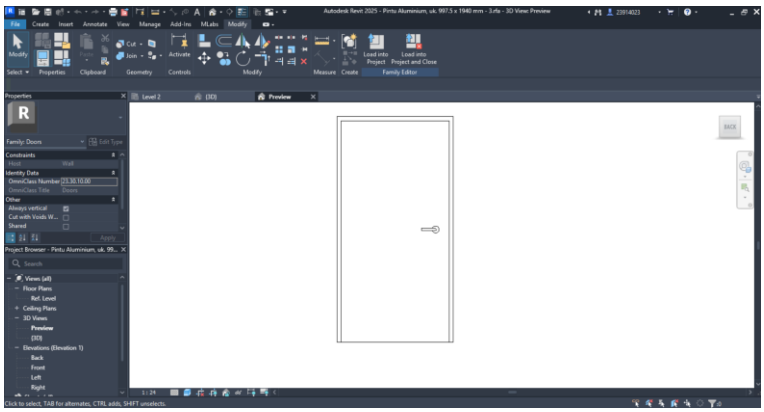
Tambahkan bukaan untuk area yang nantinya dipasang pintu dan jendela. Cara menambahkan bukaan dilakukan dengan cara memilih *wall opening* dan gambarkan area yang terbuka (tidak ditutup penutup dinding) sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.92 sebagai berikut.



Gambar 5. 92 Pemodelan Opening

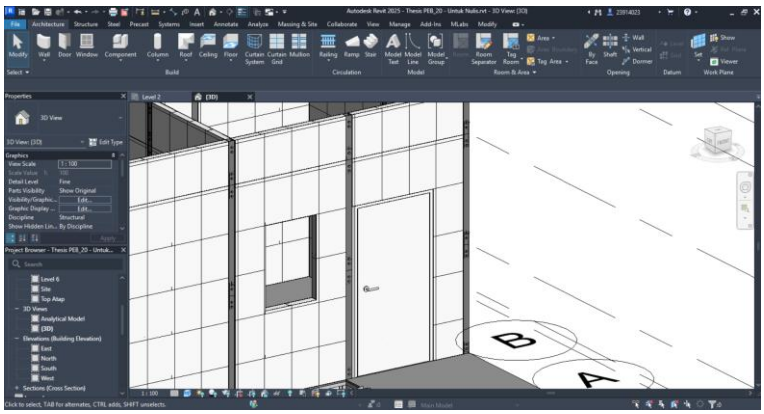
d. Pemodelan Pintu dan Jendela

Pemodelan pintu dan jendela dilakukan dengan cara yang sama seperti pemodelan panel yaitu dengan membuat model *family* terlebih dahulu. Model *family* pintu dapat dilihat pada Gambar 5.93 sebagai berikut.



Gambar 5. 93 Model *Family* Pintu

Selanjutnya *load family* yang sudah dibuat ke *project* dan tempatkan pada panel dinding sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.94 sebagai berikut.

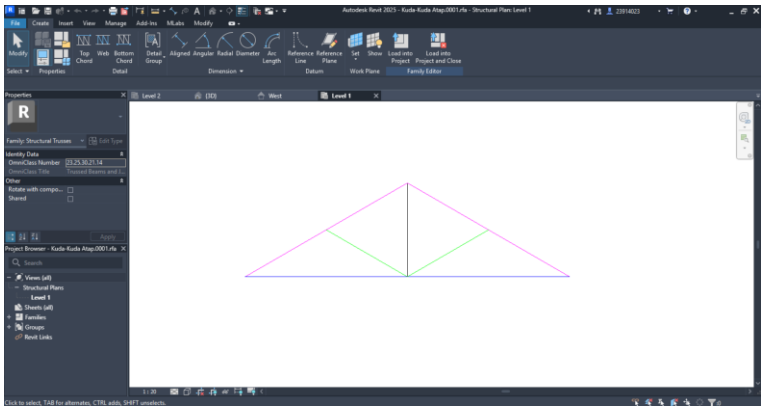


Gambar 5. 94 Model Pintu Pada Panel Pintu

Tempatkan pintu pada panel pintu lain dan lakukan hal yang sama pada model jendela.

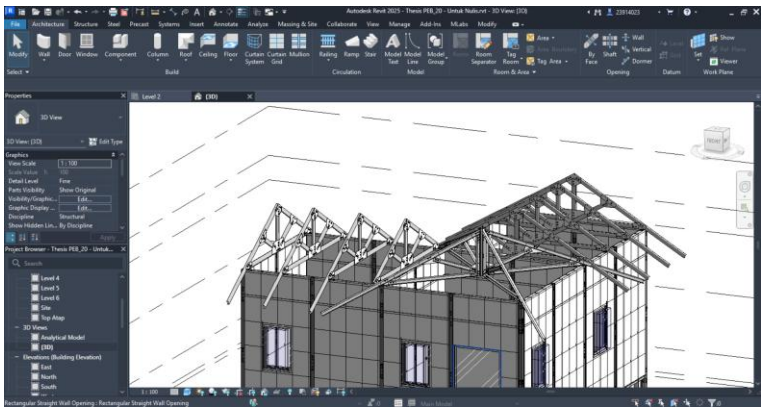
e. Pemodelan rangka dan penutup atap

Pemodelan rangka atap dilakukan dengan membuat model *family* kuda-kuda sebagaimana yang dilakukan pada pemodelan panel, pintu dan jendela. Sebagai contoh model *family* kuda-kuda tipe 1 dapat dilihat pada Gambar 5.95 sebagai berikut.



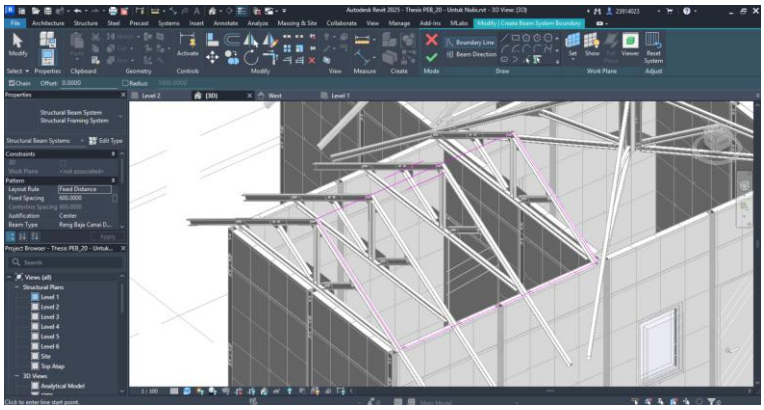
Gambar 5. 95 Model Family Kuda-kuda Tipe 1

Load family kuda-kuda tipe 1 pada *project* dan tempatkan sesuai dengan desain yang telah dibuat. Tambahkan sambungan dengan *plate* dan *bolt* seperti sebelumnya. Model kuda-kuda lengkap dengan sambungan secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 5.96 sebagai berikut.



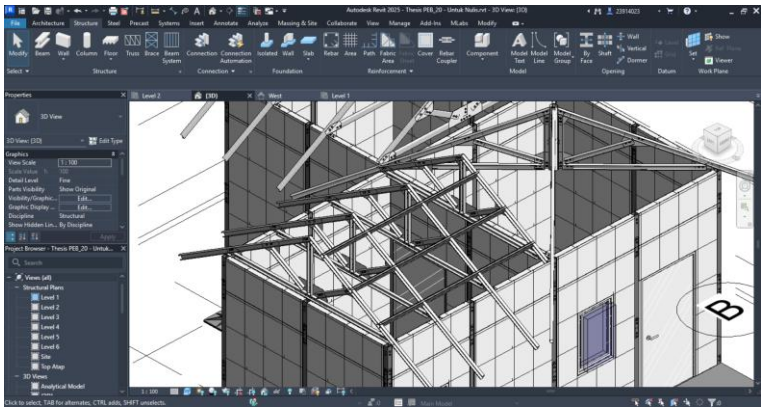
Gambar 5. 96 Rangka Kuda-kuda Atap

Pemodelan reng atap dilakukan dengan memilih menu *beam system* pada *toolbar structure*. Pilih *line* dan gambarkan *boundary line* sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.97 sebagai berikut.



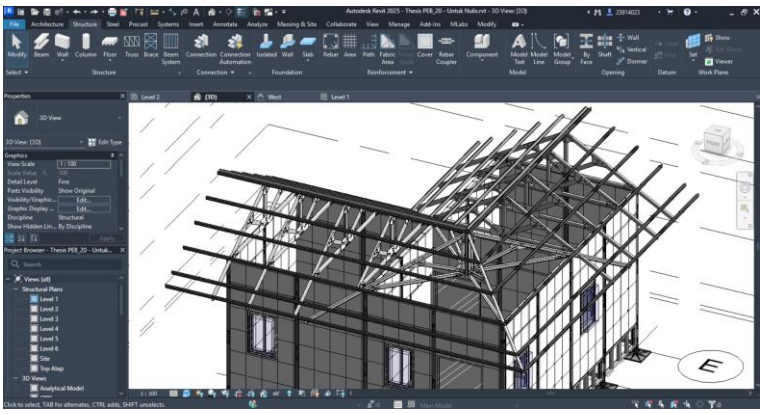
Gambar 5. 97 Pemodelan Reng Atap

Setelah *boundary line* pilih simbol centang sehingga muncul model reng sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.98 sebagai berikut.



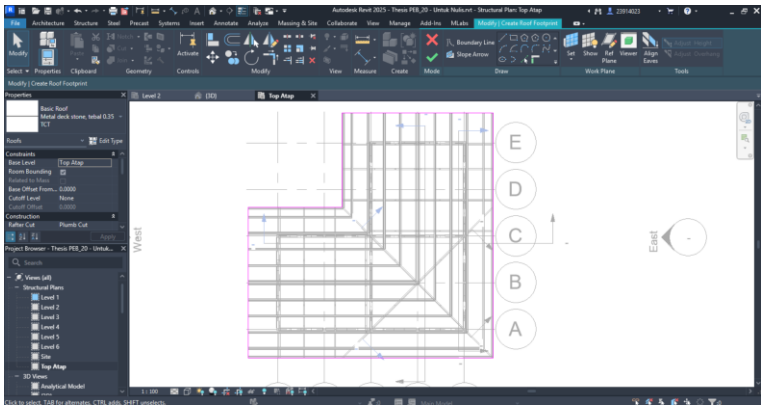
Gambar 5. 98 Model Reng

Sesuaikan reng dan lengkapi keseluruhan atap dengan reng sesuai dengan desain yang telah ditetapkan. Model seluruh reng dapat dilihat pada Gambar 5.99 sebagai berikut.



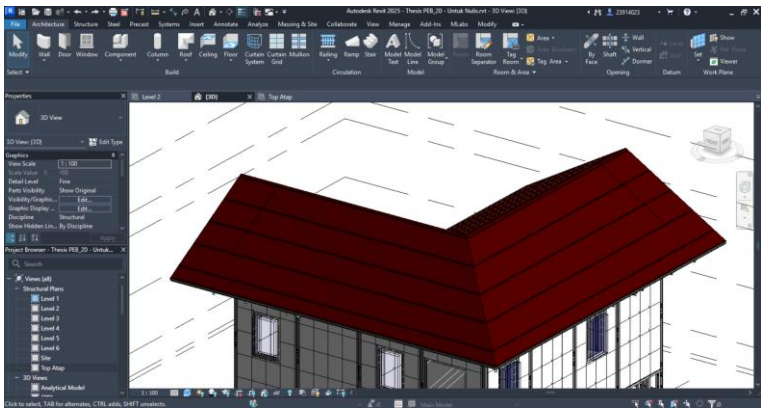
Gambar 5. 99 Model Reng Keseluruhan

Selanjutnya, lakukan pemodelan penutup atap dengan memilih menu *roof by footprint* pada *toolbar architecture*. Pilih *line* dan buat *boundary line* sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.100 sebagai berikut.



Gambar 5. 100 Pemodelan Penutup Atap

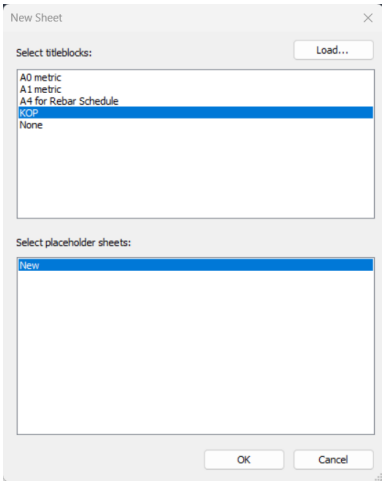
Setelah *boundary line* terbentuk, pilih simbol centang sehingga terbentuk penutup atap sebagaimana tertampil pada Gambar 5.101 sebagai berikut.



Gambar 5. 101 Model Penutup Atap

5. Penyajian gambar

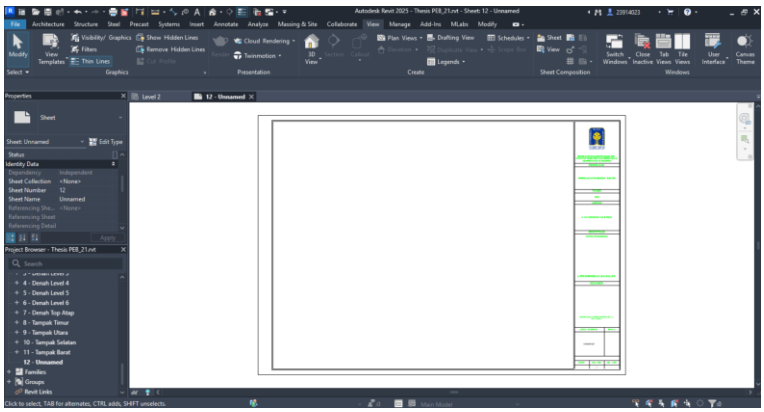
Penyajian gambar dilakukan dengan melakukan pengaturan pada model sehingga dapat dilakukan pencetakan (*export*) ke dalam media 2D dan menampilkan informasi secara baik. Penyajian gambar dilakukan dengan memilih menu *sheet* pada *toolbar view* sehingga muncul jendela *new sheet* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.102 sebagai berikut.



Gambar 5. 102 Jendela *New Sheet*

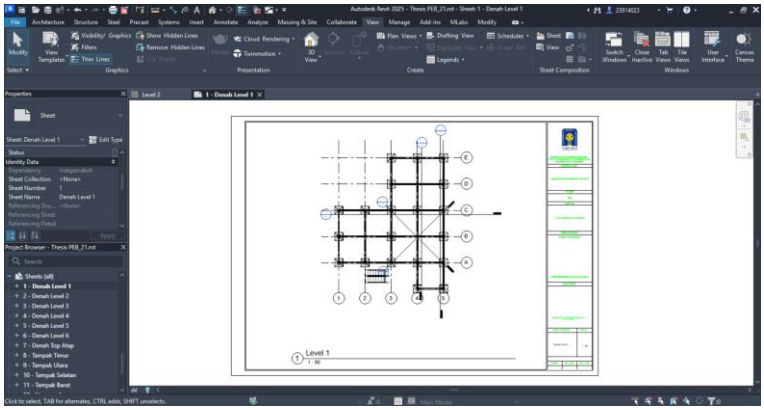
Pilih kop yang akan digunakan, apabila kop yang akan digunakan belum tersedia, maka pilih menu *load* pada sisi kanan atas untuk melakukan *import*

titleblocks. Apabila sudah klik ok sehingga muncul tampil area kerja sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.103 sebagai berikut.



Gambar 5. 103 Sheet Area Kerja

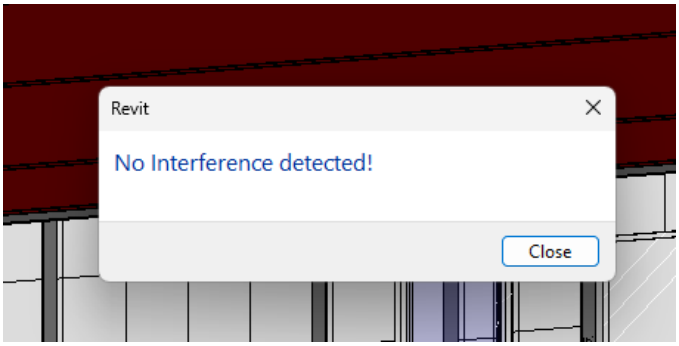
Kemudian tambahkan gambar yang dimasukkan pada kop dengan menariknya ke area kerja sebagai contoh denah level 1 sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.104 sebagai berikut.



Gambar 5. 104 Sheet Denah Level 1

Sesuaikan *properties sheet* sesuai dengan gambar yang ditambahkan, sesuaikan juga skala yang akan digunakan. Lakukan hal serupa untuk gambar lain.

Sebagai tahap akhir dari tahap pemodelan, dilakukan pemeriksaan *clash detection* dari model. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui tabrakan antar elemen (*clash*). *Clash detection* dilakukan dengan cara memilih menu *interference check* pada *toolbar collaborate*, kemudian pilih elemen yang akan dilakukan pemeriksaan. Hasil dari pemeriksaan ini dapat dilihat pada Gambar 5.105 sebagai berikut.



Gambar 5. 105 Hasil Pemeriksaan Clash Detection

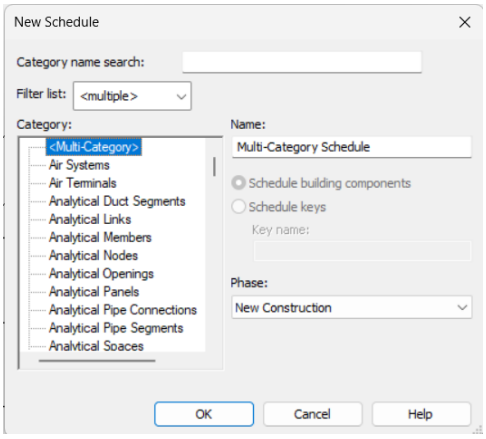
Pemanfaatan BIM dalam pemodelan dapat membuat model lebih akurat dan optimal serta menghindarkan dari *clash* yang dapat menyebabkan perhitungan biaya yang tidak akurat. Menurut Chahrour dkk. (2021), *clash detection* berbasis BIM dapat menghemat biaya sebesar 20%.

5.5 Perhitungan Estimasi Biaya

Perhitungan estimasi biaya dilakukan menggunakan *Microsoft excel* dengan langkah-langkah sebagai berikut.

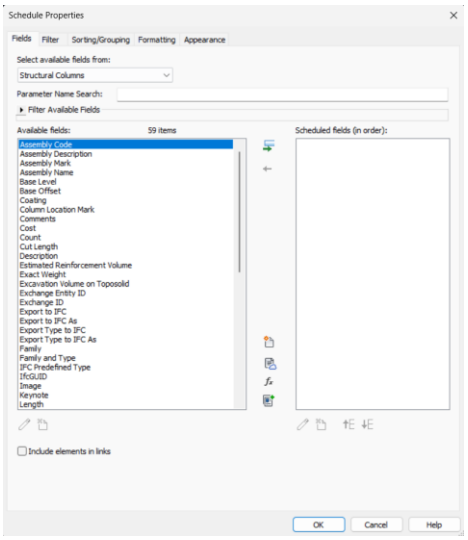
5.5.1 Quantity take-off material

Volume pekerjaan yang digunakan dalam perhitungan estimasi biaya pada penelitian ini menggunakan volume yang secara otomatis dihasilkan oleh *Autodesk Revit* 2025. Langkah *quantity take off material* dari *Autodesk Revit 2025* adalah memilih menu *schedule/quantites* pada *toolbar analyze*. Sehingga muncul jendela seperti pada Gambar 5.106 sebagai berikut.



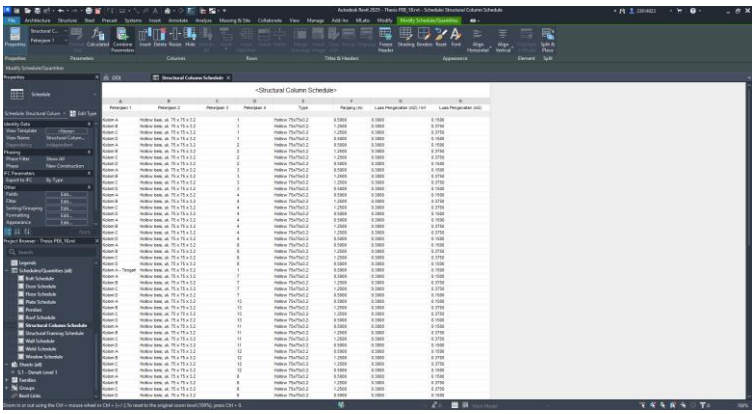
Gambar 5. 106 Jendela *New Schedule*

Sesuaikan parameter yang ada pada jendela tersebut sesuai dengan jenis pekerjaan yang akan dilakukan *quantity take off*. Setelah itu akan muncul jendela *schedule properties* sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.107 sebagai berikut.



Gambar 5. 107 Jendela *Schedule Properties*

Sesuaikan *schedule fields* dengan memindahkan parameter yang tersedia pada *available fields*. Setelah itu, akan muncul *tab* baru seperti pada Gambar 5.108 sebagai berikut.



Gambar 5. 108 *Tab Schedule* Baru

Langkah terakhir, *export* data menjadi file excel dengan cara memilih menu *export* pada *toolbar file*. Setelah itu, pilih *report* kemudian *schedule*. Sesuaikan nama *file* dan tentukan lokasi penyimpanan *file* tersebut. Rekapitulasi volume dapat dilihat pada Tabel 5.19 sebagai berikut.

Tabel 5. 19 Rekapitulasi Volume Pekerjaan

No	Uraian	Satuan	Volume
A	PEKERJAAN PERSIAPAN		
1	Pembersihan awal	m2	28,03
2	Pemasangan bouwplank	m1	40,34
B	PEKERJAAN PONDASI		
1	Pekerjaan pondasi, meliputi :	unit	20.00
-	Plat besi, tebal 3 mm	kg	28.67
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	m1	2.00
-	Pengecatan dengan zinchromate + cat besi	m2	2.96
-	Pengelasan	m1	36.46
-	Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm	unit	20.00
-	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm	bh	160

Lanjutan Tabel 5. 19 Rekapitulasi Volume Pekerjaan

No	Uraian	Satuan	Volume
C	PEKERJAAN KOLOM		
1	Pekerjaan kolom A, meliputi :	unit	20.00
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	m1	10.00
-	Plat besi, tebal 3 mm	kg	34.41
-	Pengecatan dengan zinchromate + cat besi	m2	5.83
-	Pengelasan	m1	51.86
-	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm	bh	320
2	Pekerjaan kolom A - Tengah, meliputi :	unit	3.00
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	m1	1.50
-	Pengecatan dengan zinchromate + cat besi	m2	0.45
-	Pengelasan	m1	3.04
-	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm	bh	48
2	Pekerjaan kolom B, meliputi :	unit	18.00
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	m1	22.50
-	Pengecatan dengan zinchromate + cat besi	m2	6.75
-	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm	bh	144
3	Pekerjaan kolom C, meliputi	unit	18.00
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	m1	22.50
-	Plat besi, tebal 3 mm	kg	30.97
-	Pengecatan dengan zinchromate + cat besi	m2	9.30
-	Pengelasan	m1	46.67
-	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm	bh	144
4	Pekerjaan kolom D, meliputi :	unit	18.00
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	m1	9.00
-	Plat besi, tebal 3 mm	kg	30.97
-	Pengecatan dengan zinchromate + cat besi	m2	5.25
-	Pengelasan	m1	56.02
-	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm	bh	144

Lanjutan Tabel 5. 19 Rekapitulasi Volume Pekerjaan

No	Uraian	Satuan	Volume
D	PEKERJAAN PANEL STRUKTUR		
1	Pekerjaan panel sloof, meliputi :	unit	33
-	Rangka panel sloof - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	m1	173.84
2	Pekerjaan panel balok, meliputi :	unit	20
-	Rangka panel balok - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	m1	105.36
-	Penutup rangka panel balok - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	m2	14.17
2	Panel pintu, meliputi :	unit	3
-	Rangka panel pintu - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	m1	38.08
-	Penutup rangka panel pintu - PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	m2	4.53
-	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	m1	14.42
-	Daun pintu aluminium, uk. 930 x 1925 mm	unit	3.00
-	Engsel pintu 4 x 3 x 3"	psg	3.00
-	Kunci silinder (silinder, escutcheon, lockcase)	set	3.00
-	Lever handle	psg	3.00
3	Panel jendela, meliputi :	unit	4
-	Rangka panel jendela - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	m1	76.06
-	Penutup rangka jendela - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	m2	11.55
-	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	m1	12.34
-	Frame daun jendela, tebal 1 mm	m1	11.22
-	Akrilik bening, tebal 3 mm	m2	1.68
-	Friction stay stainless steel 8"	psg	4.00
-	Casement handle	bh	4.00
4	Panel dinding, meliputi :	unit	13
-	Rangka panel dinding - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	m1	268.87
-	Penutup rangka panel dinding - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	m2	45.68
D	PEKERJAAN PENUTUP LANTAI		
1	Papan kalsifloor, tebal 20 mm	m2	27.80

Lanjutan Tabel 5. 19 Rekapitulasi Volume Pekerjaan

No	Uraian	Satuan	Volume
E	PEKERJAAN RANGKA DAN PENUTUP ATAP		
1	Pekerjaan kuda-kuda tipe 1, meliputi :	unit	1
-	Rangka kuda-kuda tipe 1 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	m1	9.23
-	Bracket kuda-kuda tipe 1, meliputi :		
	Plat besi, tebal 3 mm	m2	8.87
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	m2	0.73
	Pengelasan	m1	0.15
2	Pekerjaan kuda-kuda tipe 2, meliputi :	unit	1
-	Rangka kuda-kuda tipe 2 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	m1	9.23
-	Bracket kuda-kuda tipe 2, meliputi :		
	Plat besi, tebal 3 mm	m2	8.87
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	m2	0.73
	Pengelasan	m1	0.15
3	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 – tanpa penutup, meliputi :	unit	4
-	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	m1	44.74
-	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :		
	Plat besi, tebal 3 mm	m2	35.49
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	m2	2.92
	Pengelasan	m1	0.60
3	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 – dengan penutup, meliputi :	unit	4
-	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	m1	22.37
-	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :		
	Plat besi, tebal 3 mm	m2	17.75
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	m2	1.46
	Pengelasan	m1	0.30
-	Penutup rangka kuda-kuda tipe 3 - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	unit	3.62

Lanjutan Tabel 5. 19 Rekapitulasi Volume Pekerjaan

No	Uraian	Satuan	Volume
3	Pekerjaan kuda-kuda tipe 4, meliputi :	unit	4
-	Rangka kuda-kuda tipe 4 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	m1	23.24
-	Bracket kuda-kuda tipe 4, meliputi :		
	Plat besi, tebal 3 mm	m2	19.71
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	m2	1.62
	Pengelasan	m1	0.60
5	Pekerjaan box kuda-kuda, meliputi :	unit	1
-	Plat besi, tebal 3 mm	kg	8.24
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	m2	0.68
-	Pengelasan	m1	7.80
6	Reng baja ringan, tebal	m1	131.00
4	Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	m2	61.28

5.5.2 Harga satuan dasar (HSD)

Harga satuan dasar yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada sumber harga sebagai berikut dengan memperhatikan spesifikasi yang tercantum pada tabel spesifikasi teknis yang dapat dilihat pada Lampiran.

1. Keputusan Bupati Aceh Tamiang No. 100.3.3.2/889/2024
2. Peraturan Gubernur Aceh No. 35 Tahun 2024
3. Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024
4. *Pricelist* dan penawaran harga dari produsen material
5. Survey harga toko

Rekapitulasi harga dasar yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.20 sebagai berikut.

Tabel 5. 20 Rekapitulasi Harga Satuan Dasar

No	Uraian	Sat	Harga (Rp.)
1	Tukang batu	OH	208.300,00
2	Tukang kayu	OH	208.300,00
3	Tukang besi	OH	208.300,00
4	Tukang cat	OH	208.300,00
5	Tukang aluminium	OH	208.300,00
6	Kepala tukang batu	OH	217.900,00
7	Kepala tukang kayu	OH	217.900,00
8	Kepala tukang besi	OH	217.900,00
9	Kepala tukang cat	OH	217.900,00
10	Kepala tukang aluminium	OH	217.900,00
11	Mandor	OH	238.100,00
12	Pekerja	OH	148.750,00
13	Las listrik (sewa)	jam	49.285,71
14	Kunci momen (sewa)	hari	75.000,00
15	Kawat las	kg	47.000,00
16	Baja pelat	kg	14.274,69
17	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	m1	104.833,33
18	Baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	m1	19.283,33
19	Reng baja canai dingin R32, tebal 0.45 mm	m1	10.983,33
20	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm	bh	2.888,00
21	*Self drilling screw* Ø 1/2 x 20 mm	bh	198,00
22	Sekrup fixer S8	bh	926,67
23	Paku sedang	kg	17.800,00
24	Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	m2	247.928,57
25	Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	m1	97.900,00
26	Papan kayu kelas III	m3	2.375.000,00
27	Balok kayu kelas II	m3	1.857.142,86
28	Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm	unit	245.178,00

Lanjutan Tabel 5. 20 Rekapitulasi Harga Satuan Dasar

No	Uraian	Sat	Harga (Rp.)
29	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	m1	106.344,83
30	Frame daun pintu aluminium, tebal 1 mm	m1	137.004,83
31	Frame daun jendela aluminium, tebal 0.9 mm	m1	89.933,00
32	Spandrel double, tebal 0.8 mm	m1	77.844,67
33	Engsel pintu	psg	31.150,00
34	Mortise Lock	bh	188.100,00
35	Cylinder	bh	136.950,00
36	Escutcheon	psg	58.850,00
37	Lever handle	psg	219.450,00
38	Friction stay stainless steel 8"	psg	103.400,00
39	Casement handle	bh	15.400,00
40	Akrilik bening, tebal 3 mm	m2	1.500.000,00
41	Silicone sealant 300 ml	tube	28.302,00
42	Cat anti karat/zinchromate	kg	38.888,15
43	Cat besi	kg	61.011,50
44	Thinner/pengencer	kg	28.662,93
45	Kuas, uk. 4"	bh	26.000,00
46	Ampelas	lbr	3.605,00
47	Aluminium Composite Panel (ACP) PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	m2	272.000,00
49	Papan fiber semen, uk. 1200 x 2400 x 20 mm	lbr	575.000,00

5.5.3 Analisa harga satuan pekerjaan (AHSP)

Analisa harga satuan pekerjaan yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Peraturan Menteri PUPR No. 8 Tahun 2023 dan petunjuk teknisnya melalui Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi No. 30 Tahun 2025. Perhitungan analisa harga satuan pekerjaan dilakukan dengan mengalikan koefisien pada peraturan dengan harga satuan dasar yang telah ditetapkan sebelumnya. Sebagai analisa harga satuan pekerjaan baja pelat secara semi mekanis yang dapat dilihat pada Gambar 5.109 sebagai berikut.

2.3.1.4 1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja					
	Pekerja	L.01	OH	0,0345		
	Tukang besi/besi beton	L.02	OH	0,0345		
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0034		
	Mandor	L.04	OH	0,0011		
					Jumlah Harga Tenaga Kerja	
B	Bahan					
	Baja Pelat		kg	1,1500		
	Kawat las		kg	0,0530		
					Jumlah Harga Bahan	
C	Peralatan					
	Alat las Listrik		jam	0,033		
					Jumlah Harga Alat	
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Biaya Umum dan Keuntungan (10% - 15%) x D				....% x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

Gambar 5. 109 Koefisien Analisa Harga Satuan Baja Pelat Secara Semi Mekanis

Berdasarkan Gambar 5.109 di atas, maka dapat dilakukan perhitungan analisa harga satuan pekerjaan untuk pekerjaan baja pelat secara semi mekanis yaitu sebagai berikut.

1. Harga satuan tenaga kerja

Harga satuan$_{pekerja}$ = Koefisien$_{pekerja}$ x Harga satuan dasar$_{pekerja}$

= 0,035 x Rp. 148.750,00

= Rp. 5.131,88

Harga satuan$_{tukang\ besi}$ = Koefisien$_{tukang\ besi}$ x Harga satuan dasar$_{tukang\ besi}$

= 0,035 x Rp. 208.300,00

= Rp. 7.186,35

Harga satuan$_{kepala\ tukang\ besi}$ = Koefisien$_{kepala\ tukang\ besi}$ x Harga satuan dasar$_{kepala\ tukang\ besi}$

= 0,003 x Rp. 217.900,00

= Rp. 740,86

Harga satuan$_{mandor}$ = Koefisien$_{mandor}$ x Harga satuan dasar$_{mandor}$

= 0,001 x Rp. 238.100,00

= Rp. 261,91

Harga satuan$_{tenaga\ kerja}$ = Harga satuan$_{pekerja}$ + Harga satuan$_{tukang\ besi}$ + Harga satuan$_{kepala\ tukang\ besi}$ + Harga satuan$_{mandor}$

= Rp. 5.131,88 + Rp. 7.186,35 + Rp. 740,86 + Rp. 261,91

= Rp. 13.321,00

2. Harga satuan bahan

Harga satuan$_{baja\ pelat}$ = Koefisien$_{baja\ pelat}$ x Harga satuan dasar$_{baja\ pelat}$

= 1,150 x Rp. 14.274,69

= Rp. 16.415,90

Harga satuan$_{kawat\ las}$ = Koefisien$_{kawat\ las}$ x Harga satuan dasar$_{kawat\ las}$

= 0,053 x Rp. 47.000,00

= Rp. 2.491,00

Harga satuan$_{bahan}$ = Harga satuan$_{baja\ pelat}$ + Harga satuan$_{kawat\ las}$

= Rp. 16.415,90 + Rp. 2.491,00

= Rp. 18.906,90

3. Harga satuan peralatan

Harga satuan$_{las\ listrik}$ = Koefisien$_{las\ listrik}$ x Harga satuan$_{las\ listrik}$

= 0,033 x Rp. 49.285,71

= Rp. 1.626,43

Harga satuan$_{peralatan}$ = Harga satuan$_{las\ listrik}$

= Rp. 1.626,43

4. Biaya umum dan keuntungan

Biaya umum & keuntungan = (10-15%) x (Harga satuan$_{tenaga\ kerja}$ + Harga satuan$_{bahan}$ + Harga satuan$_{peralatan}$)

= 10% x (Rp. 13.321,00 + Rp. 18.906,90 + Rp. 1.626,43)

= 10% x Rp. 33.854,32

= Rp. 3.385,43

5. Harga satuan pekerjaan

Harga satuan pekeraan = (Harga satuan$_{tenaga\ kerja}$ + Harga satuan$_{bahan}$ + Harga satuan$_{peralatan}$) + (Biaya umum & keuntungan)

= Rp. 33.854,32 + Rp. 3.385,43
= Rp. 37.239,75

Sehingga dapat diperoleh harga pekerjaan baja pelat secara semi mekanis sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut.

Tabel 5. 21 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Baja Pelat Secara Semi Mekanis

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja :				
	Pekerja	OH	0,0345	148.750,00	5.131,88
	Tukang besi	OH	0,0345	208.300,00	7.186,35
	Kepala tukang	OH	0,0034	217.900,00	740,86
	Mandor	OH	0,0011	238.100,00	261,91
				Jumlah Harga Tenaga Kerja	8.323,25
B	Bahan :				
	Baja pelat	kg	1,1500	14.274,69	16.415,90
	Kawat las	kg	0,0530	47.000,00	2.491,00
				Jumlah Harga Bahan	18.906,90
C	Peralatan :				
	Alat las listrik	jam	0,033	49.285,71	1.626,43
				Jumlah Harga Alat	1.626,43
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				33.854,32
E	Biaya Umum dan Keuntungan (10%-15%) x D			10%	3.385,43
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				37.239,75

Berdasarkan Tabel 5.21 di atas, dapat diketahui jika harga satuan pekerjaan baja pelat secara semi-mekanis adalah Rp. 37.239,75. Namun, AHSP acuan yang tersedia masih belum bisa mengakomodir keseluruhan pekerjaan yang dilakukan oleh karena itu, dilakukan modifikasi koefisien pada peraturan yang diacu dengan tetap memerhatikan aspek kewajaran harga. Sebagai contoh analisa harga satuan pekerjaan untuk pemasangan hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm yang mana merupakan modifikasi dari analisa harga satuan pekerjaan pemasangan pipa BS MED CLASS diameter 80 mm dapat dilihat pada Tabel 5.22 sebagai berikut.

Tabel 5. 22 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Hollow Besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja :				
	Pekerja	OH	0,238	148.750,00	35.402,50
	Tukang besi	OH	0,397	208.300,00	82.695,10
	Kepala tukang	OH	0,040	217.900,00	8.716,00
	Mandor	OH	0,012	238.100,00	2.857,20
	Jumlah Harga Tenaga Kerja				129.670,80
B	Bahan :				
	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	m^1	1,05	104.833,33	110.075,00
	Jumlah Harga Bahan				110.075,00
C	Peralatan :				
	Jumlah Harga Alat				
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				239.745,80
E	Biaya Umum dan Keuntungan (10%-15%) x D			10%	23.974,58
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				263.720,38

Selain itu, untuk mempermudah perhitungan rencana anggaran biaya sehingga dapat dilakukan perhitungan sebagai unit, maka harga satuan untuk beberapa pekerjaan dilakukan penggabungan sehingga membentuk analisa harga satuan pekerjaan gabungan yang. Sebagai contoh, analisa harga satuan pekerjaan gabungan untuk pabrikasi pondasi dapat dilihat pada Tabel 5.23 sebagai berikut.

Tabel 5. 23 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pabrikasi Pondasi

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
A	Tenaga Kerja :				
	Jumlah Harga Tenaga Kerja				
B	Bahan :				
	Jumlah Harga Bahan				
C	Peralatan :				
	Jumlah Harga Alat				
D	Analisa Harga Satuan Pekerjaan :				
	Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	kg	1,430	33.854,32	48.411,68
	Pemasangan Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	m^1	0,100	239.745,80	23.974,58
	Pengecatan permukaan baja dengan cat besi (3 lapis)	m^2	0,150	70.665,47	10.599,82
	Pengelasan dengan las listrik	m^1	1,820	17.632,05	32.090,33
	Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm	unit	1,000	245.178,00	245.178,00
	Jumlah Harga Satuan Pekerjaan				360.254,41
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				360.254,41
E	Biaya Umum dan Keuntungan (10%-15%) x D			10%	36.025,44
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				396.279,85

Perhitungan analisa harga satuan pekerjaan juga dilakukan untuk pekerjaan lainnya. Rekapitulasi harga satuan pekerjaan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.24 sebagai berikut.

Tabel 5. 24 Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan

No	Kode Ahs	Referensi	Satuan	Uraian	Harga Satuan
	A	PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	A.1	1.1.3.1	m2	1 m2 Pembersihan dan pengupasan tanah (striping) s.d. tanaman Ø 2 cm	17.672,05
2	A.2	1.1.4.2	m1	1 m1 Pemasangan bouwplank	49.032,63
	B	PEKERJAAN STRUKTUR			
	B.1	PEKERJAAN BAJA STRUKTUR			
1	B.1.1	2.3.1.4	kg	1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	37.239,75
2	B.1.2	Analisa standar	m1	1 m1 Pemasangan Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	263.720,38
3	B.1.3	3.13.3	m1	1 m1 Pengelasan dengan las listrik	19.395,25
4	B.1.4	2.3.1.3	bh	1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm	4.301,71
	B.2	PEKERJAAN KOLOM BAJA			
1	B.2.1	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi pondasi	396.279,85
2	B.2.2	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Kolom A	268.688,55
3	B.2.2.a	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Kolom A - Tengah	163.109,20
4	B.2.3	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Kolom B	359.188,64
5	B.2.4	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Kolom C	484.357,20
6	B.2.5	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Kolom D	278.774,09
	B.3	PEKERJAAN PANEL STRUKTUR			
5	B.3.2.1	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Panel sloof	124.659,53
6	B.3.2.2	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Panel balok	379.537,84
7	B.3.2.3	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Panel pintu	4.000.110,03
8	B.3.2.4	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Panel jendela	3.397.267,94
9	B.3.2.5	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Panel dinding	1.749.208,50

Lanjutan Tabel 5. 24 Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan

No	Kode Ahs	Referensi	Satuan	Uraian	Harga Satuan
	B.4	PEKERJAAN RANGKA DAN PENUTUP ATAP			
1	B.4.1	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 1	608.301,83
2	B.4.2	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 2	631.483,29
3	B.4.3	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 3	654.428,22
4	B.4.4	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 4	355.804,37
5	B.4.5	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Box kuda-kuda	510.996,30
6	B.4.6	2.1.1.4	m1	1 m1 Pemasangan Reng baja canai dingin R32, tebal 0.45 mm	18.293,75
7	B.4.7	3.1.3.7	m2	1 m2 Pemasangan Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	395.774,37
8	B.4.8	3.1.3.14	m1	1 m1 Pemasangan Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	199.946,45
	B.5	PEKERJAAN PEMASANGAN			
1	B.5.1	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan pondasi	430.693,56
2	B.5.2	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Kolom A	337.515,98
3	B.5.2.a	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Kolom A - Tengah	231.936,63
4	B.5.3	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Kolom B	393.602,36
5	B.5.4	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Kolom C	518.770,92
6	B.5.5	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Kolom D	382.015,23
7	B.5.6.a	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Panel sloof	195.895,80
8	B.5.6.b	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Panel balok	450.774,11
9	B.5.7	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Panel pintu	4.071.346,30
10	B.5.8	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Panel jendela	3.468.504,21
11	B.5.9	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Panel dinding	1.820.444,77
12	B.5.10	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 1	788.973,83
13	B.5.11	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 2	812.155,30
14	B.5.12	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 3 - tanpa penutup	835.100,22
15	B.5.13	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 3 - dengan penutup	1.484.860,42
16	B.5.14	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 4	441.838,66
17	B.5.15	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Box kuda-kuda	614.237,44

Lanjutan Tabel 5. 24 Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan

No	Kode Ahs	Referensi	Satuan	Uraian	Harga Satuan
	C	PEKERJAAN ARSITEKTUR			
	C.3	PEKERJAAN FINISHING LANTAI DAN DINDING			
	C.3.1	PEKERJAAN PENUTUP DINDING			
1	C.3.1.1	3.6.6.1	m2	1 m2 Pemasangan Aluminium Composite Panel (ACP) PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm (2 muka)	358.983,54
	C.3.2	PEKERJAAN PENUTUP LANTAI			
1	C.3.2.1	Analisa standar	m2	1 m2 Pemasangan Papan fiber semen, uk. 1200 x 2400 x 20 mm	243.717,33
	C.5	PEKERJAAN PENGECATAN			
1	C.5.1	3.8.15	m2	1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinchromate (1 lapis) + cat besi (2 lapis)	77.732,02
	C.6	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA			
	C.6.1	PEKERJAAN KUSEN & FRAME			
1	C.6.1.1	3.11.3.1	m1	1 m1 Pemasangan Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	150.692,98
2	C.6.1.2	Analisa standar	m1	1 m1 Pemasangan Frame daun pintu aluminium, tebal 1 mm	183.884,98
3	C.6.1.3	Analisa standar	m1	1 m1 Pemasangan Frame daun jendela aluminium, tebal 0.9 mm	126.928,07
4	C.6.1.4	Analisa standar	m1	1 m1 Pemasangan Spandrel double, tebal 0.8 mm	112.301,19
	C.6.2	PEKERJAAN DAUN PINTU DAN JENDELA			
1	C.6.2.1	3.11.1.18	unit	1 unit Pemasangan daun pintu aluminium, uk. 930 x 1925 mm	1.418.926,70
	C.6.3	PEKERJAAN KACA			
1	C.6.3.1	3.12.2	m2	1 m2 Pemasangan Akrilik bening, tebal 3 mm + sealant	1.858.285,39
	C.6.4	PEKERJAAN AKSESORIS PINTU DAN JENDELA			
1	C.6.4.1	3.11.4.5	psg	1 psg Pemasangan Engsel pintu	79.420,28
2	C.6.4.2	3.11.4.4	set	1 set Pemasangan kunci silinder	554.110,10
3	C.6.4.3	Analisa standar	psg	1 psg Pemasangan Lever handle	380.578,22
4	C.6.4.4	3.11.4.16	psg	1 psg Pemasangan Friction stay stainless steel 8"	251.214,19
5	C.6.4.5	3.11.4.17	bh	1 bh Pemasangan Casement handle	58.668,78

5.5.4 Rencana anggaran biaya (RAB)

Perhitungan rencana anggaran biaya dilakukan dengan mengalikan volume dengan harga satuan pekerjaan. Rencana anggaran biaya dibuat menjadi 2 yaitu rencana anggaran biaya pabrikasi dan rencana anggaran biaya pengadaan dan

instalasi. Rencana anggaran biaya untuk pekerjaan pabrikasi dapat dilihat pada Tabel 5.25 sebagai berikut.

Tabel 5. 25 Rencana Anggaran Biaya Pabrikasi

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat	Harga Satuan	Jumlah Harga	Bobot
A	PEKERJAAN PONDASI					
1	Pabrikasi pondasi (20 unit), meliputi					
-	Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm	20.00	unit	245,178.00	4,903,560.00	4.81%
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	2.00	m1	263,720.38	527,440.76	0.52%
-	Plat besi, tebal 3 mm	28.67	kg	37,239.75	1,067,663.65	1.05%
-	Pengelasan	36.46	m1	19,395.25	707,150.97	0.69%
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	2.96	m2	77,732.02	230,086.77	0.23%
TOTAL HARGA PEKERJAAN PONDASI					7.435.902,15	7.29%
B	PEKERJAAN KOLOM					
1	Pabrikasi kolom A (20 unit), meliputi :					
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	10.00	m1	263,720.38	2,637,203.80	2.59%
-	Plat besi, tebal 3 mm	34.41	kg	37,239.75	1,281,419.81	1.26%
-	Pengelasan	51.86	m1	19,395.25	1,005,837.89	0.99%
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	5.83	m2	77,732.02	453,177.67	0.44%
2	Pabrikasi kolom A - Tengah (3 unit), meliputi :					
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	1.50	m1	263,720.38	395,580.57	0.39%
-	Pengelasan	3.04	m1	19,395.25	58,961.57	0.06%
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.45	m2	77,732.02	34,979.41	0.03%
2	Pabrikasi kolom B (18 unit), meliputi :					
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	22.50	m1	263,720.38	5,933,708.55	5.82%
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	6.75	m2	77,732.02	524,691.12	0.51%
3	Pabrikasi kolom C (18 unit), meliputi					
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	22.50	m1	263,720.38	5,933,708.55	5.82%
-	Plat besi, tebal 3 mm	30.97	kg	37,239.75	1,153,315.07	1.13%
-	Pengelasan	46.67	m1	19,395.25	905,176.52	0.89%
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	9.30	m2	77,732.02	722,907.77	0.71%

Lanjutan Tabel 5. 25 Rencana Anggaran Biaya Pabrikasi

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat	Harga Satuan	Jumlah Harga	Bobot
4	Pabrikasi kolom D (18 unit), meliputi :					
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	9.00	m1	263,720.38	2,373,483.42	2.33%
-	Plat besi, tebal 3 mm	30.97	kg	37,239.75	1,153,315.07	1.13%
-	Pengelasan	56.02	m1	19,395.25	1,086,522.15	1.07%
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	5.25	m2	77,732.02	408,093.10	0.40%
TOTAL HARGA PEKERJAAN KOLOM					26,062,082.05	25.57%
C	PEKERJAAN PANEL STRUKTUR					
1	Pabrikasi panel sloof (33 unit), meliputi :					
-	Rangka panel sloof - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	173.84	m1	23,654.56	4,112,108.51	4.03%
2	Pabrikasi panel balok (20 unit), meliputi :					
-	Rangka panel balok - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	105.36	m1	23,654.56	2,492,244.32	2.44%
-	Penutup rangka panel balok - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	14.17	m2	358,983.54	5,086,796.75	4.99%
3	Pabrikasi panel pintu (3 unit), meliputi :					
-	Rangka panel pintu - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	38.08	m1	23,654.56	900,765.60	0.88%
-	Penutup rangka panel pintu - PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	4.53	m2	358,983.54	1,626,195.43	1.60%
-	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	14.42	m1	150,692.98	2,172,992.80	2.13%
-	Daun pintu aluminium, uk. 930 x 1925 mm	3.00	unit	1,418,926.70	4,256,780.09	4.18%
-	Engsel pintu 4 x 3 x 3"	3.00	psg	79,420.28	238,260.83	0.23%
-	Kunci silinder (silinder, escutcheon, lockcase)	3.00	set	554,110.10	1,662,330.29	1.63%
-	Lever handle	3.00	psg	380,578.22	1,141,734.66	1.12%
4	Pabrikasi panel jendela, meliputi :					
-	Rangka panel jendela - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	76.06	m1	23,654.56	1,799,165.74	1.76%
-	Penutup rangka jendela - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	11.55	m2	358,983.54	4,146,259.88	4.07%
-	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	12.34	m1	150,692.98	1,859,551.40	1.82%
-	Frame daun jendela, tebal 0.9 mm	11.22	m1	126,928.07	1,424,132.89	1.40%
-	Akrilik bening, tebal 3 mm	1.68	m2	1,858,285.39	3,121,919.45	3.06%
-	Friction stay stainless steel 8"	4.00	psg	251,214.19	1,004,856.78	0.99%
-	Casement handle	4.00	bh	58,668.78	234,675.10	0.23%

Lanjutan Tabel 5. 25 Rencana Anggaran Biaya Pabrikasi

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat	Harga Satuan	Jumlah Harga	Bobot
5	Pabrikasi panel dinding, meliputi :					
-	Rangka panel dinding - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	268.87	m1	23,654.56	6,360,001.23	6.24%
-	Penutup rangka panel dinding - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	45.68	m2	358,983.54	16,398,368.08	16.09%
TOTAL HARGA PEKERJAAN PANEL STRUKTUR					60,039,139.82	58.90%
E	PEKERJAAN RANGKA KUDA-KUDA					
1	Pabrikasi kuda-kuda tipe 1 (1 unit), meliputi :					
-	Rangka kuda-kuda tipe 1 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	9.23	m1	23,654.56	218,331.58	0.21%
-	Bracket kuda-kuda tipe 1, meliputi :					
	Plat besi, tebal 3 mm	8.87	kg	37,239.75	330,316.59	0.32%
	Pengelasan	0.15	m1	19,395.25	2,909.29	0.00%
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.73	m2	77,732.02	56,744.37	0.06%
2	Pabrikasi kuda-kuda tipe 2 (1 unit), meliputi :					
-	Rangka kuda-kuda tipe 2 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	10.21	m1	23,654.56	241,513.05	0.24%
-	Bracket kuda-kuda tipe 2, meliputi :					
	Plat besi, tebal 3 mm	8.87	kg	37,239.75	330,316.59	0.32%
	Pengelasan	0.15	m1	19,395.25	2,909.29	0.00%
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.73	m2	77,732.02	56,744.37	0.06%
3	Pabrikasi kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup (4 unit), meliputi :					
-	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	44.74	m1	23,654.56	1,058,304.96	1.04%
-	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :					
	Plat besi, tebal 3 mm	35.49	kg	37,239.75	1,321,638.75	1.30%
	Pengelasan	0.60	m1	19,395.25	11,637.15	0.01%
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	2.92	m2	77,732.02	226,977.49	0.22%

Lanjutan Tabel 5. 25 Rencana Anggaran Biaya Pabrikasi

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat	Harga Satuan	Jumlah Harga	Bobot
4	Pabrikasi kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup (2 unit), meliputi :					
-	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	22.37	m1	23,654.56	529,152.48	0.52%
-	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :					
	Plat besi, tebal 3 mm	17.75	kg	37,239.75	661,005.57	0.65%
	Pengelasan	0.30	m1	19,395.25	5,818.58	0.01%
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	1.46	m2	77,732.02	113,488.75	0.11%
-	Penutup rangka kuda-kuda tipe 3 - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	3.62	m2	358,983.54	1,299,520.41	1.27%
4	Pabrikasi kuda-kuda tipe 4 (4 unit), meliputi :					
-	Rangka kuda-kuda tipe 4 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	23.24	m1	23,654.56	549,731.95	0.54%
-	Bracket kuda-kuda tipe 4, meliputi :					
	Plat besi, tebal 3 mm	19.71	kg	37,239.75	733,995.48	0.72%
	Pengelasan	0.60	m1	19,395.25	11,637.15	0.01%
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	1.62	m2	77,732.02	125,925.87	0.12%
5	Pabrikasi box kuda-kuda, meliputi :					
-	Plat besi, tebal 3 mm	8.24	kg	37,239.75	306,855.54	0.30%
-	Pengelasan	7.80	m1	19,395.25	151,282.98	0.15%
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.68	m2	77,732.02	52,857.77	0.05%
TOTAL HARGA PEKERJAAN RANGKA KUDA-KUDA					8,399,616.02	8.24%
TOTAL HARGA SELURUH PEKERJAAN					101,936,740.04	100.00%

Sedangkan, rencana anggaran biaya pengadaan dan instalasi dapat dilihat pada Tabel 5.26 sebagai berikut.

Tabel 5. 26 Rencana Anggaran Biaya Pengadaan dan Instalasi

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat	Harga Satuan	Jumlah Harga	Bobot
A	PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Pembersihan awal	28.03	m2	17.672,05	495.298,52	0.29%
2	Pemasangan bouwplank	40.34	m1	49.032,63	1.977.976,25	1.16%

Lanjutan Tabel 5. 26 Rencana Anggaran Biaya Pengadaan dan Instalasi

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat	Harga Satuan	Jumlah Harga	Bobot
B	PEKERJAAN PONDASI					
1	Pekerjaan pondasi	18	unit	430,693.56	8,613,871.23	5.57%
C	PEKERJAAN KOLOM					
1	Pekerjaan kolom A	20	unit	337,515.98	6,750,319.68	4.36%
2	Pekerjaan kolom A - Tengah	3	unit	231,936.63	695,809.89	0.45%
2	Pekerjaan kolom B	18	unit	393,602.36	7,084,842.42	4.58%
3	Pekerjaan kolom C	18	unit	518,770.92	9,337,876.54	6.04%
4	Pekerjaan kolom D	18	unit	382,015.23	6,876,274.16	4.45%
D	PEKERJAAN PANEL STRUKTUR					
1	Pekerjaan panel sloof	33	unit	195,895.80	6,464,561.40	4.18%
2	Pekerjaan panel balok	20	unit	450,774.11	9,015,482.26	5.83%
3	Pekerjaan panel pintu	3	unit	4,071,346.30	12,214,038.90	7.90%
4	Pekerjaan panel jendela	4	unit	3,468,504.21	13,874,016.84	8.97%
5	Pekerjaan panel dinding	13	unit	1,820,444.77	23,665,782.07	15.30%
E	PEKERJAAN PENUTUP LANTAI					
1	Papan kalsifloor, tebal 20 mm	30,17	m2	243,717.33	7,352,951.80	4.75%
F	PEKERJAAN RANGKA KUDA-KUDA					
1	Pekerjaan kuda-kuda tipe 1	1	unit	788,973.83	788,973.83	0.51%
2	Pekerjaan kuda-kuda tipe 2	1	unit	812,155.30	812,155.30	0.53%
3	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 – tanpa penutup	4	unit	835,100.22	3,340,400.87	2.16%
4	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 – dengan penutup	2	unit	1,484,860.42	2,969,720.85	1.92%
5	Pekerjaan kuda-kuda box	4	unit	441,838.66	1,767,354.64	1.14%
6	Pekerjaan box kuda-kuda	1	unit	614,237.44	614,237.44	0.40%
7	Reng baja ringan, tebal 0.32 mm	131.00	m1	18,293.75	2,396,481.71	1.55%
8	Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	61.28	m2	395,774.37	24,253,053.13	15.68%
9	Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	16.61	m1	199,946.45	3,321,110.53	2.15%
TOTAL HARGA SELURUH PEKERJAAN					154,682,590.27	100.00%

Berdasarkan hasil perhitungan rencana anggaran biaya pada Tabel 5.26 di atas, diperoleh biaya pengadaan dan instalasi sejumlah Rp. 154.682.590,27.

5.5.5 Komparasi

Hasil perhitungan biaya yang sebagaimana tersebut dalam pembahasan sebelumnya masih cukup tinggi apabila dikomparasikan dengan standar harga satuan tertinggi pembangunan rumah negara tipe E yang dihitung dengan formula sesuai Keputusan Menteri PUPR No. 943/KPTS/M/2024 sebagai berikut.

SHST = Rp. 5.000.000,00

Luas bangunan = 27 m^2

Koefisien jumlah lantai = 1

Koefisien pengali fungsi bangunan = 1

Biaya pekerjaan standar = Luas bangunan x Koefisien jumlah lantai x Koefisien pengali fungsi bangunan x SHST

= 27 x 1 x 1 x 5.000.000,00

= Rp. 135.000.000,00

Namun, apabila dilakukan komparasi biaya pekerjaan dengan lingkup pekerjaan yang lebih spesifik yaitu komparasi dengan biaya pembangunan *shelter* saat ini yaitu dengan sistem beton pracetak dengan lingkup lebih spesifik pekerjaan struktur atas dan finishing dinding maka potensi desain *shelter* yang dilakukan pada penelitian kali ini masih berpotensi untuk digunakan. Komparasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.27 sebagai berikut.

Tabel 5. 27 Komparasi Biaya Shelter Hasil Penelitian Dengan Penelitian Sebelumnya

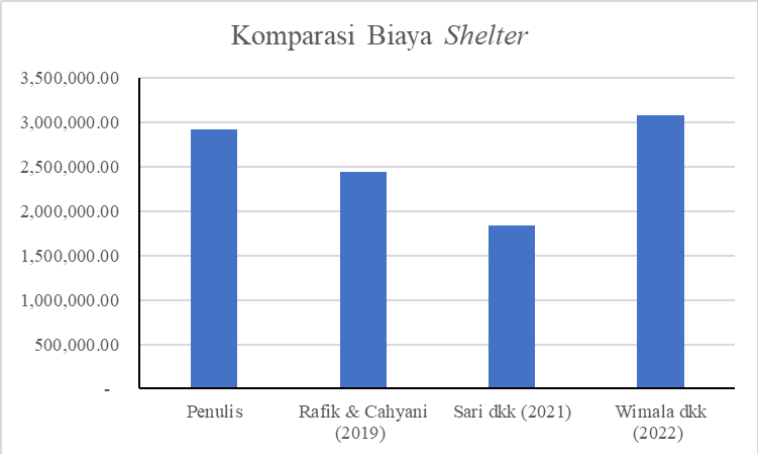
Peneliti	Ardiansyah (2025)	Rahayu dkk. (2019)	S. N. Sari dkk. (2021)	Wimala dkk. (2022)
Lokasi	Kabupaten Aceh Tamiang	Kota Banjarmasin	Kabupaten Sleman	Kabupaten Bandung Barat
Lingkup Pekerjaan	Struktur Atas + Finishing Dinding	Struktur Atas + Pasangan Dinding + Cat	Struktur Atas + Pasangan Dinding + Cat	Struktur Atas + Pasangan Dinding + Cat
Luasan Bangunan	27.00	36.00	36.00	36.00
Biaya	78,865,815.39	67,536,315.00	66,275,927.00	107,697,193.00
Biaya + Inflasi	78,865,815.39	79,702,912.83	66,275,927.00	110,862,144.26
Biaya/m^2	2,920,956.13	2,213,969.80	1,840,997.97	3,079,504.01

Berdasarkan Tabel 5.27 di atas, dapat diketahui jika masih terdapat biaya pembangunan *shelter* dengan material beton pracetak yang lebih tinggi dari perhitungan biaya desain *shelter* yang dilakukan pada penelitian ini. Selain itu, dari ketiga *shelter* yang ada pada Tabel 5.27 di atas, menggunakan material pasangan dinding yang mana akan menjadi *waste* jika *shelter* nantinya dibongkar. Analisis persentase biaya limbah terhadap keseluruhan biaya *shelter* disajikan dalam Tabel 5.28 sebagai berikut.

Tabel 5. 28 Komparasi Persentase Biaya Limbah Terhadap Total Biaya Shelter

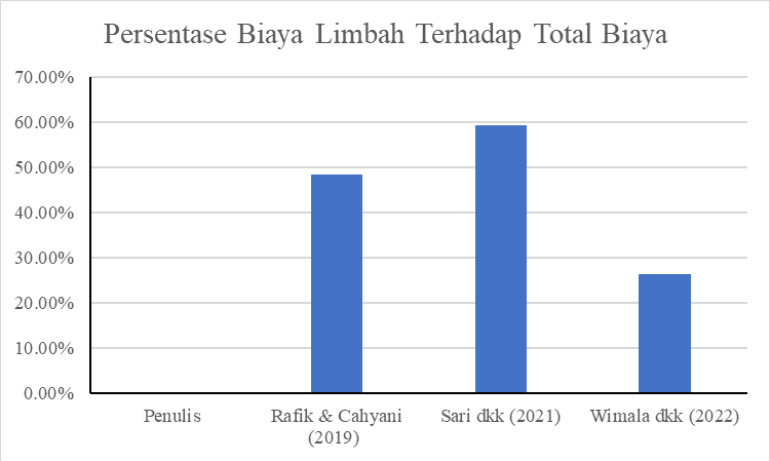
Peneliti	Ardiansyah (2025)	Rahayu dkk. (2019)	S. N. Sari dkk. (2021)	Wimala dkk. (2022)
Total Biaya	154,682,590.00	112,966,605.00	110,208,238.00	193,052,668.00
Limbah	0	54,771,897.00	65,378,407.00	50,689,170.00
Persentase Biaya Limbah Terhadap Total Biaya	0.00%	48.49%	59.32%	26.26%

Ilustrasi perbandingan biaya *shelter* hasil desain dan biaya pembangunan *shelter* pada penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 5.110 sebagai berikut.



Gambar 5. 110 Komparasi Biaya *Shelter* Hasil Desain dan Penelitian Sebelumnya

Sedangkan, komparasi persentase biaya limbah terhadap total biaya *shelter* tersaji pada Gambar 5.111 sebagai berikut.



Gambar 5. 111 Komparasi Persentase Limbah Terhadap Total Biaya Shelter

5.6 Perhitungan Waktu Pelaksanaan

Perhitungan waktu pelaksanaan dimaksudkan untuk mengetahui durasi pabrikasi komponen hingga instalasi. Perhitungan waktu pelaksanaan didasarkan pada koefisien produktivitas pekerjaan sesuai dengan Peraturan Menteri PUPR No. 8 Tahun 2023 dan petunjuk teknisnya melalui Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi No. 30 Tahun 2025. Tahapan perhitungan waktu pelaksanaan adalah sebagai berikut.

1. Identifikasi durasi minimum

   Durasi minimum adalah waktu produktif yang paling lama untuk tenaga kerja menyelesaikan suatu satuan pekerjaan. Durasi ini didapatkan dari pengertian indeks koefisien tenaga kerja dengan asumsi kelompok tenaga kerja utama yang digunakan masing-masing berjumlah minimum sama dengan satu orang. Selanjutnya, menurunkan rumus indeks koefisien orang hari dengan menggunakan pendekatan logika matematika. Formula durasi minimum diturunkan menjadi sebagai berikut.

$$\frac{\text{koefisien orang hari}}{1} = \frac{\text{jumlah tenaga kerja} \times \text{durasi produktif}}{\text{volume pekerjaan}}$$

$$\text{Durasi minimum} = \frac{\text{koefisien tenaga kerja} \times \text{volume pekerjaan}}{\text{jumlah minimum tenaga kerja}}$$

$$\text{Durasi minimum} = \frac{\text{koefisien tenaga kerja} \times \text{volume pekerjaan}}{1\ (\text{orang})}$$

$$\text{Durasi minimum} = \text{koefisien tenaga kerja} \times \text{volume pekerjaan}$$

Untuk mengetahui waktu paling lama menyelesaikan seluruh pekerjaan dilakukan identifikasi berdasarkan formula di atas. Sebagai contoh identifikasi durasi minimum pada pekerjaan baja pelat secara semi mekanis dapat dilihat pada Tabel 5.29 sebagai berikut.

Tabel 5. 29 Contoh Identifikasi Durasi Minimum

Pekerjaan	Volume	Koefisien	Jenis Tenaga Kerja	Orang Hari	Durasi Minimum
Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	28,67	0,0345	Pekerja	0,99	0,99
		0,0345	Tukang besi	0,99	
		0,0034	Kepala tukang besi	0,10	
		0,0011	Mandor	0,03	

2. Mengelompokkan dan mengurutkan pekerjaan

Pengelompokkan pekerjaan dimulai dengan mengidentifikasi setiap item pekerjaan untuk mengetahui identitas pekerjaan yang dapat dilakukan bersamaan dan mendeskripsikan gabungan pekerjaan menjadi satu kesatuan dengan simbol kode nomor kelompok untuk memudahkan pembacaan dan penulisannya. Identifikasi pekerjaan yang dapat dilakukan bersamaan berdasarkan hubungan yang logis. Pengelompokkan dan urutan pekerjaan untuk pabrikasi dapat dilihat pada Tabel 5.30 sebagai berikut.

Tabel 5. 30 Pengelompokkan dan Urutan Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi Minimum (Hari)
A	Pabrikasi pondasi (20 unit), meliputi	
A - 1	Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm	-
A - 2	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	0.79
A - 3	Plat besi, tebal 3 mm	0.99
A - 4	Pengelasan	0.60
A - 5	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.59
B	Pabrikasi kolom A (20 unit), meliputi :	
B - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	3.97
B - 2	Plat besi, tebal 3 mm	1.19
B - 3	Pengelasan	0.85
B - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	1.17
C	Pabrikasi kolom A - Tengah (3 unit), meliputi :	
C - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	0.60
C - 2	Pengelasan	0.05
C - 3	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.09
D	Pabrikasi kolom B (18 unit), meliputi :	
D - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	8.93
D - 2	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	1.35
E	Pabrikasi kolom C (18 unit), meliputi	
E - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	8.93
E - 2	Plat besi, tebal 3 mm	1.07
E - 3	Pengelasan	0.77
E - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	7.44
F	Pabrikasi kolom D (18 unit), meliputi :	
F - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	3.57
F - 2	Plat besi, tebal 3 mm	1.07
F - 3	Pengelasan	0.92

Lanjutan Tabel 5. 30 Pengelompokkan dan Urutan Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi Minimum (Hari)
F - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	1.05
G	Pabrikasi panel sloof (33 unit), meliputi :	
G - 1	Rangka panel sloof - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.38
H	Pabrikasi panel balok (20 unit), meliputi :	
H - 1	Rangka panel balok - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.23
H - 2	Penutup rangka panel balok - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	1.42
I	Pabrikasi panel pintu (3 unit), meliputi :	
I - 1	Rangka panel pintu - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.08
I - 2	Penutup rangka panel pintu - PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	0.45
I - 3	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	0.62
I - 4	Daun pintu aluminium, uk. 930 x 1925 mm	1.53
I - 5	Engsel pintu 4 x 3 x 3"	0.45
I - 6	Kunci silinder (silinder, escutcheon, lockcase)	1.50
I - 7	Lever handle	1.50
J	Pabrikasi panel jendela, meliputi :	
J - 1	Rangka panel jendela - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.17
J - 2	Penutup rangka jendela - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	1.16
J - 3	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	0.53
J - 4	Frame daun jendela, tebal 0.9 mm	0.48
J - 5	Akrilik bening, tebal 3 mm	0.25
J - 6	Friction stay stainless steel 8"	1.60
J - 7	Casement handle	0.60
K	Pabrikasi panel dinding, meliputi :	
K - 1	Rangka panel dinding - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.60
K - 2	Penutup rangka panel dinding - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	4.57
L	Pabrikasi kuda-kuda tipe 1 (1 unit), meliputi :	
L - 1	Rangka kuda-kuda tipe 1 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.02
	Bracket kuda-kuda tipe 1, meliputi :	
L - 2	Plat besi, tebal 3 mm	0.31

Lanjutan Tabel 5. 30 Pengelompokkan dan Urutan Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi Minimum (Hari)
L - 3	Pengelasan	0.002
L - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.15
M	Pabrikasi kuda-kuda tipe 2 (1 unit), meliputi :	
M - 1	Rangka kuda-kuda tipe 2 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.02
	Bracket kuda-kuda tipe 2, meliputi :	
M - 2	Plat besi, tebal 3 mm	0.31
M - 3	Pengelasan	0.002
M - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.15
N	Pabrikasi kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup (4 unit), meliputi :	
N - 1	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.10
	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :	
N - 2	Plat besi, tebal 3 mm	1.22
N - 3	Pengelasan	0.01
N - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.58
O	Pabrikasi kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup (2 unit), meliputi :	
O - 1	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.05
	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :	
O - 2	Plat besi, tebal 3 mm	0.61
O - 3	Pengelasan	0.005
O - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.29
O - 5	Penutup rangka kuda-kuda tipe 3 - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	0.36
P	Pabrikasi kuda-kuda tipe 4 (4 unit), meliputi :	
P - 1	Rangka kuda-kuda tipe 4 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.05
	Bracket kuda-kuda tipe 4, meliputi :	
P - 2	Plat besi, tebal 3 mm	0.68
P - 3	Pengelasan	0.01
P - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.32

Lanjutan Tabel 5. 30 Pengelompokkan dan Urutan Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi Minimum (Hari)
Q	Pabrikasi box kuda-kuda, meliputi :	
Q - 1	Plat besi, tebal 3 mm	0.28
Q - 2	Pengelasan	0.13
Q - 3	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.14

Sedangkan, pengelompokkan dan urutan pekerjaan untuk pengadaan dan instalasi dapat dilihat pada Tabel 5.31 sebagai berikut.

Tabel 5. 31 Pengelompokkan dan Urutan Pekerjaan Pengadaan dan Instalasi

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Minimum (Hari)	Durasi Minimum (Jam)
1	Pembersihan awal	2.80	19.62
2	Pemasangan bouwplank	0.48	3.39
3	Pekerjaan pondasi	0.35	2.48
4	Pekerjaan kolom A	0.71	4.96
	Pekerjaan kolom A - Tengah	0.11	0.74
5	Pekerjaan kolom B	0.32	2.23
6	Pekerjaan kolom C	0.32	2.23
7	Pekerjaan kolom D	0.96	6.69
8	Pekerjaan panel sloof	5.51	38.58
9	Papan fiber semen, tebal 20 mm	2.11	14.78
10	Panel pintu	0.50	3.51
	Panel jendela	0.67	4.68
	Panel dinding	2.17	15.20

Lanjutan Tabel 5. 31 Pengelompokkan dan Urutan Pekerjaan Pengadaan dan Instalasi

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Minimum (Hari)	Durasi Minimum (Jam)
11	Pekerjaan panel balok	3.34	23.38
12	Pekerjaan kuda-kuda tipe 1	0.09	0.65
	Pekerjaan kuda-kuda tipe 2	0.09	0.65
	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup	0.37	2.60
	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup	0.19	1.30
	Pekerjaan kuda-kuda tipe 4	0.18	1.24
	Pekerjaan box kuda-kuda	0.05	0.37
13	Reng baja ringan, tebal 0.32 mm	1.45	10.18
14	Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	8.17	57.18
15	Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	4.15	29.07

3. Identifikasi penggunaan tenaga kerja

Identifikasi penggunaan tenaga kerja dimaksudkan untuk menentukan tenaga kerja maksimum yang dapat dikerahkan untuk menyelesaikan suatu satuan pekerjaan. Identifikasi penggunaan tenaga kerja untuk pekerjaan pabrikasi dapat dilihat pada Tabel 5.32 sebagai berikut.

Tabel 5. 32 Identifikasi Penggunaan Tenaga Kerja Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Jumlah	Tenaga Kerja Maksimum (Orang)			
			Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor
A	Pabrikasi pondasi (20 unit), meliputi					
A - 1	Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm	-	-	-	-	-
A - 2	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	32.00	20.00	10.00	1.00	1.00
A - 3	Plat besi, tebal 3 mm	45.00	32.00	11.00	1.00	1.00
A - 4	Pengelasan	23.00	11.00	11.00	-	1.00
A - 5	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00

Lanjutan Tabel 5. 32 Identifikasi Penggunaan Tenaga Kerja Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Jumlah	Tenaga Kerja Maksimum (Orang)			
			Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor
B	Pabrikasi kolom A (20 unit), meliputi :					
B - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	32.00	20.00	10.00	1.00	1.00
B - 2	Plat besi, tebal 3 mm	45.00	32.00	11.00	1.00	1.00
B - 3	Pengelasan	23.00	11.00	11.00	-	1.00
B - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00
C	Pabrikasi kolom A - Tengah (3 unit), meliputi :					
C - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	32.00	20.00	10.00	1.00	1.00
C - 2	Pengelasan	23.00	11.00	11.00	-	1.00
C - 3	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00
D	Pabrikasi kolom B (18 unit), meliputi :					
D - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	32.00	20.00	10.00	1.00	1.00
D - 2	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00
E	Pabrikasi kolom C (18 unit), meliputi					
E - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	32.00	20.00	10.00	1.00	1.00
E - 2	Plat besi, tebal 3 mm	45.00	32.00	11.00	1.00	1.00
E - 3	Pengelasan	23.00	11.00	11.00	-	1.00
E - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00
F	Pabrikasi kolom D (18 unit), meliputi :					
F - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	32.00	20.00	10.00	1.00	1.00
F - 2	Plat besi, tebal 3 mm	45.00	32.00	11.00	1.00	1.00
F - 3	Pengelasan	23.00	11.00	11.00	-	1.00
F - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00

Lanjutan Tabel 5. 32 Identifikasi Penggunaan Tenaga Kerja Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Jumlah	Tenaga Kerja Maksimum (Orang)			
			Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor
G	Pabrikasi panel sloof (33 unit), meliputi :					
G - 1	Rangka panel sloof - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
H	Pabrikasi panel balok (20 unit), meliputi :					
H - 1	Rangka panel balok - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
H - 2	Penutup rangka panel balok - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	73.00	61.00	10.00	1.00	1.00
I	Pabrikasi panel pintu (3 unit), meliputi :					
I - 1	Rangka panel pintu - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
I - 2	Penutup rangka panel pintu - PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	73.00	61.00	10.00	1.00	1.00
I - 3	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	56.00	43.00	11.00	1.00	1.00
I - 4	Daun pintu aluminium, uk. 930 x 1925 mm	50.00	37.00	11.00	1.00	1.00
I - 5	Engsel pintu 4 x 3 x 3"	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00
I - 6	Kunci silinder (silinder, escutcheon, lockcase)	13.00	1.00	10.00	1.00	1.00
I - 7	Lever handle	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00
J	Pabrikasi panel jendela, meliputi :					
J - 1	Rangka panel jendela - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
J - 2	Penutup rangka jendela - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	73.00	61.00	10.00	1.00	1.00
J - 3	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	56.00	43.00	11.00	1.00	1.00
J - 4	Frame daun jendela, tebal 0.9 mm	56.00	43.00	11.00	1.00	1.00
J - 5	Akrilik bening, tebal 3 mm	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00
J - 6	Friction stay stainless steel 8"	27.00	15.00	10.00	1.00	1.00
J - 7	Casement handle	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00

Lanjutan Tabel 5. 32 Identifikasi Penggunaan Tenaga Kerja Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Jumlah	Tenaga Kerja Maksimum (Orang)			
			Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor
K	Pabrikasi panel dinding, meliputi :					
K - 1	Rangka panel dinding - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
K - 2	Penutup rangka panel dinding - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	73.00	61.00	10.00	1.00	1.00
L	Pabrikasi kuda-kuda tipe 1 (1 unit), meliputi :					
L - 1	Rangka kuda-kuda tipe 1 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
	Bracket kuda-kuda tipe 1, meliputi :					
L - 2	Plat besi, tebal 3 mm	45.00	32.00	11.00	1.00	1.00
L - 3	Pengelasan	23.00	11.00	11.00	-	1.00
L - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00
M	Pabrikasi kuda-kuda tipe 2 (1 unit), meliputi :					
M - 1	Rangka kuda-kuda tipe 2 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
	Bracket kuda-kuda tipe 2, meliputi :					
M - 2	Plat besi, tebal 3 mm	45.00	32.00	11.00	1.00	1.00
M - 3	Pengelasan	23.00	11.00	11.00	-	1.00
M - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00
N	Pabrikasi kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup (4 unit), meliputi :					
N - 1	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :					
N - 2	Plat besi, tebal 3 mm	45.00	32.00	11.00	1.00	1.00
N - 3	Pengelasan	23.00	11.00	11.00	-	1.00
N - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00

Lanjutan Tabel 5. 32 Identifikasi Penggunaan Tenaga Kerja Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Jumlah	Tenaga Kerja Maksimum (Orang)			
			Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor
O	Pabrikasi kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup (2 unit), meliputi :					
O - 1	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :					
O - 2	Plat besi, tebal 3 mm	45.00	32.00	11.00	1.00	1.00
O - 3	Pengelasan	23.00	11.00	11.00	-	1.00
O - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00
O - 5	Penutup rangka kuda-kuda tipe 3 - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	73.00	61.00	10.00	1.00	1.00
P	Pabrikasi kuda-kuda tipe 4 (4 unit), meliputi :					
P - 1	Rangka kuda-kuda tipe 4 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
	Bracket kuda-kuda tipe 4, meliputi :					
P - 2	Plat besi, tebal 3 mm	45.00	32.00	11.00	1.00	1.00
P - 3	Pengelasan	23.00	11.00	11.00	-	1.00
P - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00
Q	Pabrikasi box kuda-kuda, meliputi :					
Q - 1	Plat besi, tebal 3 mm	45.00	32.00	11.00	1.00	1.00
Q - 2	Pengelasan	23.00	11.00	11.00	-	1.00
Q - 3	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	15.00	3.00	10.00	1.00	1.00

Sedangkan, penggunaan tenaga kerja untuk pekerjaan pengadaan dan instalasi dapat dilihat pada Tabel 5.33 sebagai berikut.

Tabel 5. 33 Identifikasi Penggunaan Tenaga Kerja Pekerjaan Pengadaan dan Instalasi

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah	Tenaga Kerja Maksimum (Orang)			
			Pekerja	Tukang	Kepala Tukang	Mandor
1	Pembersihan awal	21.00	20.00	-	-	1.00
2	Pemasangan bouwplank	22.00	10.00	10.00	1.00	1.00
3	Pekerjaan pondasi	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
4	Pekerjaan kolom A	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
	Pekerjaan kolom A - Tengah	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
5	Pekerjaan kolom B	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
6	Pekerjaan kolom C	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
7	Pekerjaan kolom D	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
8	Pekerjaan panel sloof	40.00	28.00	10.00	1.00	1.00
9	Papan fiber semen, tebal 20 mm	26.00	14.00	10.00	1.00	1.00
10	Panel pintu	40.00	28.00	10.00	1.00	1.00
	Panel jendela	40.00	28.00	10.00	1.00	1.00
	Panel dinding	40.00	28.00	10.00	1.00	1.00
11	Pekerjaan panel balok	40.00	28.00	10.00	1.00	1.00
12	Pekerjaan kuda-kuda tipe 1	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
	Pekerjaan kuda-kuda tipe 2	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
	Pekerjaan kuda-kuda tipe 4	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
	Pekerjaan box kuda-kuda	42.00	30.00	10.00	1.00	1.00
13	Reng baja ringan, tebal 0.32 mm	41.00	28.00	11.00	1.00	1.00
14	Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	73.00	61.00	10.00	1.00	1.00
15	Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	62.00	50.00	10.00	1.00	1.00

4. Identifikasi durasi maksimum

Durasi minimum adalah waktu produktif yang paling cepat untuk tenaga kerja menyelesaikan suatu satuan pekerjaan. Durasi ini didapatkan dari pengertian indeks koefisien tenaga kerja dengan asumsi kelompok tenaga kerja utama

yang digunakan maksimum. Persamaan perhitungan identifikasi durasi maksimum yang digunakan setiap indeks produktifitas tenaga kerja adalah sebaga berikut.

$$\text{Durasi maksimum} = \frac{\text{koefisien tenaga kerja} \times \text{volume pekerjaan}}{\text{jumlah maksimum tenaga kerja}}$$

Durasi maksimum untuk pekerjaan pabrikasi dapat dilihat pada Tabel 5.34 sebagai berikut.

Tabel 5. 34 Durasi Maksimum Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi Maksimum (Hari)
A	Pabrikasi pondasi (20 unit), meliputi	
A - 1	Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm	-
A - 2	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	0.04
A - 3	Plat besi, tebal 3 mm	0.03
A - 4	Pengelasan	0.05
A - 5	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.06
B	Pabrikasi kolom A (20 unit), meliputi :	
B - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	0.20
B - 2	Plat besi, tebal 3 mm	0.04
B - 3	Pengelasan	0.08
B - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.12
C	Pabrikasi kolom A - Tengah (3 unit), meliputi :	
C - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	0.03
C - 2	Pengelasan	0.005
C - 3	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.01
D	Pabrikasi kolom B (18 unit), meliputi :	
D - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	0.45
D - 2	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.14

Lanjutan Tabel 5. 34 Durasi Maksimum Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi Maksimum (Hari)
E	Pabrikasi kolom C (18 unit), meliputi	
E - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	0.45
E - 2	Plat besi, tebal 3 mm	0.03
E - 3	Pengelasan	0.07
E - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.19
F	Pabrikasi kolom D (18 unit), meliputi :	
F - 1	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	0.18
F - 2	Plat besi, tebal 3 mm	0.03
F - 3	Pengelasan	0.08
F - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.11
G	Pabrikasi panel sloof (33 unit), meliputi :	
G - 1	Rangka panel sloof - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.01
H	Pabrikasi panel balok (20 unit), meliputi :	
H - 1	Rangka panel balok - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.01
H - 2	Penutup rangka panel balok - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	0.02
I	Pabrikasi panel pintu (3 unit), meliputi :	
I - 1	Rangka panel pintu - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.003
I - 2	Penutup rangka panel pintu - PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	0.01
I - 3	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	0.01
I - 4	Daun pintu aluminium, uk. 930 x 1925 mm	0.04
I - 5	Engsel pintu 4 x 3 x 3"	0.05
I - 6	Kunci silinder (silinder, escutcheon, lockcase)	0.15
I - 7	Lever handle	0.15
J	Pabrikasi panel jendela, meliputi :	
J - 1	Rangka panel jendela - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.01
J - 2	Penutup rangka jendela - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	0.02
J - 3	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	0.01
J - 4	Frame daun jendela, tebal 0.9 mm	0.01
J - 5	Akrilik bening, tebal 3 mm	0.03
J - 6	Friction stay stainless steel 8"	0.11
J - 7	Casement handle	0.06

Lanjutan Tabel 5. 34 Durasi Maksimum Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi Maksimum (Hari)
K	Pabrikasi panel dinding, meliputi :	
K - 1	Rangka panel dinding - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.02
K - 2	Penutup rangka panel dinding - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	0.07
L	Pabrikasi kuda-kuda tipe 1 (1 unit), meliputi :	
L - 1	Rangka kuda-kuda tipe 1 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.001
	Bracket kuda-kuda tipe 1, meliputi :	
L - 2	Plat besi, tebal 3 mm	0.01
L - 3	Pengelasan	0.0002
L - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.01
M	Pabrikasi kuda-kuda tipe 2 (1 unit), meliputi :	
M - 1	Rangka kuda-kuda tipe 2 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.001
	Bracket kuda-kuda tipe 2, meliputi :	
M - 2	Plat besi, tebal 3 mm	0.01
M - 3	Pengelasan	0.0002
M - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.01
N	Pabrikasi kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup (4 unit), meliputi :	
N - 1	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.003
	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :	
N - 2	Plat besi, tebal 3 mm	0.04
N - 3	Pengelasan	0.0009
N - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.06
O	Pabrikasi kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup (2 unit), meliputi :	
O - 1	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.002
	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :	
O - 2	Plat besi, tebal 3 mm	0.02
O - 3	Pengelasan	0.0004
O - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.03
O - 5	Penutup rangka kuda-kuda tipe 3 - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	0.01

Lanjutan Tabel 5. 34 Durasi Maksimum Pekerjaan Pabrikasi

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi Maksimum (Hari)
P	Pabrikasi kuda-kuda tipe 4 (4 unit), meliputi :	
P - 1	Rangka kuda-kuda tipe 4 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	0.002
	Bracket kuda-kuda tipe 4, meliputi :	
P - 2	Plat besi, tebal 3 mm	0.02
P - 3	Pengelasan	0.0009
P - 4	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.03
Q	Pabrikasi box kuda-kuda, meliputi :	
Q - 1	Plat besi, tebal 3 mm	0.01
Q - 2	Pengelasan	0.01
Q - 3	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.01

Sedangkan, durasi maksimum pekerjaan pengadaan dan instalasi dapat dilihat pada Tabel 5.35 sebagai berikut.

Tabel 5. 35 Durasi Maksimum Pekerjaan Pengadaan dan Instalasi

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Minimum (Hari)	Durasi Minimum (Jam)
1	Pembersihan awal	0.14	0.98
2	Pemasangan bouwplank	0.05	0.34
3	Pekerjaan pondasi	0.01	0.08
4	Pekerjaan kolom A	0.02	0.17
	Pekerjaan kolom A - Tengah	0.0004	0.02
5	Pekerjaan kolom B	0.01	0.07
6	Pekerjaan kolom C	0.01	0.07
7	Pekerjaan kolom D	0.03	0.22
8	Pekerjaan panel sloof	0.20	1.38
9	Papan fiber semen, tebal 20 mm	0.15	1.06
10	Panel pintu	0.02	0.13
	Panel jendela	0.02	0.17
	Panel dinding	0.08	0.54

Lanjutan Tabel 5. 35 Durasi Maksimum Pekerjaan Pengadaan dan Instalasi

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Minimum (Hari)	Durasi Minimum (Jam)
11	Pekerjaan panel balok	0.12	0.84
12	Pekerjaan kuda-kuda tipe 1	0.003	0.02
	Pekerjaan kuda-kuda tipe 2	0.003	0.02
	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup	0.01	0.09
	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup	0.01	0.04
	Pekerjaan kuda-kuda tipe 4	0.01	0.04
	Pekerjaan box kuda-kuda	0.002	0.01
13	Reng baja ringan, tebal 0.32 mm	0.05	0.36
14	Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	0.13	0.94
15	Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	0.08	0.58

5. Kurva S

   Kurva S dihitung dengan membagi prosentase bobot pekerjaan sesuai jumlah durasi yang telah dihitung. Setelah itu dihitung jumlah prosentase bobot dalam satu hari atau satu jam serta menghitung prosentase bobot kumulatif. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh durasi minimum pekerjaan pabrikasi adalah 12 hari dan durasi maksimum adalah 2 hari. Sedangkan, durasi minimum pekerjaan pengadaan dan instalasi adalah 36 hari dan durasi maksimum adalah 2 hari (14 jam). Kurva S untuk pekerjaan pabrikasi dan pengadaan dan instalasi dapat dilihat pada Lampiran 3, Lampiran 4, Lampiran 5 dan Lampiran 6.

6. Komparasi

   Menurut A. F. Rahman dkk. (2020), pabrikasi panel RISHA yang dibuat dengan material beton bertulang memerlukan waktu sebanyak 28 hari untuk *curing* hingga beton mencapai mutu optimalnya. Setelah mutunya tercapai maka panel RISHA baru dapat digunakan. Berdasarkan uraian ini, maka dapat kita ketahui jika proses pabrikasi panel RISHA membutuhkan waktu seminimalnya 28 hari untuk bisa digunakan dan bisa lebih lama jika proses pabrikasi baja tulangan, pembuatan bekisting (cetakan) hingga penuangan

beton segar. Durasi ini jauh lebih lama apabila dikomparasikan dengan durasi pabrikasi panel *shelter* yang telah didesain, dengan selisih 16 hari dengan tenaga kerja minimal dan hingga 26 hari apabila digunakan tenaga kerja maksimal. Sedangkan, komparasi produktivitas instalasi *shelter* hasil desain (dengan tenaga kerja minimum) dengan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 5.36 sebagai berikut.

Tabel 5. 36 Komparasi Produktivitas Instalasi Shelter Dengan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Ardiansyah (2025)	Herlambang dkk. (2023)
Lingkup Pekerjaan	Struktur Atas + Penutup Lantai+ Panel	Struktur Atas + Pasangan Dinding
Luas	27	36
Durasi	17	25
Produktivitas (m^2/hari)	1.59	1.44

Komparasi produktivitas instalasi shelter antara Ardiansyah (2025) dan penelitian terdahulu oleh Herlambang dkk. (2023) menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam efisiensi pelaksanaan pekerjaan. Penelitian oleh Ardiansyah (2025) mencakup lingkup pekerjaan yang lebih luas, yaitu struktur atas, penutup lantai, dan panel, sedangkan Herlambang dkk. (2023) hanya mencakup struktur atas dan pasangan dinding. Meskipun cakupan pekerjaan Ardiansyah (2025) lebih kompleks, durasi pekerjaan yang dibutuhkan hanya 17 hari untuk luas bangunan 27 m², sementara Herlambang dkk. (2023) membutuhkan 25 hari untuk menyelesaikan bangunan seluas 36 m². Hal ini menghasilkan produktivitas sebesar 1,59 m²/hari pada penelitian Ardiansyah (2025), lebih tinggi dibandingkan 1,44 m²/hari yang dicapai oleh Herlambang dkk. (2023) Perbedaan ini menunjukkan bahwa metode konstruksi yang diterapkan oleh Ardiansyah (2025) lebih efisien, kemungkinan karena penggunaan teknologi konstruksi yang lebih terintegrasi dan sistem modular yang lebih optimal. Temuan ini menegaskan bahwa efisiensi pelaksanaan pekerjaan dapat ditingkatkan meskipun dengan lingkup

pekerjaan yang lebih luas, apabila didukung oleh metode dan perencanaan konstruksi yang tepat.

5.7 Validasi Hasil Desain

Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan dan diperoleh hasil akhir, maka dilakukan validasi hasil desain dengan kriteria desain yang telah ditetapkan sebelumnya. Validasi hasil desain dapat dilihat pada Tabel 5.37 sebagai berikut.

Tabel 5. 37 Validasi Hasil Desain

No	Kriteria	Kebutuhan	Hasil Desain	Keterangan
1	Luas area hidup *shelter*	4 orang (12 m^2)	27 m^2	Terpenuhi
2	Ketinggian *shelter*	2 m	3 m	Terpenuhi
3	Masa pakai *shelter*	2 tahun	- Baja canai dingin minimal 20 tahun	Terpenuhi
			- ACP PVDF minimal 20 tahun	
			- Papan fibersemen minimal 20 tahun	
			- Atap metal berpasir minimal hingga 70 tahun	
4	Material *shelter*	Tidak bersumber dari bahan illegal	Seluruh material merupakan material legal dan dijual secara bebas	Terpenuhi
		Tidak membahayakan Kesehatan	Seluruh material tidak membahayakan kesehatan	
		Material lokal	Material bukan lokal, namun dapat diperoleh dengan mudah	
		Memiliki kualitas yang baik	Material diproduksi secara pabrikasi dan terstandarisasi	
5	Kelayakan dan ekonomi	Mempertimbangkan kelayakan	Desain layak digunakan untuk *shelter* pasca bencana	Terpenuhi
		Mempertimbangkan biaya produksi, distribusi dan operasional	Biaya masih belum cukup ekonomis apabila ditinjau hanya dari penyediaan awal, namun potensi penghematan diperoleh dari biaya *waste material*	Belum terpenuhi
		Mempertimbangkan kecepatan distribusi	Material tersedia secara lokal	Terpenuhi

Lanjutan Tabel 5. 34 Validasi Hasil Desain

No	Kriteria	Kebutuhan	Hasil Desain	Keterangan
6	Fleksibilitas *shelter*	Dimungkinkan modifikasi di masa depan	*Shelter* didesain dengan sistem modular panel dan *knock down* sehingga sangat dimungkinkan untuk di modifikasi di masa depan	Terpenuhi
7	Keamanan, kenyamanan dan kesehatan	Memenuhi persyaratan keamanan, keselamatan, kesehatan dan kenyamanan	*Shelter* telah didesain berdasarkan persyaratan yang ditetapkan	Terpenuhi
		Melindungi dari iklim/cuaca	*Shelter* didesain melindungi iklim/cuaca	Terpenuhi
		Menjamin privasi	*Shelter* didesain memiliki sekat antar ruangan dan terpisah antar kelurga	Terpenuhi
		Mengakomodir kebutuhan khusus untuk bencana tertentu	*Shelter* telah didesain dengan mempertimbangkan bencana yang ditetapkan	Terpenuhi
8	Dampak terhadap lingkungan	Meminimalkan dampak buruk terhadap lingkungan	Material yang digunakan merupakan material yang dapat di daur ulang dan meminimalkan energi	Terpenuhi
		70% limbah padat dapat digunakan kembali		
9	Perlindungan kaum rentan	Menjamin privasi antar jenis kelamin dan kelompok usia	*Shelter* didesain memiliki sekat antar ruangan	Terpenuhi
		Ramah kaum rentan	*Shelter* ramah terhadap kaum rentan	Terpenuhi
		Menghindarkan dari risiko pelecehan dan kekerasan	*Shelter* didesain memiliki sekat antar ruangan dan terpisah antar kelurga	Terpenuhi

Berdasarkan hasil validasi pada Tabel 5.37 di atas, maka dapat diketahui apabila hasil desain telah memenuhi sebagian besar kriteria yang ditetapkan, kecuali aspek biaya yang memerlukan peninjauan lebih lanjut.

5.8 Pengaplikasian Desain

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat risiko bencana yang sangat tinggi, sebagaimana ditunjukkan oleh data kebencanaan nasional yang mencatat frekuensi tinggi kejadian gempa bumi, banjir, dan erupsi gunung api. Ketiga jenis bencana tersebut secara konsisten menyebabkan jumlah pengungsi yang besar, kerusakan rumah berat, serta kerusakan pada fasilitas umum. Menanggapi kondisi tersebut, penelitian ini merancang shelter pasca bencana yang tidak hanya mengacu pada kebutuhan dasar hunian sementara sebagaimana diatur dalam regulasi dan standar yang berlaku, tetapi juga mempertimbangkan karakteristik dan dampak dari masing-masing jenis bencana utama di Indonesia. Kabupaten Aceh Tamiang dipilih sebagai lokasi acuan desain karena memiliki riwayat bencana yang kompleks dan representatif. Shelter didesain dengan pendekatan modular yang memprioritaskan kemudahan dalam distribusi, instalasi, serta pembongkaran dan perakitan ulang. Pendekatan ini memungkinkan penyediaan hunian sementara secara cepat di lokasi terdampak, serta memberikan fleksibilitas untuk dikonversi menjadi hunian tetap setelah masa tanggap darurat selesai.

Dengan rancangan yang mempertimbangkan aspek regulatif, kebutuhan fungsional, dan efisiensi logistik, hasil desain ini dapat dijadikan rujukan oleh pemangku kebijakan, baik di tingkat pusat maupun daerah. Penerapan shelter ini dalam kebijakan penanggulangan bencana dapat mendorong pengambilan keputusan yang lebih terencana, efisien, dan berbasis kebutuhan nyata di lapangan. Selain itu, desain yang adaptif terhadap risiko multibencana menjadikan shelter ini sebagai solusi strategis dalam menghadapi tantangan penyediaan hunian sementara yang tidak hanya tanggap darurat, tetapi juga berkelanjutan. Oleh karena itu, integrasi hasil penelitian ini dalam perencanaan kebijakan dapat memperkuat

kesiapsiagaan dan respons pemerintah dalam menghadapi bencana di masa mendatang.

5.9 Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka direkomendasikan hal-hal sebagai berikut.

1. Biaya penyediaan *shelter* dengan material baja canai dingin masih cukup tinggi. Namun demikian, masih terdapat potensi untuk dilakukan efisiensi sehingga diperoleh biaya yang lebih ekonomis sebagai biaya penyediaan awal salah satunya dengan melakukan perubahan spesifikasi material yang digunakan. Hal tersebut dikarenakan kualitas dari material berhubungan kuat dengan biaya proyek (Rukayat dkk., 2022).
2. Analisis waktu pelaksanaan pabrikasi dan instalasi telah dilakukan dengan menggunakan dua skenario, yaitu skenario tenaga kerja maksimum dan minimum. Hasil analisis tersebut memberikan gambaran ekstrem dari rentang durasi pelaksanaan, namun belum mampu menunjukkan efisiensi terbaik karena jumlah tenaga kerja optimal yang diperlukan belum ditentukan. Padahal, menurut prinsip manajemen proyek, pemilihan jumlah tenaga kerja yang tepat sangat memengaruhi proyek (Kerzner, 2017). Oleh karena itu, diperlukan analisis lanjutan untuk menentukan alokasi tenaga kerja yang optimal guna memperoleh waktu pelaksanaan yang efisien.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Baja canai dingin dapat digunakan sebagai material pembuatan *transitional shelter* modular panel dan *knock-down* dengan tetap memenuhi kebutuhan dasar *shelter* pasca bencana.
2. Optimalisasi biaya penyediaan shelter dapat dilakukan dengan pendekatan BIM karena tidak terjadi clash sehingga model yang dihasilkan lebih akurat dan optimal terutama dalam perhitungan biaya. Selain itu, meskipun biaya yang dihasilkan masih cukup tinggi dibandingkan standar harga satuan tertinggi rumah negara tipe E, desain shelter dalam penelitian ini tetap berpotensi digunakan karena memiliki biaya lebih rendah dibandingkan satu dari tiga penelitian terdahulu serta menghasilkan limbah 0% akibat penggunaan sistem modular *knock-down* yang efisien dan dapat dipasang ulang.
3. *Transitional shelter* yang dibuat dengan material baja canai dingin dapat diterapkan pada area bencana karena dirancang berdasarkan analisis risiko multibencana di Indonesia, mengacu pada standar kebutuhan dasar hunian sementara, serta mengadopsi sistem modular *knock-down* yang memungkinkan distribusi, instalasi, dan pembongkaran secara cepat dan efisien. Dengan mempertimbangkan aspek regulatif, kebutuhan fungsional, dan efisiensi logistik, desain ini dapat dijadikan acuan implementatif bagi pemangku kebijakan dalam menyediakan hunian sementara yang tanggap, adaptif, dan berkelanjutan di wilayah terdampak bencana.

6.2 Saran

Hal penting yang perlu disampaikan dalam penelitian ini untuk digunakan sebagai rujukan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan perhitungan rencana anggaran pelaksanaan (RAP) untuk perhitungan biaya yang lebih aktual.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menetapkan jumlah tenaga kerja secara pasti dan mengintegrasikan metode pengelolaan waktu seperti CPM atau PERT guna memperoleh estimasi durasi yang lebih akurat dan efisien dalam pelaksanaan konstruksi *shelter*.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji kemungkinan penyesuaian spesifikasi material yang lebih efisien secara biaya namun tetap memenuhi standar teknis dan kebutuhan fungsional, dengan menggunakan pendekatan value engineering guna mendukung upaya optimalisasi desain *shelter* yang telah dikembangkan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

AACE. (2020). *Cost Estimate Classification System - As Applied In Engineering, Procurement, And Construction For The Building And General Construction Industries*.

AACE. (2021). *Cost Engineering Terminology*. https://library.aacei.org/terminology/welcome.shtml

Abubakar, R. (2021). *Pengantar Metodologi Penelitian* (1 ed.). SUKA-Press UIN Sunan Kalijaga.

AECOM. (2017). *Cost Model Modular Construction*.

AIA. (2019). *Design for Modular Construction: an Introduction for Architects*.

Akbar, M. S. (2022). A Phenomenological Study Of Lived Experiences Of 2022 Flood Survivors In Rajan Pur District-South Punjab-Pakistan. *Pakistan Journal of Social Research*, *04*(04), 1019–1024. https://doi.org/10.52567/pjsr.v4i04.908

Akhmad, T. M., & Andriansyah, A. (2024). Mitigasi Bencana di Indonesia. *COMSERVA : Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, *3*(10), 3996–4012. https://doi.org/10.59141/comserva.v3i10.1213

Aliya Syariati, L., Maskur, A., & Saepudin, U. (2023). Analisis Perbandingan Struktur dan Biaya Antara Konstruksi Baja dan Beton Bertulang (Studi Kasus Gedung Pusat Promosi dan Pemasaran PPIK Kota Tasikmalaya). *Seminar Teknologi Majalengka*, 164–171. https://doi.org/https://doi.org/10.31949/stima.v7i0.977

Altaf, M. S., & Al-Hussein, M. (2017). Simulation Model Of Prefabricated House From Manufacturing To On-Site Installation. *Proceedings of the European Modeling and Simulation Symposium*.

Andriansyah, M., & Idham, N. C. (2021). Efektivitas Model Huntara Paska Gempabumi Sulawesi Tengah 2018: Studi Kasus Huntara di Kabupaten Sigi. *Jurnal Arsitektur dan Perencanaan (JUARA)*, *4*(2), 150–167. https://doi.org/10.31101/juara.v4i2.2163

Asif, S., & Mahmood, A. (2023). The role of NGOs in support of women acid survivors in Pakistan: a comparative analysis. *Journal of Humanities, Social and Management Sciences (JHSMS)*, *4*(1), 185–198. https://doi.org/10.47264/idea.jhsms/4.1.13

Awaluddin Azril, Mirza Irwansyah, & Yunita Idris. (2022a). TEMPORARY RESIDENTIAL DESIGN ANALYSIS TYPE OF HEX HOUSE FOR DISASTER SURVIVAL IN INDONESIA. *International Journal of Social Science, Educational, Economics, Agriculture Research and Technology (IJSET)*, *2*(1), 947–956. https://doi.org/10.54443/ijset.v2i1.104

Awaluddin Azril, Mirza Irwansyah, & Yunita Idris. (2022b). Temporary Residential Design Analysis Type Of Hex House For Disaster Survival In Indonesia. *International Journal of Social Science, Educational, Economics, Agriculture Research and Technology (IJSET)*, *2*(1), 947–956. https://doi.org/10.54443/ijset.v2i1.104

Ayu, D. P., Prayitno, B., & Haryadi, A. (2021a). Fabrikasi Hunian Sementara untuk Pasca Bencana. *Tesa Arsitektur*, *18*(1), 32. https://doi.org/10.24167/tesa.v18i1.2128

Ayu, D. P., Prayitno, B., & Haryadi, A. (2021b). Fabrikasi Hunian Sementara untuk Pasca Bencana. *Tesa Arsitektur*, *18*(1), 32. https://doi.org/10.24167/tesa.v18i1.2128

Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa. (2016). *Kamus Besar Bahasa Indonesia VI Daring*. https://kbbi.kemdikbud.go.id/

Beatini, V., Rajanayagam, H., & Poologanathan, K. (2022). Structural and Spatial Minimal Requirement Efficacy of Emergency Shelters for Different Emergencies. *Buildings*, *13*(1), 32. https://doi.org/10.3390/buildings13010032

Bertram, N., Fuchs, S., Mischke, J., Palter, R., Strube, G., & Woetzel, J. (2019). *Modular construction: From projects to products*.

Bhaskar, S. B., & Manjuladevi, M. (2016). Methodology for research II. *Indian Journal of Anaesthesia*, *60*(9), 646–651. https://doi.org/10.4103/0019-5049.190620

Bhaskara, A., Nugraheni, F., & Hanafi, N. F. (2019). Recommendation of Knockdown Building Design at Yogyakarta Sand Dunes (Restricted and Heritage Areas). *Semesta Teknika*, *22*(1). https://doi.org/10.18196/st.221239

BNPB. (2023). *Data Bencana Indonesia 2023* (A. Muhari, T. Harjito, & F. Irawan, Ed.; Vol. 3). Pusat Data Informasi dan Komunikasi Kebencanaan Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

BNPB. (2024). *Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI)*. https://dibi.bnpb.go.id/

BPS. (2024, November 29). *Persentase Rumah Tangga menurut Provinsi, Jenis Kelamin Kepala Rumah Tangga, dan Banyaknya Anggota Rumah Tangga, 2009-2024*. https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MTYwMyMx/persentase-rumah-tangga-menurut-provinsi--jenis-

kelamin-kepala-rumah-tangga--dan-banyaknya-anggota-rumah-tangga--2009-2024.html

Calloway, E. E., Nugent, N. B., Stern, K. L., Mueller, A., & Yaroch, A. L. (2022). Lessons Learned from the 2019 Nebraska Floods: Implications for Emergency Management, Mass Care, and Food Security. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(18), 11345. https://doi.org/10.3390/ijerph191811345

Chahrour, R., Hafeez, M. A., Ahmad, A. M., Sulieman, H. I., Dawood, H., Rodriguez-Trejo, S., Kassem, M., Naji, K. K., & Dawood, N. (2021). Cost-benefit analysis of BIM-enabled design clash detection and resolution. *Construction Management and Economics*, *39*(1), 55–72. https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1802768

Chowdhury, T. J., Arbon, P., Gebbie, K., Muller, R., Kako, M., & Steenkamp, M. (2022). Lived-Experience of Women's Well-Being in the Cyclone Shelters of Coastal Bangladesh. *Prehospital and Disaster Medicine*, *37*(4), 437–443. https://doi.org/10.1017/S1049023X2200070X

Deapati, A. K., Harisah, A., & Khiyari, M. R. (2022). Evaluasi Kelayakgunaan Reruntuhan Bangunan Sebagai Komponen Rekonstruksi Hunian Pascagempa 2018 Di Palu. *Jurnal Arsitektur Zonasi*, *5*(1), 105–116. https://doi.org/doi.org/10.17509/jaz.v5i1.38506

Deshmukh, P., Prasad, R. V. R. K., & Meghrajani, R. (2022). Achieving Economical High Rise Steel Structure Using PEB with Use of Different Advanced Technologies. *International Journal of Innovations in Engineering and Science*, *7*(2), 29. https://doi.org/10.46335/ijies.2022.7.2.5

Development of Factored Cost Estimates – As applied in Engineering, Procurement and Construction For The Process Industries, TCM Framework: 7.3 – Cost Estimating and Budgeting, Recommended Practice N0. 59 R – 10 (2011).

Domínguez-Amarillo, S., Rosa-García, Á., Fernández-Agüera, J., & Escobar-Castrillón, N. (2021). Architecture of the scape: Thermal assessment of refugee shelter design in the extremes climates of Jordan, Afghanistan and South Sudan. *Journal of Building Engineering*, *42*, 102396. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102396

European Union. (2021). *Shelter and Settlements*. https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/what/humanitarian-aid/shelter-and-settlements_en

Fajrin, J., Muchlis, M., & Tandean, Y. R. (2020). PENGEMBANGAN DESAIN HUNIAN SEMENTARA UNTUK KORBAN GEMPA LOMBOK. *Jurnal*

Pengabdian Masyarakat Multidisiplin, *3*(2), 103–109. https://doi.org/10.36341/jpm.v3i2.1077

Fatema, S. R., East, L., Islam, S., & Usher, K. (2023). Gender-based vulnerabilities for women during natural disasters in Bangladesh. *Frontiers in Communication*, *8*. https://doi.org/10.3389/fcomm.2023.1180406

Fauzia, E., Sulistyawati, Y., Wahyusari, D., & Khusnah, N. (2017). *Modul Produk Kreatif dan Kewirausahaan SMK Kelas XII*.

Felix, B., & Pablo, B. (2020). *Shelter after disaster management. New approaches by design driven Innovation*. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:210954533

Fraser, T., Aldrich, D. P., & Morikawa, L. (2022). Do all roads lead to Sapporo? The role of linking and bridging ties in evacuation decisions. *Ecology and Society*, *27*(2), art3. https://doi.org/10.5751/ES-13097-270203

Frege, I. A., Bliecke, V., Bradshaw, S., Dijkzeul, D., Kienzl, C., Küsters, K., Masuch, L., Nasreen, M., Radtke, K., Schneider, S., Thielbörger, P., Weller, D., Wiegers, O., Yaman, D. K., & Zennig, K. (2023). *World Risk Report 2023*. Bündnis Entwicklung Hilft / IFHV.

Ganokratanaa, T., & Ketcham, M. (2021). Deep Index Price Forecasting in Steel Industry. *2021 18th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*, 1–6. https://doi.org/10.1109/JCSSE53117.2021.9493843

George, J. W., Guthrie, P., & Orr, J. J. (2023). Redefining shelter: humanitarian sheltering. *Disasters*, *47*(2), 482–498. https://doi.org/10.1111/disa.12555

Guthrie, K. M. (1970). Capital and operating costs for 54 chemical processes. *Chemical Engineering*, *77*(13).

Han, Z., & Wu, G. (2024). Why do people not prepare for disasters? A national survey from China. *npj Natural Hazards*, *1*(1), 1. https://doi.org/10.1038/s44304-024-00001-2

Hemmerling, M., & Bähre, B. (2020). BUILDING INFORMATION MODELLING. Dalam *Building Information Modelling für die Architekturpraxis* (hlm. 18–29). Birkhäuser. https://doi.org/doi:10.1515/9783035619133-004

Herlambang, A. B., Suharwanto, Komarudin, & Nanda, M. P. (2023). Perbandingan Analisa Waktu dan Biaya Pembuatan Rumah Subsidi dan RISHA Dengan Metode Time Cost Trade Off. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, *8*(1), 36–47.

IFRC. (2011). *Shelter safety handbook: Some important information on how to build safer*. www.ifrc.org

IFRC. (2013). *Post Disaster Shelter 10 Design* (2 ed.). IFRC.

IFRC. (2015). *All Under One Roof: Disability-inclusive shelter and settlements in emergencies*.

Indraprastha, A., & Agirachman, F. A. (2022). *Pengantar BIM dalam Arsitektur* (E. Warsidi, Ed.; 1 ed.). ITB Press.

Julistiono, E. K., Hosana, N., Liemansetyo, F., & Wijaya, I. F. (2017). SPATIAL AND STRUCTURAL ASPECTS OF AN ADAPTABLE BUILDING. *DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment)*, *44*(1), 87–94. https://doi.org/10.9744/dimensi.44.1.87-94

Karimi, R., Shirowzhan, S., & Sepasgozar, S. M. E. (2023). Architectural Design Criteria Considering the Circular Economy and Buildability for Smart Disaster Relief Shelter Prototyping. *Buildings*, *13*(7), 1777. https://doi.org/10.3390/buildings13071777

Kartika, D., Wibawanto, H. S., Iskandar, T., & Pangestuaji, W. B. (2022). Comparative Analysis Study on Construction Cost Between Concrete Structures and Steel Structures Buildings in Surabaya. *Journal of Advanced Civil and Environmental Engineering*, *5*(1), 1. https://doi.org/10.30659/jacee.5.1.1-10

Kementerian ESDM. (2022). *Atlas Tapak Lokal (Vs30) Indonesia* (1 ed.).

Kementerian PUPR. (2018). *Workflow dan Implementasi BIM Pada Level Kolaborasi Dalam Proses Monitoring Proyek*. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia.

Kementerian PUPR. (2021). *Desain Spektra Indonesia*. https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/

Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (12 ed.). John Wiley & Sons.

Khalifah, M. H. (2015). *Analisis implementasi produk deposito mudharabah melalui pendekatan maqashid syariah: Studi kasus di PT. Bank Muamalat Indonesia Tbk. Cabang Rawamangun Jakarta*. UIN Maulana Malik Ibrahim.

Lewis, E. (2018). *Sustainaspeak: A Guide to Sustainable Design Terms* (1 ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315270326

Liu, S., Meng, X., & Tam, C. (2015). Building information modeling based building design optimization for sustainability. *Energy and Buildings*, *105*, 139–153. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.037

Lutfiansyah, Y., & Tanjung, G. (2020). Cost comparison analysis of slab structure using concrete beam and steel beam. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, *2*(1), 88–96. https://doi.org/10.35877/454ri.asci2262

Mahira, E. D., & Hignasari, V. (2018). Konsep Mandala Pada Rancangan Limbah Kontainer Untuk Hunian Sementara Korbang Bencana Alam di Bali. *Vitruvian*, *7*(2), 77–86.

MBI. (2024, Agustus 15). *Faster Construction with Modular Building*.

Moslehi, S., Dehghani, A., Masoumi, G., Sheikhi, R. A., & Barghi Shirazi, F. (2023). The Role of the Mosque as an Emergency Shelter in Disasters: A Systematic Review. *Health in Emergencies & Disasters Quarterly*, *8*(0), 223–232. https://doi.org/10.32598/hdq.8.specialissue.310.4

Mounaim, A., Widayati Priyomarsono, N., & Trisno, R. (2020). Emergency Shelter Design For Disaster Preparation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *852*(1), 012152. https://doi.org/10.1088/1757-899X/852/1/012152

National Estimating Society. (1979). *Journal of Cost Estimating*, *9*(3), 68. https://doi.org/10.1080/21649405.1979.10462459

Nazir. (1988). *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia.

Nursamsir, Jamaluddin, I. I., & Iqbal, M. (2022). The Social and Political Aspects of Permanent Housing Provision for Earthquake Tsunami and Liquefaction Casualties in Palu City, Central Sulawesi. *Jurnal Kebijakan dan Administrasi Publik*, *26*(2), 85–101.

Nuruniyah, S. (2014). Evaluasi Pelayanan Kesehatan Reproduksi Bagi Pengungsi Rawan Bencana Erupsi Merapi. *Jurnal Ners dan Kebidanan Indonesia*, *2*(2), 57–61.

Obyn, S., van Moeseke, G., & Virgo, V. (2015). Thermal performance of shelter modelling: Improvement of temporary structures. *Energy and Buildings*, *89*, 170–182. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.12.035

Ozeki, T., Kamata, H., Mochizuki, Y., Sawayanagi, M., & Matsumura, K. (2024). *Clusters in Times of Uncertainty* (hlm. 11–28). Edward Elgar Publishing. https://doi.org/10.4337/9781035315765.00008

Pastiarsa, M. (2015). *Menyusun Estimasi Biaya Proyek* (1 ed., Vol. 1). Teknosain.

Peraturan Bupati Lumajang No. 1 Tahun 2022, Pub. L. No. 1 Tahun 2022 (2022).

Peraturan Bupati Lumajang No. 1 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Hunian Sementara Untuk Korban Bencana Alam Erupsi Gunung Semeru, Pub. L. No. 1 (2022).

Peraturan Gubernur DIY No. 71 Tahun 2013 tentang Pedoman Pemberian Bantuan Darurat Bencana, Pub. L. No. 71 (2013).

Peraturan Kepala BNPB No. 7 Tahun 2008 tentang Tata Cara Pemberian Bantuan Pemenuhan Kebutuhan Dasar, Pub. L. No. 7 (2008).

Peraturan Kepala BNPB No. 10 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Bantuan Logistik Pada Status Keadaan Darurat Bencana, Pub. L. No. 10 (2012).

Peraturan Kepala BNPB No. 14 Tahun 2014 tentang Penanganan, Perlindungan dan Partisipasi Penyandang Disabilitas Dalam Penanggulangan Bencana, Pub. L. No. 14 (2014).

Perka BNPB No. 7 Tahun 2008 tentang Pedoman Tata Cara Pemberian Bantuan Pemenuhan Kebutuhan Dasar, Pub. L. No. Perka BNPB No. 7 Tahun 2008 (2008).

Pertiwi, J. A. J., & Zawawi, Z. (2024). Sosialisasi dan Simulasi Mitigasi Bencana Alam Pada Siswa SMP Kemala Bhayangkari 9 Waru Dalam Menghadapi Bencana Alam. *Jurnal Pengabdian dan Solidaritas Masyarakat*, *1*(3), 21–28. https://doi.org/10.62383/harmoni.v1i3.278

Pimentel, M. S. (2023). Yolanda Permanent Housing Projects Turnover Engagements towards Safe and Sustainable Shelter Foresight. *British Journal of Arts and Humanities*, 90–98. https://doi.org/10.34104/bjah.023090098

PMI. (2019). *Panduan Shelter Untuk Kemanusiaan*.

Prawitasari, F., Studi, P., Arsitektur, T., Teknik, A., & Yogyakarta, Y. (2019). Evaluasi Pasca Huni Huntap Pagerjurang Ditinjau Dari Aspek Fungsional. Dalam *Jurnal SPACE* (Vol. 2, Nomor 1).

Profil rangka baja ringan, Pub. L. No. 8399 (2017). www.bsn.go.id

Rachmawati, S., & Abma, V. (2022, Juli). Implementasi Konsep BIM 4D Dalam Perencanaan Time Schedule Dengan Analisis Resources Levelling. *Civil Engineering Research Forum*.

Rahayu, P., Rafik, A., & Cahyani, R. F. (2019). Perbandingan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Rumah Konvensional dan Rumah RISHA di Kota Banjarmasin. *Jurnal GRADASI TEKNIK SIPIL*, *3*(2), 8–16.

Rahman, A. F., Listiani, A., Susanti, E., Halim, M., Sena, P. G., & Shafina, S. E. (2020). *ANTARA: Antisipasi Bencana Dengan Huntara* (1 ed.). Penerbit Nuansa Cendekia.

Rahman, M. M., Arif, Md. S. I., Hossain, Md. T., Almohamad, H., Al Dughairi, A. A., Al-Mutiry, M., & Abdo, H. G. (2023). Households' vulnerability assessment: empirical evidence from cyclone-prone area of Bangladesh. *Geoscience Letters*, *10*(1), 26. https://doi.org/10.1186/s40562-023-00280-z

Rahmatin, E. P., Wiryasuta, K. H., & Pradita, R. (2023). Estimasi Biaya Pembangunan Modular Kontainer Sebagai Bangunan Shelter di Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan*, *5*(1), 85–94.

Rohwerder, B. (2016). *Helpdesk Research Report Transitional shelter in post-disaster contexts Question*. www.gsdrc.org

Roxas, C. L. C., Dela Cruz, O. G., Dela Cruz, R. L. C., De Pedro, J. P. Q., Dungca, J. R., Lejano, B. A., & Ongpeng, J. M. C. (2023). Application Of Design For Manufacturing And Assembly On Temporary Shelters In The Philippines. *International Journal of GEOMATE*, *24*(103), 120–127. https://doi.org/10.21660/2023.103.s8667

Rukayat, P., I, O., K, A., & Gazal, H. (2022). Quality Material and Project Cost (A study of Lagos State housing development Scheme). *Logistic and Operation Management Research (LOMR)*, *1*(2), 65–73. https://doi.org/10.31098/lomr.v1i2.1128

Rusmawan, U. (2019). *Teknik Penulisan Tugas Akhir dan Skripsi Pemrograman*. PT. Gramedia.

Safaeian, M., Moses, R., Ozguven, E. E., & Dulebenets, M. A. (2024). An optimization-based risk management framework with risk interdependence for effective disaster risk reduction. *Progress in Disaster Science*, *21*, 100313. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2024.100313

Sahir, S. H. (2021). *Metodologi Penelitian* (T. Koryati, Ed.; 1 ed.). KBM Indonesia.

Samad, M. H. A., Ismail, M., Nordin, J., & Tharim, A. H. A. (2019). *Post-Disaster Shelters: A Review Of Strategies And Design Framework*. 337–350. https://doi.org/10.15405/epms.2019.12.33

Saranya, C., Prithivi, D., Divya, S., Geetha, B., & Ramya, E. (2017). Pre-engineered Building. *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education*, *3*, 1311–1317.

Sari, M. (2020). Penelitian Kepustakaan (Library Research) dalam Penelitian Pendidikan IPA. *Natural Science*, *6*(1), 41–53.

Sari, S. N., Aji, S. W., & Maulana, R. (2021). Estimasi Biaya Pembangunan Rumah Instan Modul Adaptasi Ezygriya (RIMAE) Di Pandowoharjo Sleman DIY. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVI Tahun 2021*, 176–182.

Sensin, C., & Gokmenoglu, T. (2024). Sharing the Responsibility: Ministry of National Education's Disaster Preparedness and Response to Kahramanmaraş Earthquake. *IDRiM Journal*, *14*(1). https://doi.org/10.5595/001c.94365

SKBI-1.3.53.1987 Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung, Pub. L. No. SKBI-1.3.53.1987 (1987).

Smith, R. E., Timberlake, J., & Smith, F. (2010). *Prefab Architecture: A Guide To Modular Design and Construction*. John Wiley & Sons. www.itac.utah.edu

SNI 1726:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (2019).

SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, Pub. L. No. SNI 1727:2020 (2020).

SNI 7937:2013 tentang Layanan Kemanusiaan dalam Bencana (2013). www.bsn.go.id

SNI 7971:2013 Tentang Struktur Baja Canai Dingin, Pub. L. No. SNI 7971 Tahun 2013 (2013).

Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek* (2 ed.). Erlangga.

Sphere Association. (2018). *The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response* (4 ed.). www.practicalactionpublishing.org

Standard for Off-site Construction: Planning, Design, Fabrication and Assembly, Pub. L. No. 1200–2021 (2021).

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D* (19 ed.). Penerbit Alfabeta.

Suhardi, A., Samsuddin, I., & Ismail, D. (2023). Developing Resilient Design Criteria For Evacuation Centre. *Malaysian Journal of Sustainable Environment*, *10*(1), 225–242. https://doi.org/10.24191/myse.v10i1.21260

Sulung, U., & Muspawi, M. (2024). Memahami Sumber Data Penelitian: Primer, Sekunder, dan Tersier. *Jurnal Edu Research* , *5*(3), 110–116. https://doi.org/doi.org/10.47827/jer.v5i3.238

Surat Edaran Menteri BUMN No. SE-09/MBU/11/2018 tentang Standar Hunian Sementara dan Fasilitas Umum Sementara di Lokasi Terdampak Bencana, Pub. L. No. SE-09/MBU/11/2018 (2018).

Tsai, M.-K. (2015). Designing Postdisaster Temporary Housing Facilities: Case Study in Indonesia. *Natural Hazards Review*, *16*(3). https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000163

UNCHR. (2016, Mei 17). *Shelter*. https://www.unhcr.org/us/what-we-do/respond-emergencies/shelter

UNHCR. (2021). *Shelter and Sustainability*.

UNHCR. (2024). *Emergency Shelter Solutions and Standards Key points*.

Upadhyay, C. (2023). Disaster Resilient Cities in Nepal: Disaster Management Efforts of Biratnagar Metropolitan City. *Journal of Research and Development*, *6*(01), 1–10. https://doi.org/10.3126/jrdn.v6i01.55223

Usta, G., Aslan, R., Gündüz, F., Atalay, E., & Pala, İ. T. (2023). On-Site Evaluation of Emergency Response Carried Out After Earthquakes with Epicentral Base Kahramanmaraş/ Pazarcık-Elbistan in Türkiye: An Observational Study. *Türk Coğrafya Dergisi*, *83*, 145–154. https://doi.org/10.17211/tcd.1360428

UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, Pub. L. No. UU No. 24 Tahun 2007 (2007).

Widyarko, W., Arisya, K. F., Salsabila, N. D., & Pratiwi, L. F. (2021). MATERIAL LOOPS POTENTIAL IN POST-DISASTER TRANSITIONAL SHELTER: LEARNING FROM 2010 MERAPI ERUPTION. *Journal of Architecture&ENVIRONMENT*, *20*(1), 13. https://doi.org/10.12962/j2355262x.v20i1.a7777

Wimala, M., Bonardo, B., Perceka, W., & Carissa, C. (2022). Keunggulan Kompetitif Teknologi Modular Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA) Jayagiri. *ARSITEKTURA*, *20*(2), 327. https://doi.org/10.20961/arst.v20i2.60111

Winoto, A. D. (2018). *Rencana Anggaran Biaya Untuk Rumah Sederhana*. Taka Publisher.

Xie, X., Wang, D., Qian, Y., & Jin, Y. (2019). Summary of Research Status of Assembly Nodes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *330*(2), 022072. https://doi.org/10.1088/1755-1315/330/2/022072

Ye, T., Huang, K., & Chen, C. (2022). Research on the Operation Management and Optimization Path of Quarantine Hotels During Disasters from the Perspective of Emergency Shelters: a Case Study of Guangzhou, China. *Frontiers in Business, Economics and Management*, *4*(3), 132–136. https://doi.org/10.54097/fbem.v4i3.1282

Yu, W.-W. (2000). *Cold-Formed Steel Design* (3 ed.). John Wiley & Sons.

Zuhri, S., Ghozali, I., & Saifuddin, J. A. (2023). Provision of Modular System Home for Post-Disaster Communities. *Nusantara Science and Technology Proceedings*, *2023*(33), 1–6. https://doi.org/10.11594/nstp.2023.3301

LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Konsultasi Tesis

PROGRAM
MAGISTER TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Raihan Prasetyawan Ardiansyah
NIM : 23914023
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : Ganjil / 2025
Topik Tesis : Rekomendasi Desain Hunian Sementara Pre-Fabrikasi Baja Canai Dingin dan Optimalisasi Biaya Produksi Dengan Pendekatan BIM

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
21 Desember 2024	Penentuan topik tesis terkait desain hunian sementara pre-fabrikasi baja canai dingin. Latar belakang masih belum memberikan penjelasan urgensi dilakukannya penelitian. Ditambahkan paragraf yang memuat urgensi dilakukan penelitian. Rumusan masalah dan tujuan penelitian disesuaikan agar penelitian lebih terfokus, mendalam dan tidak melebar.

*) Form ini bisa dicopy

Yogyakarta, 21 Desember 2024
Mahasiswa,

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M

Raihan Prasetyawan Ardiansyah

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
11 Februari 2025	Penelitian terdahulu diusahakan dalam rentang 2-3 tahun terakhir serta jumlahnya ditambahkan. Pada bab landasan teori, tambahkan teori-teori yang digunakan pada penelitian.

*) Form ini bisa dicopy

Yogyakarta, 11 Februari 2025

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M

Mahasiswa,

Raihan Prasetyawan Ardiansyah

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
24 Februari 2025	Diagram alir dibuat sesuai dengan ketentuan, dibuat detail sehingga memudahkan dalam memahami penelitian. Tambahkan penjelasan terkait data, pengumpulan data dan analisis.

*) Form ini bisa dicopy

Yogyakarta, 24 Februari 2025

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M

Mahasiswa,

Raihan Prasetyawan Ardiansyah

PROGRAM
MAGISTER TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Raihan Prasetyawan Ardiansyah
NIM : 23914023
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : Genap / 2025
Topik Tesis : Rekomendasi Desain Hunian Sementara Pre-Fabrikasi Baja Canai Dingin dan Optimalisasi Biaya Produksi Dengan Pendekatan BIM

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
1 Maret 2025	Perbaiki naskah sesuai hasil seminar proposal. Masukkan dari hasil seminar proposal terkait penyimpanan dan digunakan kembali disesuaikan. Sedangkan, judul penelitian tetap menggunakan desain, karena model perlu penelitian yang lebih komprehensif.

*) Form ini bisa dicopy

Yogyakarta, 1 Maret 2025
Mahasiswa,

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M

Raihan Prasetyawan Ardiansyah

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
14 Maret 2025	Revisi hasil seminar proposal sudah disesuaikan. Pemodelan awal dan analisis struktur diperiksa kembali dan diverifikasikan dengan praktisi. Lanjutkan penelitian sesuai tahapan selanjutnya yaitu pemodelan BIM

*) Form ini bisa dicopy

Yogyakarta, 14 Maret 2025

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M

Mahasiswa,

Raihan Prasetyawan Ardiansyah

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
8 Mei 2025	Lakukan pengecekkan kembali hasil modelling BIM. Pastikan kembali hasil modelling dapat memberikan data yang baik termasuk *quantity take off* harus dipastikan sesuai dengan model yang dibuat. Lanjutkan penelitian ke tahap selanjutnya yaitu estimasi biaya dan penjadwalan.

*) Form ini bisa dicopy

Yogyakarta, 8 Mei 2025

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M

Mahasiswa,

Raihan Prasetyawan Ardiansyah

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
24 Mei 2025	Perhitungan estimasi biaya apa adanya sesuai dengan hasil penelitian dan berikan penjelasan terkait hasil perhitungan yang telah dilakukan. Perhitungan waktu pelaksanaan didasarkan pada standar pemerintah dan menggunakan metode kurva S. Proses penelitian harap dituliskan secara runtut. Contoh perhitungan bisa diberikan 1 lalu yang lain ditampilkan pada rekapitulasi atau lampiran. Penjelasan asumsi-asumsi yang digunakan harus dituliskan, sebagai contoh pekerjaan yang AHSP nya belum terdapat pada standar.

*) Form ini bisa dicopy

Yogyakarta, 24 Mei 2025

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M

Mahasiswa,

Raihan Prasetyawan Ardiansyah

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
13 Juni 2025	Hasil estimasi biaya yang dinilai masih tinggi dapat ditambahkan pembanding mengapa bisa dikatakan masih tinggi. Batasan yang perlu ditambahkan dapat ditambahkan pada BAB 1, batasan penelitian. Persiapkan untuk seminar hasil.

***) Form ini bisa dicopy**

Yogyakarta, 13 Juni 2025

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M

Mahasiswa,

Rahan Prasetyawan Ardiansyah

Lampiran 2 Rencana Anggaran Biaya

REKAPITULASI

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

PEKERJAAN : PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
LOKASI : KAB. ACEH TAMIANG
TAHUN : 2025
PEMILIK :

NO	URAIAN PEKERJAAN	SUB TOTAL	SUB TOTAL	BOBOT	JUMLAH TOTAL
1	Pekerjaan Persiapan		Rp 2,473,274.77	1.60%	
2	Pekerjaan Pondasi		Rp 8,613,871.23	5.57%	
3	Pekerjaan Kolom		Rp 30,745,122.69	19.88%	
4	Pekerjaan Panel Struktur		Rp 65,233,881.48	42.17%	
5	Pekerjaan Penutup Lantai		Rp 7,352,951.80	4.75%	
6	Pekerjaan Rangka dan Penutup Atap		Rp 40,263,488.30	26.03%	
JUMLAH HARGA PEKERJAAN				100%	Rp 154,682,590
PPN 11%					Rp 17,015,085
JUMLAH HARGA PEKERJAAN + PPN 11%					Rp 171,697,675
DIBULATKAN					Rp 171,697,700
TERBILANG :					**Seratus Tujuh Puluh Satu Juta Enam Ratus Sembilan Puluh Tujuh Ribu Tujuh Ratus Rupiah**

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

PEKERJAAN : PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
LOKASI : KAB. ACEH TAMIANG
TAHUN : 2025
PEMILIK :

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SAT	KODE AHS	REFERENSI	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	BOBOT	JUMLAH TOTAL
(a)	(b)	(c)							
A	**PEKERJAAN PERSIAPAN**								
1	Pembersihan awal	28.03	m2	A.1	1.1.3.1	Rp 17,672.05	Rp 495,298.52	0.32%	
2	Pemasangan bouwplank	40.34	m1	A.2	1.1.4.2	Rp 49,032.63	Rp 1,977,976.25	1.28%	
B	**PEKERJAAN PONDASI**								
1	**Pekerjaan pondasi, meliputi**	20.00	unit	B.5.1	Analisa standar	Rp 430,693.56	Rp 8,613,871.23	5.57%	
	Plat besi, tebal 3 mm								
	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm								
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi								
	Pengelasan								
	Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm								
	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm								
C	**PEKERJAAN KOLOM**								
1	**Pekerjaan kolom A, meliputi :**	20.00	unit	B.5.2	Analisa standar	Rp 337,515.98	Rp 6,750,319.68	4.36%	
	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm								
	Plat besi, tebal 3 mm								
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi								
	Pengelasan								
	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm								
2	**Pekerjaan kolom A - Tengah, meliputi :**	3.00	unit	B.5.2.a	Analisa standar	Rp 231,936.63	Rp 695,809.89	0.45%	
	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm								
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi								
	Pengelasan								
	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm								
2	**Pekerjaan kolom B, meliputi :**	18.00	unit	B.5.3	Analisa standar	Rp 393,602.36	Rp 7,084,842.42	4.58%	
	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm								
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi								
	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm								
3	**Pekerjaan kolom C, meliputi**	18.00	unit	B.5.4	Analisa standar	Rp 518,770.92	Rp 9,337,876.54	6.04%	
	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm								
	Plat besi, tebal 3 mm								
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi								
	Pengelasan								
	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm								
4	**Pekerjaan kolom D, meliputi :**	18.00	unit	B.5.5	Analisa standar	Rp 382,015.23	Rp 6,876,274.16	4.45%	
	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm								
	Plat besi, tebal 3 mm								
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi								
	Pengelasan								
	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm								
D	**PEKERJAAN PANEL STRUKTUR**								
1	**Pekerjaan panel sloof, meliputi :**	33.00	unit	B.5.6.a	Analisa standar	Rp 195,895.80	Rp 6,464,561.40	4.18%	
	Rangka panel sloof - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm								
2	**Pekerjaan panel balok, meliputi :**	20.00	unit	B.5.6.b	Analisa standar	Rp 450,774.11	Rp 9,015,482.26	5.83%	
	Rangka panel balok - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm								
	Penutup rangka panel balok - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm								
3	**Panel pintu, meliputi :**	3.00	unit	B.5.7	Analisa standar	Rp 4,071,346.30	Rp 12,214,038.90	7.90%	
	Rangka panel pintu - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm								
	Penutup rangka panel pintu - PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm								
	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm								
	Daun pintu aluminium, uk. 930 x 1925 mm								
	Engsel pintu 4 x 3 x 3"								
	Kunci silinder (silinder, escutcheon, lockcase)								
	Lever handle								
4	**Panel jendela, meliputi :**	4.00	unit	B.5.8	Analisa standar	Rp 3,468,504.21	Rp 13,874,016.84	8.97%	
	Rangka panel jendela - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm								
	Penutup rangka jendela - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm								
	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm								
	Frame daun jendela, tebal 0.9 mm								
	Akrilik bening, tebal 3 mm								
	Friction stay stainless steel 8"								
	Casement handle								
5	**Panel dinding, meliputi :**	13.00	unit	B.5.9	Analisa standar	Rp 1,820,444.77	Rp 23,665,782.07	15.30%	
	Rangka panel dinding - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm								
	Penutup rangka panel dinding - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm								
E	**PEKERJAAN PENUTUP LANTAI**								
1	Papan fiber semen, tebal 20 mm	30.17	m2	C.3.2.1	Analisa standar	Rp 243,717.33	Rp 7,352,951.80	4.75%	
F	**PEKERJAAN RANGKA DAN PENUTUP ATAP**								
1	**Pekerjaan kuda-kuda tipe 1, meliputi :**	1.00	unit	B.5.10	Analisa standar	Rp 788,973.83	Rp 788,973.83	0.51%	
	Rangka kuda-kuda - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm								
	Bracket kuda-kuda tipe 1, meliputi :								
	Plat besi, tebal 3 mm								

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SAT	KODE AHS	REFERENSI	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	BOBOT	JUMLAH TOTAL
(a)	(b)	(c)							
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi								
	Pengelasan								
	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm								
2	**Pekerjaan kuda-kuda tipe 2, meliputi :**	1.00	unit	B.5.11	Analisa standar	Rp 812,155.30	Rp 812,155.30	0.53%	
	Rangka kuda-kuda tipe 2 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm								
	Bracket kuda-kuda tipe 2, meliputi :								
	Plat besi, tebal 3 mm								
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi								
	Pengelasan								
	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm								
3	**Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup, meliputi :**	4.00	unit	B.5.12	Analisa standar	Rp 835,100.22	Rp 3,340,400.87	2.16%	
	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm								
	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :								
	Plat besi, tebal 3 mm								
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi								
	Pengelasan								
	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm								
4	**Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup, meliputi :**	2.00	unit	B.5.13	Analisa standar	Rp 1,484,860.42	Rp 2,969,720.85	1.92%	
	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm								
	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :								
	Plat besi, tebal 3 mm								
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi								
	Pengelasan								
	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm								
	Penutup rangka kuda-kuda tipe 3 - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm								
5	**Pekerjaan kuda-kuda tipe 4, meliputi :**	4.00	unit	B.5.14	Analisa standar	Rp 441,838.66	Rp 1,767,354.64	1.14%	
	Rangka kuda-kuda tipe 4 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm								
	Bracket kuda-kuda tipe 4, meliputi :								
	Plat besi, tebal 3 mm								
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi								
	Pengelasan								
	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm								
6	**Pekerjaan box kuda-kuda, meliputi :**	1.00	unit	B.5.15	Analisa standar	Rp 614,237.44	Rp 614,237.44	0.40%	
	Plat besi, tebal 3 mm								
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi								
	Pengelasan								
	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm								
7	Reng baja ringan, tebal 0.32 mm	131.00	m1	B.4.6	2.1.1.4	Rp 18,293.75	Rp 2,396,481.71	1.55%	
8	Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	61.28	m2	B.4.7	3.1.3.7	Rp 395,774.37	Rp 24,253,053.13	15.68%	
9	Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	16.61	m1	B.4.8	3.1.3.14	Rp 199,946.45	Rp 3,321,110.53	2.15%	
TOTAL HARGA PEKERJAAN STRUKTUR								**100.00%**	Rp 154,682,590.27
TOTAL HARGA SELURUH PEKERJAAN								**100.00%**	Rp 154,682,590.27

REKAPITULASI

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

PEKERJAAN : PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
LOKASI : KAB. ACEH TAMIANG
TAHUN : 2025
PEMILIK :

NO	URAIAN PEKERJAAN	SUB TOTAL	SUB TOTAL	BOBOT	JUMLAH TOTAL
1	Pekerjaan Pondasi		Rp 7,435,902.15	7.29%	
2	Pekerjaan Kolom		Rp 26,062,082.05	25.57%	
3	Pekerjaan Panel Struktur		Rp 60,039,139.82	58.90%	
4	Pekerjaan Rangka Kuda-Kuda		Rp 8,399,616.02	8.24%	
JUMLAH HARGA PEKERJAAN				100%	Rp 101,936,740
PPN 11%					Rp 11,213,041
JUMLAH HARGA PEKERJAAN + PPN 11%					Rp 113,149,781
DIBULATKAN					Rp 113,149,800
TERBILANG :					**Seratus Tiga Belas Juta Seratus Empat Puluh Sembilan Ribu Delapan Ratus Rupiah**

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

PEKERJAAN : PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
LOKASI : KAB. ACEH TAMIANG
TAHUN : 2025
PEMILIK :

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SAT	KODE AHS	REFERENSI	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	BOBOT	JUMLAH TOTAL
(a)	(b)	(c)							
A	**PEKERJAAN PONDASI**								
	Catatan :								
	Pekerjaan pabrikasi sudah termasuk aksesoris dan perlengkapan serta terpabrikasi sesuai gambar								
1	**Pabrikasi pondasi (20 unit), meliputi**								
-	Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm	20.00	unit	BN	Survey pasar	Rp 245,178.00	Rp 4,903,560.00	4.81%	
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	2.00	m1	B.1.2	Analisa standar	Rp 263,720.38	Rp 527,440.76	0.52%	
-	Plat besi, tebal 3 mm	28.67	kg	B.1.1	2.3.1.4	Rp 37,239.75	Rp 1,067,663.65	1.05%	
-	Pengelasan	36.46	m1	B.1.3	3.13.3	Rp 19,395.25	Rp 707,150.97	0.69%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	2.96	m2	C.5.1	3.8.16	Rp 77,732.02	Rp 230,086.77	0.23%	
TOTAL HARGA PEKERJAAN PONDASI								**7.29%**	**Rp 7,435,902.15**
B	**PEKERJAAN KOLOM**								
	Catatan :								
	Pekerjaan pabrikasi sudah termasuk aksesoris dan perlengkapan serta terpabrikasi sesuai gambar								
1	**Pabrikasi kolom A (20 unit), meliputi :**								
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	10.00	m1	B.1.2	Analisa standar	Rp 263,720.38	Rp 2,637,203.80	2.59%	
-	Plat besi, tebal 3 mm	34.41	kg	B.1.1	2.3.1.4	Rp 37,239.75	Rp 1,281,419.81	1.26%	
-	Pengelasan	51.86	m1	B.1.3	3.13.3	Rp 19,395.25	Rp 1,005,837.89	0.99%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	5.83	m2	C.5.1	3.8.16	Rp 77,732.02	Rp 453,177.67	0.44%	
2	**Pabrikasi kolom A - Tengah (3 unit), meliputi :**								
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	1.50	m1	B.1.2	Analisa standar	Rp 263,720.38	Rp 395,580.57	0.39%	
-	Pengelasan	3.04	m1	B.1.3	3.13.3	Rp 19,395.25	Rp 58,961.57	0.06%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.45	m2	C.5.1	3.8.16	Rp 77,732.02	Rp 34,979.41	0.03%	
2	**Pabrikasi kolom B (18 unit), meliputi :**								
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	22.50	m1	B.1.2	Analisa standar	Rp 263,720.38	Rp 5,933,708.55	5.82%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	6.75	m2	C.5.1	3.8.16	Rp 77,732.02	Rp 524,691.12	0.51%	
3	**Pabrikasi kolom C (18 unit), meliputi**								
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	22.50	m1	B.1.2	Analisa standar	Rp 263,720.38	Rp 5,933,708.55	5.82%	
-	Plat besi, tebal 3 mm	30.97	kg	B.1.1	2.3.1.4	Rp 37,239.75	Rp 1,153,315.07	1.13%	
-	Pengelasan	46.67	m1	B.1.3	3.13.3	Rp 19,395.25	Rp 905,176.52	0.89%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	9.30	m2	C.5.1	3.8.16	Rp 77,732.02	Rp 722,907.77	0.71%	
4	**Pabrikasi kolom D (18 unit), meliputi :**								
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	9.00	m1	B.1.2	Analisa standar	Rp 263,720.38	Rp 2,373,483.42	2.33%	
-	Plat besi, tebal 3 mm	30.97	kg	B.1.1	2.3.1.4	Rp 37,239.75	Rp 1,153,315.07	1.13%	
-	Pengelasan	56.02	m1	B.1.3	3.13.3	Rp 19,395.25	Rp 1,086,522.15	1.07%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	5.25	m2	C.5.1	3.8.16	Rp 77,732.02	Rp 408,093.10	0.40%	
TOTAL HARGA PEKERJAAN KOLOM								**25.57%**	**Rp 26,062,082.05**
C	**PEKERJAAN PANEL STRUKTUR**								
	Catatan :								
	Pekerjaan pabrikasi sudah termasuk aksesoris dan perlengkapan serta terpabrikasi sesuai gambar								
1	**Pabrikasi panel sloof (33 unit), meliputi :**								
-	Rangka panel sloof - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	173.84	m1	B.1.5	2.1.1.3	Rp 23,654.56	Rp 4,112,108.51	4.03%	
2	**Pabrikasi panel balok (20 unit), meliputi :**								
-	Rangka panel balok - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	105.36	m1	B.1.5	2.1.1.3	Rp 23,654.56	Rp 2,492,244.32	2.44%	
-	Penutup rangka panel balok - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	14.17	m2	C.3.1.1	3.6.6.1	Rp 358,983.54	Rp 5,086,796.75	4.99%	
3	**Pabrikasi panel pintu (3 unit), meliputi :**								
-	Rangka panel pintu - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	38.08	m1	B.1.5	2.1.1.3	Rp 23,654.56	Rp 900,765.60	0.88%	
-	Penutup rangka panel pintu - PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	4.53	m2	C.3.1.1	3.6.6.1	Rp 358,983.54	Rp 1,626,195.43	1.60%	
-	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	14.42	m1	C.6.1.1	3.11.3.1	Rp 150,692.98	Rp 2,172,992.80	2.13%	
-	Daun pintu aluminium, uk. 930 x 1925 mm	3.00	unit	C.6.2.1	3.11.1.18	Rp 1,418,926.70	Rp 4,256,780.09	4.18%	
-	Engsel pintu 4 x 3 x 3"	3.00	psg	C.6.4.1	3.11.4.5	Rp 79,420.28	Rp 238,260.83	0.23%	
-	Kunci silinder (silinder, escutcheon, lockcase)	3.00	set	C.6.4.2	3.11.4.4	Rp 554,110.10	Rp 1,662,330.29	1.63%	
-	Lever handle	3.00	psg	C.6.4.3	Analisa standar	Rp 380,578.22	Rp 1,141,734.66	1.12%	
4	**Pabrikasi panel jendela, meliputi :**								
-	Rangka panel jendela - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	76.06	m1	B.1.5	2.1.1.3	Rp 23,654.56	Rp 1,799,165.74	1.76%	
-	Penutup rangka jendela - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	11.55	m2	C.3.1.1	3.6.6.1	Rp 358,983.54	Rp 4,146,259.88	4.07%	
-	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	12.34	m1	C.6.1.1	3.11.3.1	Rp 150,692.98	Rp 1,859,551.40	1.82%	
-	Frame daun jendela, tebal 0.9 mm	11.22	m1	C.6.1.3	Analisa standar	Rp 126,928.07	Rp 1,424,132.89	1.40%	
-	Akrilik bening, tebal 3 mm	1.68	m2	C.6.3.1	3.12.2	Rp 1,858,285.39	Rp 3,121,919.45	3.06%	
-	Friction stay stainless steel 8"	4.00	psg	C.6.4.4	3.11.4.16	Rp 251,214.19	Rp 1,004,856.78	0.99%	
-	Casement handle	4.00	bh	C.6.4.5	3.11.4.17	Rp 58,668.78	Rp 234,675.10	0.23%	
5	**Pabrikasi panel dinding, meliputi :**								
-	Rangka panel dinding - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	268.87	m1	B.1.5	2.1.1.3	Rp 23,654.56	Rp 6,360,001.23	6.24%	
-	Penutup rangka panel dinding - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	45.68	m2	C.3.1.1	3.6.6.1	Rp 358,983.54	Rp 16,398,368.08	16.09%	
TOTAL HARGA PEKERJAAN PANEL STRUKTUR								**58.90%**	**Rp 60,039,139.82**
E	**PEKERJAAN RANGKA KUDA-KUDA**								
	Catatan :								

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SAT	KODE AHS	REFERENSI	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	BOBOT	JUMLAH TOTAL
(a)	(b)	(c)							
	Pekerjaan pabrikasi sudah termasuk aksesoris dan perlengkapan serta terpabrikasi sesuai gambar								
1	**Pabrikasi kuda-kuda tipe 1 (1 unit), meliputi :**								
-	Rangka kuda-kuda tipe 1 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	9.23	m1	B.1.5	2.1.1.3	Rp 23,654.56	Rp 218,331.58	0.21%	
-	Bracket kuda-kuda tipe 1, meliputi :								
	Plat besi, tebal 3 mm	8.87	kg	B.1.1	2.3.1.4	Rp 37,239.75	Rp 330,316.59	0.32%	
	Pengelasan	0.15	m1	B.1.3	3.13.3	Rp 19,395.25	Rp 2,909.29	0.00%	
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.73	m2	C.5.1	3.8.16	Rp 77,732.02	Rp 56,744.37	0.06%	
2	**Pabrikasi kuda-kuda tipe 2 (1 unit), meliputi :**								
-	Rangka kuda-kuda tipe 2 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	10.21	m1	B.1.5	2.1.1.3	Rp 23,654.56	Rp 241,513.05	0.24%	
-	Bracket kuda-kuda tipe 2, meliputi :								
	Plat besi, tebal 3 mm	8.87	kg	B.1.1	2.3.1.4	Rp 37,239.75	Rp 330,316.59	0.32%	
	Pengelasan	0.15	m1	B.1.3	3.13.3	Rp 19,395.25	Rp 2,909.29	0.00%	
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.73	m2	C.5.1	3.8.16	Rp 77,732.02	Rp 56,744.37	0.06%	
3	**Pabrikasi kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup (4 unit), meliputi :**								
-	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	44.74	m1	B.1.5	2.1.1.3	Rp 23,654.56	Rp 1,058,304.96	1.04%	
-	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :								
	Plat besi, tebal 3 mm	35.49	kg	B.1.1	2.3.1.4	Rp 37,239.75	Rp 1,321,638.75	1.30%	
	Pengelasan	0.60	m1	B.1.3	3.13.3	Rp 19,395.25	Rp 11,637.15	0.01%	
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	2.92	m2	C.5.1	3.8.16	Rp 77,732.02	Rp 226,977.49	0.22%	
4	**Pabrikasi kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup (2 unit), meliputi :**								
-	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	22.37	m1	B.1.5	2.1.1.3	Rp 23,654.56	Rp 529,152.48	0.52%	
-	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :								
	Plat besi, tebal 3 mm	17.75	kg	B.1.1	2.3.1.4	Rp 37,239.75	Rp 661,005.57	0.65%	
	Pengelasan	0.30	m1	B.1.3	3.13.3	Rp 19,395.25	Rp 5,818.58	0.01%	
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	1.46	m2	C.5.1	3.8.16	Rp 77,732.02	Rp 113,488.75	0.11%	
-	Penutup rangka kuda-kuda tipe 3 - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	3.62	m2	C.3.1.1	3.6.6.1	Rp 358,983.54	Rp 1,299,520.41	1.27%	
4	**Pabrikasi kuda-kuda tipe 4 (4 unit), meliputi :**								
-	Rangka kuda-kuda tipe 4 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	23.24	m1	B.1.5	2.1.1.3	Rp 23,654.56	Rp 549,731.95	0.54%	
-	Bracket kuda-kuda tipe 4, meliputi :								
	Plat besi, tebal 3 mm	19.71	kg	B.1.1	2.3.1.4	Rp 37,239.75	Rp 733,995.48	0.72%	
	Pengelasan	0.60	m1	B.1.3	3.13.3	Rp 19,395.25	Rp 11,637.15	0.01%	
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	1.62	m2	C.5.1	3.8.16	Rp 77,732.02	Rp 125,925.87	0.12%	
5	**Pabrikasi box kuda-kuda, meliputi :**								
-	Plat besi, tebal 3 mm	8.24	kg	B.1.1	2.3.1.4	Rp 37,239.75	Rp 306,855.54	0.30%	
-	Pengelasan	7.80	m1	B.1.3	3.13.3	Rp 19,395.25	Rp 151,282.98	0.15%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.68	m2	C.5.1	3.8.16	Rp 77,732.02	Rp 52,857.77	0.05%	
TOTAL HARGA PEKERJAAN RANGKA KUDA-KUDA								**8.24%**	Rp 8,399,616.02
TOTAL HARGA SELURUH PEKERJAAN								**100.00%**	Rp 101,936,740.04

DAFTAR HARGA SATUAN PEKERJAAN

PEKERJAAN : PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
LOKASI : KAB. ACEH TAMIANG
TAHUN : 2025
PEMILIK :

NO	KODE AHS	REFERENSI	SATUAN	URAIAN	HARGA SATUAN
	A	PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	A.1	1.1.3.1	m2	1 m2 Pembersihan dan pengupasan tanah (striping) s.d. tanaman Ø 2 cm	Rp 17,672.05
2	A.2	1.1.4.2	m1	1 m1 Pemasangan bouwplank	Rp 49,032.63
	B	PEKERJAAN STRUKTUR			
	B.1	PEKERJAAN BAJA STRUKTUR			
1	B.1.1	2.3.1.4	kg	1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	Rp 37,239.75
2	B.1.2	Analisa standar	m1	1 m1 Pemasangan Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	Rp 263,720.38
3	B.1.3	3.13.3	m1	1 m1 Pengelasan dengan las listrik	Rp 19,395.25
4	B.1.4	2.3.1.3	bh	1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm	Rp 4,301.71
5	B.1.5	2.1.1.3	m1	1 m1 Pemasangan Baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	Rp 23,654.56
	B.2	PEKERJAAN KOLOM BAJA			
1	B.2.1	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi pondasi	Rp 396,279.85
2	B.2.2	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Kolom A	Rp 268,688.55
3	B.2.2.a	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Kolom A - Tengah	Rp 163,109.20
4	B.2.3	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Kolom B	Rp 359,188.64
5	B.2.4	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Kolom C	Rp 484,357.20
6	B.2.5	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Kolom D	Rp 278,774.09
	B.3	PEKERJAAN PANEL STRUKTUR			
1	B.3.1	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Panel sloof	Rp 124,659.53
2	B.3.2	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Panel balok	Rp 379,537.84
3	B.3.3	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Panel pintu	Rp 4,000,110.03
4	B.3.4	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Panel jendela	Rp 3,397,267.94
5	B.3.5	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Panel dinding	Rp 1,749,208.50
	B.4	PEKERJAAN RANGKA DAN PENUTUP ATAP			
1	B.4.1	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 1	Rp 608,301.83
2	B.4.2	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 2	Rp 631,483.29
3	B.4.3	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 3	Rp 654,428.22
4	B.4.4	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 4	Rp 355,804.37
5	B.4.5	Analisa standar	unit	1 unit Pabrikasi Box kuda-kuda	Rp 510,996.30
6	B.4.6	2.1.1.4	m1	1 m1 Pemasangan Reng baja canai dingin R32, tebal 0.45 mm	Rp 18,293.75
7	B.4.7	3.1.3.7	m2	1 m2 Pemasangan Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	Rp 395,774.37
8	B.4.8	3.1.3.14	m1	1 m1 Pemasangan Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	Rp 199,946.45
	B.5	PEKERJAAN PEMASANGAN			
1	B.5.1	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan pondasi	Rp 430,693.56
2	B.5.2	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Kolom A	Rp 337,515.98
3	B.5.2.a	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Kolom A - Tengah	Rp 231,936.63
4	B.5.3	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Kolom B	Rp 393,602.36
5	B.5.4	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Kolom C	Rp 518,770.92
6	B.5.5	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Kolom D	Rp 382,015.23
7	B.5.6.a	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Panel sloof	Rp 195,895.80
8	B.5.6.b	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Panel balok	Rp 450,774.11
9	B.5.7	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Panel pintu	Rp 4,071,346.30
10	B.5.8	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Panel jendela	Rp 3,468,504.21
11	B.5.9	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Panel dinding	Rp 1,820,444.77
12	B.5.10	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 1	Rp 788,973.83
13	B.5.11	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 2	Rp 812,155.30
14	B.5.12	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 3 - tanpa penutup	Rp 835,100.22
15	B.5.13	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 3 - dengan penutup	Rp 1,484,860.42
16	B.5.14	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 4	Rp 441,838.66
17	B.5.15	Analisa standar	unit	1 unit Pemasangan Box kuda-kuda	Rp 614,237.44
	C	PEKERJAAN ARSITEKTUR			
	C.3	PEKERJAAN FINISHING LANTAI DAN DINDING			
	C.3.1	PEKERJAAN PENUTUP DINDING			
1	C.3.1.1	3.6.6.1	m2	1 m2 Pemasangan Aluminium Composite Panel (ACP) PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	Rp 358,983.54
	C.3.2	PEKERJAAN PENUTUP LANTAI			
1	C.3.2.1	Analisa standar	m2	1 m2 Pemasangan Papan fiber semen, uk. 1200 x 2400 x 20 mm	Rp 243,717.33
	C.5	PEKERJAAN PENGECATAN			
1	C.5.1	3.8.16	m2	1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinchromate (1 lapis) + cat besi (2 lapis)	Rp 77,732.02
	C.6	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA			
	C.6.1	PEKERJAAN KUSEN & FRAME			
1	C.6.1.1	3.11.3.1	m1	1 m1 Pemasangan Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	Rp 150,692.98
2	C.6.1.2	Analisa standar	m1	1 m1 Pemasangan Frame daun pintu aluminium, tebal 1 mm	Rp 183,884.98
3	C.6.1.3	Analisa standar	m1	1 m1 Pemasangan Frame daun jendela aluminium, tebal 0.9 mm	Rp 126,928.07
4	C.6.1.4	Analisa standar	m1	1 m1 Pemasangan Spandrel double, tebal 0.8 mm	Rp 112,301.19
	C.6.2	PEKERJAAN DAUN PINTU DAN JENDELA			
1	C.6.2.1	3.11.1.18	unit	1 unit Pemasangan daun pintu aluminium, uk. 930 x 1925 mm	Rp 1,418,926.70
	C.6.3	PEKERJAAN KACA			
1	C.6.3.1	3.12.2	m2	1 m2 Pemasangan Akrilik bening, tebal 3 mm + sealant	Rp 1,858,285.39
	C.6.4	PEKERJAAN AKSESORIS PINTU DAN JENDELA			
1	C.6.4.1	3.11.4.5	psg	1 psg Pemasangan Engsel pintu	Rp 79,420.28
2	C.6.4.2	3.11.4.4	set	1 set Pemasangan kunci silinder	Rp 554,110.10

NO	KODE AHS	REFERENSI	SATUAN	URAIAN	HARGA SATUAN
3	C.6.4.3	Analisa standar	psg	1 psg Pemasangan Lever handle	Rp 380,578.22
4	C.6.4.4	3.11.4.16	psg	1 psg Pemasangan Friction stay stainless steel 8"	Rp 251,214.19
5	C.6.4.5	3.11.4.17	bh	1 bh Pemasangan Casement handle	Rp 58,668.78

DAFTAR HARGA SATUAN PEKERJAAN

PEKERJAAN : PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
LOKASI : KAB. ACEH TAMIANG
TAHUN : 2025
PEMILIK :

NO	KODE AHS	NO URAIAN	URAIAN	KODE	SAT	KOEFISIEN	HARGA DASAR	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
	A	PEKERJAAN PERSIAPAN							
1	A.1	Pekerjaan :	1 m2 Pembersihan dan pengupasan tanah (striping) s.d. tanaman Ø 2 cm						
		Standar :	1.1.3.1					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.100	Rp 148,750.00	Rp 14,875.00	
			Mandor	I.11	OH	0.005	Rp 238,100.00	Rp 1,190.50	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 16,065.50
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 16,065.50
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 1,606.55
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 17,672.05
2	A.2	Pekerjaan :	1 m1 Pemasangan bouwplank						
		Standar :	1.1.4.2					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.012	Rp 148,750.00	Rp 1,785.00	
			Tukang kayu	I.2	OH	0.006	Rp 208,300.00	Rp 1,249.80	
			Kepala tukang kayu	I.7	OH	0.001	Rp 217,900.00	Rp 130.74	
			Mandor	I.11	OH	0.001	Rp 238,100.00	Rp 285.72	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 3,451.26
		Bahan :							
			Balok kayu kelas II	IV.A.5.2	m3	0.013	Rp 1,857,142.86	Rp 24,142.86	
			Papan kayu kelas III	IV.A.5.1	m3	0.007	Rp 2,375,000.00	Rp 16,625.00	
			Paku sedang	IV.A.3.4	kg	0.020	Rp 17,800.00	Rp 356.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 41,123.86
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 44,575.12
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 4,457.51
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 49,032.63
	B	PEKERJAAN STRUKTUR							
	B.1	PEKERJAAN BAJA STRUKTUR							
1	B.1.1	Pekerjaan :	1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis						
		Standar :	2.3.1.4					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.0345	Rp 148,750.00	Rp 5,131.88	
			Tukang besi	I.3	OH	0.0345	Rp 208,300.00	Rp 7,186.35	
			Kepala tukang besi	I.8	OH	0.0034	Rp 217,900.00	Rp 740.86	
			Mandor	I.11	OH	0.0011	Rp 238,100.00	Rp 261.91	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 13,321.00
		Bahan :							
			Baja pelat	IV.A.1.2	kg	1.150	Rp 14,274.69	Rp 16,415.90	
			Kawat las	IV.A.1.1	kg	0.053	Rp 47,000.00	Rp 2,491.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 18,906.90
		Peralatan :							
			Las listrik (sewa)	II.1	jam	0.033	Rp 49,285.71	Rp 1,626.43	
								Jumlah Harga Alat	Rp 1,626.43
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 33,854.32
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 3,385.43
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 37,239.75
2	B.1.2	Pekerjaan :	1 m1 Pemasangan Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/6.4.4.8	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.238	Rp 148,750.00	Rp 35,402.50	
			Tukang besi	I.3	OH	0.397	Rp 208,300.00	Rp 82,695.10	
			Kepala tukang besi	I.8	OH	0.040	Rp 217,900.00	Rp 8,716.00	
			Mandor	I.11	OH	0.012	Rp 238,100.00	Rp 2,857.20	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 129,670.80
		Bahan :							
			Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	IV.A.1.3	m1	1.050	Rp 104,833.33	Rp 110,075.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 110,075.00
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 239,745.80
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 23,974.58
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 263,720.38

NO	KODE AHS	NO URAIAN	URAIAN	KODE	SAT	KOEFISIEN	HARGA DASAR	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
3	B.1.3	Pekerjaan :	1 m1 Pengelasan dengan las listrik						
		Standar :	3.13.3					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.016	Rp 148,750.00	Rp 2,439.50	
			Tukang besi	I.3	OH	0.016	Rp 208,300.00	Rp 3,416.12	
			Mandor	I.11	OH	0.002	Rp 238,100.00	Rp 380.96	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 6,236.58
		Bahan :							
			Kawat las	IV.A.1.1	kg	0.240	Rp 47,000.00	Rp 11,280.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 11,280.00
		Peralatan :							
			Las listrik (sewa)	II.1	jam	0.002	Rp 49,285.71	Rp 115.47	
								Jumlah Harga Alat	Rp 115.47
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 17,632.05
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 1,763.20
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 19,395.25
4	B.1.4	Pekerjaan :	1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm						
		Standar :	2.3.1.3					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.002	Rp 148,750.00	Rp 329.24	
			Tukang besi	I.3	OH	0.002	Rp 208,300.00	Rp 461.05	
			Kepala tukang besi	I.8	OH	0.000	Rp 217,900.00	Rp 48.64	
			Mandor	I.11	OH	0.000	Rp 238,100.00	Rp 17.71	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 856.64
		Bahan :							
			Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm	IV.A.3.1	bh	1.000	Rp 2,888.00	Rp 2,888.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 2,888.00
		Peralatan :							
			Kunci momen (sewa)	II.2	hari	0.002	Rp 75,000.00	Rp 166.01	
								Jumlah Harga Alat	Rp 166.01
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 3,910.65
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 391.06
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 4,301.71
5	B.1.5	Pekerjaan :	1 m1 Pemasangan Baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm						
		Standar :	2.1.1.3					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.002	Rp 148,750.00	Rp 329.24	
			Tukang besi	I.3	OH	0.002	Rp 208,300.00	Rp 461.05	
			Kepala tukang besi	I.8	OH	0.000	Rp 217,900.00	Rp 48.64	
			Mandor	I.11	OH	0.000	Rp 238,100.00	Rp 17.71	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 856.64
		Bahan :							
			Baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	IV.A.1.4	m1	1.050	Rp 19,283.33	Rp 20,247.50	
			Paku keling (rivet)	IV.A.3.5	bh	2.000	Rp 200.00	Rp 400.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 20,647.50
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 21,504.14
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 2,150.41
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 23,654.56
	B.2	**PEKERJAAN KOLOM BAJA**							
1	B.2.1	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi pondasi						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	B.1.1	kg	1.430	Rp 33,854.32	Rp 48,411.68	
			1 m1 Pemasangan Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2	B.1.2	m1	0.100	Rp 239,745.80	Rp 23,974.58	
			1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinch	C.5.1	m2	0.150	Rp 70,665.47	Rp 10,599.82	
			1 m1 Pengelasan dengan las listrik	B.1.3	m1	1.820	Rp 17,632.05	Rp 32,090.33	
			Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm	IV.A.6.1	unit	1.000	Rp 245,178.00	Rp 245,178.00	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 360,254.41
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 360,254.41
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 36,025.44
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 396,279.85
2	B.2.2	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Kolom A						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2	B.1.2	m1	0.500	Rp 239,745.80	Rp 119,872.90	
			1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	B.1.1	kg	1.720	Rp 33,854.32	Rp 58,229.43	

NO	KODE AHS	NO URAIAN	URAIAN	KODE	SAT	KOEFISIEN	HARGA DASAR	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
			1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinchr	C.5.1	m2	0.290	Rp 70,665.47	Rp 20,492.99	
			1 m1 Pengelasan dengan las listrik	B.1.3	m1	2.590	Rp 17,632.05	Rp 45,667.01	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 244,262.32
			Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan						Rp 244,262.32
			Biaya Umum dan Keuntungan					10%	Rp 24,426.23
			Harga Satuan Pekerjaan						Rp 268,688.55
3	B.2.2.a	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Kolom A - Tengah						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2	B.1.2	m1	0.500	Rp 239,745.80	Rp 119,872.90	
			1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinchr	C.5.1	m2	0.150	Rp 70,665.47	Rp 10,599.82	
			1 m1 Pengelasan dengan las listrik	B.1.3	m1	1.010	Rp 17,632.05	Rp 17,808.37	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 148,281.09
			Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan						Rp 148,281.09
			Biaya Umum dan Keuntungan					10%	Rp 14,828.11
			Harga Satuan Pekerjaan						Rp 163,109.20
4	B.2.3	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Kolom B						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2	B.1.2	m1	1.250	Rp 239,745.80	Rp 299,682.25	
			1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinchr	C.5.1	m2	0.380	Rp 70,665.47	Rp 26,852.88	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 326,535.13
			Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan						Rp 326,535.13
			Biaya Umum dan Keuntungan					10%	Rp 32,653.51
			Harga Satuan Pekerjaan						Rp 359,188.64
5	B.2.4	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Kolom C						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2	B.1.2	m1	1.250	Rp 239,745.80	Rp 299,682.25	
			1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	B.1.1	kg	1.720	Rp 33,854.32	Rp 58,229.43	
			1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinchr	C.5.1	m2	0.520	Rp 70,665.47	Rp 36,746.05	
			1 m1 Pengelasan dengan las listrik	B.1.3	m1	2.590	Rp 17,632.05	Rp 45,667.01	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 440,324.73
			Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan						Rp 440,324.73
			Biaya Umum dan Keuntungan					10%	Rp 44,032.47
			Harga Satuan Pekerjaan						Rp 484,357.20
6	B.2.5	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Kolom D						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2	B.1.2	m1	0.500	Rp 239,745.80	Rp 119,872.90	
			1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	B.1.1	kg	1.720	Rp 33,854.32	Rp 58,229.43	
			1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinchr	C.5.1	m2	0.290	Rp 70,665.47	Rp 20,492.99	
			1 m1 Pengelasan dengan las listrik	B.1.3	m1	3.110	Rp 17,632.05	Rp 54,835.67	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 253,430.99
			Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan						Rp 253,430.99
			Biaya Umum dan Keuntungan					10%	Rp 25,343.10
			Harga Satuan Pekerjaan						Rp 278,774.09
	B.3	PEKERJAAN PANEL STRUKTUR							
1	B.3.1	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Panel sloof						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.10.6.1	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Baja canai dingin C75, tebal (	B.1.5	m1	5.27	Rp 21,504.14	Rp 113,326.84	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 113,326.84
			Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan						Rp 113,326.84
			Biaya Umum dan Keuntungan					10%	Rp 11,332.68

NO	KODE AHS	NO URAIAN	URAIAN	KODE	SAT	KOEFISIEN	HARGA DASAR	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 124,659.53
2	B.3.2	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Panel balok						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Baja canai dingin C75, tebal 0	B.1.5	m1	5.27	Rp 21,504.14	Rp 113,326.84	
			1 m2 Pemasangan Aluminium Composite Panel (	C.3.1.1	m2	0.71	Rp 326,348.67	Rp 231,707.56	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 345,034.40
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 345,034.40
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 34,503.44
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 379,537.84
3	B.3.3	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Panel pintu						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.10.6.1	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Baja canai dingin C75, tebal 0	B.1.5	m1	12.69	Rp 21,504.14	Rp 272,887.59	
			1 m2 Pemasangan Aluminium Composite Panel (	C.3.1.1	m2	1.510	Rp 326,348.67	Rp 492,786.50	
			1 m1 Pemasangan Kusen aluminium 3", tebal 1 m	C.6.1.1	m1	4.810	Rp 136,993.62	Rp 658,939.31	
			1 unit Pemasangan daun pintu aluminium, uk. 93	C.6.2.1	unit	1.000	Rp 1,289,933.36	Rp 1,289,933.36	
			1 psg Pemasangan Engsel pintu	C.6.4.1	psg	1.000	Rp 72,200.25	Rp 72,200.25	
			1 set Pemasangan kunci silinder	C.6.4.2	set	1.000	Rp 503,736.45	Rp 503,736.45	
			1 psg Pemasangan Lever handle	C.6.4.3	psg	1.000	Rp 345,980.20	Rp 345,980.20	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 3,636,463.66
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 3,636,463.66
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 363,646.37
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 4,000,110.03
4	B.3.4	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Panel jendela						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.10.6.1	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Baja canai dingin C75, tebal 0	B.1.5	m1	19.02	Rp 21,504.14	Rp 409,008.83	
			1 m2 Pemasangan Aluminium Composite Panel (	C.3.1.1	m2	2.890	Rp 326,348.67	Rp 943,147.66	
			1 m1 Pemasangan Kusen aluminium 3", tebal 1 m	C.6.1.1	m1	3.080	Rp 136,993.62	Rp 421,940.35	
			1 m1 Pemasangan Frame daun jendela aluminiu	C.6.1.3	m1	2.800	Rp 115,389.15	Rp 323,089.62	
			1 m2 Pemasangan Akrilik bening, tebal 3 mm + s	C.6.3.1	m2	0.420	Rp 1,689,350.35	Rp 709,527.15	
			1 psg Pemasangan Friction stay stainless steel 8	C.6.4.4	psg	1.000	Rp 228,376.54	Rp 228,376.54	
			1 bh Pemasangan Casement handle	C.6.4.5	bh	1.000	Rp 53,335.25	Rp 53,335.25	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 3,088,425.40
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 3,088,425.40
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 308,842.54
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 3,397,267.94
5	B.3.5	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Panel dinding						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.10.6.1	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Baja canai dingin C75, tebal 0	B.1.5	m1	20.68	Rp 21,504.14	Rp 444,705.71	
			1 m2 Pemasangan Aluminium Composite Panel (	C.3.1.1	m2	3.510	Rp 326,348.67	Rp 1,145,483.84	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 1,590,189.55
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 1,590,189.55
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 159,018.95
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 1,749,208.50
	B.4	PEKERJAAN RANGKA DAN PENUTUP ATAP							
1	B.4.1	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 1						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.10.6.1	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Baja canai dingin C75, tebal 0	B.1.5	m1	9.23	Rp 21,504.14	Rp 198,483.25	
			1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	B.1.1	kg	8.87	Rp 33,854.32	Rp 300,287.81	
			1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinch	C.5.1	m2	0.73	Rp 70,665.47	Rp 51,585.79	
			1 m1 Pengelasan dengan las listrik	B.1.3	m1	0.15	Rp 17,632.05	Rp 2,644.81	

NO	KODE AHS	NO URAIAN	URAIAN	KODE	SAT	KOEFISIEN	HARGA DASAR	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
							Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan		Rp 553,001.66
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 553,001.66
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 55,300.17
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 608,301.83
2	B.4.2	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 2						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Baja canai dingin C75, tebal 0	B.1.5	m1	10.21	Rp 21,504.14	Rp 219,557.31	
			1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	B.1.1	kg	8.87	Rp 33,854.32	Rp 300,287.81	
			1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinch	C.5.1	m2	0.73	Rp 70,665.47	Rp 51,585.79	
			1 m1 Pengelasan dengan las listrik	B.1.3	m1	0.15	Rp 17,632.05	Rp 2,644.81	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 574,075.72
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 574,075.72
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 57,407.57
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 631,483.29
3	B.4.3	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 3						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.10.6.1	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Baja canai dingin C75, tebal 0	B.1.5	m1	11.18	Rp 21,504.14	Rp 240,416.33	
			1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	B.1.1	kg	8.87	Rp 33,854.32	Rp 300,287.81	
			1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinch	C.5.1	m2	0.73	Rp 70,665.47	Rp 51,585.79	
			1 m1 Pengelasan dengan las listrik	B.1.3	m1	0.15	Rp 17,632.05	Rp 2,644.81	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 594,934.74
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 594,934.74
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 59,493.47
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 654,428.22
4	B.4.4	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 4						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.10.6.1	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Baja canai dingin C75, tebal 0	B.1.5	m1	5.81	Rp 21,504.14	Rp 124,939.08	
			1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	B.1.1	kg	4.93	Rp 33,854.32	Rp 166,901.79	
			1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinch	C.5.1	m2	0.41	Rp 70,665.47	Rp 28,972.84	
			1 m1 Pengelasan dengan las listrik	B.1.3	m1	0.15	Rp 17,632.05	Rp 2,644.81	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 323,458.52
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 323,458.52
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 32,345.85
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 355,804.37
5	B.4.5	Pekerjaan :	1 unit Pabrikasi Box kuda-kuda						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.10.6.1	
		Tenaga Kerja :						Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :						Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :						Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 kg Pekerjaan baja pelat secara semi mekanis	B.1.1	kg	8.24	Rp 33,854.32	Rp 278,959.59	
			1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinch	C.5.1	m2	0.68	Rp 70,665.47	Rp 48,052.52	
			1 m1 Pengelasan dengan las listrik	B.1.3	m1	7.80	Rp 17,632.05	Rp 137,529.99	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 464,542.09
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 464,542.09
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 46,454.21
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 510,996.30
6	B.4.6	Pekerjaan :	1 m1 Pemasangan Reng baja canai dingin R32, tebal 0.45 mm						
		Standar :	2.1.1.4					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.011	Rp 148,750.00	Rp 1,651.13	
			Tukang besi	I.3	OH	0.011	Rp 208,300.00	Rp 2,312.13	
			Kepala tukang besi	I.8	OH	0.001	Rp 217,900.00	Rp 239.69	
			Mandor	I.11	OH	0.000	Rp 238,100.00	Rp 95.24	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 4,298.19
		Bahan :							
			Reng baja canai dingin R32, tebal 0.45 mm	IV.A.1.5	m1	1.05	Rp 10,983.33	Rp 11,532.50	
			Paku keling (rivet)	IV.A.3.5	bh	4.00	Rp 200.00	Rp 800.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 12,332.50
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -

NO	KODE AHS	NO URAIAN	URAIAN	KODE	SAT	KOEFISIEN	HARGA DASAR	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 16,630.69
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 1,663.07
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 18,293.75
7	B.4.7	Pekerjaan :	1 m2 Pemasangan Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)						
		Standar :	3.1.3.7					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.133	Rp 148,750.00	Rp 19,828.38	
			Tukang besi	I.3	OH	0.067	Rp 208,300.00	Rp 13,893.61	
			Kepala tukang besi	I.8	OH	0.007	Rp 217,900.00	Rp 1,459.93	
			Mandor	I.11	OH	0.002	Rp 238,100.00	Rp 523.82	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 35,705.74
		Bahan :							
			Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm	IV.A.4.1	m2	1.30	Rp 247,928.57	Rp 322,307.14	
			Self drilling screw Ø 1/2 x 20 mm	IV.A.3.2	bh	9.00	Rp 198.00	Rp 1,782.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 324,089.14
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 359,794.88
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 35,979.49
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 395,774.37
8	B.4.8	Pekerjaan :	1 m1 Pemasangan Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)						
		Standar :	3.1.3.14					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.250	Rp 148,750.00	Rp 37,187.50	
			Tukang besi	I.3	OH	0.150	Rp 208,300.00	Rp 31,245.00	
			Kepala tukang besi	I.8	OH	0.015	Rp 217,900.00	Rp 3,268.50	
			Mandor	I.11	OH	0.005	Rp 238,100.00	Rp 1,190.50	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 72,891.50
		Bahan :							
			Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm	IV.A.4.2	m1	1.10	Rp 97,900.00	Rp 107,690.00	
			Self drilling screw Ø 1/2 x 20 mm	IV.A.3.2	bh	6.00	Rp 198.00	Rp 1,188.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 108,878.00
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 181,769.50
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 18,176.95
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 199,946.45
	B.5	**PEKERJAAN PEMASANGAN**							
1	B.5.1	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan pondasi						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi pondasi	B.2.1	unit	1.00	Rp 360,254.41	Rp 360,254.41	
			1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 2	B.1.4	bh	8.000	Rp 3,910.65	Rp 31,285.20	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 391,539.60
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 391,539.60
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 39,153.96
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 430,693.56
2	B.5.2	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Kolom A						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Kolom A	B.2.2	unit	1.00	Rp 244,262.32	Rp 244,262.32	
			1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 2	B.1.4	bh	16.000	Rp 3,910.65	Rp 62,570.39	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 306,832.71
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 306,832.71
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 30,683.27
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 337,515.98
3	B.5.2.a	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Kolom A - Tengah						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Kolom A - Tengah	B.2.2.a	unit	1.00	Rp 148,281.09	Rp 148,281.09	
			1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 2	B.1.4	bh	16.000	Rp 3,910.65	Rp 62,570.39	

NO	KODE AHS	NO URAIAN	URAIAN	KODE	SAT	KOEFISIEN	HARGA DASAR	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
							Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan		Rp 210,851.48
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 210,851.48
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 21,085.15
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 231,936.63
4	B.5.3	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Kolom B						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.10.6.1	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Kolom B	B.2.3	unit	1.00	Rp 326,535.13	Rp 326,535.13	
			1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 2	B.1.4	bh	8.000	Rp 3,910.65	Rp 31,285.20	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 357,820.32
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 357,820.32
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 35,782.03
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 393,602.36
5	B.5.4	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Kolom C						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.10.6.1	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Kolom C	B.2.4	unit	1.00	Rp 440,324.73	Rp 440,324.73	
			1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 2	B.1.4	bh	8.000	Rp 3,910.65	Rp 31,285.20	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 471,609.93
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 471,609.93
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 47,160.99
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 518,770.92
6	B.5.5	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Kolom D						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.10.6.1	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Kolom D	B.2.5	unit	1.00	Rp 253,430.99	Rp 253,430.99	
			1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 2	B.1.4	bh	24.000	Rp 3,910.65	Rp 93,855.59	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 347,286.57
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 347,286.57
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 34,728.66
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 382,015.23
7	B.5.6.a	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Panel sloof						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.1.18	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.167	Rp 148,750.00	Rp 24,841.25	
			Tukang aluminium	I.5	OH	0.167	Rp 208,300.00	Rp 34,786.10	
			Kepala tukang aluminium	I.10	OH	0.017	Rp 217,900.00	Rp 3,704.30	
			Mandor	I.11	OH	0.006	Rp 238,100.00	Rp 1,428.60	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 64,760.25
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Panel sloof	B.3.1	unit	1.00	Rp 113,326.84	Rp 113,326.84	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 113,326.84
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 178,087.09
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 17,808.71
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 195,895.80
8	B.5.6.b	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Panel balok						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.1.18	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.167	Rp 148,750.00	Rp 24,841.25	
			Tukang aluminium	I.5	OH	0.167	Rp 208,300.00	Rp 34,786.10	
			Kepala tukang aluminium	I.10	OH	0.017	Rp 217,900.00	Rp 3,704.30	
			Mandor	I.11	OH	0.006	Rp 238,100.00	Rp 1,428.60	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 64,760.25
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Panel balok	B.3.2	unit	1.00	Rp 345,034.40	Rp 345,034.40	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 345,034.40
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 409,794.65
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 40,979.46
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 450,774.11

NO	KODE AHS	NO URAIAN	URAIAN	KODE	SAT	KOEFISIEN	HARGA DASAR	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
9	B.5.7	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Panel pintu						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.1.18	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.167	Rp 148,750.00	Rp 24,841.25	
			Tukang aluminium	I.5	OH	0.167	Rp 208,300.00	Rp 34,786.10	
			Kepala tukang aluminium	I.10	OH	0.017	Rp 217,900.00	Rp 3,704.30	
			Mandor	I.11	OH	0.006	Rp 238,100.00	Rp 1,428.60	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	**Rp 64,760.25**
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	**Rp** -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	**Rp** -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Panel pintu	B.3.3	unit	1.00	Rp 3,636,463.66	Rp 3,636,463.66	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	**Rp 3,636,463.66**
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							**Rp 3,701,223.91**
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	**Rp 370,122.39**
		Harga Satuan Pekerjaan							**Rp 4,071,346.30**
10	B.5.8	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Panel jendela						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.1.18	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.167	Rp 148,750.00	Rp 24,841.25	
			Tukang aluminium	I.5	OH	0.167	Rp 208,300.00	Rp 34,786.10	
			Kepala tukang aluminium	I.10	OH	0.017	Rp 217,900.00	Rp 3,704.30	
			Mandor	I.11	OH	0.006	Rp 238,100.00	Rp 1,428.60	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	**Rp 64,760.25**
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	**Rp** -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	**Rp** -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Panel jendela	B.3.4	unit	1.00	Rp 3,088,425.40	Rp 3,088,425.40	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	**Rp 3,088,425.40**
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							**Rp 3,153,185.65**
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	**Rp 315,318.56**
		Harga Satuan Pekerjaan							**Rp 3,468,504.21**
11	B.5.9	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Panel dinding						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.1.18	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.167	Rp 148,750.00	Rp 24,841.25	
			Tukang aluminium	I.5	OH	0.167	Rp 208,300.00	Rp 34,786.10	
			Kepala tukang aluminium	I.10	OH	0.017	Rp 217,900.00	Rp 3,704.30	
			Mandor	I.11	OH	0.006	Rp 238,100.00	Rp 1,428.60	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	**Rp 64,760.25**
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	**Rp** -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	**Rp** -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Panel dinding	B.3.5	unit	1.00	Rp 1,590,189.55	Rp 1,590,189.55	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	**Rp 1,590,189.55**
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							**Rp 1,654,949.80**
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	**Rp 165,494.98**
		Harga Satuan Pekerjaan							**Rp 1,820,444.77**
12	B.5.10	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 1						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.1.18	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	**Rp** -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	**Rp** -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	**Rp** -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 1	B.4.1	unit	1.00	Rp 553,001.66	Rp 553,001.66	
			1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 2	B.1.4	bh	42.000	Rp 3,910.65	Rp 164,247.27	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	**Rp 717,248.93**
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							**Rp 717,248.93**
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	**Rp 71,724.89**
		Harga Satuan Pekerjaan							**Rp 788,973.83**
13	B.5.11	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 2						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.1.18	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	**Rp** -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	**Rp** -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	**Rp** -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 2	B.4.2	unit	1.00	Rp 574,075.72	Rp 574,075.72	
			1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 2	B.1.4	bh	42.000	Rp 3,910.65	Rp 164,247.27	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	**Rp 738,323.00**
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							**Rp 738,323.00**
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	**Rp 73,832.30**
		Harga Satuan Pekerjaan							**Rp 812,155.30**

NO	KODE AHS	NO URAIAN	URAIAN	KODE	SAT	KOEFISIEN	HARGA DASAR	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
14	B.5.12	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 3 - tanpa penutup						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.1.18	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 3	B.4.3	unit	1.00	Rp 594,934.74	Rp 594,934.74	
			1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 2	B.1.4	bh	42.000	Rp 3,910.65	Rp 164,247.27	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 759,182.02
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 759,182.02
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 75,918.20
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 835,100.22
15	B.5.13	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 3 - dengan penutup						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.1.18	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 3	B.4.3	unit	1.00	Rp 594,934.74	Rp 594,934.74	
			1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 2	B.1.4	bh	42.000	Rp 3,910.65	Rp 164,247.27	
			1 m2 Pemasangan Aluminium Composite Panel (	C.3.1.1	m2	1.810	Rp 326,348.67	Rp 590,691.10	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 1,349,873.11
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 1,349,873.11
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 134,987.31
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 1,484,860.42
16	B.5.14	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Rangka kuda-kuda, tipe 4						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.1.18	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Rangka kuda-kuda, tipe 4	B.4.4	unit	1.00	Rp 323,458.52	Rp 323,458.52	
			1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 2	B.1.4	bh	20.000	Rp 3,910.65	Rp 78,212.99	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 401,671.51
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 401,671.51
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 40,167.15
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 441,838.66
17	B.5.15	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan Box kuda-kuda						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.1.18	
		Tenaga Kerja :							
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp -
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 unit Pabrikasi Box kuda-kuda	B.4.5	unit	1.00	Rp 464,542.09	Rp 464,542.09	
			1 bh Pemasangan Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 2	B.1.4	bh	24.00	Rp 3,910.65	Rp 93,855.59	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 558,397.68
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 558,397.68
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 55,839.77
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 614,237.44
	C	**PEKERJAAN ARSITEKTUR**							
	C.3	**PEKERJAAN FINISHING LANTAI DAN DINDING**							
	C.3.1	**PEKERJAAN PENUTUP DINDING**							
1	C.3.1.1	Pekerjaan :	1 m2 Pemasangan Aluminium Composite Panel (ACP) PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm						
		Standar :	3.6.6.1					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.200	Rp 148,750.00	Rp 29,750.00	
			Tukang batu	I.1	OH	0.100	Rp 208,300.00	Rp 20,830.00	
			Kepala tukang batu	I.6	OH	0.010	Rp 217,900.00	Rp 2,179.00	
			Mandor	I.11	OH	0.003	Rp 238,100.00	Rp 785.73	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 53,544.73
		Bahan :							
			Aluminium Composite Panel (ACP) PVDF 0.3 Allo	IV.B.3.1.1	m2	2.200	Rp 272,000.00	Rp 598,360.61	
			Self drilling screw Ø 1/2 x 20 mm	IV.A.3.2	bh	4.000	Rp 198.00	Rp 792.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 599,152.61
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 652,697.34
		Harga 1 muka							Rp 326,348.67
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 32,634.87
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 358,983.54
	C.3.2	**PEKERJAAN PENUTUP LANTAI**							

NO	KODE AHS	NO URAIAN	URAIAN	KODE	SAT	KOEFISIEN	HARGA DASAR	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
1	C.3.2.1	Pekerjaan :	1 m2 Pemasangan Papan fiber semen, uk. 1200 x 2400 x 20 mm						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.9.9.4	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.030	Rp 148,750.00	Rp 4,462.50	
			Tukang batu	I.1	OH	0.070	Rp 208,300.00	Rp 14,581.00	
			Kepala tukang batu	I.6	OH	0.007	Rp 217,900.00	Rp 1,525.30	
			Mandor	I.11	OH	0.002	Rp 238,100.00	Rp 547.63	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 21,116.43
		Bahan :							
			Papan fiber semen, uk. 1200 x 2400 x 20 mm	IV.B.3.2.1	lbr	0.347	Rp 575,000.00	Rp 199,652.78	
			Self drilling screw Ø 1/2 x 20 mm	IV.A.3.2	bh	4.000	Rp 198.00	Rp 792.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 200,444.78
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 221,561.21
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 22,156.12
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 243,717.33
	C.5	PEKERJAAN PENGECATAN							
1	C.5.1	Pekerjaan :	1 m2 Pengecatan permukaan baja dengan zinchromate (1 lapis) + cat besi (2 lapis)						
		Standar :	3.8.16					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.0200	Rp 148,750.00	Rp 2,975.00	
			Tukang cat	I.4	OH	0.2000	Rp 208,300.00	Rp 41,660.00	
			Kepala tukang cat	I.9	OH	0.0200	Rp 217,900.00	Rp 4,358.00	
			Mandor	I.11	OH	0.0067	Rp 238,100.00	Rp 1,595.27	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 50,588.27
		Bahan :							
			Cat anti karat/zinchromate	IV.B.2.1	kg	0.110	Rp 38,888.15	Rp 4,277.70	
			Cat besi	IV.B.2.2	kg	0.250	Rp 61,011.50	Rp 15,252.88	
			Kuas, uk. 4"	IV.B.2.4	bh	0.010	Rp 26,000.00	Rp 260.00	
			Thinner/pengencer	IV.B.2.3	kg	0.010	Rp 28,662.93	Rp 286.63	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 20,077.20
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 70,665.47
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 7,066.55
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 77,732.02
	C.6	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA							
	C.6.1	PEKERJAAN KUSEN & FRAME							
1	C.6.1.1	Pekerjaan :	1 m1 Pemasangan Kusen aluminium 3", tebal 1 mm						
		Standar :	3.11.3.1					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.0430	Rp 148,750.00	Rp 6,396.25	
			Tukang aluminium	I.5	OH	0.0430	Rp 208,300.00	Rp 8,956.90	
			Kepala tukang aluminium	I.10	OH	0.0040	Rp 217,900.00	Rp 871.60	
			Mandor	I.11	OH	0.0010	Rp 238,100.00	Rp 238.10	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 16,462.85
		Bahan :							
			Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	IV.B.1.1.1	m1	1.1000	Rp 106,344.83	Rp 116,979.32	
			Sekrup fixer S8	IV.A.3.3	bh	2.0000	Rp 926.67	Rp 1,853.33	
			Silicone sealant 300 ml	IV.B.1.3.2	tube	0.0600	Rp 28,302.00	Rp 1,698.12	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 120,530.77
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 136,993.62
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 13,699.36
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 150,692.98
2	C.6.1.2	Pekerjaan :	1 m1 Pemasangan Frame daun pintu aluminium, tebal 1 mm						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.3.1	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.0430	Rp 148,750.00	Rp 6,396.25	
			Tukang aluminium	I.5	OH	0.0430	Rp 208,300.00	Rp 8,956.90	
			Kepala tukang aluminium	I.10	OH	0.0040	Rp 217,900.00	Rp 871.60	
			Mandor	I.11	OH	0.0010	Rp 238,100.00	Rp 238.10	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 16,462.85
		Bahan :							
			Frame daun pintu aluminium, tebal 1 mm	IV.B.1.1.2	m1	1.1000	Rp 137,004.83	Rp 150,705.32	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 150,705.32
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 167,168.17
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 16,716.82
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 183,884.98
3	C.6.1.3	Pekerjaan :	1 m1 Pemasangan Frame daun jendela aluminium, tebal 0.9 mm						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.3.1	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.0430	Rp 148,750.00	Rp 6,396.25	
			Tukang aluminium	I.5	OH	0.0430	Rp 208,300.00	Rp 8,956.90	

NO	KODE AHS	NO URAIAN	URAIAN	KODE	SAT	KOEFISIEN	HARGA DASAR	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
			Kepala tukang aluminium	I.10	OH	0.0040	Rp 217,900.00	Rp 871.60	
			Mandor	I.11	OH	0.0010	Rp 238,100.00	Rp 238.10	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 16,462.85
		Bahan :							
			Frame daun jendela aluminium, tebal 0.9 mm	IV.B.1.1.3	m1	1.1000	Rp 89,933.00	Rp 98,926.30	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 98,926.30
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 115,389.15
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 11,538.92
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 126,928.07
4	C.6.1.4	Pekerjaan :	1 m1 Pemasangan Spandrel double, tebal 0.8 mm						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.3.1	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.0430	Rp 148,750.00	Rp 6,396.25	
			Tukang aluminium	I.5	OH	0.0430	Rp 208,300.00	Rp 8,956.90	
			Kepala tukang aluminium	I.10	OH	0.0040	Rp 217,900.00	Rp 871.60	
			Mandor	I.11	OH	0.0010	Rp 238,100.00	Rp 238.10	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 16,462.85
		Bahan :							
			Spandrel double, tebal 0.8 mm	IV.B.1.1.4	m1	1.1000	Rp 77,844.67	Rp 85,629.14	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 85,629.14
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 102,091.99
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 10,209.20
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 112,301.19
	C.6.2	PEKERJAAN DAUN PINTU DAN JENDELA							
1	C.6.2.1	Pekerjaan :	1 unit Pemasangan daun pintu aluminium, uk. 930 x 1925 mm						
		Standar :	3.11.1.18					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.1670	Rp 148,750.00	Rp 24,841.25	
			Tukang aluminium	I.5	OH	0.1670	Rp 208,300.00	Rp 34,786.10	
			Kepala tukang aluminium	I.10	OH	0.0170	Rp 217,900.00	Rp 3,704.30	
			Mandor	I.11	OH	0.0060	Rp 238,100.00	Rp 1,428.60	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 64,760.25
		Bahan :							
								Jumlah Harga Bahan	Rp -
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
			1 m1 Pemasangan Frame daun pintu aluminium,	C.6.1.2	m1	6.2810	Rp 167,168.17	Rp 1,049,983.25	
			1 m1 Pemasangan Spandrel double, tebal 0.8 mm	C.6.1.4	m1	1.7160	Rp 102,091.99	Rp 175,189.86	
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp 1,225,173.11
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 1,289,933.36
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 128,993.34
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 1,418,926.70
	C.6.3	PEKERJAAN KACA							
1	C.6.3.1	Pekerjaan :	1 m2 Pemasangan Akrilik bening, tebal 3 mm + sealant						
		Standar :	3.12.2					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.0150	Rp 148,750.00	Rp 2,231.25	
			Tukang kayu	I.2	OH	0.1500	Rp 208,300.00	Rp 31,245.00	
			Kepala tukang kayu	I.7	OH	0.0150	Rp 217,900.00	Rp 3,268.50	
			Mandor	I.11	OH	0.0050	Rp 238,100.00	Rp 1,190.50	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 37,935.25
		Bahan :							
			Akrilik bening, tebal 3 mm	IV.B.1.3.1	m2	1.1000	Rp 1,500,000.00	Rp 1,650,000.00	
			Silicone sealant 300 ml	IV.B.1.3.2	tube	0.0500	Rp 28,302.00	Rp 1,415.10	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 1,651,415.10
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 1,689,350.35
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 168,935.04
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 1,858,285.39
	C.6.4	PEKERJAAN AKSESORIS PINTU DAN JENDELA							
1	C.6.4.1	Pekerjaan :	1 psg Pemasangan Engsel pintu						
		Standar :	3.11.4.5					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.0150	Rp 148,750.00	Rp 2,231.25	
			Tukang kayu	I.2	OH	0.1500	Rp 208,300.00	Rp 31,245.00	
			Kepala tukang kayu	I.7	OH	0.0150	Rp 217,900.00	Rp 3,268.50	
			Mandor	I.11	OH	0.0050	Rp 238,100.00	Rp 1,190.50	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 37,935.25
		Bahan :							
			Engsel pintu	IV.B.1.2.1	psg	1.1000	Rp 31,150.00	Rp 34,265.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 34,265.00
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -

NO	KODE AHS	NO URAIAN	URAIAN	KODE	SAT	KOEFISIEN	HARGA DASAR	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 72,200.25
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 7,220.03
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 79,420.28
2	C.6.4.2	Pekerjaan :	1 set Pemasangan kunci silinder						
		Standar :	3.11.4.4					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.0050	Rp 148,750.00	Rp 743.75	
			Tukang kayu	I.2	OH	0.5000	Rp 208,300.00	Rp 104,150.00	
			Kepala tukang kayu	I.7	OH	0.0500	Rp 217,900.00	Rp 10,895.00	
			Mandor	I.11	OH	0.0170	Rp 238,100.00	Rp 4,047.70	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 119,836.45
		Bahan :							
			Mortise Lock	IV.B.1.2.2	bh	1.0000	Rp 188,100.00	Rp 188,100.00	
			Cylinder	IV.B.1.2.3	bh	1.0000	Rp 136,950.00	Rp 136,950.00	
			Escutcheon	IV.B.1.2.4	psg	1.0000	Rp 58,850.00	Rp 58,850.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 383,900.00
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 503,736.45
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 50,373.65
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 554,110.10
3	C.6.4.3	Pekerjaan :	1 psg Pemasangan Lever handle						
		Standar :	Analisa standar					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA/3.11.4.8	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.0500	Rp 148,750.00	Rp 7,437.50	
			Tukang kayu	I.2	OH	0.5000	Rp 208,300.00	Rp 104,150.00	
			Kepala tukang kayu	I.7	OH	0.0500	Rp 217,900.00	Rp 10,895.00	
			Mandor	I.11	OH	0.0170	Rp 238,100.00	Rp 4,047.70	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 126,530.20
		Bahan :							
			Lever handle	IV.B.1.2.5	psg	1.0000	Rp 219,450.00	Rp 219,450.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 219,450.00
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 345,980.20
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 34,598.02
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 380,578.22
4	C.6.4.4	Pekerjaan :	1 psg Pemasangan Friction stay stainless steel 8"						
		Standar :	3.11.4.16					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.2000	Rp 148,750.00	Rp 29,750.00	
			Tukang kayu	I.2	OH	0.4000	Rp 208,300.00	Rp 83,320.00	
			Kepala tukang kayu	I.7	OH	0.0400	Rp 217,900.00	Rp 8,716.00	
			Mandor	I.11	OH	0.0134	Rp 238,100.00	Rp 3,190.54	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 124,976.54
		Bahan :							
			Friction stay stainless steel 8"	IV.B.1.2.6	psg	1.0000	Rp 103,400.00	Rp 103,400.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 103,400.00
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 228,376.54
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 22,837.65
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 251,214.19
5	C.6.4.5	Pekerjaan :	1 bh Pemasangan Casement handle						
		Standar :	3.11.4.17					SE DIRJEN BINKON NO. 30 TAHUN 2025/LAMP. VI CIPTA KARYA	
		Tenaga Kerja :							
			Pekerja	I.12	OH	0.0150	Rp 148,750.00	Rp 2,231.25	
			Tukang kayu	I.2	OH	0.1500	Rp 208,300.00	Rp 31,245.00	
			Kepala tukang kayu	I.7	OH	0.0150	Rp 217,900.00	Rp 3,268.50	
			Mandor	I.11	OH	0.0050	Rp 238,100.00	Rp 1,190.50	
								Jumlah Harga Tenaga Kerja	Rp 37,935.25
		Bahan :							
			Casement handle	IV.B.1.2.7	bh	1.0000	Rp 15,400.00	Rp 15,400.00	
								Jumlah Harga Bahan	Rp 15,400.00
		Peralatan :							
								Jumlah Harga Alat	Rp -
		Analisa Harga Satuan Pekerjaan :							
								Jumlah Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Rp -
		Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan							Rp 53,335.25
		Biaya Umum dan Keuntungan						10%	Rp 5,333.53
		Harga Satuan Pekerjaan							Rp 58,668.78

DAFTAR HARGA DASAR

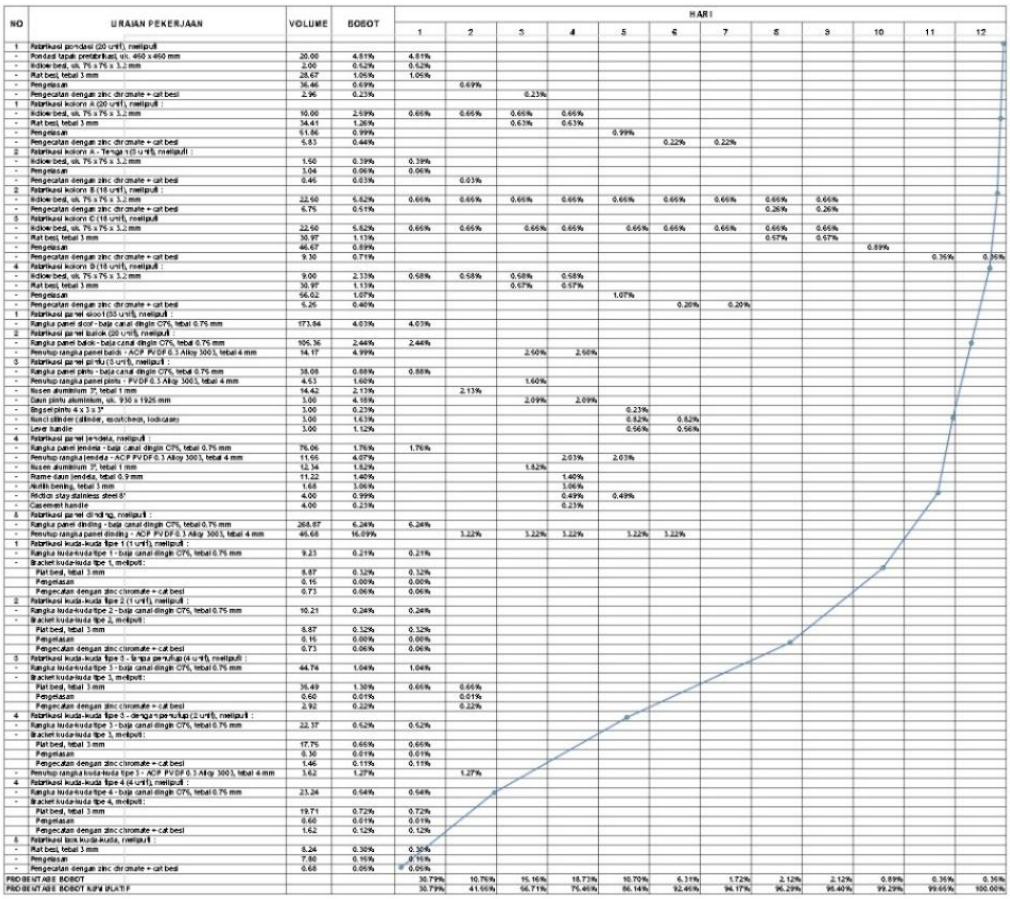
PEKERJAAN : **PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER**
LOKASI : **KAB. ACEH TAMIANG**
TAHUN : **2025**
PEMILIK :

NO	KODE	URAIAN	SAT	HARGA
I.	**TENAGA KERJA**			
1	I.1	Tukang batu	OH	Rp 208,300.00
2	I.2	Tukang kayu	OH	Rp 208,300.00
3	I.3	Tukang besi	OH	Rp 208,300.00
4	I.4	Tukang cat	OH	Rp 208,300.00
5	I.5	Tukang aluminium	OH	Rp 208,300.00
6	I.6	Kepala tukang batu	OH	Rp 217,900.00
7	I.7	Kepala tukang kayu	OH	Rp 217,900.00
8	I.8	Kepala tukang besi	OH	Rp 217,900.00
9	I.9	Kepala tukang cat	OH	Rp 217,900.00
10	I.10	Kepala tukang aluminium	OH	Rp 217,900.00
11	I.11	Mandor	OH	Rp 238,100.00
12	I.12	Pekerja	OH	Rp 148,750.00
II.	**PERALATAN**			
1	II.1	Las listrik (sewa)	jam	Rp 49,285.71
2	II.2	Kunci momen (sewa)	hari	Rp 75,000.00
IV.	**MATERIAL**			
IV.A.	**STRUKTUR**			
IV.A.1.	**STRUKTUR BAJA**			
1	IV.A.1.1	Kawat las	kg	Rp 47,000.00
2	IV.A.1.2	Baja pelat	kg	Rp 14,274.69
3	IV.A.1.3	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	m1	Rp 104,833.33
4	IV.A.1.4	Baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	m1	Rp 19,283.33
5	IV.A.1.5	Reng baja canai dingin R32, tebal 0.45 mm	m1	Rp 10,983.33
IV.A.3.	**PAKU, BAUT DAN SEKRUP**			
1	IV.A.3.1	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm	bh	Rp 2,888.00
2	IV.A.3.2	Self drilling screw Ø 1/2 x 20 mm	bh	Rp 198.00
3	IV.A.3.3	Sekrup fixer S8	bh	Rp 926.67
4	IV.A.3.4	Paku sedang	kg	Rp 17,800.00
5	IV.A.3.5	Paku keling (rivet)	bh	Rp 200.00
IV.A.4.	**PENUTUP ATAP**			
1	IV.A.4.1	Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	m2	Rp 247,928.57
2	IV.A.4.2	Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	m1	Rp 97,900.00
IV.A.5.	**KAYU**			
1	IV.A.5.1	Papan kayu kelas III	m3	Rp 2,375,000.00
2	IV.A.5.2	Balok kayu kelas II	m3	Rp 1,857,142.86
IV.A.6.	**PONDASI PREFABRIKASI**			
1	IV.A.6.1	Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm	unit	Rp 245,178.00
IV.B.	**ARSITEKTUR**			
IV.B.1.	**PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA**			
IV.B.1.1.	**KUSEN, DAUN PINTU DAN DAUN JENDELA**			
1	IV.B.1.1.1	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	m1	Rp 106,344.83
2	IV.B.1.1.2	Frame daun pintu aluminium, tebal 1 mm	m1	Rp 137,004.83
3	IV.B.1.1.3	Frame daun jendela aluminium, tebal 0.9 mm	m1	Rp 89,933.00
4	IV.B.1.1.4	Spandrel double, tebal 0.8 mm	m1	Rp 77,844.67
IV.B.1.2.	**AKSESORIS PINTU DAN JENDELA**			

Lampiran 3 Daftar Harga

NO	KODE	URAIAN	MEREK	SUMBER HARGA	SAT	HARGA
I.	TENAGA KERJA					
1	I.1	Tukang batu	Lokal	Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024	OH	Rp 208.300,00
2	I.2	Tukang kayu	Lokal	Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024	OH	Rp 208.300,00
3	I.3	Tukang besi	Lokal	Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024	OH	Rp 208.300,00
4	I.4	Tukang cat	Lokal	Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024	OH	Rp 208.300,00
5	I.5	Tukang aluminium	Lokal	Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024	OH	Rp 208.300,00
6	I.6	Kepala tukang batu	Lokal	Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024	OH	Rp 217.900,00
7	I.7	Kepala tukang kayu	Lokal	Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024	OH	Rp 217.900,00
8	I.8	Kepala tukang besi	Lokal	Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024	OH	Rp 217.900,00
9	I.9	Kepala tukang cat	Lokal	Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024	OH	Rp 217.900,00
10	I.10	Kepala tukang aluminium	Lokal	Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024	OH	Rp 217.900,00
11	I.11	Mandor	Lokal	Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024	OH	Rp 248.100,00
12	I.12	Pekerja	Lokal	Keputusan Gubernur Aceh No. 500.15.14.1/1359/2024	OH	Rp 148.750,00
II.	PERALATAN					
1	II.1	Las listrik (sewa)	Lokal	Keputusan Bupati Aceh Tamiang No. 100.3.3.2/859/2024	jam	Rp 49.285,71
2	II.2	Kunci momen (sewa)	Lokal	Keputusan Bupati Aceh Tamiang No. 100.3.3.2/859/2024	hari	Rp 75.800,00
IV.	MATERIAL					
IV.A.	STRUKTUR					
IV.A.1.	STRUKTUR BAJA					
1	IV.A.1.1	Kawat las	Kobe Steel	Toko Daring Khalwa Safety dan Teknik	kg	Rp 47.000,00
2	IV.A.1.2	Baja pelat	Krakatau Steel	Toko Daring PT. Andal Prima Ashitama Perkasa	kg	Rp 14.274,69
3	IV.A.1.3	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	Krakatau Steel	Toko Daring PT. Andal Prima Ashitama Perkasa	m1	Rp 104.833,33
4	IV.A.1.4	Baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	TASO	Toko Daring PT. Andal Prima Ashitama Perkasa	m1	Rp 19.263,33
5	IV.A.1.5	Reng baja canai dingin R32, tebal 0.45 mm	TASO	Toko Daring PT. Andal Prima Ashitama Perkasa	m1	Rp 10.983,33
IV.A.3.	PAKU, BAUT DAN SEKRUP					
1	IV.A.3.1	Baut dan mur A325 Ø 1/2" x 25 mm	Lokal	Toko Daring Murbaut	bh	Rp 2.856,00
2	IV.A.3.2	Self drilling screw Ø 1/2 x 20 mm	Lokal	Toko Daring Murbaut	bh	Rp 596,00
3	IV.A.3.3	Sekrup fixer 5R	Lokal	Toko Daring Indo Teknik 77	bh	Rp 926,67
4	IV.A.3.4	Paku sedang	Lokal	Keputusan Bupati Aceh Tamiang No. 100.3.3.2/859/2024	kg	Rp 17.800,00
5	IV.A.3.5	Paku keling (rivet)	Lokal	Toko Daring Sun Hardware	bh	Rp 200,00
IV.A.4.	PENUTUP ATAP					
1	IV.A.4.1	Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.28 mm (BMT)	Kainbow	Daftar Harga PT. Timur Mas Abadi	m2	Rp 247.528,57
2	IV.A.4.2	Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	Kainbow	Daftar Harga PT. Timur Mas Abadi	m1	Rp 97.900,00
IV.A.5.	KAYU					
1	IV.A.5.1	Papan kayu kelas III	Lokal	Toko Daring Hidayakayu	m3	Rp 2.375.000,00
2	IV.A.5.2	Balok kayu kelas II	Lokal	Toko Daring Hidayakayu	m3	Rp 1.857.142,86
IV.A.6.	PONDASI PREFABRIKASI					
1	IV.A.6.1	Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm	Rodif-Pro	Daftar Harga Rodif-Pro	unit	Rp 245.178,00
IV.B.	ARSITEKTUR					
IV.B.1.	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA					
IV.B.1.1.	KUSEN, DAUN PINTU DAN DAUN JENDELA					
1	IV.B.1.1.1	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	AIMEX	Daftar Harga PT. Aluminium Industri Mandiri	m1	Rp 108.344,83
2	IV.B.1.1.2	Frame daun pintu aluminium, tebal 1 mm	AIMEX	Daftar Harga PT. Aluminium Industri Mandiri	m1	Rp 137.004,93
3	IV.B.1.1.3	Frame daun jendela aluminium, tebal 0.9 mm	AIMEX	Daftar Harga PT. Aluminium Industri Mandiri	m1	Rp 89.853,00
4	IV.B.1.1.4	Spandrel double, tebal 0.6 mm	AIMEX	Daftar Harga PT. Aluminium Industri Mandiri	m1	Rp 77.844,67
IV.B.1.2.	AKSESORIS PINTU DAN JENDELA					
1	IV.B.1.2.1	Engsel pintu	Dekkson	Toko Daring Dekkson	pcs	Rp 31.150,00
2	IV.B.1.2.2	Mortise Lock	Dekkson	Toko Daring Dekkson	bh	Rp 168.100,00
3	IV.B.1.2.3	Cylinder	Dekkson	Toko Daring Dekkson	bh	Rp 136.950,00
4	IV.B.1.2.4	Escutcheon	Dekkson	Toko Daring Dekkson	pcs	Rp 58.850,00
5	IV.B.1.2.5	Lever handle	Dekkson	Toko Daring Dekkson	pcs	Rp 219.450,00
6	IV.B.1.2.6	Friction stay stainless steel 8"	Dekkson	Toko Daring Dekkson	pcs	Rp 103.400,00
7	IV.B.1.2.7	Casement handle	Dekkson	Toko Daring Dekkson	bh	Rp 15.400,00
IV.B.1.3.	AKRILIK					
1	IV.B.1.3.1	Akrilik bening, tebal 3 mm	Lokal	Toko Daring Citello Studio	m2	Rp 1.500.000,00
2	IV.B.1.3.2	Silicone sealant 300 ml	Nasional	Toko Daring Dunia Sealant	tube	Rp 28.302,00
IV.B.2.	PENGECATAN					
1	IV.B.2.1	Cat anti karat/zinchromate	Nippon Paint	Toko Daring Nippon Paint	kg	Rp 38.868,18
2	IV.B.2.2	Cat besi	Nippon Paint	Toko Daring Nippon Paint	kg	Rp 61.011,50
3	IV.B.2.3	Thinner/pengencer	Nippon Paint	Toko Daring Nippon Paint	kg	Rp 28.852,83
4	IV.B.2.4	Kuas, uk. 4"	Nippon Paint	Toko Daring Nippon Paint	bh	Rp 26.000,00
5	IV.B.2.5	Ampelas	Nippon Paint	Toko Daring Nippon Paint	lbr	Rp 3.805,00
IV.B.3.	PENUTUP LANTAI DAN DINDING					
IV.B.3.1.	PENUTUP DINDING					
1	IV.B.3.1.1	Aluminium Composite Panel (ACP) PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	Selven	Daftar Harga PT. Multi Cipta Adhi Karya	m2	Rp 272.000,00
IV.B.3.2.	PENUTUP LANTAI					
1	IV.B.3.2.1	Papan fiber semen, uk. 1200 x 2400 x 20 mm	Kalasfloor	Toko Daring Atap & Plafon	lbr	Rp 575.000,00

Lampiran 4 Kurva S Minimum Pabrikasi



NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	BOBOT	HARI											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Fabrikasi pondasi (20 unit), meliputi :														
-	Pondasi tapak pretabrikasi, ukl. 450 x 450 mm	20.00	4.61%	4.61%											
-	Kolom bed, ukl. 75 x 75 x 3.2 mm	2.00	0.62%	0.62%											
-	Plat besi, tebal 3 mm	28.67	1.06%	1.06%											
-	Pengelasan	36.46	0.69%		0.69%										
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	2.96	0.23%			0.23%									
1	Fabrikasi kolom A (20 unit), meliputi :														
-	Kolom bed, ukl. 75 x 75 x 3.2 mm	10.00	2.59%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%								
-	Plat besi, tebal 3 mm	34.41	1.26%			0.63%	0.63%								
-	Pengelasan	51.86	0.99%					0.99%							
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	5.83	0.44%						0.22%	0.22%					
2	Fabrikasi kolom A - Tanga (5 unit), meliputi :														
-	Kolom bed, ukl. 75 x 75 x 3.2 mm	1.50	0.39%	0.39%											
-	Pengelasan	3.04	0.06%	0.06%											
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.46	0.03%		0.03%										
2	Fabrikasi kolom B (18 unit), meliputi :														
-	Kolom bed, ukl. 75 x 75 x 3.2 mm	22.50	5.82%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%			
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	6.75	0.51%								0.26%	0.26%			
3	Fabrikasi kolom C (18 unit), meliputi :														
-	Kolom bed, ukl. 75 x 75 x 3.2 mm	22.50	5.82%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%	0.66%			
-	Plat besi, tebal 3 mm	30.97	1.13%								0.57%	0.57%			
-	Pengelasan	46.67	0.89%										0.89%		
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	9.30	0.71%											0.36%	0.36%
4	Fabrikasi kolom B (16 unit), meliputi :														
-	Kolom bed, ukl. 75 x 75 x 3.2 mm	9.00	2.33%	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%								
-	Plat besi, tebal 3 mm	30.97	1.13%			0.57%	0.57%								
-	Pengelasan	56.02	1.07%					1.07%							
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	5.25	0.40%						0.20%	0.20%					
1	Fabrikasi panel atap (50 unit), meliputi :														
-	Rangka panel atap - baja canal dingin C75, tebal 0.75 mm	173.84	4.03%	4.03%											
2	Fabrikasi panel kolom (20 unit), meliputi :														
-	Rangka panel kolom - baja canal dingin C75, tebal 0.75 mm	105.36	2.44%	2.44%											
-	Penutup rangka panel kolom - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	14.17	4.99%			2.50%	2.50%								
3	Fabrikasi panel pintu (3 unit), meliputi :														
-	Rangka panel pintu - baja canal dingin C75, tebal 0.75 mm	38.08	0.88%	0.88%											
-	Penutup rangka panel pintu - PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	4.53	1.60%			1.60%									
-	Nosen aluminium 3", tebal 1 mm	14.42	2.13%		2.13%										
-	Daun pintu aluminium, ukl. 930 x 1926 mm	3.00	4.18%			2.09%	2.09%								
-	Engsel pintu 4 x 3 x 3"	3.00	0.23%					0.23%							
-	Kunci silinder (silinder, escutcheon, lockcase)	3.00	1.63%					0.82%	0.82%						
-	Lever handle	3.00	1.12%					0.56%	0.56%						
4	Fabrikasi panel jendela, meliputi :														
-	Rangka panel jendela - baja canal dingin C75, tebal 0.75 mm	76.06	1.76%	1.76%											
-	Penutup rangka jendela - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	11.55	4.07%				2.03%	2.03%							
-	Nosen aluminium 3", tebal 1 mm	12.34	1.82%			1.82%									
-	Frame daun jendela, tebal 0.9 mm	11.22	1.40%				1.40%								
-	Akrilik bening, tebal 3 mm	1.68	1.06%				1.06%								
-	Friction stay-stainless steel 8"	4.00	0.99%				0.49%	0.49%							
-	Casement handle	4.00	0.23%				0.23%								
5	Fabrikasi panel dinding, meliputi :														
-	Rangka panel dinding - baja canal dingin C75, tebal 0.75 mm	268.87	6.24%	6.24%											
-	Penutup rangka panel dinding - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	46.68	16.09%		1.22%	1.22%	1.22%	1.22%	1.22%						
1	Fabrikasi kuda-kuda tipe 1 (1 unit), meliputi :														
-	Rangka kuda-kuda tipe 1 - baja canal dingin C75, tebal 0.75 mm	9.23	0.21%	0.21%											
-	Bracket kuda-kuda tipe 1, meliputi :														
	Plat besi, tebal 3 mm	5.87	0.32%	0.32%											
	Pengelasan	0.16	0.00%	0.00%											
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.73	0.06%	0.06%											
2	Fabrikasi kuda-kuda tipe 2 (1 unit), meliputi :														
-	Rangka kuda-kuda tipe 2 - baja canal dingin C75, tebal 0.75 mm	10.21	0.24%	0.24%											
-	Bracket kuda-kuda tipe 2, meliputi :														
	Plat besi, tebal 3 mm	5.87	0.32%	0.32%											
	Pengelasan	0.16	0.00%	0.00%											
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.73	0.06%	0.06%											
3	Fabrikasi kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup (4 unit), meliputi :														
-	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canal dingin C75, tebal 0.75 mm	44.74	1.04%	1.04%											
-	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :														
	Plat besi, tebal 3 mm	35.49	1.30%	0.65%	0.65%										
	Pengelasan	0.60	0.01%		0.01%										
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.92	0.22%		0.22%										
4	Fabrikasi kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup (2 unit), meliputi :														
-	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canal dingin C75, tebal 0.75 mm	22.37	0.52%	0.52%											
-	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :														
	Plat besi, tebal 3 mm	17.75	0.65%	0.65%											
	Pengelasan	0.30	0.01%	0.01%											
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	1.46	0.11%	0.11%											
-	Penutup rangka kuda-kuda tipe 3 - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	1.62	1.27%		1.27%										
4	Fabrikasi kuda-kuda tipe 4 (4 unit), meliputi :														
-	Rangka kuda-kuda tipe 4 - baja canal dingin C75, tebal 0.75 mm	23.26	0.54%	0.54%											
-	Bracket kuda-kuda tipe 4, meliputi :														
	Plat besi, tebal 3 mm	19.71	0.72%	0.72%											
	Pengelasan	0.60	0.01%	0.01%											
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	1.62	0.12%	0.12%											
5	Fabrikasi lain kuda-kuda, meliputi :														
-	Plat besi, tebal 3 mm	8.24	0.30%	0.30%											
-	Pengelasan	7.80	0.16%	0.16%											
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.68	0.05%	0.05%											
PROGRESS ABS BOBOT				30.79%	10.76%	15.16%	18.73%	10.70%	6.31%	1.72%	2.12%	2.12%	0.89%	0.36%	0.36%
PROGRESS ABS BOBOT KUMULATIF				30.79%	41.55%	56.71%	75.45%	86.14%	92.46%	94.17%	96.29%	98.40%	99.29%	99.65%	100.00%

Lampiran 5 Kurva S Maksimum Pabrikasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	BOBOT	HARI	
				1	2
1	**Pabrikasi pondasi (20 unit), meliputi**				
-	Pondasi tapak prefabrikasi, uk. 450 x 450 mm	20.00	4.81%	4.81%	
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	2.00	0.52%	0.52%	
-	Plat besi, tebal 3 mm	28.67	1.06%	1.06%	
-	Pengelasan	36.46	0.69%	0.69%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	2.96	0.23%	0.23%	
1	**Pabrikasi kolom A (20 unit), meliputi :**				
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	10.00	2.59%	2.59%	
-	Plat besi, tebal 3 mm	34.41	1.28%	1.28%	
-	Pengelasan	51.88	0.99%	0.99%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	5.83	0.44%	0.44%	
2	**Pabrikasi kolom A - Tengah (3 unit), meliputi :**				
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	1.50	0.39%	0.39%	
-	Pengelasan	3.04	0.06%	0.06%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.45	0.03%	0.03%	
2	**Pabrikasi kolom B (18 unit), meliputi :**				
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	22.80	5.82%	5.82%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	6.75	0.51%	0.51%	
3	**Pabrikasi kolom C (18 unit), meliputi**				
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	22.80	5.82%	5.82%	
-	Plat besi, tebal 3 mm	30.97	1.13%	1.13%	
-	Pengelasan	46.67	0.89%	0.89%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	9.30	0.71%		0.71%
4	**Pabrikasi kolom D (18 unit), meliputi :**				
-	Hollow besi, uk. 75 x 75 x 3.2 mm	9.00	2.33%	2.33%	
-	Plat besi, tebal 3 mm	30.97	1.13%	1.13%	
-	Pengelasan	56.02	1.07%	1.07%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	5.25	0.40%	0.40%	
1	**Pabrikasi panel sloof (33 unit), meliputi :**				
-	Rangka panel sloof - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	173.84	4.03%	4.03%	
2	**Pabrikasi panel balok (20 unit), meliputi**				
-	Rangka panel balok - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	105.36	2.44%	2.44%	
-	Penutup rangka panel balok - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	14.17	4.99%	4.99%	
3	**Pabrikasi panel pintu (3 unit), meliputi :**				
-	Rangka panel pintu - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	38.08	0.88%	0.88%	
-	Penutup rangka panel pintu - PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	4.53	1.60%	1.60%	
-	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	14.42	2.13%	2.13%	
-	Daun pintu aluminium, uk. 930 x 1925 mm	3.00	4.18%	4.18%	
-	Engsel pintu 4 x 3 x 3"	3.00	0.23%	0.23%	
-	Kunci silinder (silinder, escutcheon, lockcase)	3.00	1.63%	1.63%	
-	Lever handle	3.00	1.12%	1.12%	
4	**Pabrikasi panel jendela, meliputi :**				
-	Rangka panel jendela - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	76.08	1.76%	1.76%	
-	Penutup rangka jendela - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	11.65	4.07%	4.07%	
-	Kusen aluminium 3", tebal 1 mm	12.34	1.82%	1.82%	
-	Frame daun jendela, tebal 0.9 mm	11.22	1.40%	1.40%	
-	Aimlik bening, tebal 3 mm	1.68	3.06%	3.06%	
-	Friction stay stainless steel 8"	4.00	0.99%	0.99%	
-	Casement handle	4.00	0.23%	0.23%	
5	**Pabrikasi panel dinding, meliputi :**				
-	Rangka panel dinding - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	268.87	6.24%	6.24%	
-	Penutup rangka panel dinding - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	45.68	16.09%	16.09%	
1	**Pabrikasi kuda-kuda tipe 1 (1 unit), meliputi :**				
-	Rangka kuda-kuda tipe 1 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	9.23	0.21%	0.21%	
-	Bracket kuda-kuda tipe 1, meliputi :				
	Plat besi, tebal 3 mm	8.87	0.32%	0.32%	
	Pengelasan	0.15	0.00%	0.00%	
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.73	0.06%	0.06%	
2	**Pabrikasi kuda-kuda tipe 2 (1 unit), meliputi :**				
-	Rangka kuda-kuda tipe 2 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	10.21	0.24%	0.24%	
-	Bracket kuda-kuda tipe 2, meliputi :				
	Plat besi, tebal 3 mm	8.87	0.32%	0.32%	
	Pengelasan	0.15	0.00%	0.00%	
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.73	0.06%	0.06%	
3	**Pabrikasi kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup (4 unit), meliputi :**				
-	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	44.74	1.04%	1.04%	
-	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :				
	Plat besi, tebal 3 mm	35.49	1.30%	1.30%	
	Pengelasan	0.60	0.01%	0.01%	
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	2.92	0.22%	0.22%	
4	**Pabrikasi kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup (2 unit), meliputi :**				
-	Rangka kuda-kuda tipe 3 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	22.37	0.52%	0.52%	
-	Bracket kuda-kuda tipe 3, meliputi :				
	Plat besi, tebal 3 mm	17.75	0.65%	0.65%	
	Pengelasan	0.30	0.01%	0.01%	
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	1.46	0.11%	0.11%	
-	Penutup rangka kuda-kuda tipe 3 - ACP PVDF 0.3 Alloy 3003, tebal 4 mm	3.62	1.27%	1.27%	
4	**Pabrikasi kuda-kuda tipe 4 (4 unit), meliputi :**				
-	Rangka kuda-kuda tipe 4 - baja canai dingin C75, tebal 0.75 mm	23.24	0.54%	0.54%	
-	Bracket kuda-kuda tipe 4, meliputi :				
	Plat besi, tebal 3 mm	19.71	0.72%	0.72%	
	Pengelasan	0.60	0.01%	0.01%	
	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	1.62	0.12%	0.12%	
5	**Pabrikasi box kuda-kuda, meliputi :**				
-	Plat besi, tebal 3 mm	8.24	0.30%	0.30%	
-	Pengelasan	7.80	0.15%	0.15%	
-	Pengecatan dengan zinc chromate + cat besi	0.68	0.05%	0.05%	
PROSENTASE BOBOT				99.29%	0.71%
PROSENTASE BOBOT KUMULATIF				99.29%	100.00%

Lampiran 6 Kurva S Minimum Pengadaan dan Instalasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	BOBOT	MINGGU 1							MINGGU 2							MINGGU 3							MINGGU			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Pembersihan awal	28.03	0.32%	0.11%	0.11%	0.11%																						
2	Pemasangan bouwplank	40.34	1.28%				1.28%																					
3	Pekerjaan pondasi	20.00	5.57%				5.57%																					
4	Pekerjaan kolom A	20.00	4.36%					4.36%																				
5	Pekerjaan kolom A - Tengah	3.00	0.45%					0.45%																				
6	Pekerjaan kolom B	18.00	4.58%					4.58%																				
7	Pekerjaan kolom C	18.00	6.04%						6.04%																			
8	Pekerjaan kolom D	18.00	4.45%							4.45%																		
9	Pekerjaan panel sloof	33.00	4.18%							0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%													
10	Pekerjaan panel balok	20.00	5.83%																		1.46%	1.46%	1.46%	1.46%				
11	Panel pintu	3.00	7.90%															7.90%										
12	Panel jendela	4.00	8.97%															8.97%										
13	Panel dinding	13.00	15.30%															5.10%	5.10%	5.10%								
14	Papan fiber semen, tebal 20 mm	30.17	4.75%												1.58%	1.58%	1.58%											
15	Pekerjaan kuda-kuda tipe 1	1.00	0.51%																					0.51%				
16	Pekerjaan kuda-kuda tipe 2	1.00	0.53%																					0.53%				
17	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup	4.00	2.16%																					2.16%				
18	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup	2.00	1.92%																					1.92%				
19	Pekerjaan kuda-kuda tipe 4	4.00	1.14%																					1.14%				
20	Pekerjaan box kuda-kuda	1.00	0.40%																					0.40%				
21	Reng baja ringan, tebal 0.32 mm	131.00	1.55%																						0.77%	0.77%		
22	Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	61.28	15.68%																							1.74%	1.74%	1.74%
23	Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	16.61	2.15%																									
PROSENTASE BOBOT				0.11%	0.11%	0.11%	6.85%	9.39%	6.04%	5.14%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	2.28%	1.58%	1.58%	21.97%	5.10%	5.10%	1.46%	1.46%	1.46%	8.11%	0.77%	2.52%	1.74%	1.74%
PROSENTASE BOBOT KUMULATIF				0.11%	0.21%	0.32%	7.17%	16.56%	22.60%	27.74%	28.44%	29.13%	29.83%	30.53%	32.81%	34.39%	35.98%	57.94%	63.04%	68.14%	69.60%	71.06%	72.51%	80.62%	81.40%	83.92%	85.66%	87.40%

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	BOBOT	4			MINGGU 5							MINGGU
				26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	Pembersihan awal	28.03	0.32%											
2	Pemasangan bouwplank	40.34	1.28%											
3	Pekerjaan pondasi	20.00	5.57%											
4	Pekerjaan kolom A	20.00	4.36%											
5	Pekerjaan kolom A - Tengah	3.00	0.45%											
6	Pekerjaan kolom B	18.00	4.58%											
7	Pekerjaan kolom C	18.00	6.04%											
8	Pekerjaan kolom D	18.00	4.45%											
9	Pekerjaan panel sloof	33.00	4.18%											
10	Pekerjaan panel balok	20.00	5.83%											
11	Panel pintu	3.00	7.90%											
12	Panel jendela	4.00	8.97%											
13	Panel dinding	13.00	15.30%											
14	Papan fiber semen, tebal 20 mm	30.17	4.75%											
15	Pekerjaan kuda-kuda tipe 1	1.00	0.51%											
16	Pekerjaan kuda-kuda tipe 2	1.00	0.53%											
17	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup	4.00	2.16%											
18	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup	2.00	1.92%											
19	Pekerjaan kuda-kuda tipe 4	4.00	1.14%											
20	Pekerjaan box kuda-kuda	1.00	0.40%											
21	Reng baja ringan, tebal 0.32 mm	131.00	1.55%											
22	Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	61.28	15.68%	1.74%	1.74%	1.74%	1.74%	1.74%	1.74%					
23	Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	16.61	2.15%							0.43%	0.43%	0.43%	0.43%	0.43%
PROSENTASE BOBOT				1.74%	1.74%	1.74%	1.74%	1.74%	1.74%	0.43%	0.43%	0.43%	0.43%	0.43%
PROSENTASE BOBOT KUMULATIF				89.14%	90.88%	92.63%	94.37%	96.11%	97.85%	98.28%	98.71%	99.14%	99.57%	100.00%

Lampiran 7 Kurva S Maksimum Pengadaan dan Instalasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	BOBOT	HARI 1							HARI 2						
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Pembersihan awal	28.03	0.32%	0.32%													
2	Pemasangan bouwplank	40.34	1.28%		1.28%												
3	Pekerjaan pondasi	20.00	5.57%			5.57%											
4	Pekerjaan kolom A	20.00	4.36%				4.36%										
5	Pekerjaan kolom A - Tengah	3.00	0.45%				0.45%										
6	Pekerjaan kolom B	18.00	4.58%					4.58%									
7	Pekerjaan kolom C	18.00	6.04%						6.04%								
8	Pekerjaan kolom D	18.00	4.45%							4.45%							
9	Pekerjaan panel sloof	33.00	4.18%					2.09%	2.09%								
10	Pekerjaan panel balok	20.00	5.83%										5.83%				
11	Panel pintu	3.00	7.90%									7.90%					
12	Panel jendela	4.00	8.97%									8.97%					
13	Panel dinding	13.00	15.30%									15.30%					
14	Papan fiber semen, tebal 20 mm	30.17	4.75%							2.38%	2.38%						
15	Pekerjaan kuda-kuda tipe 1	1.00	0.51%											0.51%			
16	Pekerjaan kuda-kuda tipe 2	1.00	0.53%											0.53%			
17	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - tanpa penutup	4.00	2.16%											2.16%			
18	Pekerjaan kuda-kuda tipe 3 - dengan penutup	2.00	1.92%											1.92%			
19	Pekerjaan kuda-kuda tipe 4	4.00	1.14%											1.14%			
20	Pekerjaan box kuda-kuda	1.00	0.40%											0.40%			
21	Reng baja ringan, tebal 0.32 mm	131.00	1.55%												1.55%		
22	Penutup atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	61.28	15.68%													15.68%	
23	Bubung atap metal deck berpasir, tebal 0.35 mm (BMT)	16.61	2.15%														2.15%
PROSENTASE BOBOT			100.00%	0.32%	1.28%	5.57%	4.81%	6.67%	8.13%	6.82%	2.38%	32.17%	5.83%	6.65%	1.55%	15.68%	2.15%
PROSENTASE BOBOT KUMULATIF				0.32%	1.60%	7.17%	11.98%	18.65%	26.78%	33.60%	35.98%	68.14%	73.97%	80.62%	82.17%	97.85%	100.00%

Lampiran 8 Spesifikasi Teknis

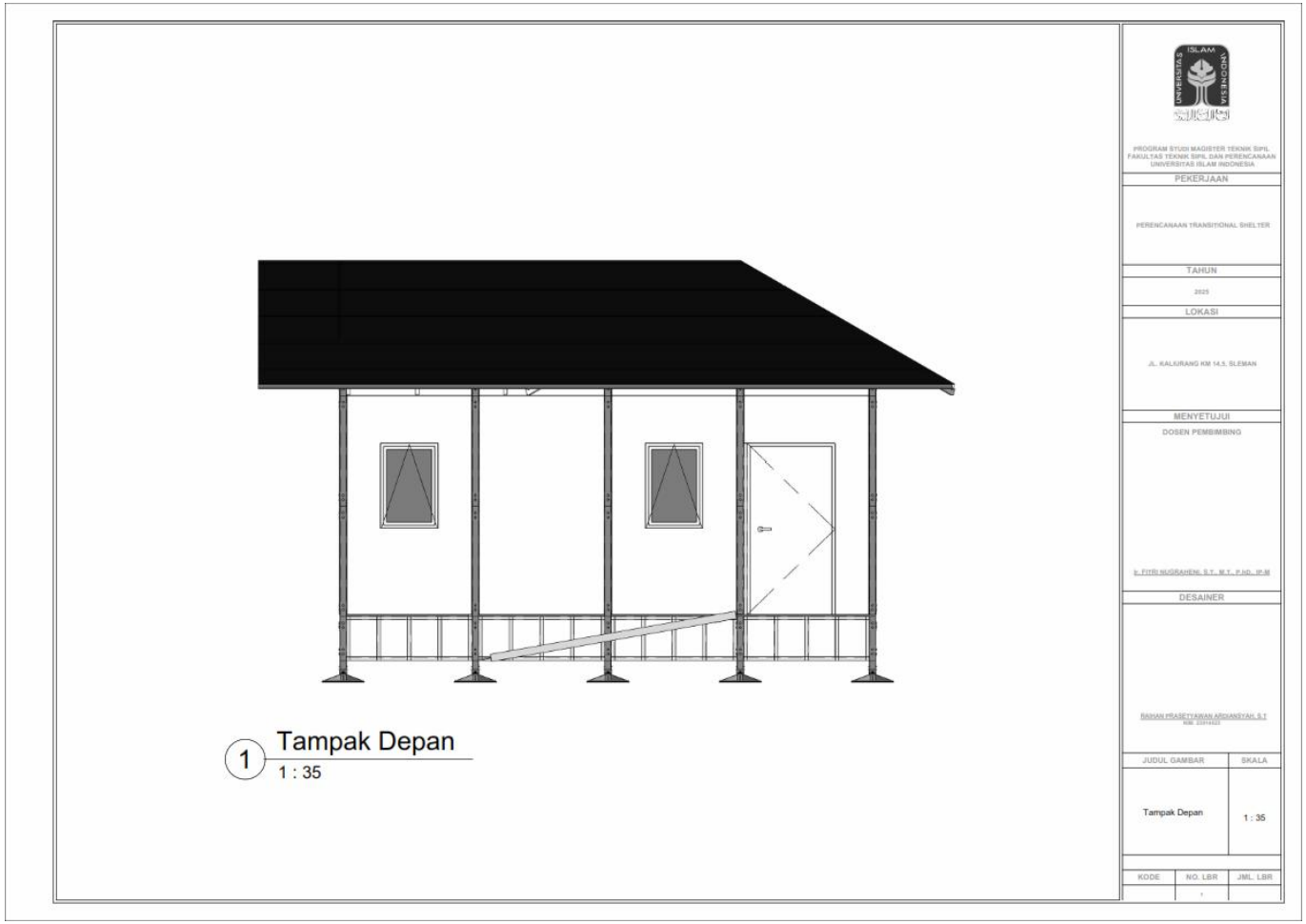
NO	URAIAN PEKERJAAN	DESKRIPSI BAHAN / SPESIFIKASI / MATERIAL		MEREK YANG DIPILIH
1	Pekerjaan Rangka Struktur	Baja canai dingin Mutu HI-Ten G550, dibuktikan dengan *Mill Test Certificate* Ketebalan bahan material *high quality product zincalume* 0,75 – 1 mili Tegangan leleh minimum (*minimum yield strength*) 550 MPa Modulus elastisitas 2,1 x 10^5 MPa Modulus geser 8 x 10^4 MPa Channel 75 x 75 x 0,75 BMT Reng 35 x 0,45 BMT Jarak 600 mm Kadar lapisan anti karat (*zincalume coating*) AZ150 Dikerjakan oleh tenisi bersertifikasi	Bluescope, TASO, EKG Steel	
		Hollow besi Mutu A36 Tegangan leleh minimum (*minimum yield strength*) 250 MPa Modulus elastisitas 2,1 x 10^5 MPa	Gunung Raja Paksi, Krakatau Steel, Lautan Steel	
		Plat baja Mutu A36 Tegangan leleh minimum (*minimum yield strength*) 250 MPa Modulus elastisitas 2,1 x 10^5 MPa	Gunung Raja Paksi, Krakatau Steel, Lautan Steel	
		Baut A325	Lokal	
		Kawat las Mutu E70xx	Kobe Steel, Nikko Steel	

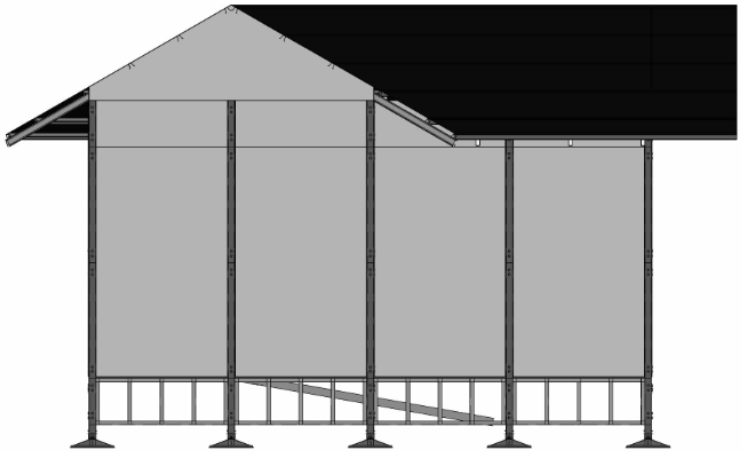
NO	URAIAN PEKERJAAN	DESKRIPSI BAHAN / SPESIFIKASI / MATERIAL		MEREK YANG DIPILIH
2	Pekerjaan Atap	Atap *metal deck* berpasir 0,35 mm BMT (0,4 mm TCT) Nok metal 0,35 mm BMT (0,4 mm TCT) Kadar lapisan anti karat (*zincalume coating*) AZ150	Rainbow, Bluescope Lysaght	
3	Pekerjaan Kusen Aluminium	*Aluminium Alloy* 6063, harus asli (tidak terbuat dari bahan serap/sisa) Spesifikasi kusen aluminium pintu Dimensi 35 x 70 mm Tebal 1 mm Warna putih Dimensi frame aluminium Frame vertikal 44,45 x 69,50 mm Frame horizontal Bagian atas 41,20 x 63,30 mm Bagian bawah 41,20 x 114,10 mm Tebal 0.9 mm Warna putih Sistem pewarnaan *powder coating* 60 mikron Koneksi kusen dengan sekrup fixer Sekrup dan aksesoris pendukung lainnya sesuai dengan rekomendasi pabrikan Karet tatapan pintu dan jendela warna putih	AIMEX, YKK, Alutama	
		Sealant *Non stain* *Weather resistance* *Ultraviolet and ozone resistance* *Polyurethane*	Dowseal, Wacker, Ika seal	

NO	URAIAN PEKERJAAN	DESKRIPSI BAHAN / SPESIFIKASI / MATERIAL		MEREK YANG DIPILIH
4	Pekerjaan Pintu dan Aksesoris	Daun pintu aluminium, tebal 0,8 mm ukuran 997,5 x 1940 mm	AIMEX, YKK, Alutama	
		Aksesoris pintu dan jendela Engsel pintu *Lever handle* *Friction stay top hung* 8 inch *Casement handle*	Dekkson, Fino, Kend	
5	Pekerjaan Akrilik	Akrilik, tebal 3 mm	Lokal	
6	Pekerjaan Penutup Lantai	Papan fiber semen, tebal 20 mm Dimensi 1200 x 2400 mm Kepadatan > 1250 kg/m^3 Kekuatan lentur > 10 MPa Bending elastic modulus > 8500 MPa Penyerapan air 33 ± 2 % Kadar air 10 – 15 % Gerakan kelembaban (Hygric) – Kelembaban relatif dari 30% - 90% ≤ 0,04 % Konduktivitas termal 0,25 W/mK	GRC Board, Kalsiboard, Royal Board	
7	Pekerjaan Penutup Dinding	Aluminium composite panel (ACP) Spesifikasi Tebal 4 mm *PVDF 0,3 Alloy 3003* *Tensile strength* 130 N/mm2 Garansi 15 tahun	Seven, Alucosun, Goodsense	

NO	URAIAN PEKERJAAN	DESKRIPSI BAHAN / SPESIFIKASI / MATERIAL		MEREK YANG DIPILIH
8	Pekerjaan Pondasi	Pondasi pre-fabrikasi Dimensi Panjang (*length*) 455 mm Lebar (*width*) 455 mm Tinggi (*height*) 75 mm *Hardness* 55,1 *Ultimate compressive strength* 36,63 N/mm^2 *Ultimate flexural strength* 18,21 N/mm^2 *Modulus of elasticity* 972,21 N/mm^2 4 mm *bonded rubber mat*	Roof-Pro	
9	Pekerjaan Pengecatan	Cat besi *Zinc phosphate* Cat enamel/minyak berbahan dasar alkyd, anti-korosi, *low-odour*, anti jamur, 100% bebas timbal dan merkuri Semua pekerjaan harus dilakukan oleh aplikator yang berpengalaman Sebelum melaksanakan pekerjaan harus dibuat terlebih dahulu *mock up* dengan media minimal ukuran 1 x 1 m	Nippon Paint, Jotun, Mowilex	

Lampiran 9 Detailed Engineering Drawing





1 Tampak Belakang
1 : 35

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEKERJAAN

PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER

TAHUN

2025

LOKASI

JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN

MENYETUJUI

DOSEN PEMBIMBING

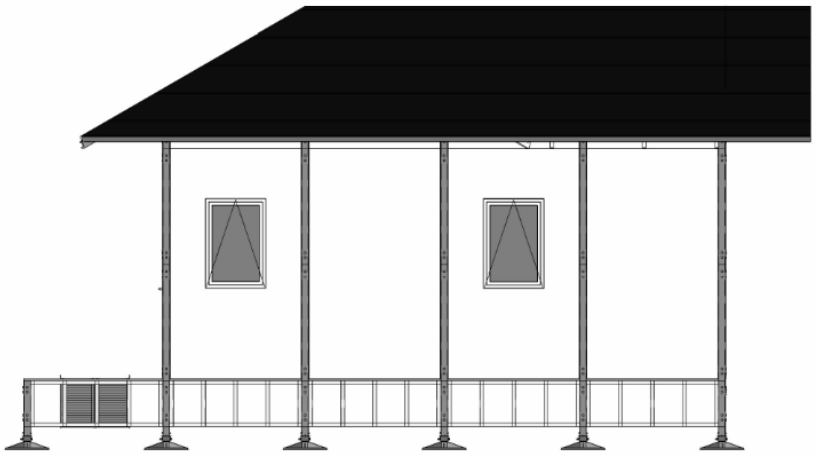
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M

DESAINER

RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23514022

JUDUL GAMBAR	SKALA
Tampak Belakang	1 : 35

KODE	NO. LBR	JML. LBR
	2	



1 Tampak Samping Kanan
1 : 35

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEKERJAAN

PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER

TAHUN

2025

LOKASI

JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN

MENYETUJUI

DOSEN PEMBIMBING

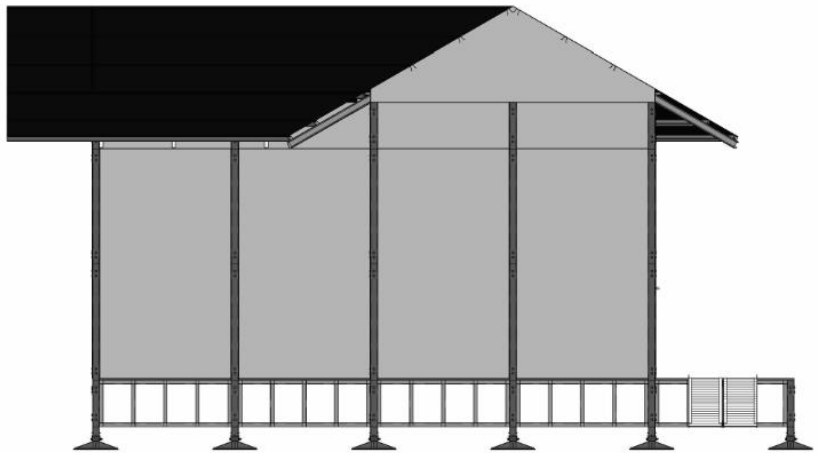
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M

DESAINER

RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914022

JUDUL GAMBAR	SKALA
Tampak Samping Kanan	1 : 35

KODE	NO. LBR	JML. LBR
	3	



1 Tampak Samping Kiri
1 : 35

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEKERJAAN

PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER

TAHUN

2025

LOKASI

JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN

MENYETUJUI

DOSEN PEMBIMBING

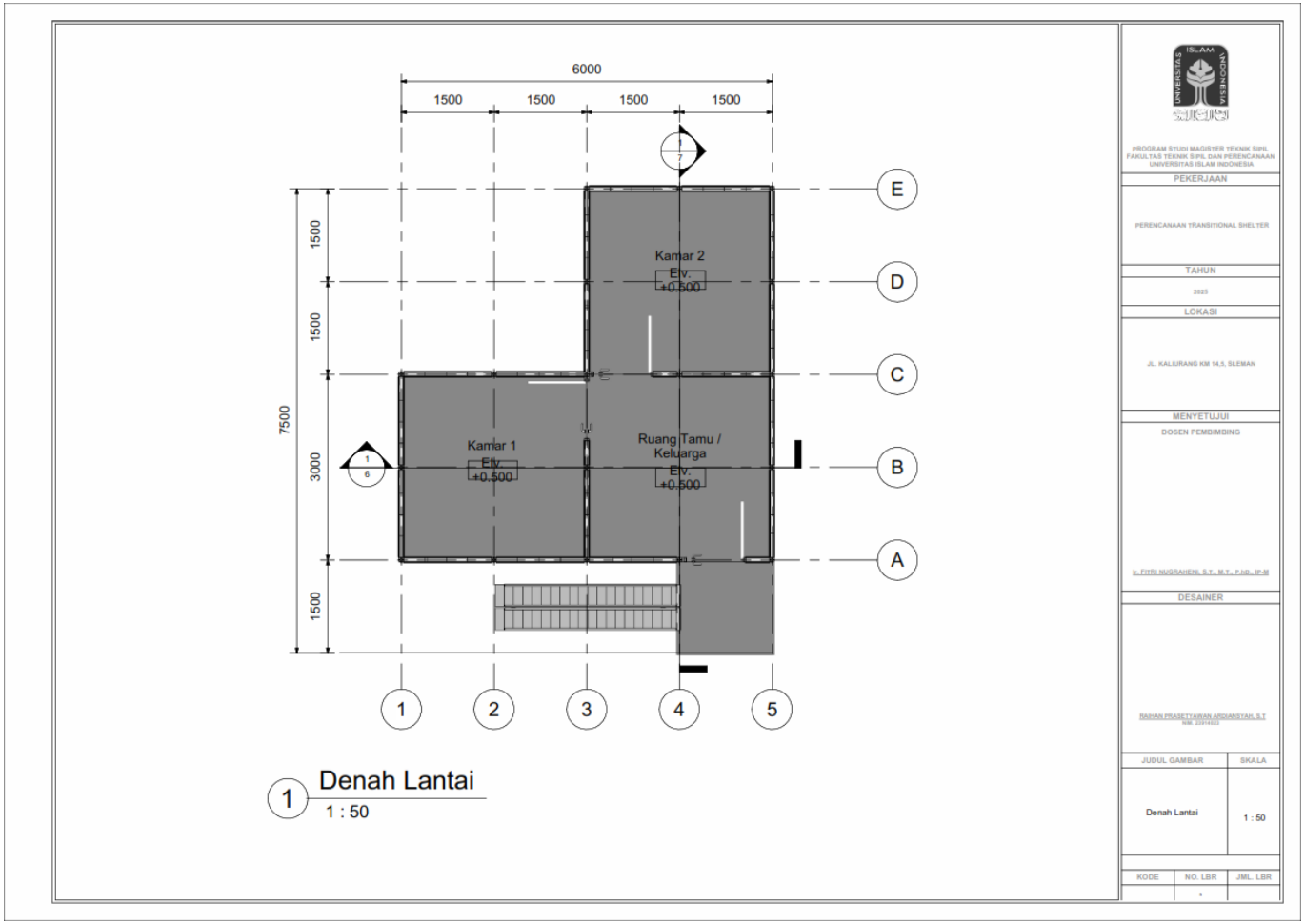
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M

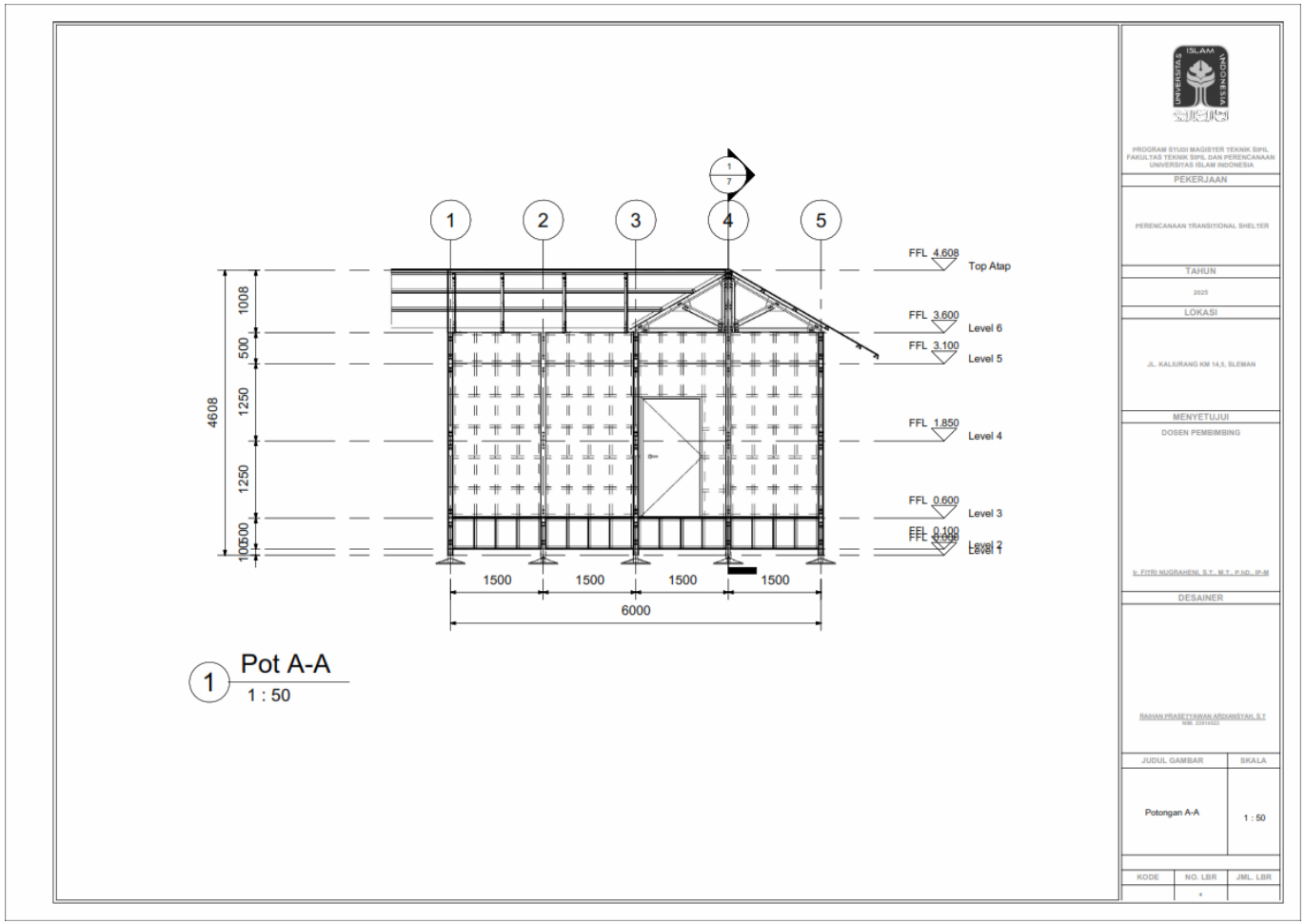
DESAINER

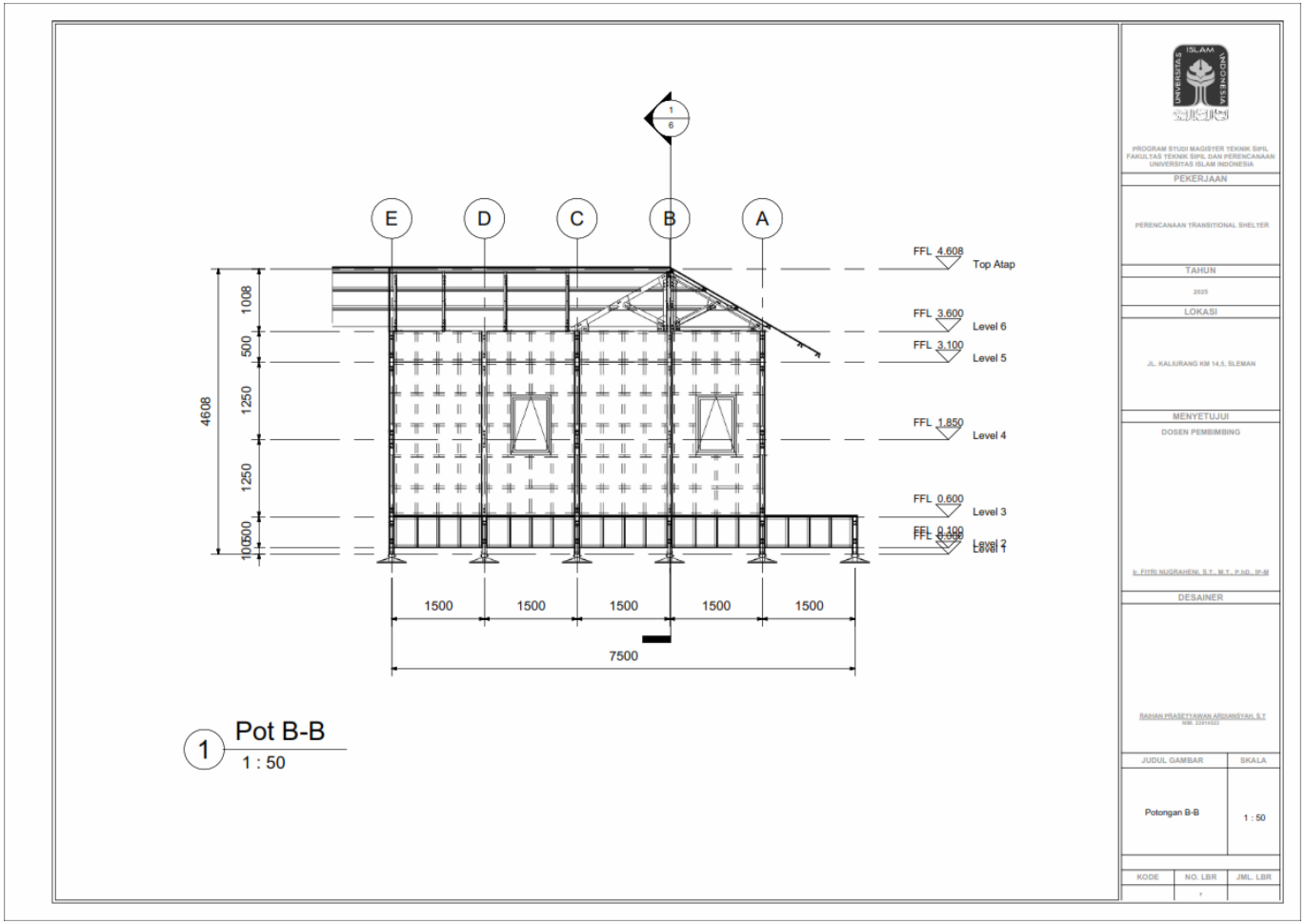
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914021

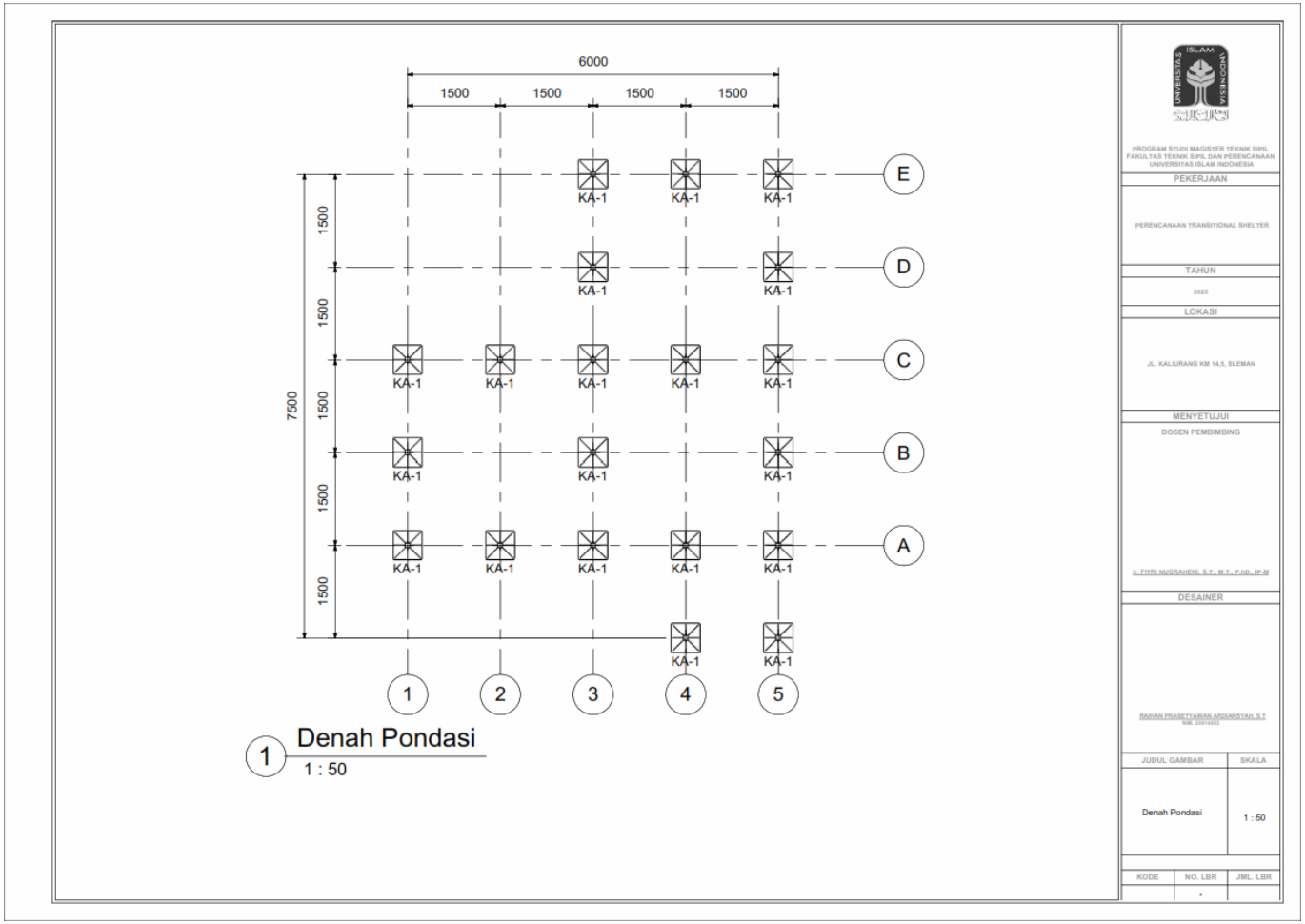
JUDUL GAMBAR	SKALA
Tampak Samping Kiri	1 : 35

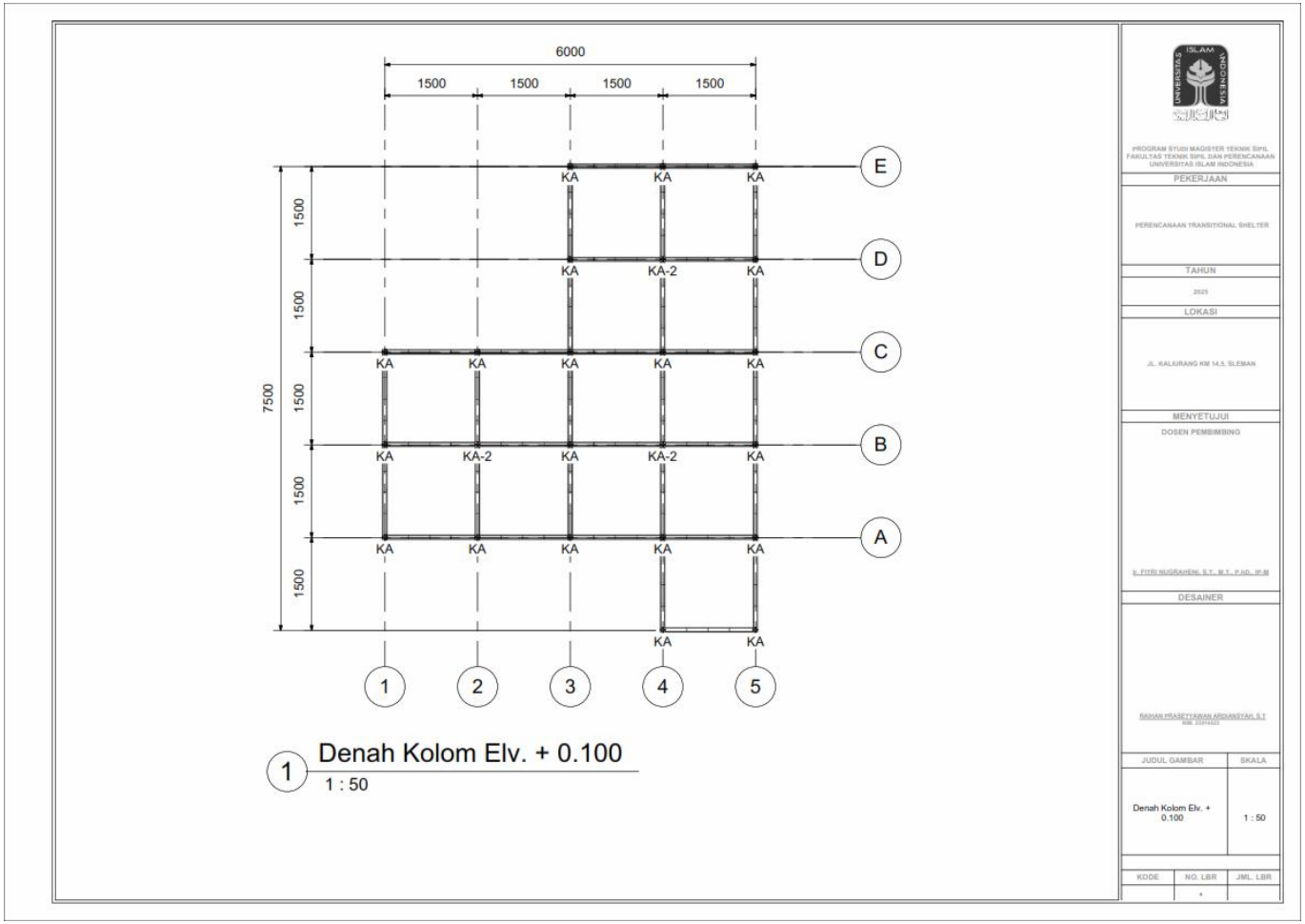
KODE	NO. LBR	JML. LBR
	4	

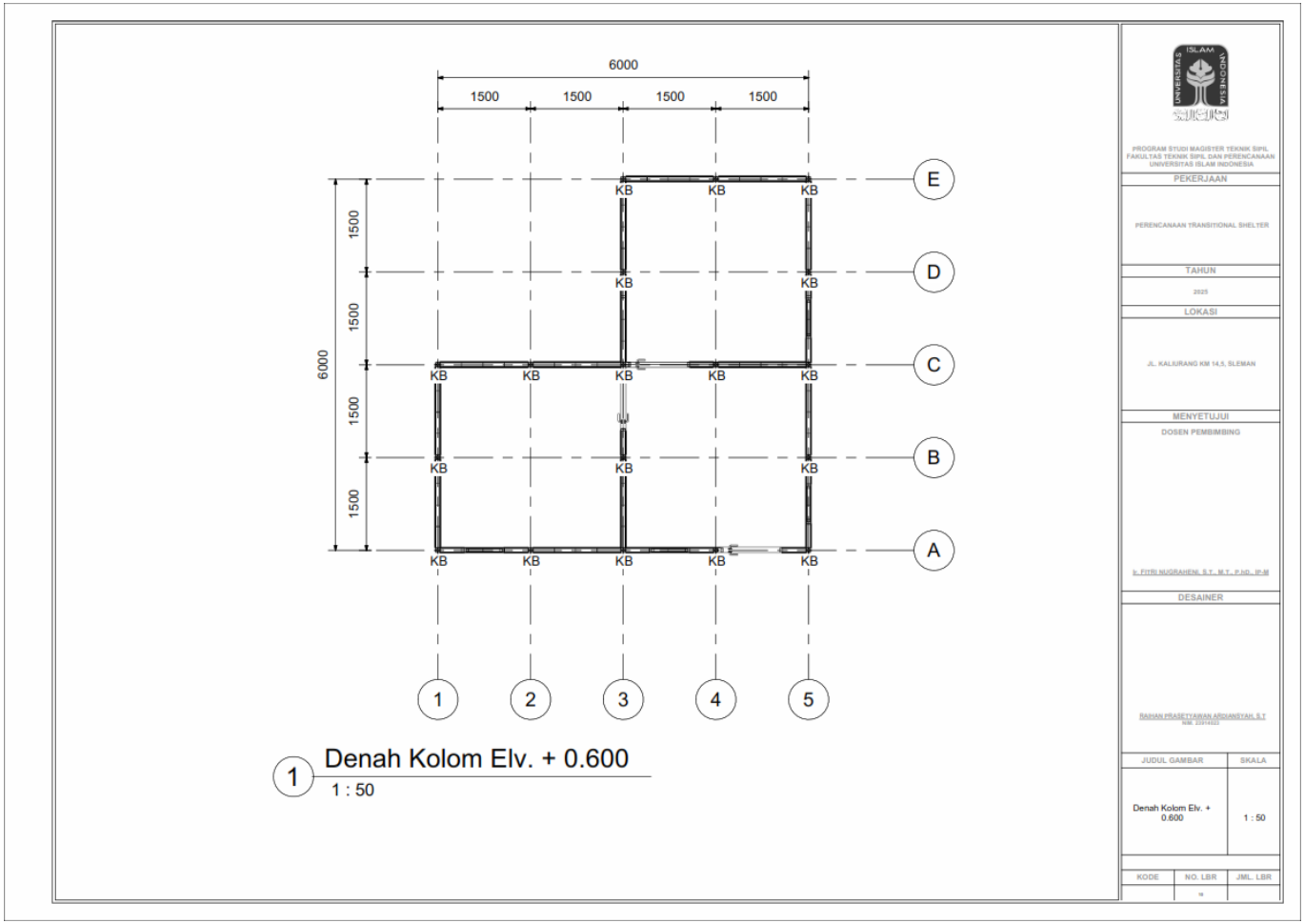

6000
1500
1500
1500
1500
7500
1500
1500
3000
1500
Kamar 2
Elv.
+0.500
Kamar 1
Elv.
+0.500
Ruang Tamu /
Keluarga
Elv.
+0.500
A
B
C
D
E
1
2
3
4
5
1 Denah Lantai
1 : 50
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914022
JUDUL GAMBAR
SKALA
Denah Lantai
1 : 50
KODE
NO. LBR
JML. LBR

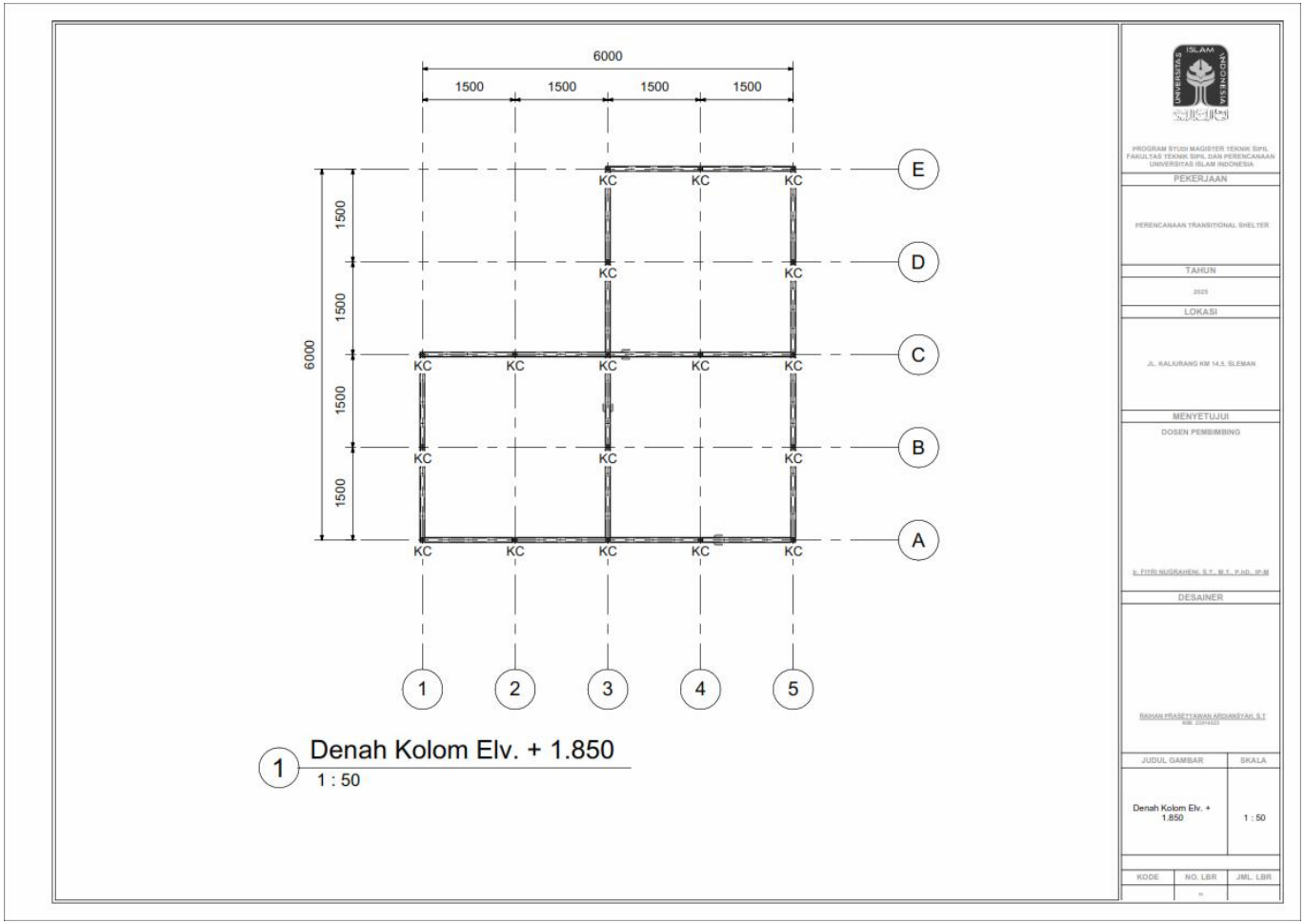

1
2
3
4
5
FFL 4.608
Top Atap
FFL 3.600
Level 6
FFL 3.100
Level 5
FFL 1.850
Level 4
FFL 0.600
Level 3
FFL 0.100
Level 2
Level 1
4608
1008
500
1250
1250
100600
1500
1500
1500
1500
6000
1
Pot A-A
1 : 50
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23514022
JUDUL GAMBAR
SKALA
Potongan A-A
1 : 50
KODE
NO. LBR
JML. LBR

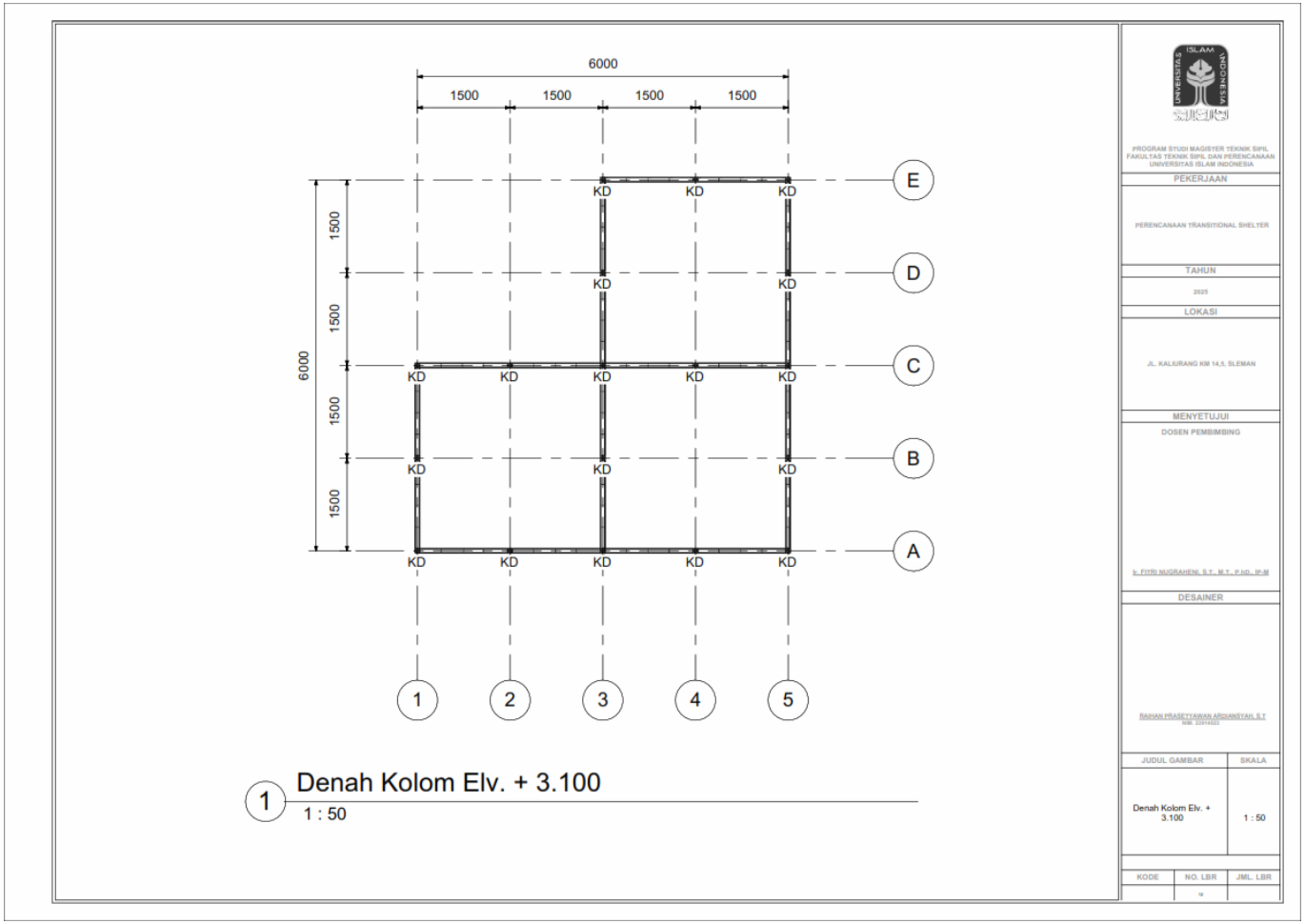

1
6
E
D
C
B
A
FFL 4.608
Top Atap
FFL 3.600
Level 6
FFL 3.100
Level 5
FFL 1.850
Level 4
FFL 0.600
Level 3
Level 2
Level 1
4608
1008
500
1250
1250
500
1500
1500
1500
1500
1500
7500
1
Pot B-B
1 : 50
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23514022
JUDUL GAMBAR
SKALA
Potongan B-B
1 : 50
KODE
NO. LBR
JML. LBR
7

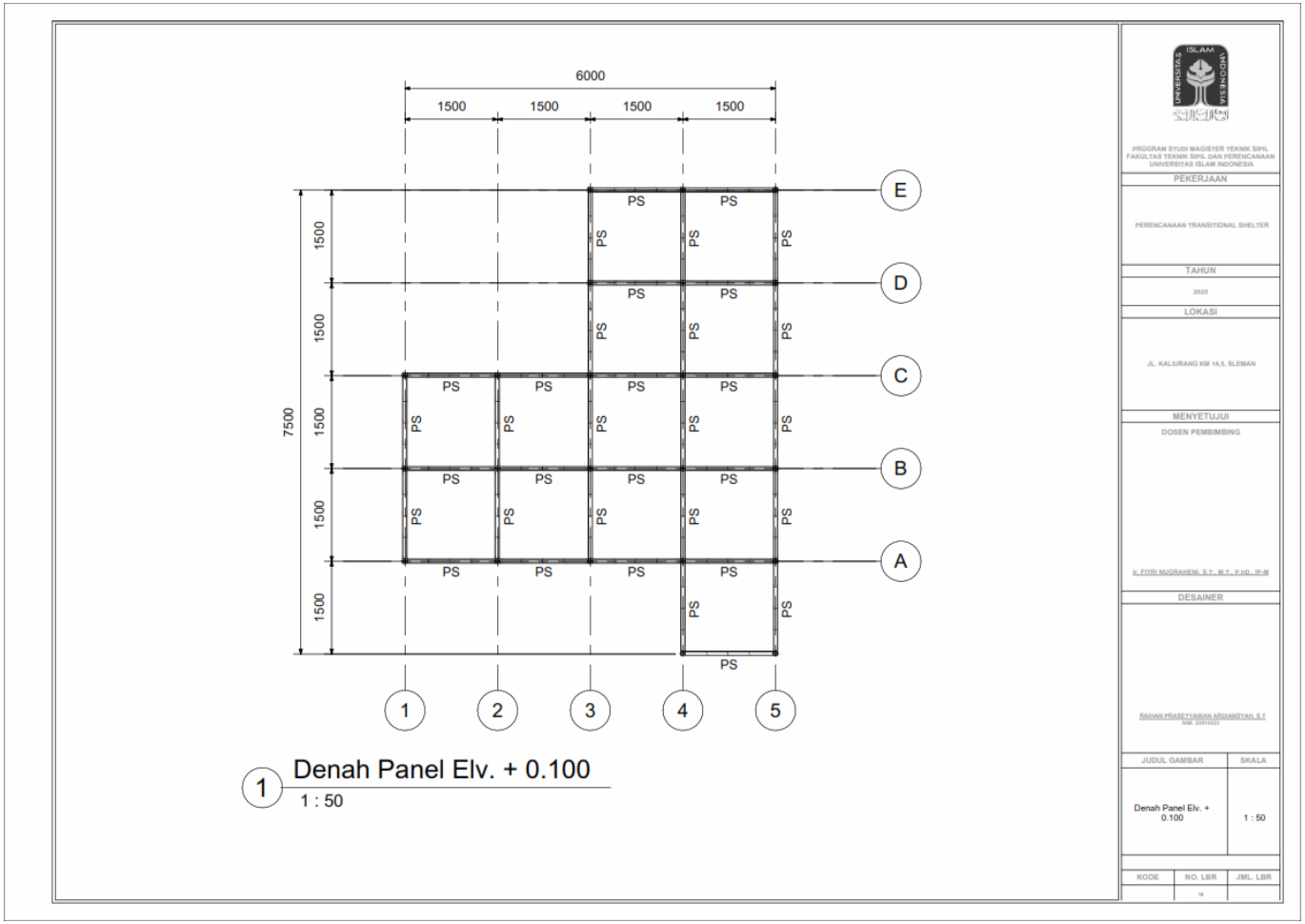

6000
1500
1500
1500
1500
7500
1500
1500
1500
1500
KA-1
E
D
C
B
A
1
2
3
4
5
1 Denah Pondasi
1 : 50
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
JUDUL GAMBAR
SKALA
Denah Pondasi
1 : 50
KODE
NO. LBR
JML. LBR

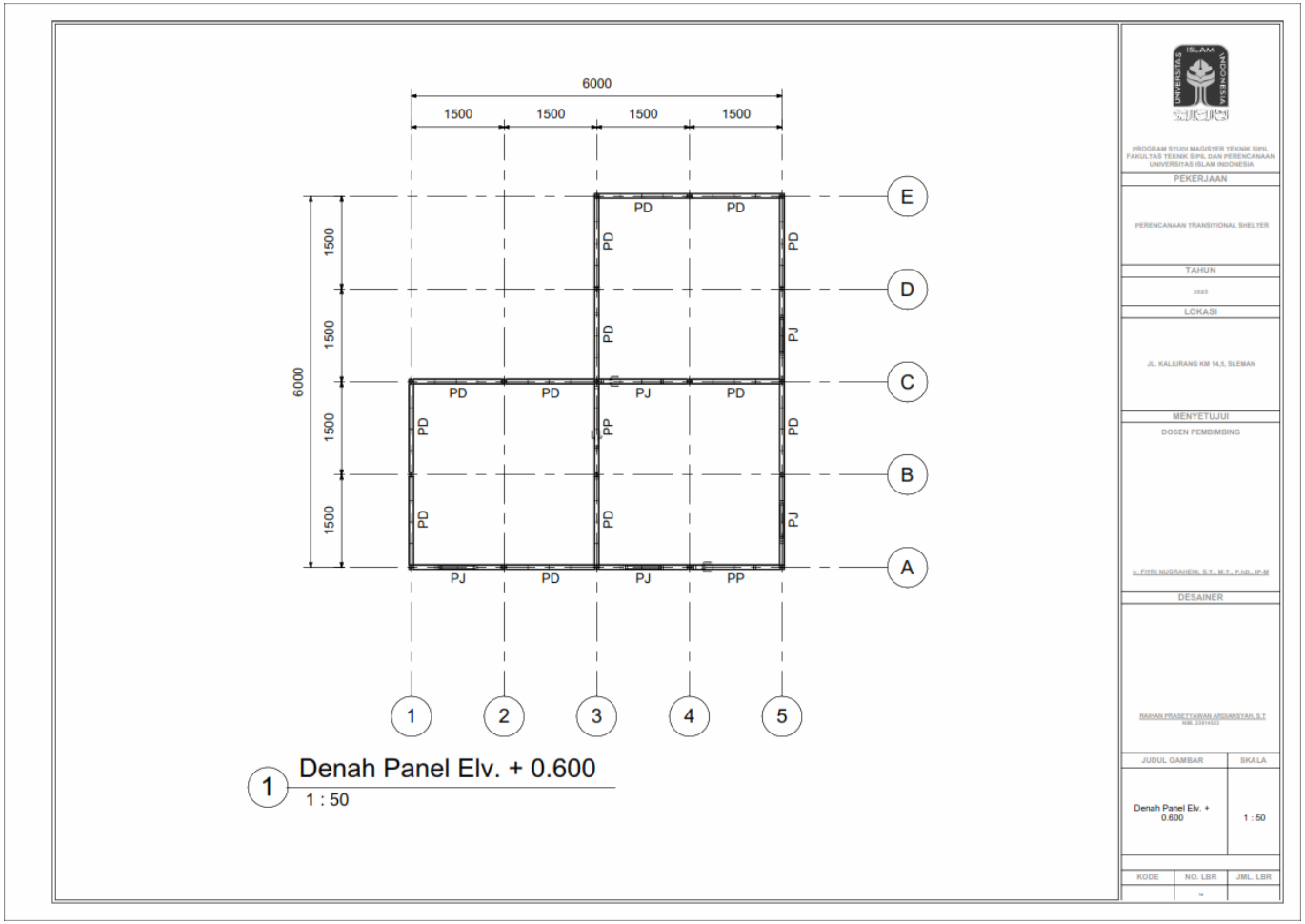

6000
1500
1500
1500
1500
7500
1500
1500
1500
1500
E
D
C
B
A
1
2
3
4
5
KA
KA-2
1 Denah Kolom Elv. + 0.100
1 : 50
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
JUDUL GAMBAR
SKALA
Denah Kolom Elv. + 0.100
1 : 50
KODE
NO. LBR
JML. LBR

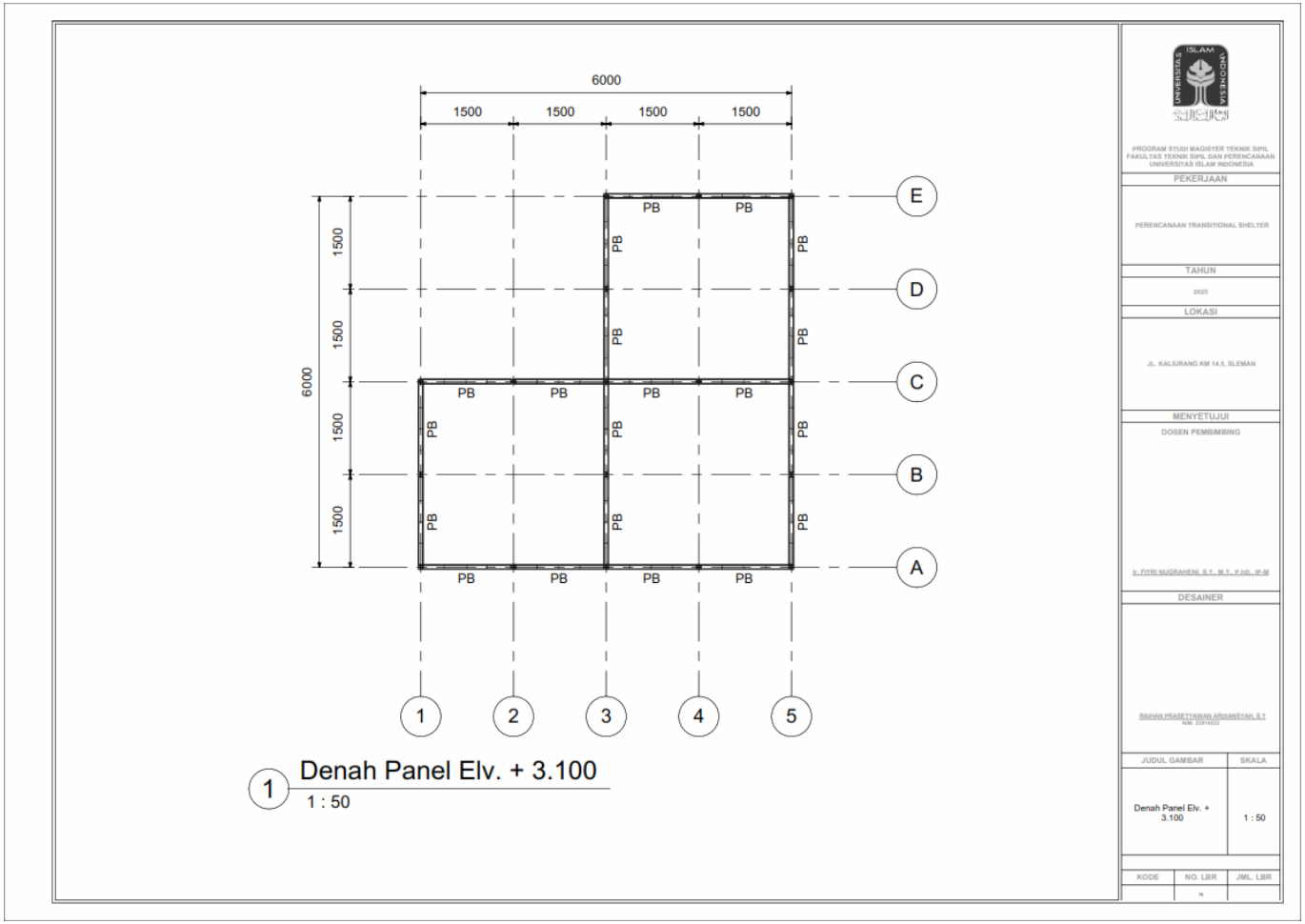

6000
1500
1500
1500
1500
6000
1500
1500
1500
1500
KB
E
D
C
B
A
1
2
3
4
5
1 Denah Kolom Elv. + 0.600
1 : 50
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
JUDUL GAMBAR
SKALA
Denah Kolom Elv. + 0.600
1 : 50
KODE
NO. LBR
JML. LBR

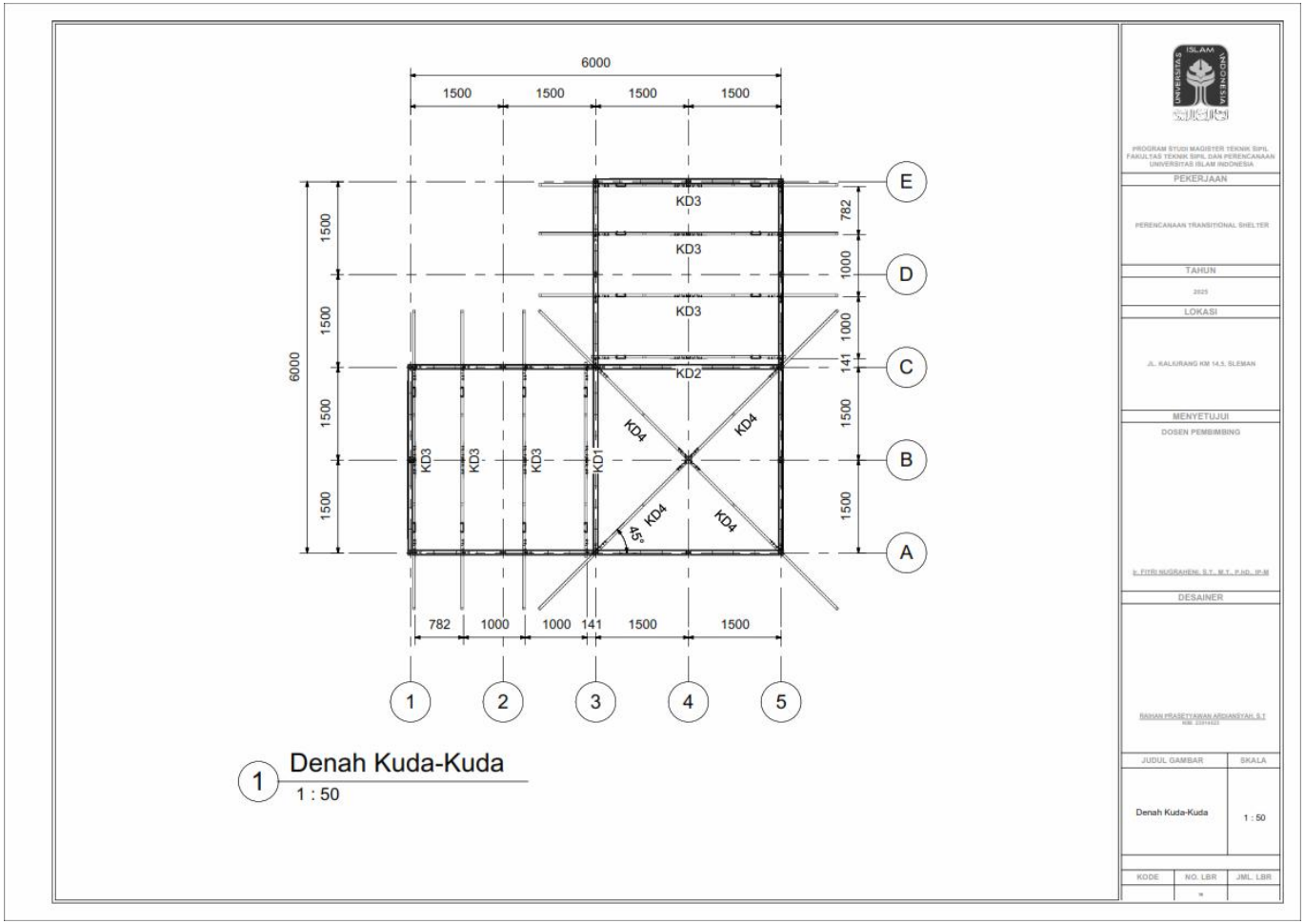

6000
1500
1500
1500
1500
6000
1500
1500
1500
1500
KC
E
D
C
B
A
1
2
3
4
5
1 Denah Kolom Elv. + 1.850
1 : 50
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
JUDUL GAMBAR
SKALA
Denah Kolom Elv. + 1.850
1 : 50
KODE
NO. LBR
JML. LBR


6000
1500
1500
1500
1500
6000
1500
1500
1500
1500
KD
E
D
C
B
A
1
2
3
4
5
1 Denah Kolom Elv. + 3.100
1 : 50
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914022
JUDUL GAMBAR
SKALA
Denah Kolom Elv. + 3.100
1 : 50
KODE
NO. LBR
JML. LBR

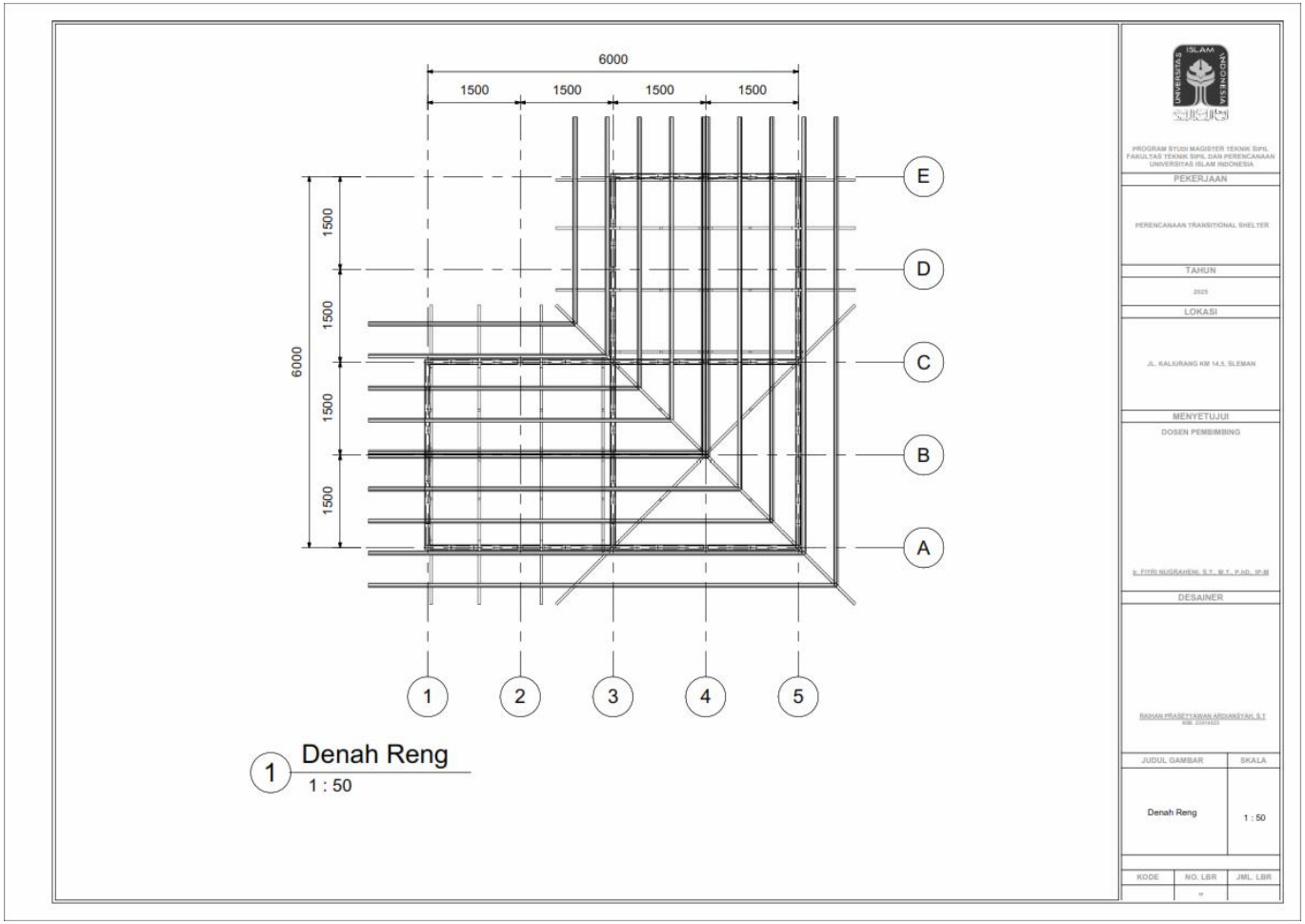

6000
1500
1500
1500
1500
7500
1500
1500
1500
1500
PS
E
D
C
B
A
1
2
3
4
5
1
Denah Panel Elv. + 0.100
1 : 50
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914022
JUDUL GAMBAR
SKALA
Denah Panel Elv. + 0.100
1 : 50
KODE
NO. LBR
JML. LBR

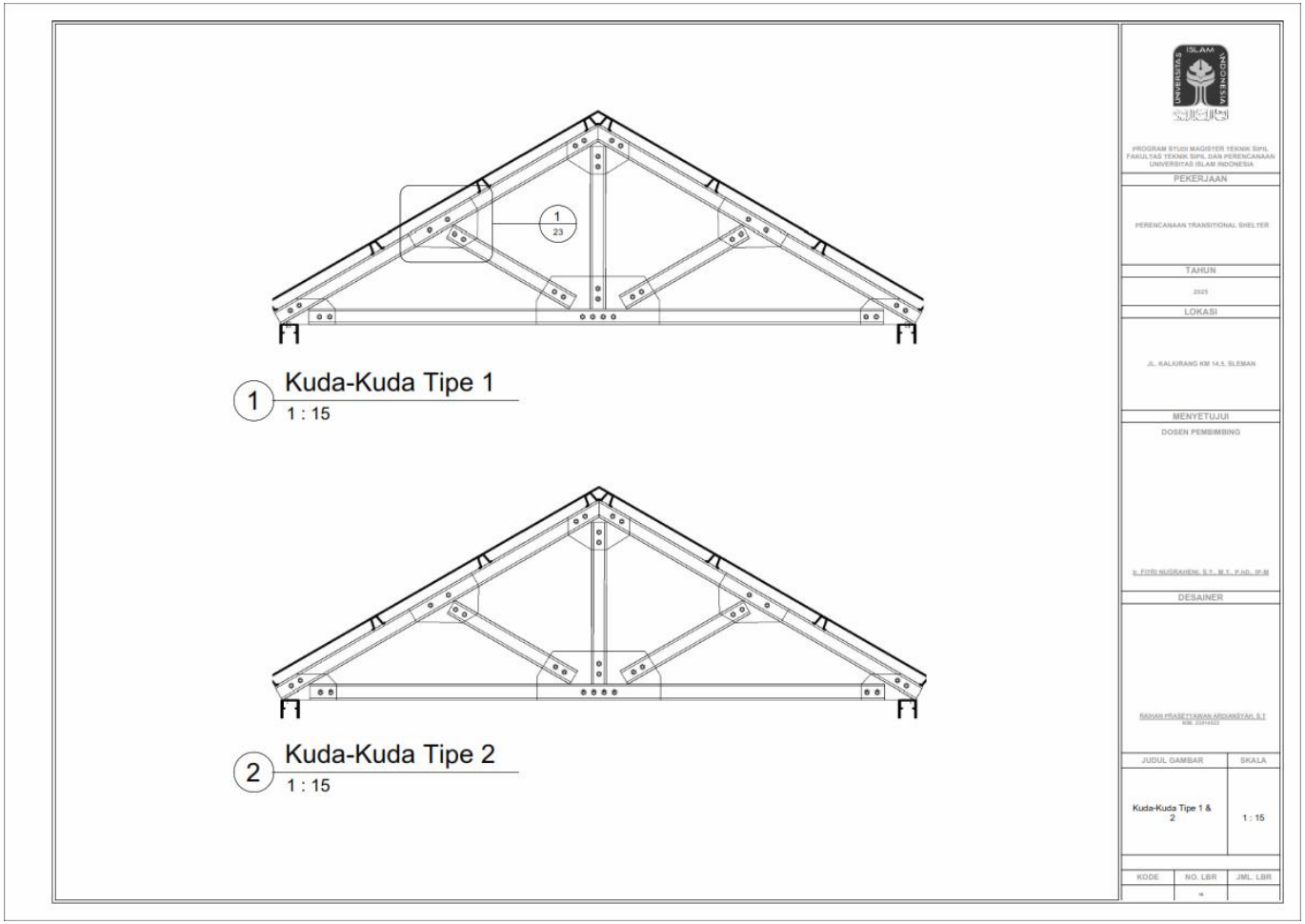

6000
1500
1500
1500
1500
6000
1500
1500
1500
1500
E
D
C
B
A
1
2
3
4
5
PD
PJ
PP
1 Denah Panel Elv. + 0.600
1 : 50
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23514022
JUDUL GAMBAR
SKALA
Denah Panel Elv. + 0.600
1 : 50
KODE
NO. LBR
JML. LBR

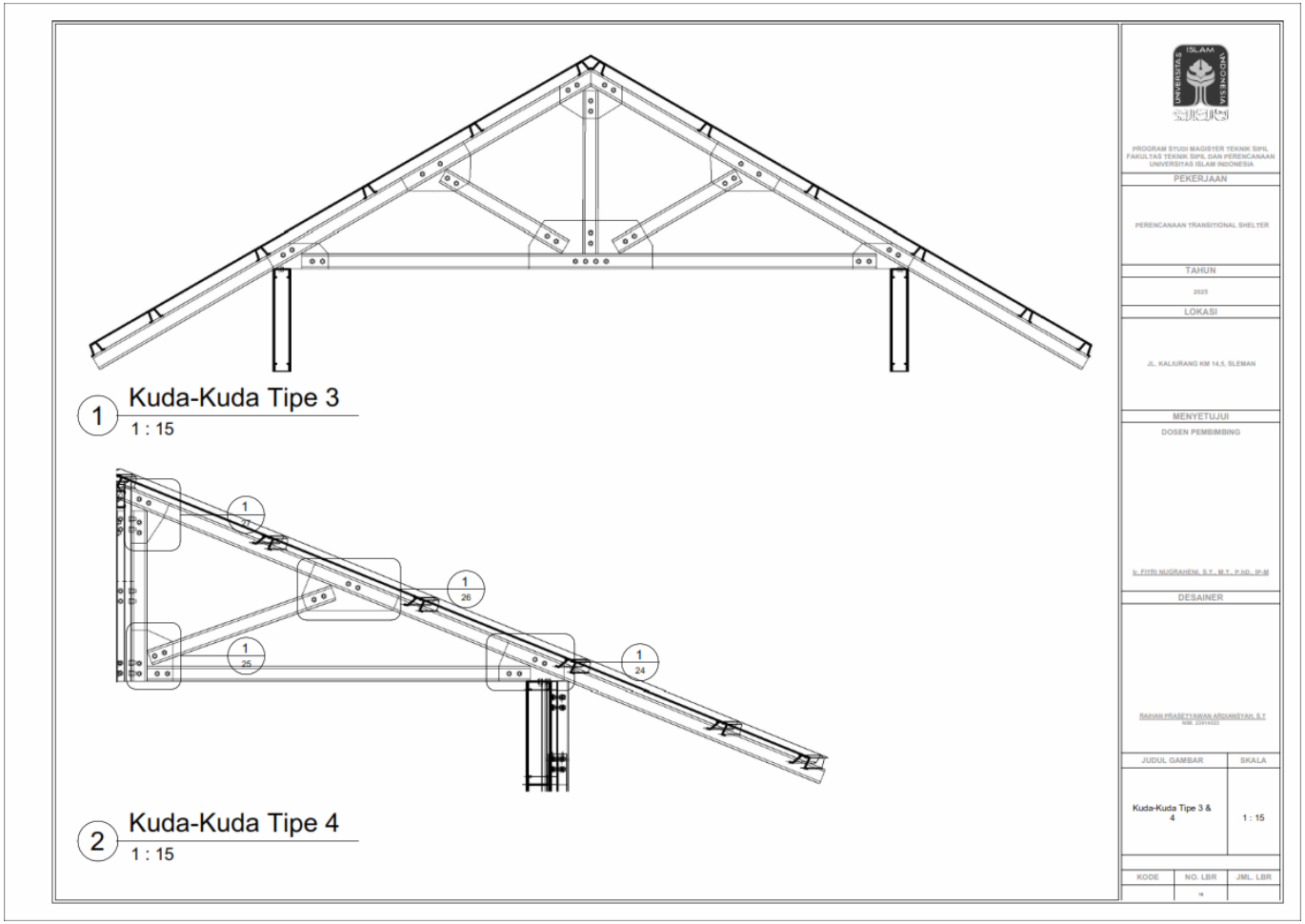

6000
1500
1500
1500
1500
6000
1500
1500
1500
1500
PB
E
D
C
B
A
1
2
3
4
5
1 Denah Panel Elv. + 3.100
1 : 50
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914022
JUDUL GAMBAR
SKALA
Denah Panel Elv. + 3.100
1 : 50
KODE
NO. LBR
JML. LBR

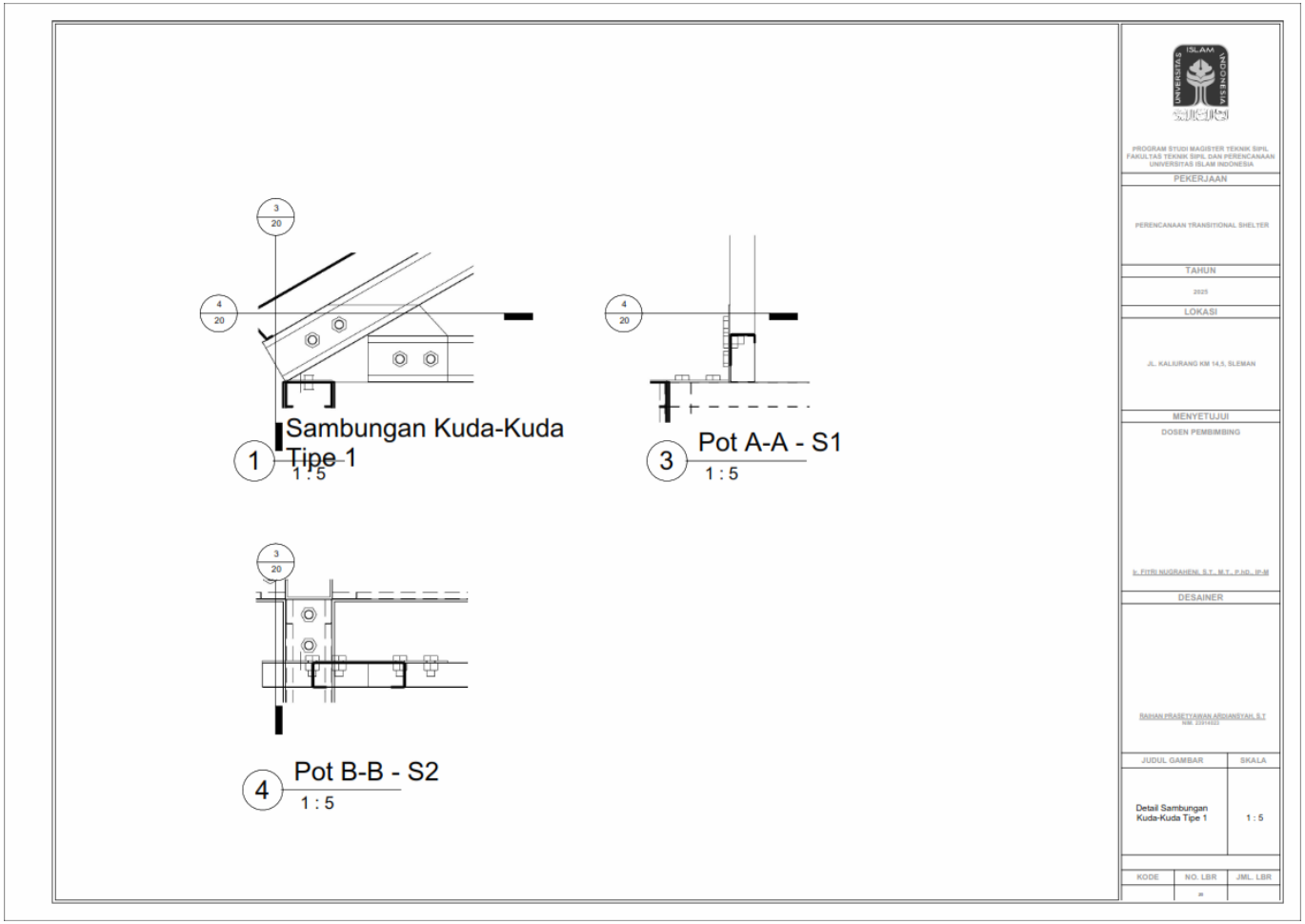


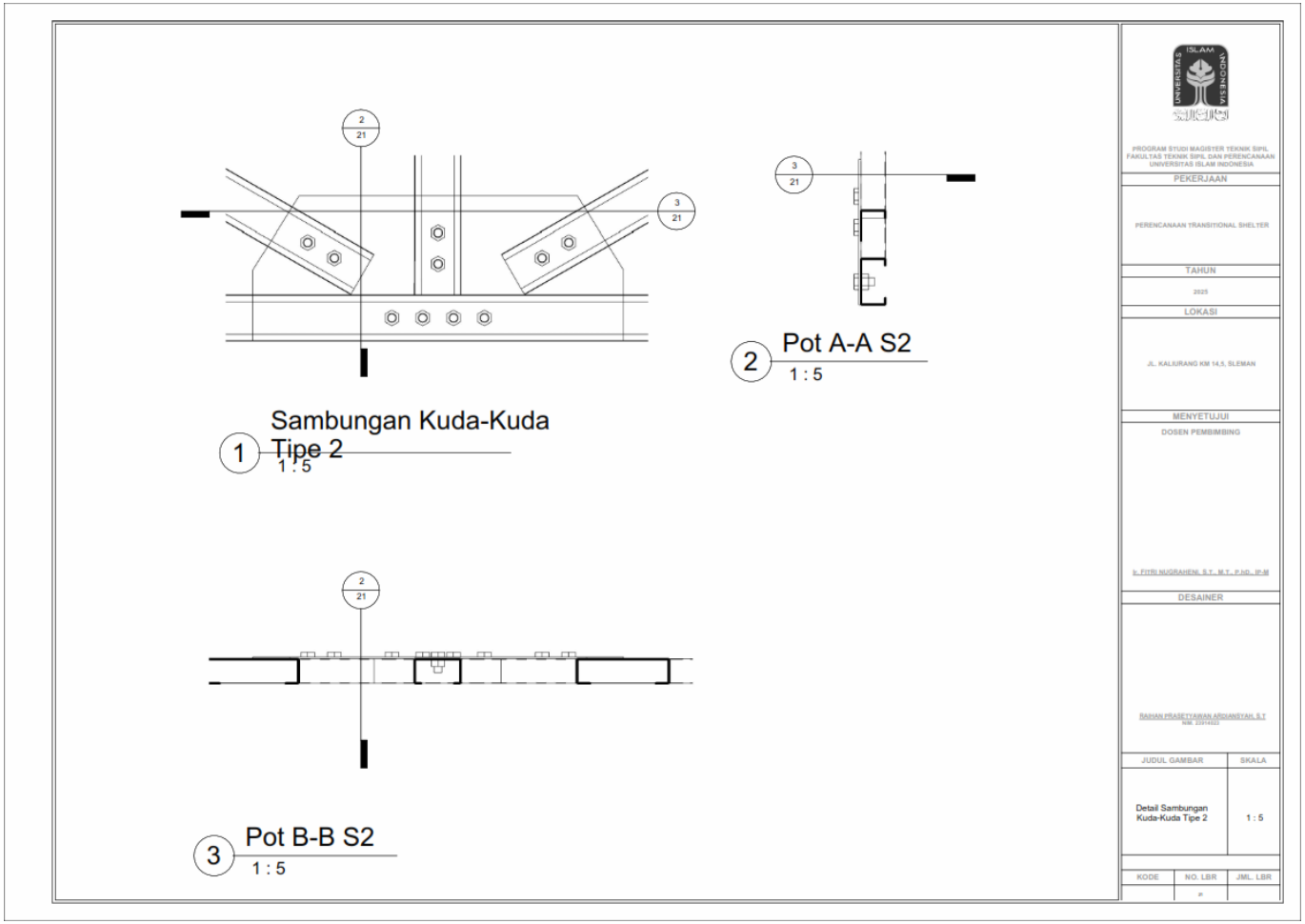
1 Denah Kuda-Kuda
1 : 50

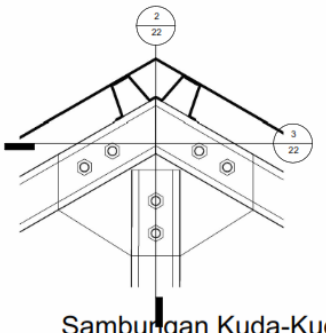

6000
1500
1500
1500
1500
6000
1500
1500
1500
1500
E
D
C
B
A
1
2
3
4
5
1
Denah Reng
1 : 50
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
JUDUL GAMBAR
SKALA
Denah Reng
1 : 50
KODE
NO. LBR
JML. LBR


1
23
1 Kuda-Kuda Tipe 1
1 : 15
2 Kuda-Kuda Tipe 2
1 : 15
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
JUDUL GAMBAR
SKALA
Kuda-Kuda Tipe 1 & 2
1 : 15
KODE
NO. LBR
JML. LBR

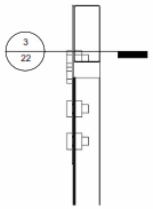

1
Kuda-Kuda Tipe 3
1 : 15
2
Kuda-Kuda Tipe 4
1 : 15
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
JUDUL GAMBAR
SKALA
Kuda-Kuda Tipe 3 & 4
1 : 15
KODE
NO. LBR
JML. LBR


3
20
4
20
1
Sambungan Kuda-Kuda Tipe 1
1 : 5
4
20
3
Pot A-A - S1
1 : 5
3
20
4
Pot B-B - S2
1 : 5
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914022
JUDUL GAMBAR
SKALA
Detail Sambungan Kuda-Kuda Tipe 1
1 : 5
KODE
NO. LBR
JML. LBR

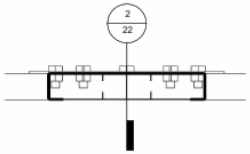

2
21
3
21
Sambungan Kuda-Kuda
Tipe 2
1 : 5
1
3
21
Pot A-A S2
1 : 5
2
2
21
Pot B-B S2
1 : 5
3
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914022
JUDUL GAMBAR
SKALA
Detail Sambungan
Kuda-Kuda Tipe 2
1 : 5
KODE
NO. LBR
JML. LBR



1 Sambungan Kuda-Kuda Tipe 3
1 : 5



2 Pot A-A S-3
1 : 5



3 Pot B-B S-3
1 : 5

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER

TAHUN
2025

LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN

MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING

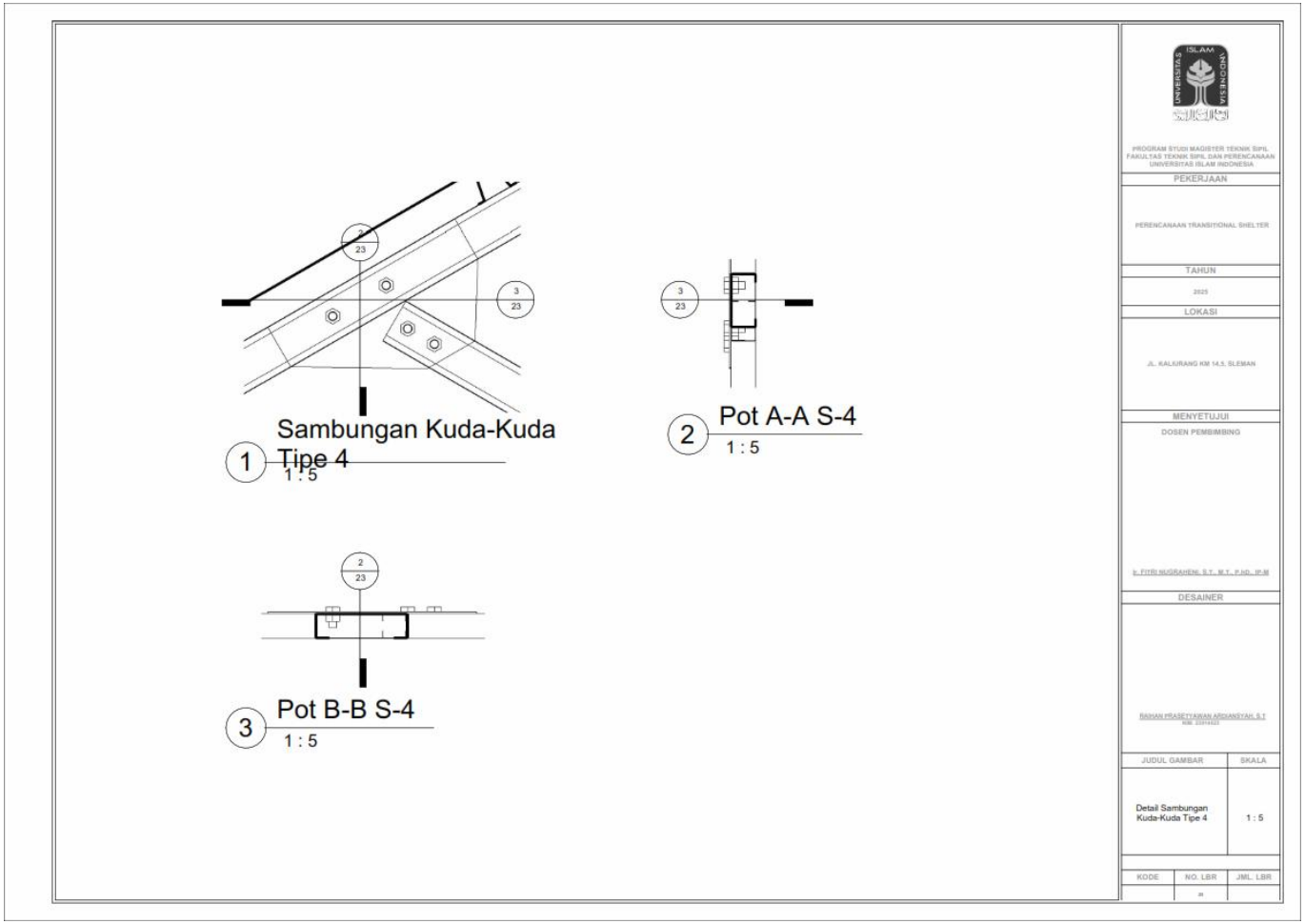
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M

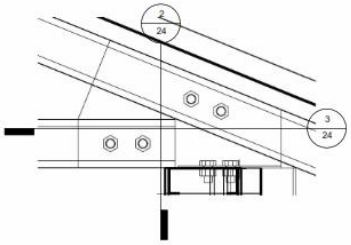
DESAINER

RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914022

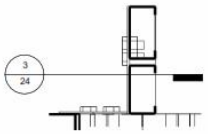
JUDUL GAMBAR	SKALA
Detail Sambungan Kuda-Kuda Tipe 3	1 : 5

KODE	NO. LBR	JML. LBR
	-	

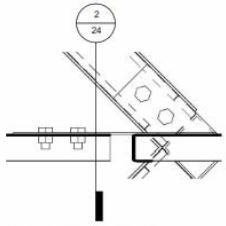

Sambungan Kuda-Kuda Tipe 4
1 : 5
Pot A-A S-4
1 : 5
Pot B-B S-4
1 : 5
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
JUDUL GAMBAR
SKALA
Detail Sambungan Kuda-Kuda Tipe 4
1 : 5
KODE
NO. LBR
JML. LBR



1 Sambungan Kuda-Kuda Tipe 5
1 : 5



2 Pot A-A S-5
1 : 5



3 Pot B-B S-5
1 : 5

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEKERJAAN

PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER

TAHUN

2025

LOKASI

JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN

MENYETUJUI

DOSEN PEMBIMBING

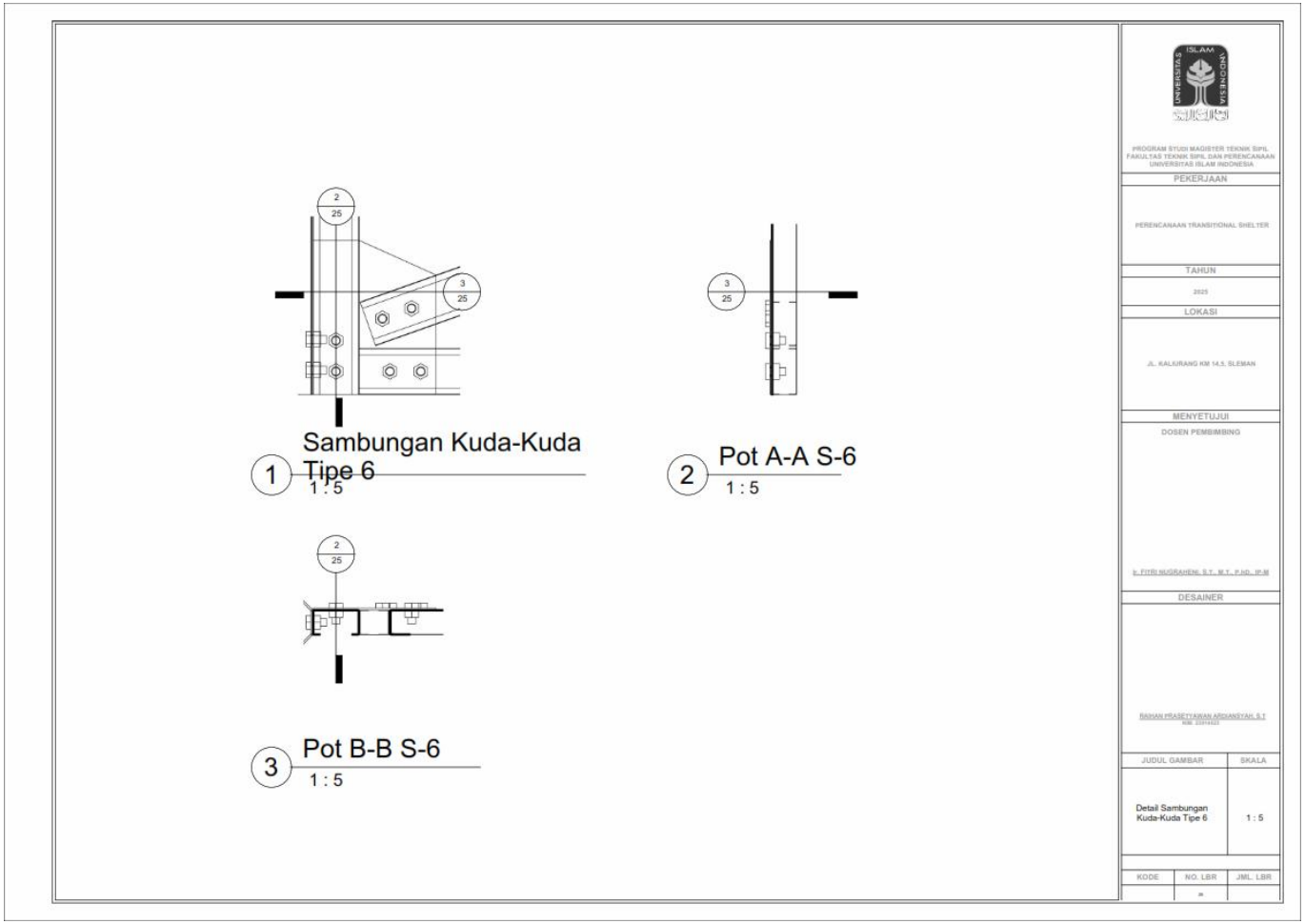
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M

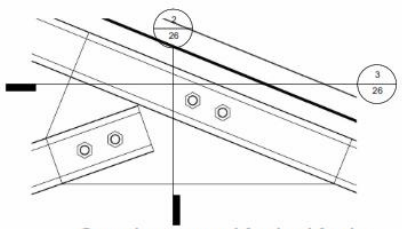
DESAINER

RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914021

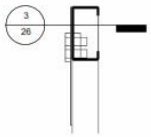
JUDUL GAMBAR	SKALA
Detail Sambungan Kuda-Kuda Tipe 5	1 : 5

KODE	NO. LBR	JML. LBR
	=	

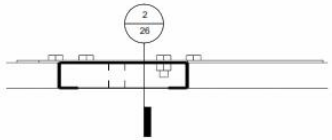

2
25
3
25
Sambungan Kuda-Kuda Tipe 6
1 : 5
3
25
Pot A-A S-6
1 : 5
2
25
Pot B-B S-6
1 : 5
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
JUDUL GAMBAR
SKALA
Detail Sambungan Kuda-Kuda Tipe 6
1 : 5
KODE
NO. LBR
JML. LBR



1 Sambungan Kuda-Kuda Tipe 7
1 : 5



2 Pot A-A S-7
1 : 5



3 Pot B-B S-7
1 : 5

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEKERJAAN

PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER

TAHUN

2025

LOKASI

JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN

MENYETUJUI

DOSEN PEMBIMBING

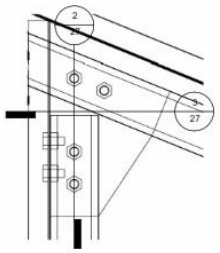
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M

DESAINER

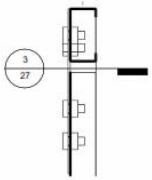
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914021

JUDUL GAMBAR	SKALA
Detail Sambungan Kuda-Kuda Tipe 7	1 : 5

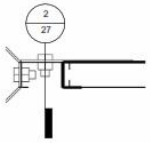
KODE	NO. LBR	JML. LBR
	=	



1 Sambungan Kuda-Kuda Tipe 8
1 : 5



2 Pot A-A S-8
1 : 5



3 Pot B-B S-8
1 : 5

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEKERJAAN

PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER

TAHUN

2025

LOKASI

JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN

MENYETUJUI

DOSEN PEMBIMBING

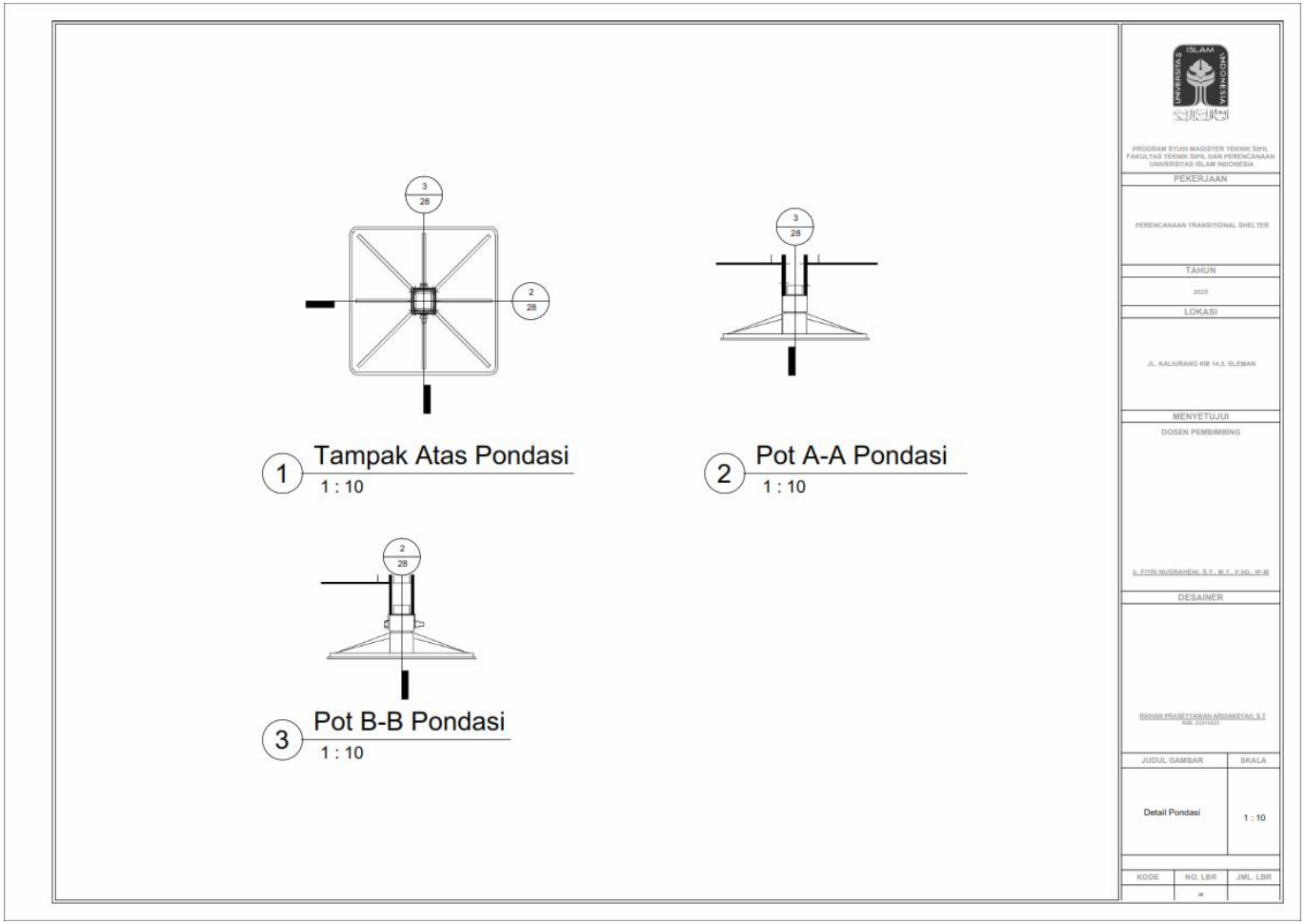
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M

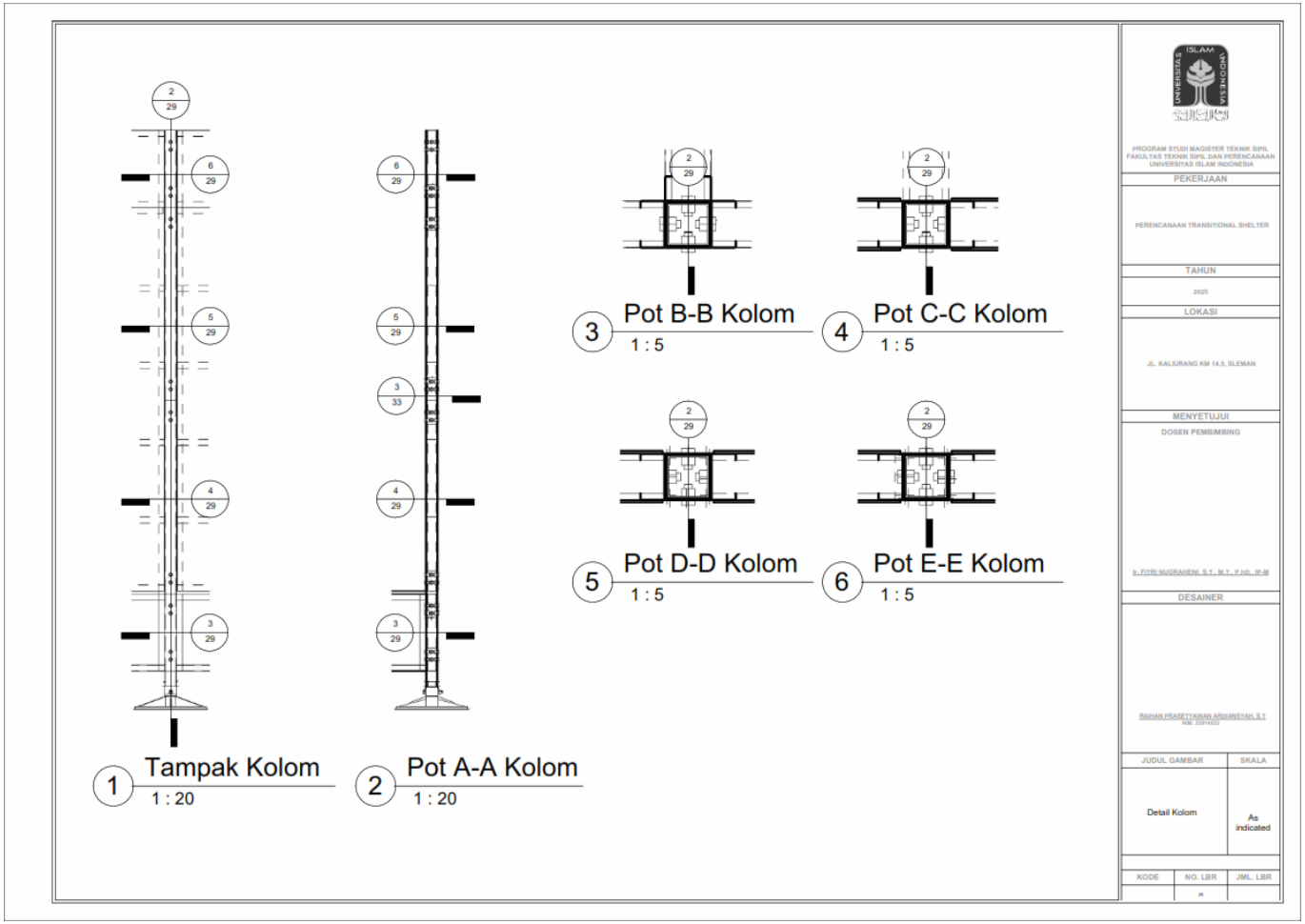
DESAINER

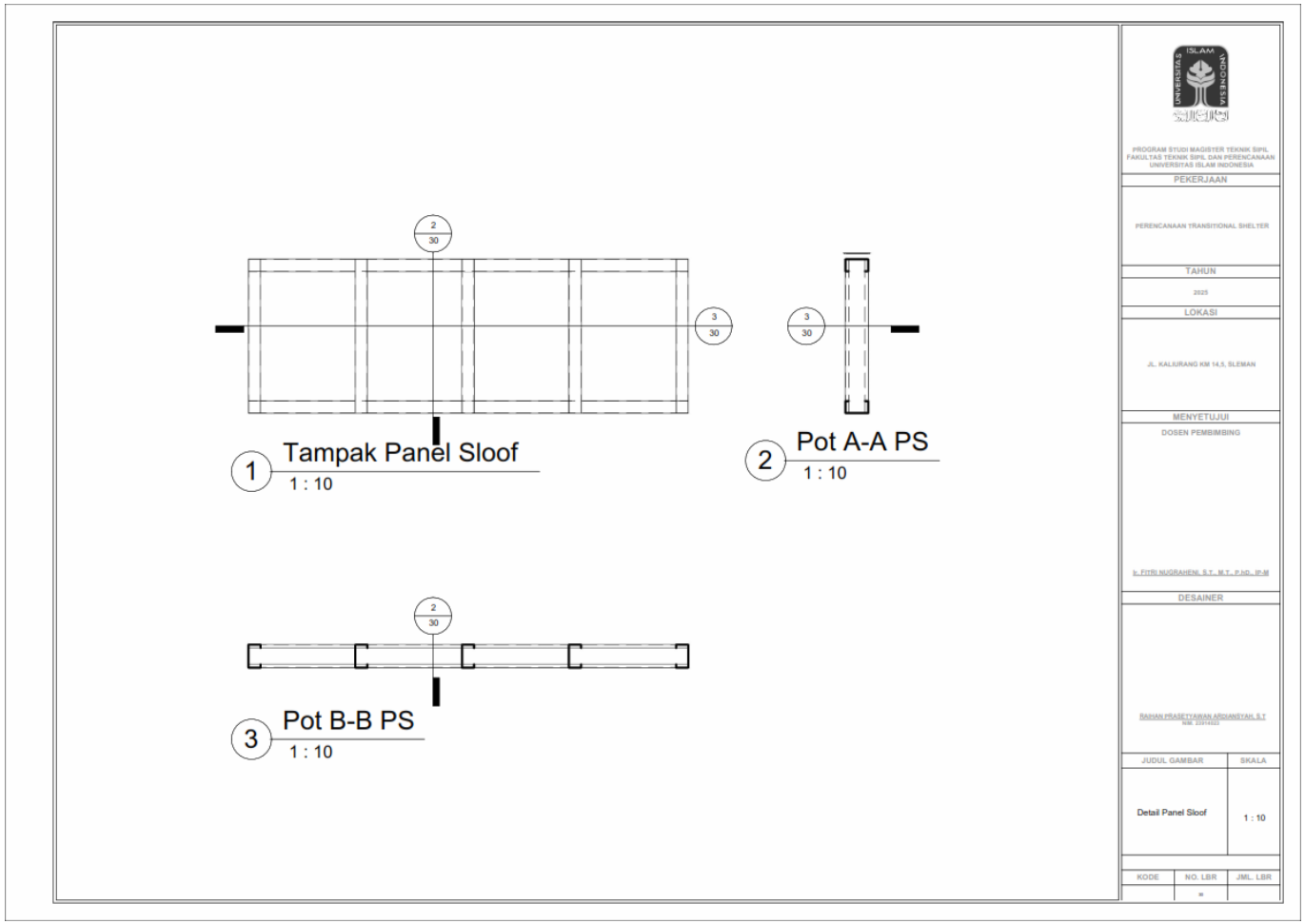
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914021

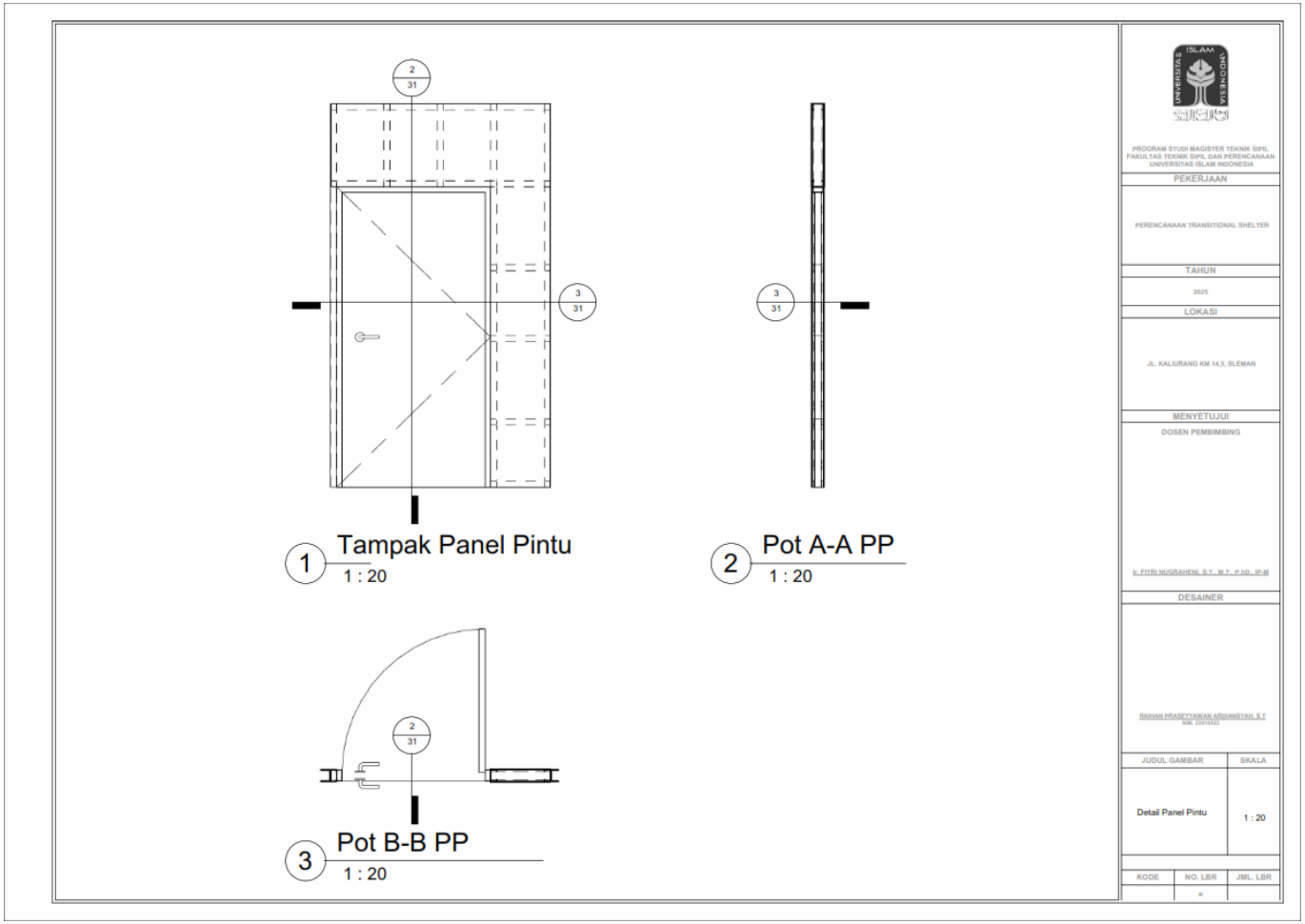
JUDUL GAMBAR	SKALA
Detail Sambungan Kuda-Kuda Tipe 8	1 : 5

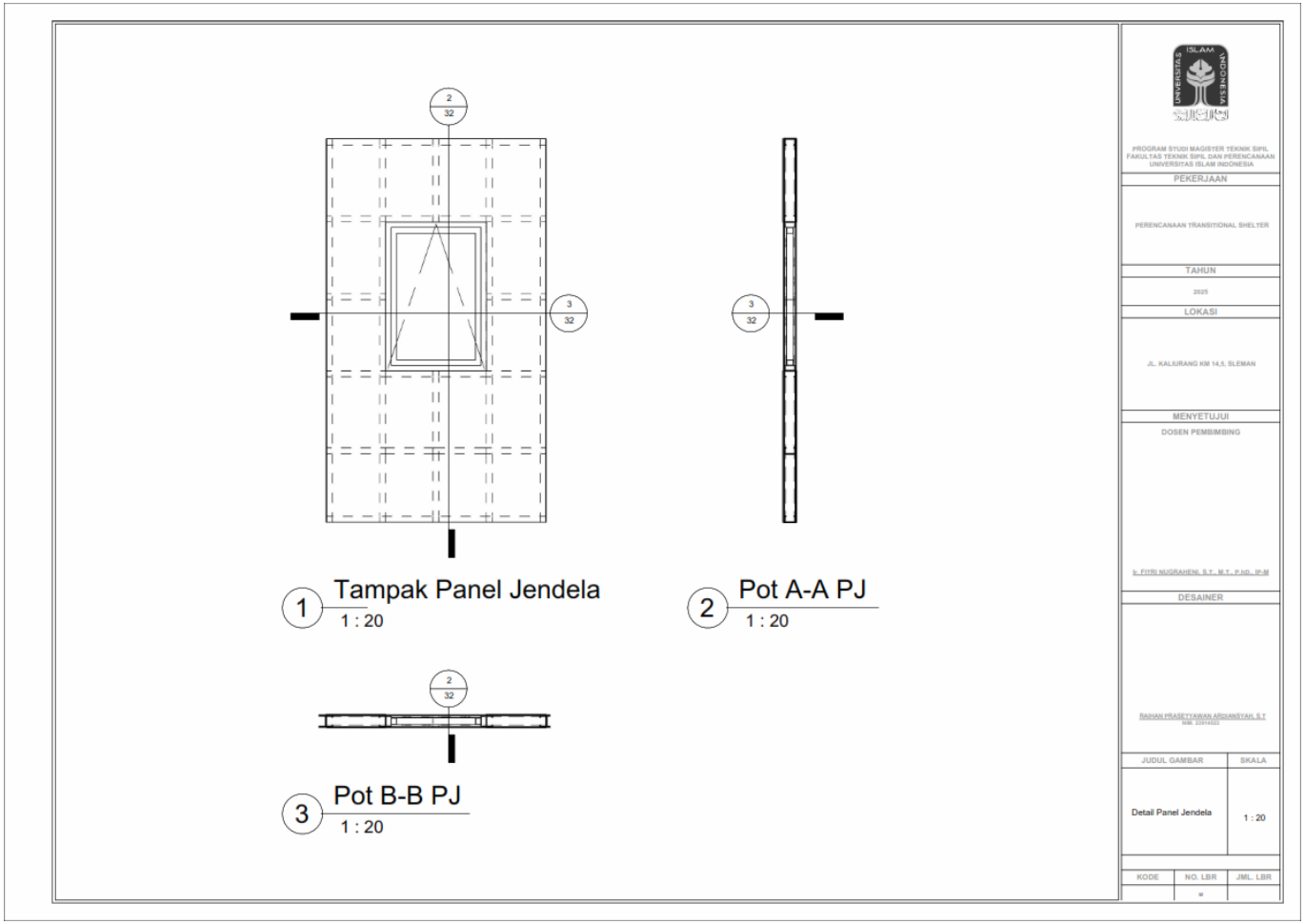
KODE	NO. LBR	JML. LBR
	27	

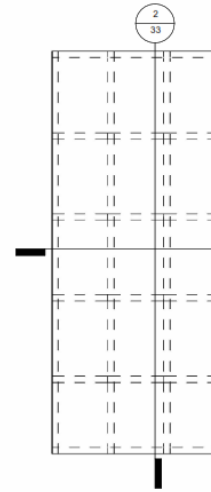

3
2B
2
2B
1 Tampak Atas Pondasi
1 : 10
3
2B
2 Pot A-A Pondasi
1 : 10
2
2B
3 Pot B-B Pondasi
1 : 10
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
JUDUL GAMBAR
SKALA
Detail Pondasi
1 : 10
KODE
NO. LBR
JML. LBR


1
Tampak Kolom
1 : 20
2
Pot A-A Kolom
1 : 20
3
Pot B-B Kolom
1 : 5
4
Pot C-C Kolom
1 : 5
5
Pot D-D Kolom
1 : 5
6
Pot E-E Kolom
1 : 5
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
JUDUL GAMBAR
SKALA
Detail Kolom
As indicated
KODE
NO. LBR
JML. LBR

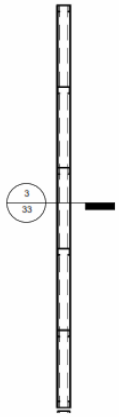

2
30
3
30
1
Tampak Panel Sloof
1 : 10
3
30
2
Pot A-A PS
1 : 10
2
30
3
Pot B-B PS
1 : 10
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914022
JUDUL GAMBAR
SKALA
Detail Panel Sloof
1 : 10
KODE
NO. LBR
JML. LBR


2
31
3
31
1
Tampak Panel Pintu
1 : 20
3
31
2
Pot A-A PP
1 : 20
2
31
3
Pot B-B PP
1 : 20
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914022
JUDUL GAMBAR
SKALA
Detail Panel Pintu
1 : 20
KODE
NO. LBR
JML. LBR

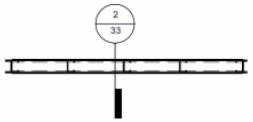

2
32
3
32
1 Tampak Panel Jendela
1 : 20
3
32
2 Pot A-A PJ
1 : 20
2
32
3 Pot B-B PJ
1 : 20
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PEKERJAAN
PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER
TAHUN
2025
LOKASI
JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN
MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M
DESAINER
RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914022
JUDUL GAMBAR
SKALA
Detail Panel Jendela
1 : 20
KODE
NO. LBR
JML. LBR



1 Tampak Panel Dinding
1 : 20



2 Pot A-A PD
1 : 20



3 Pot B-B PD
1 : 20

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEKERJAAN

PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER

TAHUN

2025

LOKASI

JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN

MENYETUJUI

DOSEN PEMBIMBING

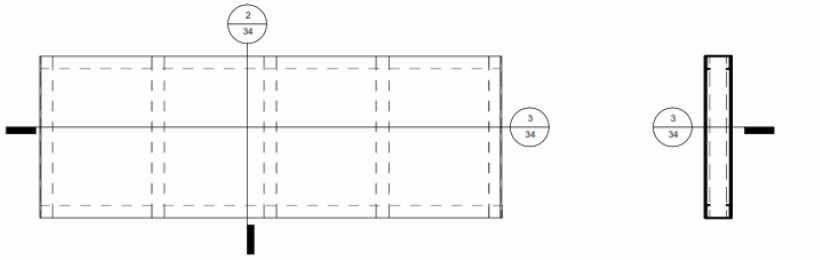
Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M

DESAINER

RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23514022

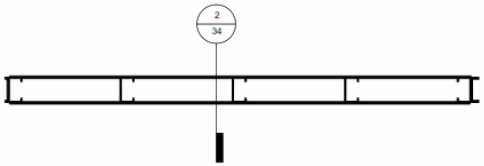
JUDUL GAMBAR	SKALA
Detail Panel Dinding	1 : 20

KODE	NO. LBR	JML. LBR
	=	



1 Tampak Panel Balok
1 : 10

2 Pot A-A PB
1 : 10



3 Pot B-B PB
1 : 10

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEKERJAAN

PERENCANAAN TRANSITIONAL SHELTER

TAHUN

2025

LOKASI

JL. KALIURANG KM 14,5, SLEMAN

MENYETUJUI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., P.hD., IP-M

DESAINER

RAIHAN PRASETYAWAN ARDIANSYAH, S.T
NIM. 23914022

JUDUL GAMBAR	SKALA
Detail Panel Balok	1 : 10

KODE	NO. LBR	JML. LBR
	∞	