

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN RESPON SPEKTRUM, GAYA GE-
SER DASAR, DAN SIMPANGAN ANTAR LANTAI
BANGUNAN BERDASARKAN SNI 1726 – 2019 DAN
SNI 1726 – 2012
(*COMPARISON OF RESPONSE OF SPECTRUM, BASE
SHEAR FORCE, AND DEVIATION BETWEEN FLOORS
BASED ON SNI 1726–2019 AND SNI 1726 – 2012*)**

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



Hanif Muhtadin

16 511 231

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2023

TUGAS AKHIR


**PERBANDINGAN RESPON SPEKTRUM, GAYA GE-
SER DASAR, DAN SIMPANGAN ANTAR LANTAI
BANGUNAN BERDASARKAN SNI 1726 – 2019 DAN
SNI 1726 – 2012**


***(COMPARISON OF RESPONSE OF SPECTRUM, BASE
SHEAR FORCE, AND DEVIATION BETWEEN FLOORS
BASED ON SNI 1726–2019 AND SNI 1726 – 2012)***

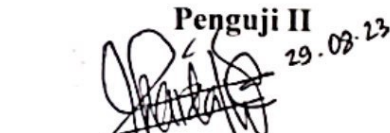


Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

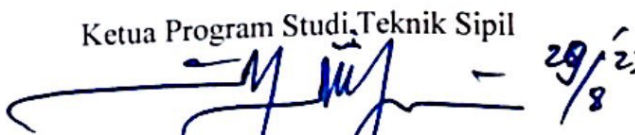
Diuji Pada Tanggal Juli 2023
Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing
29-08-2023

Jafar S.T., MURP., M.T.
NIP : 185111305

Penguji I

Elvis Saputra S.T., M.T.
NIP : 205111302

Penguji II
29.08.23

Astriana Hardawati S.T., M.Eng.
NIP : 165111301

Mengesahkan,

Ketua Program Studi, Teknik Sipil

Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D
NIP : 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian Program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian – bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang – undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 24 Agustus 2023
Yang membuat pernyataan



Hanif Muhtadin
16511231

HALAMAN DEDIKASI

Teruntuk keluarga saya, Bapak Sanusi dan Ibu Masfufah yang selalu mendoakan saya, mendukung saya. Ketika orang – orang pada menutup telinganya untuk saya, kalian selalu membuka semua pintu sampai pintu hati kalian untuk saya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Teruntuk kepada teman – teman terbaik sayayang benar – benar memberikan yang terbaik untuk saya. Terima kasih Giri, Gaffar, Fajar, Zulfan, dan Bunga atas semua yang kalian berikan tanpa pamrih kepada saya dalam perkuliahan, memberikan semangat dan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Saudara – saudara seperjuangan saya, sekeluarga walaupun bukan satu darah tetapi satu kesatuan Teknik Sipil 2016 yang selalu memberikan yang terbaik dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Sekali lagi, Terima Kasih sebesar – besarnya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *PERBANDINGAN RESPON SPEKTRUM, GAYA GESER DASAR, DAN SIMPANGAN ANTAR LANTAI-BANGUNAN BERDASARKAN SNI 1726 – 2019 DAN SNI 1726 – 2012*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

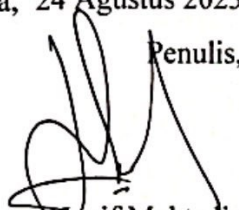
Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Jafar S.T., MURP., M.T., selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing, memberikan nasehat, saran dan dukungan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Sanusi, dan Ibu Masfufah yang berkorban banyak tanpa meminta pamrih untuk anak – anaknya, yang selalu memdoakan untuk anaknya tercinta dengan penuh ketulusan, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dosen Penguji I
4. Dosen Penguji II
5. Serta semua teman – teman Teknik Sipil Angkatan 2016 yang tidak dapat disebutkan satu – persatu.

Penulis berharap agar Tugas Akhir ini nantinya dapat bermanfaat bagi orang lain yang membaca dikemudian hari.

Yogyakarta, 24 Agustus 2023

Penulis,



Elmif Muhtadin

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN DEDIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
1.6 Data bangunan yang dimodelkan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pendahuluan	7
2.2 Penelitian Sebelumnya	7
2.2.1 Studi Komparasi Parameter Respon Spectrum Gempa SNI 1726-2012 Terhadap SNI 1726-2019 Dengan Studi Kasus Gedung C STIE Perbanas	7
2.2.2 Analisis Perbandingan Respon Spektrum, Gaya Geser Dasar, Dan Simpangan Antar Lantai Pada Gedung Baja Berdasarkan SNI 1726 – 2012 Dan SNI 1726 – 2019	8
2.2.3 Studi Komparasi Perencanaan Gedung Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 1726 2002 Dan SNI 1726 2012.	8
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Tinjauan Umum	12
3.2 Bangunan Tahan Gempa	12
3.3 Bangunan Struktur Baja Tahan Gempa	13
3.4 Konsep Pembebanan	14
3.5 Kombinasi Pembebanan	29

3.6	Pengaruh Beban Seismik	30
3.7	Faktor Redundansi	31
3.8	Distribusi Vertikal Gaya Seismik	31
3.9	Distribusi Horizontal Gaya Seismik	32
3.10	Gaya Geser Dasar	32
3.11	Simpangan Antar Lantai	33
3.12	Ketidak Beraturan	34
3.12.1	Ketidakteraturan Vertikal	34
3.12.2	Ketidakteraturan Horizontal	37
BAB IV METODE PENELITIAN		39
4.1	Tinjauan Umum	39
4.2	Lokasi Pengamatan	39
4.3	Tahap Persiapan Penelitian	40
4.4	Tahap Pengolahan Data dan Permodelan	40
4.5	Tahapan Penelitian	41
4.6	Bagan Alir (Flowchart) Penelitian	42
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		44
5.1	Pendahuluan	44
5.2	Pembebanan Struktur	44
5.2.1	Beban Mati dan Beban Mati Tambahan	44
5.2.2	Beban Hidup	45
5.2.3	Beban Gempa	47
5.3	Perhitungan Berat Bangunan	58
5.4	Kombinasi Pembebanan	60
5.4.1	Kombinasi Pembebanan SNI 1726 - 2012	60
5.4.2	Kombinasi Pembebanan SNI 1726 - 2019	61
5.5	Gaya Geser Dasar dan Faktor Skala Baru	62
5.6	Simpangan Antar Lantai	66
5.7	Ketidakteraturan	70
5.7.1	Ketidakteraturan Vertikal	70
5.7.2	Ketidakteraturan Horizontal	78
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		83

6.1 Kesimpulan	83
6.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Denah Bangunan	5
Gambar 1. 2 Tampak Samping Bangunan	5
Gambar 3. 1 Peta Parameter Gerak Tanah Pada Periode 0,2 Detik, S _s	20
Gambar 3. 2 Peta Parameter Gerak Tanah Pada Periode 0,2 Detik, S _s	20
Gambar 3. 3 Peta Parameter Gerak Tanah Pada Periode 1 Detik, S ₁	21
Gambar 3. 4 Peta Parameter Gerak Tanah Pada Periode 1 Detik, S ₁	21
Gambar 3. 5 Grafik Respon Spektrum Desain	24
Gambar 3. 6 Grafik Respon Spektrum Desain	25
Gambar 3. 7 Grafik Respon Spektrum Desain	26
Gambar 3. 8 Simpangan Antar Tingkat	33
Gambar 3. 9 Ketidakberaturan Tingkat Lunak (a) dan (b)	35
Gambar 3. 10 Ketidakberaturan Berat (Massa)	35
Gambar 3. 11 Ketidakberaturan Geometri Vertikal	36
Gambar 3. 12 Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral	36
Gambar 3. 13 Ketidakberaturan Torsi (a) dan (b)	37
Gambar 3. 14 Ketidakberaturan Sudut Dalam	37
Gambar 3. 15 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diagfragma	38
Gambar 3. 16 Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak	38
Gambar 4. 1 Flowchart Penelitian	42
Gambar 5. 1 Peta Parameter Gerak Tanah, S _s	47
Gambar 5. 2 Peta Parameter Gerak Tanah, S _s	47
Gambar 5. 3 Peta Parameter Gerak Tanah, S ₁	48
Gambar 5. 4 Peta Parameter Gerak Tanah, S ₁	48
Gambar 5. 5 Peta Parameter Gerak Tanah, S _s (a) 2012 dan (b) 2019	49
Gambar 5. 6 Peta Parameter Gerak Tanah, S ₁ (a) 2012 dan (b) 2019	49
Gambar 5. 7 Grafik Respon Spektrum SNI 2012	54
Gambar 5. 8 Grafik Respon Spektrum SNI 2019	55
Gambar 5. 9 Perbandingan Grafik Respon Spektrum Berdasarkan SNI 2012 Dengan 2019	56
Gambar 5. 10 Perbandingan Gaya Geser Dasar 2012 dengan 2019	65
Gambar 5. 11 Perbandingan Simpangan Arah X 2012 dengan 2019	69
Gambar 5. 12 Perbandingan Simpangan Arah Y 2012 dengan 2019	70
Gambar 5. 13 Tampak Bangunan (Arah X)	76
Gambar 5. 14 Tampak Bangunan (Arah Y)	77
Gambar 5. 15 Tampak Atas Bangunan	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang	10
Tabel 3. 1 Beban Mati Atau Berat Sendiri Bahan Bangunan	15
Tabel 3. 2 Beban Hidup Bangunan	15
Tabel 3. 3 Penentuan Kategori Resiko Bangunan Untuk Beban Gempa	17
Tabel 3. 4 Faktor Keutamaan Gempa	19
Tabel 3. 5 Klasifikasi Jenis Tanah (Situs)	19
Tabel 3. 6 Faktor Amplifikasi, F_a	22
Tabel 3. 7 Faktor Amplifikasi, F_v	22
Tabel 3. 8 Faktor Amplifikasi, F_a	22
Tabel 3. 9 Faktor Amplifikasi, F_v	23
Tabel 3. 10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{ds}	26
Tabel 3. 11 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{d1}	27
Tabel 3. 12 Nilai Faktor Pengali C_t dan α	28
Tabel 3. 13 Nilai Faktor Getar Batas Atas, C_u	29
Tabel 3. 14 Simpangan Antar Tingkat Izin	34
Tabel 5. 1 Beban Hidup Bangunan	46
Tabel 5. 2 Reduksi Beban Hidup Berdasarkan SNI 1727 2013	46
Tabel 5. 3 Koefisien Situs, F_a	50
Tabel 5. 4 Koefisien Situs, F_a	50
Tabel 5. 5 Koefisien Situs, F_v	50
Tabel 5. 6 Koefisien Situs, F_v	51
Tabel 5. 7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DS}	53
Tabel 5. 8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{D1}	53
Tabel 5. 9 Rekapitulasi Desain Gempa Berdasarkan SNI 2012 Dengan SNI 2019	55
Tabel 5. 10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{D1}	57
Tabel 5. 11 Rekapitulasi Perhitungan Kolom dan Balok Lantai 1	58
Tabel 5. 12 Rekapitulasi Perhitungan Plat Lantai 1	58
Tabel 5. 13 Rekapitulasi Perhitungan Beban Dinding Pada Balok Lantai 1	59
Tabel 5. 14 Berat Bangunan Manual	59
Tabel 5. 15 Berat Bangunan SAP 2000	60
Tabel 5. 16 Gaya Geser Seismik Tiap Tingkat Berdasarkan SNI 2012	64
Tabel 5. 17 Gaya Geser Seismik Tiap Tingkat Berdasarkan SNI 2019	65
Tabel 5. 18 Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X Berdasarkan SNI 2012	66
Tabel 5. 19 Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y Berdasarkan SNI 2012	67
Tabel 5. 20 Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X Berdasarkan SNI 2019	67
Tabel 5. 21 Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y Berdasarkan SNI 2019	68

Tabel 5. 22 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X Berdasarkan SNI 2012 Dengan SNI 2019	68
Tabel 5. 23 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X Berdasarkan SNI 2012 Dengan SNI 2019	69
Tabel 5. 24 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1A Arah X Berdasarkan SNI 2012	71
Tabel 5. 25 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1A Arah Y Berdasarkan SNI 2012	71
Tabel 5. 26 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1A Arah X Berdasarkan SNI 2019	72
Tabel 5. 27 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1A Arah Y Berdasarkan SNI 2019	72
Tabel 5. 28 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1B Arah X Berdasarkan SNI 2012	73
Tabel 5. 29 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1B Arah Y Berdasarkan SNI 2012	74
Tabel 5. 30 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1B Arah X Berdasarkan SNI 2019	74
Tabel 5. 31 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1B Arah Y Berdasarkan SNI 2019	75
Tabel 5. 32 Hasil Ketidakberaturan Sudut Dalam Pada Bangunan	75
Tabel 5. 33 Hasil Ketidakberaturan Geometri Vertikal Arah - X	76
Tabel 5. 34 Hasil Ketidakberaturan Geometri Vertikal Arah - Y	77
Tabel 5. 35 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Torsi 1A dan 1B Arah X Berdasarkan SNI 2012	78
Tabel 5. 36 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Torsi 1A dan 1B Arah Y Berdasarkan SNI 2012	79
Tabel 5. 37 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Torsi 1A Arah X Berdasarkan SNI 2019	79
Tabel 5. 38 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Torsi 1A Arah Y Berdasarkan SNI 2019	80
Tabel 5. 39 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Sudut Dalam Arah X	81
Tabel 5. 40 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Sudut Dalam Arah Y	82
Tabel 5. 41 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Diskontinuitas Diaphragma	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Denah Bangunan

88

ABSTRAK

Di Indonesia memiliki standar peraturan dalam perencanaan bangunan terhadap ketahanan gempa untuk struktur maupun non struktur yaitu SNI 1726. Seiring berjalannya waktu SNI 1726 mengalami perubahan yang tertuang pada SNI 1726 – 2019 dari yang sebelumnya SNI 1726 – 2012. Pembaruan yang utama pada SNI 1726-2019 terdapat pada pembaruan zonasi peta gempa. Pembaruan ini rata-rata berupa peningkatan nilai pada peta parameter gerak tanah parameter response spectral periode pendek (SS), dan parameter response spectral periode 1 detik (S1). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan perubahan desain respon spektrum, gaya geser dasar, dan simpangan yang terjadi pada gedung konstruksi baja yang didesain berdasarkan SNI 1726 – 2012 dengan SNI 1726 – 2019.

Perhitungan ini dilakukan dengan cara manual menggunakan *Ms Excel* dan permodelan bangunan beban gempa dinamik dilakukan permodelan dengan software SAP 2000 v.22 untuk menganalisis bangunan berdasarkan SNI 1726 – 2012 dengan SNI 1726 – 2019.

Hasil dari perbandingan respon spektrum nilai S_s 1726 – 2012 dengan 1726 – 2019 yang mengalami kenaikan cukup signifikan yaitu dari 0,049 menjadi 0,25. Sedangkan untuk S_l 1726 – 2019 mengalami kenaikan yang sebelumnya 0,049 menjadi 0,1. Peningkatan gaya geser dasar bangunan yang dialami karena adanya pembaruan peta S_s dan S_l pada SNI 1726 – 2019 sebesar 35,74 % yaitu 1044,01 kN yang sebelumnya pada SNI 1726 – 2012 didapat 670,85 kN. Peningkatan simpang antar lantai berdasarkan SNI 1726 – 2019 lebih besar di banding dengan SNI 1726 – 2012. Peningkatan rata – rata pada arah X sebesar 34,562 % dan arah Y peningkatan rata – rata sebesar 67,545 %. Pada perhitungan ketidakberaturan tidak ditemukan adanya ketidakberaturan bangunan.

Kata Kunci : SNI 1726 – 2012, SNI 1726 – 2019, Respon Spektrum, Gaya Geser Dasar, Simpangan antar lantai, Ketidakberaturan.

ABSTRACT

In Indonesia, there is a regulatory standard in building planning for earthquake resistance for structures and non-structures, namely SNI 1726. Along with time, SNI 1726 has undergone changes as contained in SNI 1726 – 2019 from the previous SNI 1726 – 2012. The main update is SNI 1726 -2019 is on the earthquake map zoning update. On average, this update is in the form of an increase in the value of the ground motion parameter map, the short period response spectral parameter (S_s), and the response spectral parameter for 1 second period (S_1). This study aims to compare design changes in spectrum response, base shear forces, and deviations between floors that occurs in steel construction buildings designed based on SNI 1726 – 2012 with SNI 1726 – 2019.

This calculation was carried out manually using Ms Excel and dynamic earthquake load building modeling was carried out using SAP 2000 v.22 software to analyze buildings based on SNI 1726 – 2012 with SNI 1726 – 2019.

The results of the comparison of the response spectrum of S_s values 1726 – 2012 with 1726 – 2019 experienced a significant increase, from 0.049 to 0.25. Whereas for S_1 1726 – 2019 it experienced an increase from 0.049 to 0.1. The increase in the base shear force of the building experienced due to the updating of the S_s and S_1 maps in SNI 1726 – 2019 was 35.74%, namely 1044.01 kN, previously in SNI 1726 – 2012 it was obtained 670.85 kN. The increase in intersections between floors based on SNI 1726 – 2019 is greater than SNI 1726 – 2012. The average increase in the X direction is 34.562% and in the Y direction the average increase is 67.545%. In the calculation of irregularities, no irregularities were found in the building.

Keywords : *SNI 1726 – 2012, SNI 1726 – 2019, Spectrum Response, Base Shear, Deviation Between Floors, building disorder*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Seiring bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia, bertambah juga bangunan hunian yang dibutuhkan seperti halnya apartemen, hotel, dan gedung – gedung serbagunalainya. Indonesia berada di wilayah *ring of fire* salah satu negara dengan tingkat rawan bencana gempa yang cukup besar. Indonesia merupakan negara dengan pertemuan lempeng – lempeng tektonik Indo- Australia dan Pasifik yang bergerak ke lempeng Eurasia, sehingga resiko gempa akan sering terjadi dengan waktu yang tidak dapat dipastikan. Berdasarkan daftar gempa bumi di Indonesia pada katalog gempa bumi merusak di BMKG, tercatat dari tahun 2012 sampai 2019 terjadi gempa besar di Indonesia. Gempa bumi pada pulau Sumatera Barat pada 11 April 2012 dengan Mw 8,5, Gempa bumi Aceh 2 Juli 2013 dengan 6,2 Mw, Gempa bumi Mentawai 2 Maret 2016 dengan 7,8 Mw, Gempa bumi Lombok dengan 6,5 – 7 Mw, dan masih banyak lagi.

Standar peraturan yang dimiliki Indonesia dalam perencanaan bangunan terhadap ketahanan gempa untuk struktur maupun non struktur yaitu SNI 1726. Seiring berjalannya waktu SNI 1726 mengalami perubahan, yang terbaru saat ini adalah SNI 1726 – 2019 dari yang sebelumnya SNI 1726 – 2012. Perubahan ini dilakukan untuk mengurangi dampak kerusakan struktur dari perencanaan bangunan yang dilakukan. Selain itu pembaharuan juga dilakukan karena aktivitas gempa yang terjadi sudah tidak sesuai dengan peraturan sebelumnya, sehingga ditinjau dan disusunlah perencanaan menggunakan SNI 1726 – 2019, contohnya pada daerah Kalimantan yang mengalami perubahan peta gempa yang cukup besar, khususnya pada daerah Pontianak dimana dari tahun sebelumnya tidak ada kejadian gempa dan pada pembaharuan ini terdapat kemungkinan gempa. Mengingat terjadinya

gempa palu dengan kekuatan gempa yang cukup besar memicu terjadinya likuifaksi yang terjadi karena guncangan kuat secara tiba-tiba dan naiknya tekanan pori-pori air yang melebihi kekuatan gerak tanahnya.

Pembaruan yang utama pada SNI 1726-2019 terdapat pada pembaruan zonasi peta gempa. Pembaruan ini rata-rata berupa peningkatan nilai pada peta parameter gerak tanah parameter response spectral periode pendek (S_S), dan parameter response spectral periode 1 detik (S_I). Selain itu pada SNI 1726 – 2019 terdapat peta terbaru yaitu peta wilayah periode transisi panjang atau TL.

Pada tugas akhir ini akan dibandingkan nilai respon spektrum, gaya geser dasar, dan simpangan antar lantai pada bangunan rangka baja di wilayah Kalimantan yang mengalami peningkatan terbesar pada nilai S_I dan S_S dalam peta gempa SNI 1726 - 2012 dan SNI 1726 - 2019. Proses akan dibantu menggunakan *software* SAP2000 v.22 untuk membantu dalam perhitungan respon bangunan terhadap gaya gempa berupa respon spektrum.

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana perbedaan desain respon spektrum pada SNI 1726 – 2019 dan SNI 1726 – 2012 pada daerah Pontianak?
2. Berapa persen peningkatan gaya geser dasar bangunan terhadap pembaharuan peta S_S , S_I pada SNI 1726 – 2019 pada daerah Pontianak?
3. Berapa persen peningkatan simpangan antar lantai bangunan terhadap pembaharuan peta S_S , S_I pada SNI 1726 – 2019 pada daerah Pontianak?
4. Apakah terdapat ketidakberaturan pada gedung kampus AMIKOM Purwokerto?

1.3 Tujuan Penelitian

penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui perbedaan desain respon spektrum pada SNI 1726 – 2019 dan SNI 1726 – 2012 pada daerah Pontianak.
2. Mengetahui persen peningkatan gaya geser dasar bangunan terhadap pembaharuan peta S_s , S_I pada SNI 1726 – 2019 pada daerah Pontianak.
3. Mengetahui persen peningkatan simpangan antar lantai bangunan terhadap pembaharuan peta S_s , S_I pada SNI 1726 – 2019 pada daerah Pontianak.
4. Mengetahui apakah ada ketidakberaturan pada Gedung Kampus AMIKOM Purwokerto.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini dimaksudkan untuk menambah wawasan atau pengetahuan terkait pembaharuan peta wilayah gempa terhadap respon bangunan bertingkat berdasarkan SNI 1727 – 2012 dengan SNI 1726 -2019. Selain itu sebagai tambahan referensi mendatang untuk Tugas Akhir selanjutnya.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

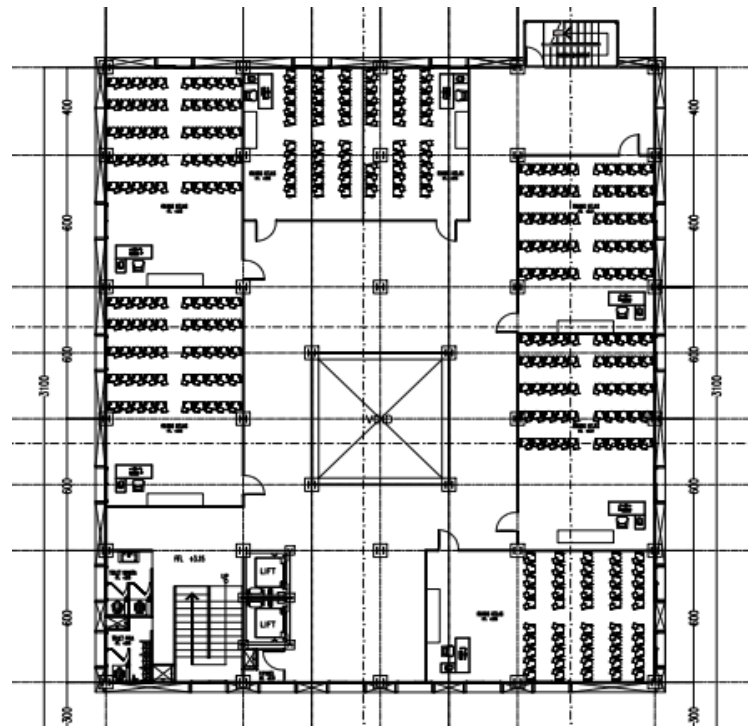
1. Bangunan yang digunakan merupakan bangunan rangka baja.
2. Bangunan yang digunakan merupakan Bangunan imajiner yang diadopsi dari gedung kampus AMIKOM PURWOKERTO disesuaikan pada tempat yang terdapat perubahan peta gempa yang signifikan di Kalimantan agar mengetahui perbandingan SNI 1726 – 2019 dengan SNI 1726 – 2012 dengan jelas.
3. Perhitungan beban yang di gunakan ialah beban mati, beban hidup dan beban gempa.
4. Jenis Tanah dalam pemodelan merupakan tanah lunak, hal ini berdasarkan beberapa penelitian penyelidikan tanah di Kalimantan.
5. Pemodelan bangunan dimodelkan menggunakan struktur rangka pemikul momen khusus.

6. Hasil analisis menggunakan metode dinamik respon spektrum yang ditinjau adalah gaya geser dasar dan simpangan antar lantai bangunan bertingkat.
7. Analisis struktur bangunan dengan metode analisis dinamik respon spektrum untuk SNI 1726 – 2012 dan SNI 1726 – 2019 dibantu dengan program komputer SAP2000 V.22.
8. Analisis yang dilakukan hanya pada struktur bangunan atas pada gedung kampus AMIKOM Purwokerto yang dijadikan sebagai gedung imajiner.

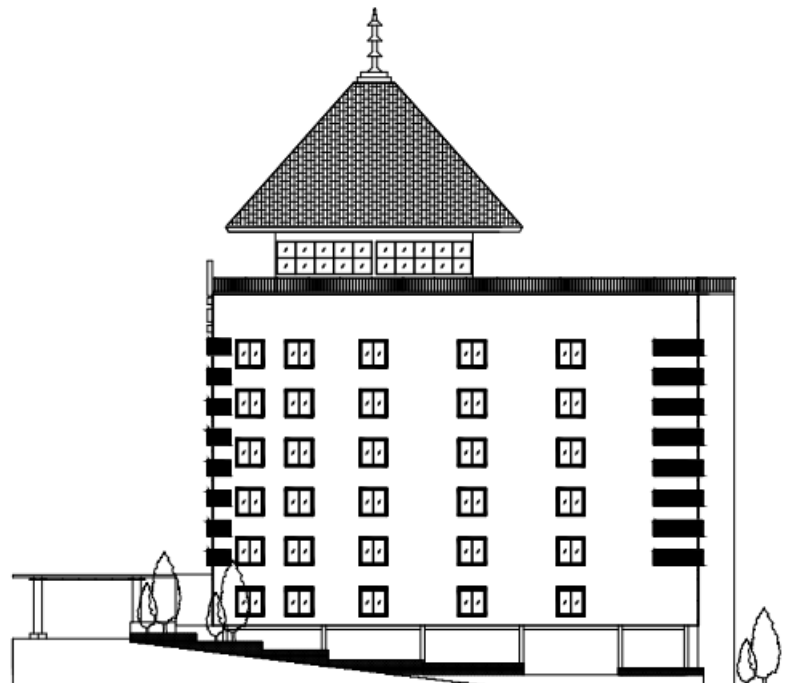
1.6 Data bangunan yang dimodelkan

Berikut merupakan data bangunan imajiner yang dimodelkan dalam pemodelan SAP2000.

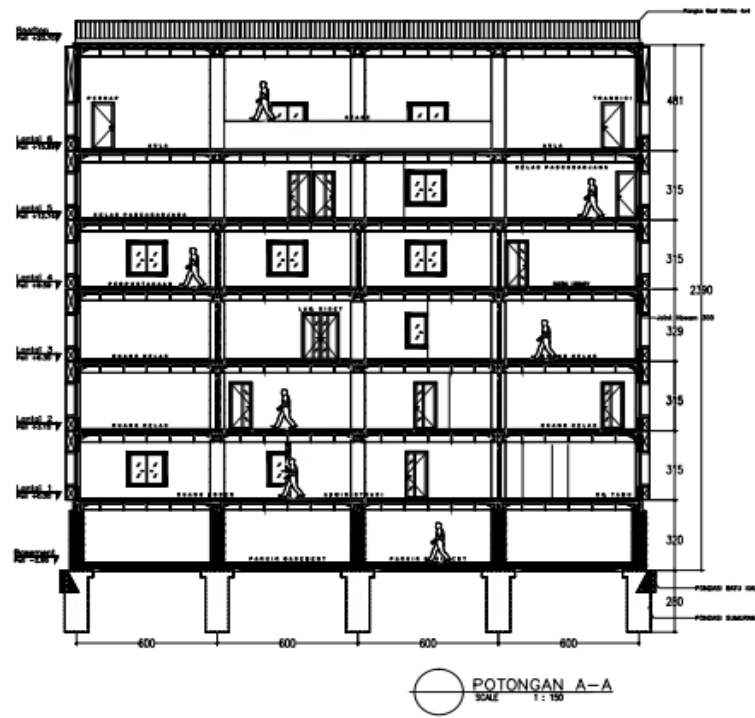
1. Fungsi Bangunan : Kampus
2. Jumlah Lantai : 6 lantai, 1 basement (semi)
3. Tinggi Bangunan : 23,9 meter
4. Sistem Struktur : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
5. Dimensi Bangunan : 24 m x 31 m
6. Jenis Tanah : Tanah Lunak
7. Profil Baja : HB 300-300 (Kolom)
IWF 200-200 (Balok Induk)
IWF 150-75 (Balok Anak)



Gambar 1. 1 Denah Bangunan



Gambar 1. 2 Tampak Samping Bangunan



Gambar 1. 3 Potongan Bangunan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Penelitian ini dilakukan berdasarkan teori – teori yang ada dan juga penelitian terdahulu, hal ini dilakukan untuk memberikan dasar yang kuat bagi peneliti dan juga dapat dijadikan referensi dalam pengerjaan tugas akhir. Dalam tinjauan pustaka terdapat persamaan dan perbedaan antara peneliti sebelumnya.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Dalam pembahasan penelitian ini, peneliti mengambil tinjauan pustaka dari peneliti sebelumnya dengan pembahasan pengaruh pada gaya gempa, bangunan bertingkat imajiner berupa struktur rangka baja. Berikut ini beberapa penelitian yang digunakan sebagai tinjauan dalam penelitian ini.

2.2.1 Studi Komparasi Parameter Respon Spectrum Gempa SNI 1726-2012 Terhadap SNI 1726-2019 Dengan Studi Kasus Gedung C STIE Perbanas

Penelitian ini (Reza Rizky Darmawan dkk , 2021) bertujuan untuk mendapatkan perbedaan nilai parameter respon spectrum gempa serta kombinasi pembebanan dari pembaharuan wilayah gempa menggunakan SAP2000 berdasarkan SNI 1726 – 2012 dan SNI 1726 – 2019.

Penelitian ini mengambil bangunan STIE Perbanas yang terletak di Kota Surabaya. Bangunan ini berfungsi sebagai bangunan perguruan tinggi. Bangunan ini menggunakan sistem struktur ganda yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK) dan sistem dinding geser (Shear wall). Kelas situs tanah daerah tersebut termasuk dalam jenis tanah lunak , hal ini didasarkan dari hasil N SPT yang di investigasi secara geoteknik.

Hasil penelitian ini antara lain, Nilai S_5 dan S_1 berdasarkan SNI 1726 – 2019 mengalami kenaikan 2,24% dan 23,08% sehingga meningkat juga nilai F_a sebesar

3,2% dan penurunan nilai F_v sebesar -7,69%, sehingga nilai Sm_s dan Sm_l juga mengalami peningkatan sebesar 5,52% dan 13,62% dibandingkan berdasarkan SNI 1726 – 2012. Hasil kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1726 – 2019 juga mengalami kenaikan sebesar 0,797% dibandingkan berdasarkan SNI 1726 – 2012.

2.2.2 Analisis Perbandingan Respon Spektrum, Gaya Geser Dasar, Dan Simpangan Antar Lantai Pada Gedung Baja Berdasarkan SNI 1726 – 2012 Dan SNI 1726 – 2019

Penelitian ini (Giri Widhiatmoko, 2020) bertujuan untuk mengetahui besar respon spektrum, gaya geser dasar, dan simpangan antar lantai dari pembaharuan beban gempa pada SNI 1726 – 2019 dengan SNI 1726 – 2012.

Penelitian ini mengambil bangunan struktur rangka baja yang merupakan Gedung Kampus AMIKOM yang terdiri dari 6 Lantai 1 Basement. Bangunan ini berlokasi di daerah Purwokerto dan jenis tanah tersebut termasuk dalam kategori sedang.

Hasil penelitian ini antara lain, Respon spektrum pada SNI 1726 – 2019 khususnya pada nilai T_0 dan T_s adalah 0,169 detik dan 0,844 detik, sedangkan pada SNI 1726 – 2012 nilai T_0 dan T_s adalah 0,12 detik dan 0,603 detik. Hasil gaya geser dasar pada SNI 1726 – 2019 mengalami peningkatan rata-rata sebesar 26,812% dari gaya geser dasar menggunakan SNI 1726 – 2012. Hasil simpangan antar lantai pada SNI 1726 – 2019 pada arah X dan Y mengalami peningkatan rata-rata sebesar 28,101% dan 28,157% dari simpangan antar lantai menggunakan SNI 1726 – 2012

2.2.3 Studi Komparasi Perencanaan Gedung Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 1726 2002 Dan SNI 1726 2012.

Penelitian ini (Desinta Nur Lailasari, 2014) bertujuan untuk mengetahui perbedaan beban gempa berdasarkan SNI 2002 dan SNI 2012 serta mengetahui hasil perbedaan dari analisis gempa statis linier, dan analisis gempa dinamis linier.

Penelitian ini memodelkan gedung 4 lantai setinggi 16 meter untuk analisis statis linier, dan memodelkan gedung 10 lantai setinggi 40 meter untuk analisis

dinamis liniernya. Struktur yang digunakan termasuk kedalam kategori Struktur Rangka Pemikul Momen Menengah (*SPRMM*). Struktur bangunan merupakan bangunan beton bertulang.

Hasil penelitian ini antara lain, Faktor respon dan kombinasi pembebanan gempa pada SNI 2012 lebih besar daripada SNI 2002. Hasil analisis gempa statis linier dan simpangan antar lantai pada SNI 2012 lebih besar 13,84% dan 48,37% dari pada SNI 2002. Hasil analisis respons spektrum metode CQC gaya geser dan simpangan antar lantai SNI 2012 lebih besar 48,56% dan 80,18% dari pada SNI 2002.

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang

No	Parameter	Penelitian			
1	Peneliti	Reza Rizky Darmawan (2021)	Giri Widhiatmoko (2021)	Desinta Nur Lailasari (2014)	Hanif Muhtadin (2023)
2	Judul	Studi Komparasi Parameter Respons Spectrum Gempa SNI 1726-2012 Terhadap SNI 1726-2019 Dengan Studi Kasus Gedung C STIE PERBANAS	Analisis Perbandingan Respon Spektrum, Gaya Geser Dasar, Dan Simpangan Antar Lantai Pada Gedung Baja Berdasar SNI 1726-2012 Dan SNI 1726 - 2019	Studi Komparasi Perencanaan Gedung Ta-han Gempa Dengan Menggunakan SNI 1726 2002 Dan SNI 1726 2012.	Perbandingan Respon Spektrum, Gaya Geser Dasar, Dan Simpangan Antar Lantai Bangunan Berdasarkan SNI 1726 – 2019 Dan SNI 1726 – 2012
3	Objek Penelitian	Gedung C STIE PERBANAS	Gedung Kampus AMIKOM Purwokerto	Bangunan imajiner 7 lantai	Gedung Kampus AMIKOM Purwokerto
4	Metode Analisis	Respon Spektrum	Respon Spektrum	Respon Spektrum	Respon Spektrum
5	Software Yang Digunakan	Ms. Excel	SAP 2000 V.22	SAP 2000 V.22	SAP 2000 V.22

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang

6	Hasil	Hasil dari penelitian ini nilai S_s dan S_1 pada SNI 2019 mengalami peningkatan 2,24% dan 23,08%, yang mengakibatkan meningkatnya faktor koefisien pengali beban pada kombinasi SNI 1726-2019 sebesar 0,797%. kombinasi SNI 1726-2019	Terjadi peningkatan nilai T_o dan T_s pada SNI 2019 dengan nilai T_o dan T_s pada SNI 2012 yaitu 0,12 detik. Hasil gaya geser dasar pada SNI 2019 mengalami kenaikan 26,812 % dibandingkan pada SNI 2012. Hasil simpangan sebesar 28,101% untuk arah X dan 28,157% untuk arah Y dibandingkan berdasarkan SNI 2012	Analisis gempa statis linier dan simpangan antar lantai pada SNI 2012 lebih besar 13,84% dan 48,37% dari pada SNI 2002. analisis respons spektrum metode CQC gaya geser dan simpangan antar lantai SNI 2012 lebih besar 48,56% dan 80,18% dari pada SNI 2002.	Hasil dari penelitian ini perubahan dari SNI 1726 2012 menjadi SNI 1726 2019, nilai S_s dari 0,049 menjadi 0,25 sedangkan S_1 dari 0,049 menjadi 0,1. Hasil peningkatan gaya geser dasar bangunan sebesar 35,74% dan simpangan antar lantai pada arah X mengalami peningkatan rata-rata 34,562% sedangkan pada arah Y sebesar 67,545%
---	-------	--	---	---	---

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Dalam penelitian ini terdapat beberapa teori yang akan digunakan sebagai acuan dalam sebuah perancangan sebuah bangunan gedung bertingkat. Beberapa teori yang di gunakan adalah perilaku struktur bangunan dan perancangan struktur bangunan tahan gempa yang didalamnya terdapat teori pembebanan struktur dan analisisnya.

3.2 Bangunan Tahan Gempa

Bangunan tahan gempa merupakan bangunan yang tahan terhadap gaya gempa yang terjadi maupun gempa ringan maupun gempa besar. Bangunan tahan gempa bukanlah bangunan yang tidak boleh mengalami kerusakan, melainkan bangunan yang mengurangi kerusakan yang parah (structural) akibat adanya gaya gempa yang besar. Mengurangi kerusakan yang terjadi merupakan salah satu upaya dalam mengurangi korban jiwa yang diakibatkan dari runtuhnya struktur suatu bangunan.

Menurut Widodo (2012), filosofi bangunan tahan gempa antara lain :

1. Pada gempa kecil (*light, atau minor earthquake*) yang sering terjadi, maka struktur utama bangunan harus tidak rusak dan berfungsi dengan baik. Kerusakan kecil yang masih dapat ditoleransi pada elemen non struktur masih di-bolehkan,
2. Pada gempa menengah (*moderate earthquake*) yang relatif jarang terjadi, maka struktur utama bangunan boleh rusak/retak ringan tetapi masih dapat diperbaiki. Elemen non struktur dapat saja rusak tetapi masih dapat diganti dengan yang baru.

3. Pada gempa kuat (*strong earthquake*) yang jarang terjadi, maka bangunan boleh rusak tetapi tidak boleh runtuh total (*totally collapse*).

3.3 Bangunan Struktur Baja Tahan Gempa

Struktur baja memiliki sifat daktilitas yang mampu menahan lebih baik akibat beban gempa. Ada dua jenis portal baja tahan gempa yaitu Moment Resisting Frame dan Braced Frames.

1. Momen Resisting Frames (*MRF*)

MRF (portal terbuka) merupakan portal yang mengandalkan kekakuan antara balok dan kolom untuk menahan beban lateral, sehingga bangunan tidak dapat menyimpang secara lateral tanpa terjadi lentur dari balok maupun kolomnya. Elemen yang kuat dan kaku merupakan sumber utama dari kekakuan lateral dan kekuatan dari struktur Momen Resisting Frame (*Bruneau, 1988*). Pada sistem ini sambungan antara kolom dan balok dibuat sekuat mungkin untuk mengurangi kerusakan akibat rotasi yang tidak bebas pada ujung-ujung baloknya.

Sistem yang sering di gunakan di Indonesia adalah Sistem Rangka Penahan Moment (*SRPM*), dalam sistem ini beban gravitasi dan beban lateral di pikul oleh sistem rangka ruang (terdiri dari balok dan kolom). *SRPM* dibagi menjadi tiga jenis antara lain:

- Sistem Rangka Penahan Moment Biasa (*SRPMB*) yang didesain secara elastis yang mana cocok untuk bangunan tidak bertingkat dan memiliki bentangnya yang Panjang
- Sistem Rangka Penahan Moment Menengah (*SRPMM*) yang didesain cocok untuk intensitas gempa sedang dan bertingkat rendah karena dirancang berperilaku inelastis terbatas
- Sistem Rangka Penahan Moment Khusus (*SRPMK*) ini dirancang sesuai dengan prinsip *strong-column-weak-beam* yang mencapai *strain-hardening* agar tidak menyebabkan kerusakan *story*.

2. Braced Frame System (*BFS*)

Untuk beban lateral tinggi dengan beban gempa, sistem struktur portal bukanlah sistem yang efisien karena sistem elastisnya rendah. Oleh karena itu untuk beban gempa dengan beban lateral tinggi diperlukan sistem yang lebih elastis yaitu dengan menambah dinding geser (*shear wall*) atau dengan pangkuan diagonal (*bracing*) (Shodek, D.L, 1999). Dalam SNI terdapat dua jenis bracing yang sering digunakan antara lain :

- Sistem Rangka Bracing Konsentrik (*SRBK*).

Sistem ini bertolak belakang dengan sistem *MRF*, sistem ini menyalurkan gaya lateral terhadap truss. Pada sistem ini di bagi menjadi dua yaitu Sistem Rangka Bracing Konsentrik Biasa (*SRBKB*) dan Sistem Rangka Bracing Konsentrik Khusus (*SRBKK*) yang kemampuan daktilitasnya lebih tinggi bila dibebani gaya gempa dari yang biasa.

- Sistem Rangka Bracing Eksentrik (*SRBE*)

SRBE diharapkan dapat mengalami deformasi inelastic yang cukup besar pada link saat memikul gaya gempa rencana. Link adalah bagian dari balok yang direncanakan untuk mendisipasi energi pada saat terjadi gempa kuat. (SNI 1726, 2002)

3.4 Konsep Pembebanan

Konsep pembebanan yang digunakan merupakan konsep beban yang akan bekerja pada suatu bangunan tersebut. Beban yang bekerja pada suatu bangunan yang di analisis adalah beban mati, beban mati tambahan, beban hidup, dan beban gempa. Masing – masing dari jenis gempa ini memiliki peraturan sebagai dasar dari beban tersebut.

1. Beban Mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai atap, plafon, tangga partisi tetap, *finishing*, klading gedung dan komponen arsitektural dan structural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran (SNI 1727 – 2020). Dari definisi tersebut sudah dijelaskan beban – beban apa saja yang termasuk dalam beban mati

suatu bangunan. Selain dari beban yang telah dijelaskan tersebut beban mati juga meliputi beban mati sendiri yaitu struktur dari bangunan itu sendiri, seperti balok, kolom, dan struktur lainnya yang menggunakan berat bahan (berat jenis) dari konstruksi yang digunakan. Referensi beban mati menggunakan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (PPIUG) dan Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung 1987 (PPPUG). Beban mati yang digunakan dalam pembebanan gedung dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3. 1 Beban Mati Atau Berat Sendiri Bahan Bangunan

Bahan Bangunan	Berat Volume	Satuan
Baja	7850	kg/m ³
Spesi	21	kg/m ³
Pasir	1600	kg/m ³
Penutup Lantai	24	kg/m ³
Plafon dan penggantung	7	kg/m ³
Dinding Pasangan Batako (tebal 10cm)	20	kg/m ³
Instalasi MEP	45	kg/m ³

2. Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban yang disebabkan dari penggunaan fungsi dari suatu bangunan tersebut atau struktur dalam suatu luasan yang telah direncanakan penggunaannya. Referensi beban hidup menggunakan SNI 1727 – 2020 pasal 4.3.1, berdasarkan SNI 1727 – 2020 beban hidup dibagi menjadi dua yaitu pertama beban hidup yg diakibatkan pengguna atau penghuni bangunan atau yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, dan beban banjir. Kedua beban hidup atap yang diakibatkan pelaksanaan pemeliharaan dan masa layan struktur tersebut. Beban hidup yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3. 2 Beban Hidup Bangunan

Hunian atau penggunaan	Merata Psf (kN/m ²)	Terpusat lb (kN)
Apartemen (lihat rumah tinggal)		
Sistem lantai akses		
Ruang kantor	50 (2,4)	2000 (8,9)
Ruang komputer	100 (4,79)	2000 (8,9)
Gudang persenjataan dan ruang latihan	150 (7,18)	

Lanjutan Tabel 3.2 Beban Hidup Bangunan

Hunian atau penggunaan	Merata Psf (kN/m ²)	Terpusat lb (kN)
Ruang pertemuan Kursi tetap (terikat di lantai) Lobi Kursi dapat dipindahkan Panggung pertemuan Lantai podium Ruang Pertemuan Lainnya	60 (2,87) 100 (4,79) 100 (4,79) 100 (4,79) 150 (7,18) 100 (4,79)	
Balkon dan dek	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak perlu melebihi 100 psf (4,79 kN/m ²)	
Jalur untuk akses pemeliharaan	40 (1,92)	300 (1,33)
Koridor Lantai pertama Lantai lain	100 (4,79) Sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain	
Ruang makan dan restoran	100 (4,79)	
Hunian (lihat rumah tinggal)		
Ruang mesin elevator (pada daerah 2in. x 2 in. (50 mm x 50 mm))		300 (1,33)
Konstruksi pelat lantai finishing ringan (pada area 1 in. x 1 in. (25 mm x 25 mm))		200 (0,89)
Jalur penyelamatan terhadap kebakaran	100 (4,79)	
Hunian satu keluarga saja	40 (1,92)	
Tangga permanen	Lihat pasal 4.5.4	
Garasi/Parkir Mobil penumpang saja Truk dan bus	40 (1,92) Lihat pasal 4.10.2	
Gedung perkantoran: Ruang arsip dan komputer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian Lobi dan koridor lantai pertama Kantor Koridor di atas lantai pertama	100 (4,79) 50 (2,40) 80 (3,83)	2000 (8,90) 2000 (8,90) 2000 (8,90)
Atap Atap datar, berbubung, dan lengkung Atap yang digunakan penghuni	20 (0,96) Sama dengan penggunaan yang dilayani	
Atap untuk tempat berkumpul	100 (4,7)	

Sumber : SNI 1727:2020

3. Beban Gempa

Beban gempa merupakan beban luar yang berkerja pada struktur bangunan yang berasal dari gerakan tanah dibawahnya karena adanya gempa secara tektonik maupun vulkanik. Definisi berdasarkan *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2019)* Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewati besarnya selama umur struktur lama bangunan 50 tahun adalah sebesar 2%.

Penentuan gempa rencana mempunyai beberapa parameter. Parameter ini memiliki syaratnya masing – masing. Berdasarkan SNI 1726 – 2012 dan SNI 1726 – 2019 parameter – parameter tersebut antara lain , sebagai berikut ini.

1. Penentuan Kategori Resiko Bangunan

Kategori resiko bangunan merupakan parameter dalam menentukan jenis kategori resiko bangunan berdasarkan fungsi dari bangunan itu sendiri. Penentuan kategori resiko bangunan dapat dilihat pada Tabel 3.3 dibawah ini

Tabel 3. 3 Penentuan Kategori Resiko Bangunan Untuk Beban Gempa

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 : <ul style="list-style-type: none"> ● Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan ● Fasilitas sementara ● Gudang penyimpanan ● Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko 1,II,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk : <ul style="list-style-type: none"> ● Perumahan ● Rumah toko dan rumah kantor ● Pasar ● Gedung perkantoran ● Gedung apartemen/ rumah susun ● Pusat perbelanjaan/ mall ● Bangunan industry ● Fasilitas manufaktur Pabrik	II

**Lanjutan Tabel 3.3 Penentuan Kategori Resiko Bangunan Untuk
Beban Gempa**

<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bioskop • Gedung pertemuan • Stadion • Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat • Fasilitas penitipan anak • Penjara • Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar atau gangguan massal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pusat pembangkit listrik biasa • Fasilitas penanganan air • Fasilitas penanganan limbah • Pusat telekomunikasi 	III
<p>Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bangunan-bangunan monumental • Gedung sekolah dan fasilitas Pendidikan • Rumah ibadah rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat • Fasilitas pemadam kebakaran, ambulan, dan kantor polisi • Tempat perlindungan gempa bumi, tsunami, angin, dan darurat lainnya • Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi • Pusat pembangkit energi dan fasilitas public lainnya <p>Struktur tambahan (termasuk Menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, Menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang diisyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat.</p>	IV

Sumber : SNI 1726 – 2012 dan SNI 1726 – 2019

2. Penentuan Faktor Keutamaan Gempa

Faktor keutamaan gempa merupakan faktor yang ditentukan dari isi dan fungsi bangunan. Faktor keutamaan gempa dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3. 4 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa (Ie)
I atau II	1,00
III	1,25
IV	1,50

Sumber : SNI 1726 – 2012 dan SNI 1726 – 2019

3. Penentuan Klasifikasi Jenis Tanah

Klasifikasi situs merupakan penentuan kelas situs tanah suatu lokasi berdasarkan nilai V_s , N , dan SL nya. Klasifikasi situs dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut ini.

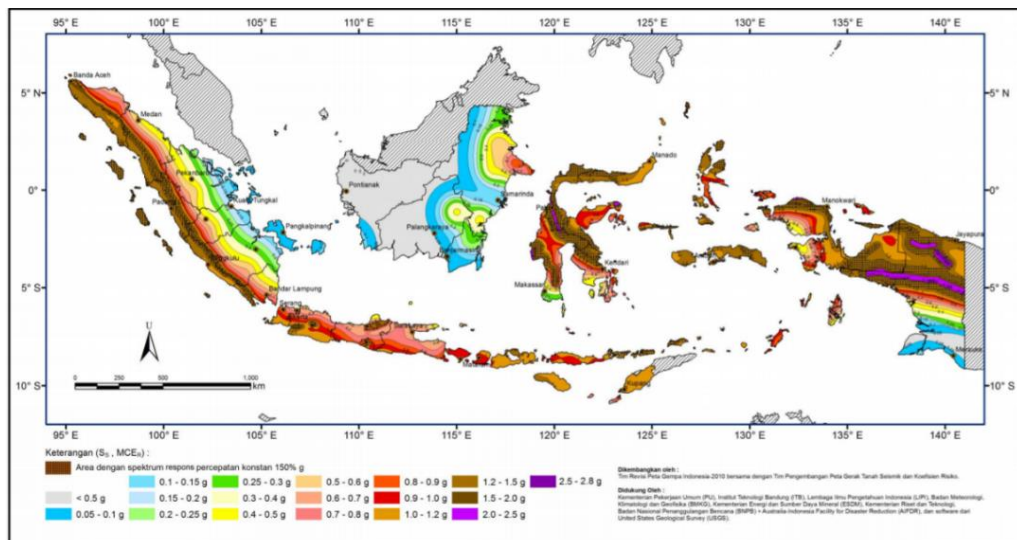
Tabel 3. 5 Klasifikasi Jenis Tanah (Situs)

Kelas Situs	V_s (m/detik)	N	SL (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
SE (tanah lunak)	< 175	<15	<50
	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 $S_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapis tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: <ul style="list-style-type: none"> • Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah • Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$m) • Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plastisitas $PI > 75$) • Lapis lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $S_u < 50$ kPa 		

Sumber : SNI 1726 – 2012 dan SNI 1726 – 2019

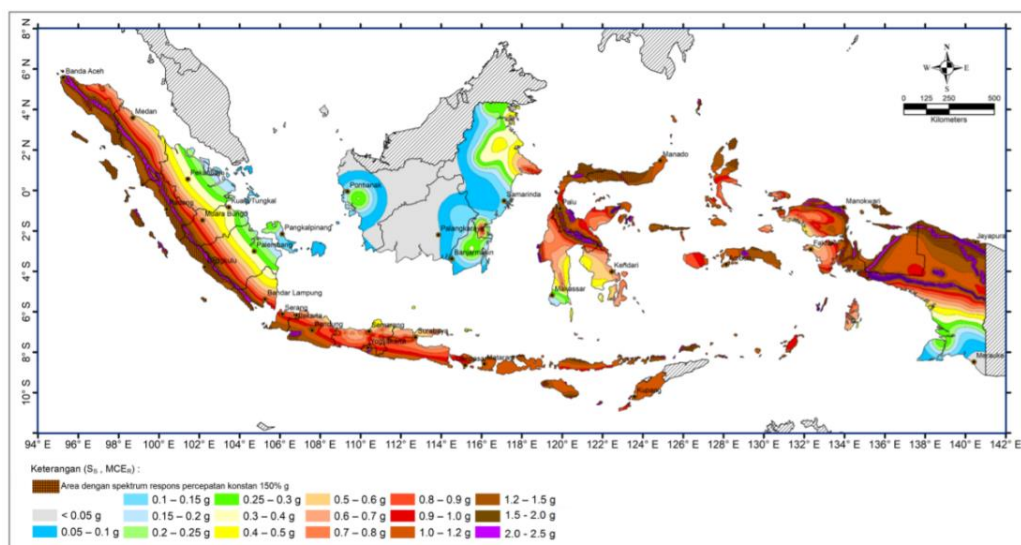
4. Penentuan Parameter Percepatan S_S dan S_I

Parameter percepatan untuk 0,2 detik atau periode pendek (S_S) dan parameter percepatan untuk periode 1 detik merupakan parameter yang digunakan untuk mendesain beban gempa yang terjadi. Parameter ini dituangkan ke dalam peta gerak tanah dengan kemungkinan 2% terlampaui dalam 50 tahun. Peta parameter S_S dan S_I dapat dilihat pada Gambar 3.1 sampai Gambar 3.4 berikut ini



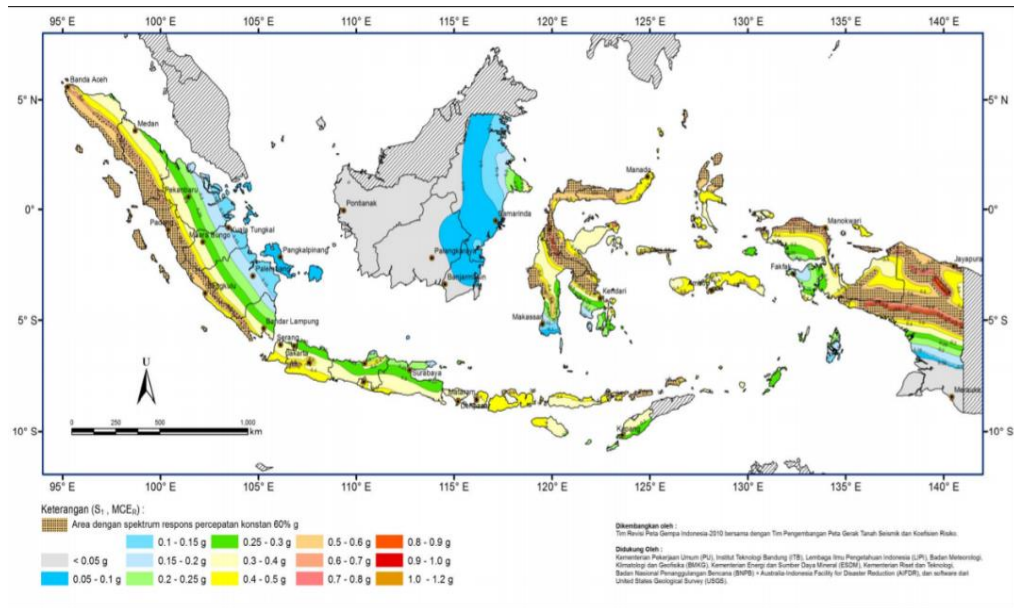
Gambar 3. 1 Peta Parameter Gerak Tanah Pada Periode 0,2 Detik, S_S

Sumber : SNI 1726 – 2012



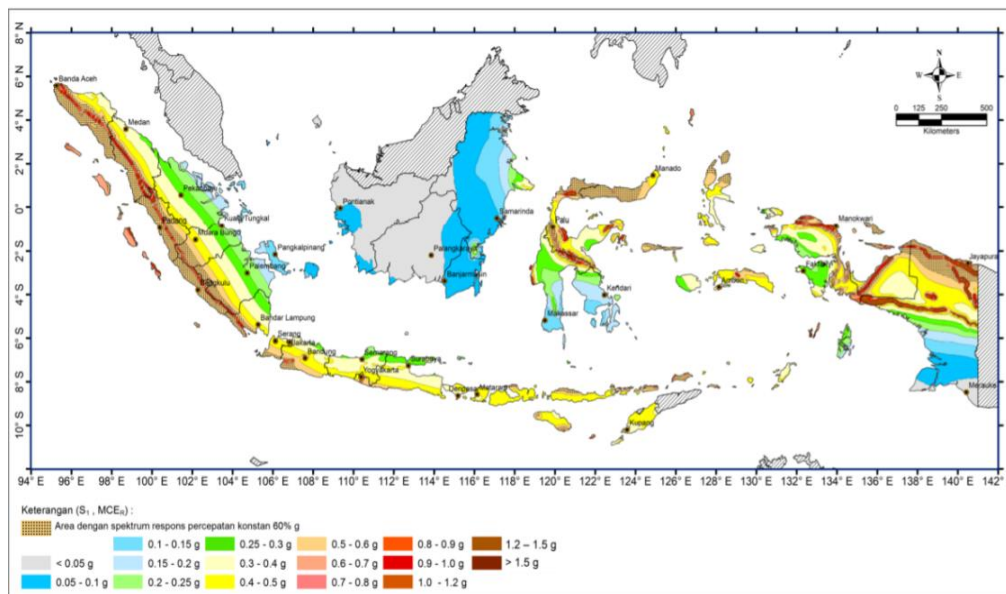
Gambar 3. 2 Peta Parameter Gerak Tanah Pada Periode 0,2 Detik, S_S

Sumber : SNI 1726 – 2019



Gambar 3. 3 Peta Parameter Gerak Tanah Pada Periode 1 Detik, S_1

Sumber : SNI 1726 – 2012



Gambar 3. 4 Peta Parameter Gerak Tanah Pada Periode 1 Detik, S_1

Sumber : SNI 1726 – 2019

5. Penentuan Parameter Faktor Amplifikasi F_a dan F_v

Parameter faktor amplifikasi respons spektrum percepatan permukaan tanah untuk periode pendek (F_a) dan periode 1 detik (F_v). Nilai dari parameter amplifikasi ini dapat ditentukan berdasarkan nilai S_5 dan S_1

yang dikorelasikan dengan keadaan klasifikasi situs di daerah tersebut. Faktor amplifikasi dapat dilihat pada Tabel 3.6 sampai Tabel 3.9 berikut ini

Tabel 3. 6 Faktor Amplifikasi, F_a

Klasifikasi Situs	Parameter response spectral percepatan gempa (MCE _R) terpetakan pada periode pendek, T=0,2 detik, S_s				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ^b				

Sumber : SNI 1726 – 2012

Tabel 3. 7 Faktor Amplifikasi, F_v

Klasifikasi Situs	Parameter response spectral percepatan gempa (MCE _R) terpetakan pada periode 1 detik, S_I				
	$S_I \leq 0,1$	$S_I = 0,2$	$S_I = 0,3$	$S_I = 0,4$	$S_I \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

Sumber : SNI 1726 – 2012

Tabel 3. 8 Faktor Amplifikasi, F_a

Klasifikasi Situs	Parameter response spectral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE _R) terpetakan pada perioda pendek, T=0,2 detik, S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$	$S_s \geq 1,5$
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. 9 Faktor Amplifikasi, F_v

Klasifikasi Situs	Parameter response spectral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_I					
	$S_I \leq 0,1$	$S_I = 0,2$	$S_I = 0,3$	$S_I = 14$	$S_I = 0,5$	$S_I \geq 0,6$
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

6. Penentuan Parameter Percepatan Spektral Desain

Parameter percepatan spektral desain merupakan parameter spectral yang akan digunakan sebagai gaya gempa desain dalam perhitungan analisis menggunakan SAP2000 khususnya menggunakan metode respon spektrum. Sebelum mencari nilai parameter spectral desain maka diperlukan nilai parameter respon spektrum percepatan periode pendek (Sm_S) dan parameter respon spektrum percepatan periode panjang 1 detik (Sm_I) dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$Sm_S = Fa \times S_s \quad (3.1)$$

$$Sm_{SI} = F_v \times S_I \quad (3.2)$$

Setelah mendapatkan nilai parameter percepatan respon spektrum, maka dapat menentukan parameter spectral desainnya dengan menggunakan rumus berikut ini

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (3.3)$$

$$S_{DI} = \frac{2}{3} S_{MI} \quad (3.4)$$

7. Penentuan Respon Spektrum Desain

Penentuan respon spektrum desain ini ditentukan berdasarkan ketentuan berikut ini

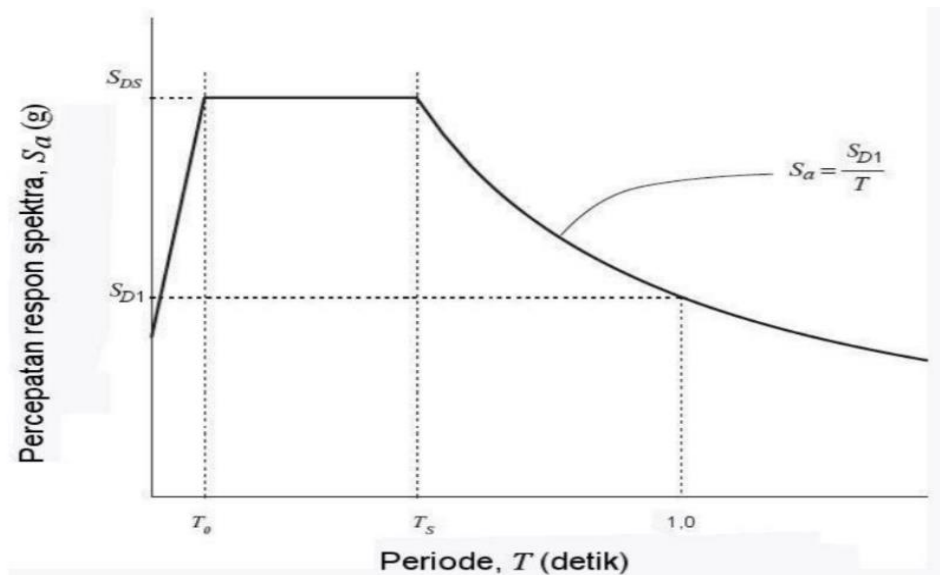
- a. Berdasarkan SNI 1726 – 2012

- “Untuk perioda yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respons percepatan desain, S_a , harus di ambil persamaan” :

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (3.5)$$

- “Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , sama dengan S_{DS} ”
- “Untuk perioda lebih besar dari T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan”:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (3.6)$$



Gambar 3. 5 Grafik Respon Spektrum Desain

Sumber : SNI 1726 – 2012

b. Berdasarkan SNI 1726 – 2019

- “Untuk perioda yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respons percepatan desain, S_a , harus di ambil persamaan” :

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (3.7)$$

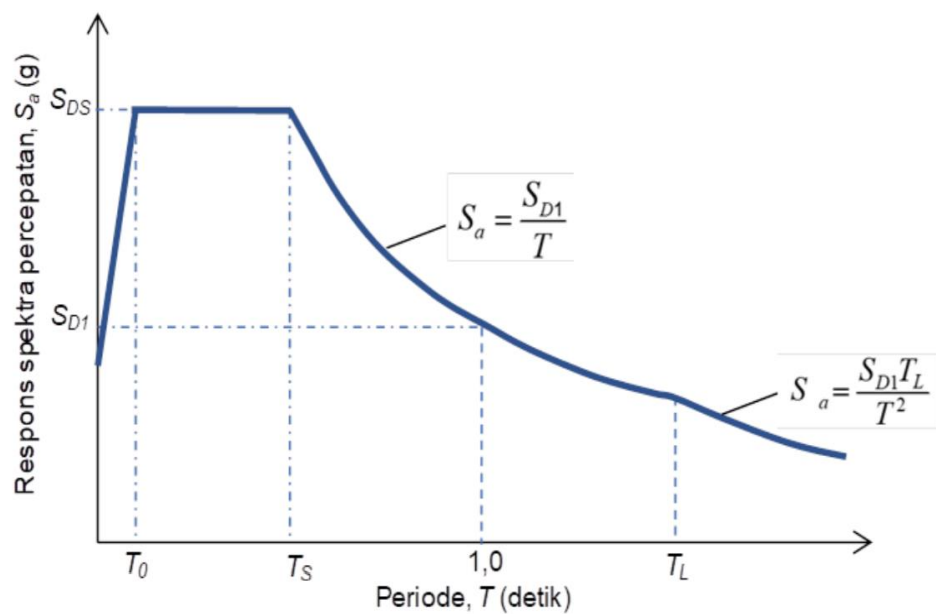
- “Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , sama dengan S_{DS} ”

- “Untuk perioda lebih besar dari T_S , spektrum respons percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan”:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (3.8)$$

- “Untuk perioda lebih besar dari T_L , spektrum respons percepatan desain, S_a , di ambil berdasarkan persamaan”:

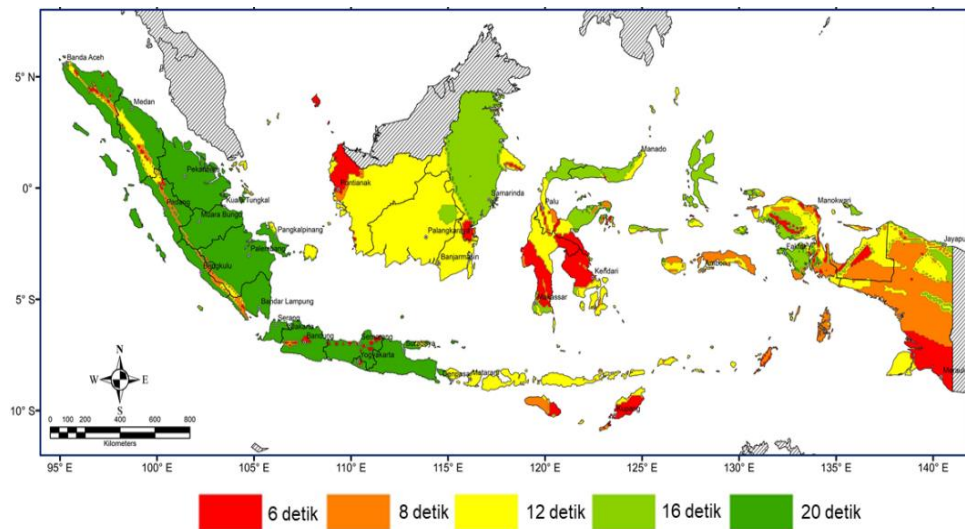
$$S_a = \frac{S_{D1}T_L}{T^2} \quad (3.9)$$



Gambar 3. 6 Grafik Respon Spektrum Desain

Sumber : SNI 1726 – 2019

Pada ketentuan desain grafik respon spektrum SNI 1726 – 2019 memiliki nilai terbaru yaitu nilai T_L yang didapatkan dari peta wilayah periode transisi panjang (T_L). Tujuan dari dibuatnya transisi periode panjang untuk mendapatkan nilai *ground motion* pada periode lebih dari 4 detik yang akan membuat lebih realistis dan berefek pada desain bangunan gedung bertingkat tinggi (M.Asrurifak dkk , 2017). Peta wilayah T_L dapat dilihat pada Gambar 3.a7 dibawah ini.



Gambar 3. 7 Grafik Respon Spektrum Desain

Sumber : SNI 1726 – 2019

8. Penentuan Kategori Desain Seismik

Kategori desain seismik merupakan kategori yang ditentukan berdasarkan parameter response percepatan pada periode pendek maupun periode 1 detik. Dari kedua periode tersebut diambil kategori desain seismik terbesar yang digunakan sebagai desain. Penentuan kategori desain seismik E merupakan kategori yang masuk ke I, II, dan III dengan nilai S_I lebih dari 0,75, sedangkan untuk kategori desain seismik F merupakan kategori yang masuk ke IV dengan nilai S_I lebih dari 0,75. Penentuan kategori desain seismik ini dapat dilihat pada Tabel 3.10 dan 3.11 berikut ini.

Tabel 3. 10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DS}

Nilai S_{DS}	Kategori Risiko	
	I, II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,5$	C	D
$0,5 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber : SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Tabel 3. 11 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DI}

Nilai S_{DI}	Kategori Risiko	
	I, II atau III	IV
$S_{DI} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{DI} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{DI} < 0,2$	C	D
$0,2 \leq S_{DI}$	D	D

Sumber : SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

9. Penentuan Kategori Struktur Rangka Momen

Kategori desain seismik sebelumnya sudah ditentukan berdasarkan nilai S_{DS} dan S_{DI} . Setelah itu dari kategori desain seismik yang didapatkan kita menentukan masuk ke kategori apa pada Struktur Rangka Momennya. Untuk Struktur Rangka Momen Biasa itu jika nilai KDS A dan B, untuk Struktur Rangka Momen Menengah jika nilai KDS B dan C, untuk Struktur Pemikul Momen Khusus jika nilai KDS D, E dan F.

10. Penentuan Faktor R , C_d , dan Ω

Tabel 3.12 Penentuan Faktor R , C_d , dan Ω untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik Berdasarkan Kategori Desain Seismik

Sistem pemikul gaya seismik	R^a	Ω^b	C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m) ^d				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D	E	F
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	$5^{1/2}$	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	$5^{1/2}$	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	$4^{1/2}$	3	4	TB	TB	10	TI	TI
4. Rangka baja pemikul momen biasa	$3^{1/2}$	3	3	TB	TB	TI	TI	TI

Sumber : SNI 1726:2019

Penentuan Faktor R , C_d , dan Ω ini ditetapkan berdasarkan sistem pemikul gaya seismik yang digunakan pada struktur tersebut. Dalam sistem

pemikul gaya seismik ini dibedakan 8 jenis sistem pemikul gaya seismik antara lain : Sistem Dinding Penumpu, Sistem Rangka Bangunan, Sistem Rangka Pemikul Momen, Sistem Ganda Dengan Rangka Pemikul Momen Khusus, Sistem Ganda Dengan Rangka Pemikul Momen Menengah, Sistem Interaktif Dinding Geser Rangka Dengan Rangka Pemikul Momen Beton Bertulang, Sistem Kolom Kantilever, Sistem Baja Tidak di detail Secara Khusus Untuk Ketahanan Seismik.

11. Penentuan Periode Fundamental Struktur

Penentuan periode fundamental struktur ini ditetapkan berdasarkan hasil analisis struktur yang dibatasi dengan batasan maksimum maupun minimum nilai periode getar yang digunakan. Untuk periode getar alami menggunakan rumus berikut ini.

$$T_a = C_t \times h_n^x \quad (3.9)$$

Keterangan :

T_a = Periode fundamental pendekatan (detik)

C_t dan x = Koefisien faktor pengali periode pendekatan

h = Ketinggian struktur (m)

Tabel 3. 13 Nilai Faktor Pengali C_t dan x

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100 % gaya seismik 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 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Untuk periode getar maksimum menggunakan rumus berikut ini.

$$T_{max} = C_U \times T_a \quad (3.10)$$

Keterangan :

T_{max} = Periode getar maksimum

C_U = Koefisien Untuk Batas Atas

Tabel 3. 14 Nilai Faktor Getar Batas Atas, C_U

Parameter percepatan respons spectral desain pada 1 detik, S_{DI}	Koefisien C_U
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Sumber : SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Periode fundamental struktur didapatkan dari hasil analisis struktur, nilai periode yang digunakan harus sesuai dengan batasan yaitu

- Apabila nilai T analisis lebih besar dari nilai $T_a \max$, maka nilai T yang digunakan adalah nilai $T_a \max$

$T_c > C_u \times T_a$ maka digunakan nilai $T = C_u \times T_a$

- Apabila nilai T analisis lebih besar dari nilai $T_a \min$ dan lebih kecil dari nilai $T_a \max$, maka nilai T yang digunakan adalah nilai T analisis

$T_a < T_c < C_u \times T_a$ maka digunakan nilai $T = T_c$

- Apabila nilai T analisis kurang dari $T_a \min$, maka nilai T yang digunakan adalah nilai T_c

$T_c < T_a$ maka digunakan nilai $T = T_c$

3.5 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan adalah kombinasi beban layan sebagai berikut ini.

1. $1 D + 0,7 E_v + 0,7 E_h$
2. $1 D + 0,525 E_v + 0,525 E_h + 0,75 L$
3. $0,6 D - 0,7 E_v + 0,7 E_h$

Kombinasi beban Ultimate sebagai berikut.

1. $1,4 D$
2. $1,2 D + 1,6 L$

3. $(1,2+ 0,2 S_{DS})D + 1,0 L \pm 1,0 EQ_x \pm 0.3EQ_y$
4. $(1,2+ 0,2 S_{DS})D + 1,0 L \pm 0.3 EQ_x \pm 1.0EQ_y$
5. $(0,9- 0,2 S_{DS})D \pm 1.0 EQ_x \pm 0.3 EQ_y$
6. $(0,9- 0,2 S_{DS})D \pm 0.3 EQ_x \pm 1.0EQ_y$

Keterangan :

- D = Merupakan beban mati yang terjadi akibat berat konstruksi (mulai dari dinding, lantai, atap, plafon, partisi, dan lain-lainnya yang bersifat permanen atau tertutup)
- L = Merupakan beban hidup yang terjadi akibat dari penggunaan gedung atau fungsi bangunan.
- Lr = Merupakan beban hidup pada atap yang muncul selama proses perawatan oleh pekerja bangunan, material, dan peralatan atau selama penggunaan biasa dan benda bergerak.
- E = Merupakan beban gempa yang dialami bangunan
- EQ_x = Beban gempa arah X
- EQ_y = Beban gempa arah Y
E_v = Pengaruh gaya seismik vertikal
- E_h = Pengaruh gaya seismik horizontal

3.6 Pengaruh Beban Seismik

Pengaruh beban terdiri dari pengaruh beban seismik vertikal dan horizontal.

Pengaruh beban seismik vertikal (E_v) dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini.

$$E_v = 0,2 S_{DS} D \quad (3.11)$$

Keterangan :

D = Merupakan beban mati yang terjadi akibat berat konstruksi

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

Untuk pengaruh beban seismik horizontal (E_h) dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini.

$$E_h = \rho Q_E \quad (3.12)$$

Keterangan :

ρ = Faktor redundansi
 Q_E = Pengaruh gaya seismik

3.7 Faktor Redundansi

Faktor redundansi merupakan faktor yang digunakan pada arah ortogonal yang bekerja pada sistem pemikul gaya seismik. Faktor redundansi dapat ditentukan berdasarkan kategori desain seismiknya. Untuk kategori desain seismik termasuk dalam KDS A,B, dan C , maka nilai faktor redundansinya 1,0. Untuk kategori desain seismik termasuk dalam KDS D,E dan F, maka nilai faktor redundansinya 1,3.

3.8 Distribusi Vertikal Gaya Seismik

Distribusi vertical timbul karena adanya gaya gempa lateral (F_x) ditiap tingkat bangunan. Untuk mencari nilai F_x dapat menggunakan rumus berikut ini.

$$F_x = C_{vx} V \quad (3.13)$$

Dengan nilai C_{vx} menggunakan rumus berikut ini.

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (3.14)$$

Keterangan :

C_{vx} = faktor distribusi vertikal
 V = gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur (kN)
 $w_i w_x$ = bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x .
 $h_i h_x$ = tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x (m)
 k = eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai sebagai berikut

untuk struktur dengan $T \leq 0,5$ detik, $k = 1$

untuk struktur dengan $T \geq 2,5$ detik, $k = 2$

untuk struktur dengan $0,5 < T < 2,5$ detik, $k = 2$ atau ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2

3.9 Distribusi Horizontal Gaya Seismik

Distribusi horizontal merupakan penjumlahan dari distribusi vertical gaya seismik tiap tingkat. Untuk mencari distribusi horizontal gaya seismik dapat menggunakan rumus berikut ini.

$$V_s = \sum_{i=x}^n F_i \quad (3.15)$$

Keterangan :

F_i = bagian dari geser dasar seismik (V) pada tingkat ke- I (kN)

3.10 Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar merupakan pemodelan dari penyederhanaan getaran gempa pada dasar suatu bangunan. Gaya geser dasar seismik sendiri dapat dicari menggunakan rumus berikut ini.

$$V = C_s \times W \quad (3.16)$$

Keterangan :

V = Gaya geser dasar seismik

C_s = Koefisien respon seismik

W = Berat seismik gedung efektif

1. Berdasarkan SNI 1726 : 2012 untuk nilai C_s ditentukan menggunakan rumus berikut ini

$$- C_{S1} = \frac{S_{Ds}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (3.17)$$

$$- C_{S2} = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (3.18)$$

$$- C_{S3} = 0,044 \times S_{Ds} \times I_e \geq 0,01 \quad (3.19)$$

Dari ketiga nilai C_s , nilai C_s yang digunakan tidak boleh kurang dari nilai C_{S3} dan nilai C_{S1} tidak boleh melebihi nilai C_{S2} .

2. Berdasarkan SNI 1726 : 2019 untuk nilai C_s ditentukan menggunakan rumus berikut ini

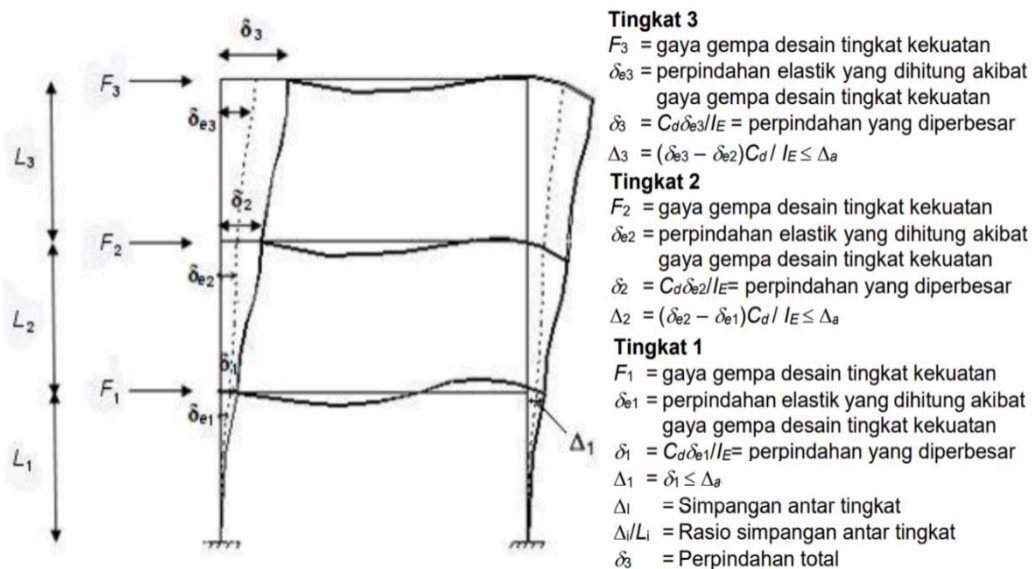
$$- \text{ Untuk } T \leq T_L, \text{ Maka } C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e} \right)} \quad (3.20)$$

$$- \text{ Untuk } T \geq T_L, \text{ Maka } C_s = \frac{S_{D1} T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e} \right)} \quad (3.21)$$

- C_s harus tidak kurang dari $C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01$

3.11 Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai merupakan respon struktur yang diakibatkan dari gaya yang bekerja. Dari besaran simpangan antar lantai inilah kita dapat mengetahui apakah kekakuan bangunan sudah cukup atau belum. Semakin besar nilai simpangan antar lantai maka semakin kecil kekakuan suatu bangunan, begitu pula sebaliknya semakin kecil nilai simpangan antar lantai maka semakin besar nilai kekakuan suatu bangunan. Nilai Simpangan antar lantai ini dibatasi agar bangunan tidak melebihi simpangan maksimum. Berikut ini ilustrasi simpangan antar lantai yang dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut ini.



Gambar 3. 8 Simpangan Antar Tingkat

Sumber : SNI 1726:2019

Simpangan pusat massa di tingkat- x (δ_x) (mm) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut ini :

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad (3.22)$$

keterangan :

C_d = faktor pembesaran simpangan lateral

δ_{xe} = simpangan di tingkat- x

I_e = faktor keutamaan gempa

Terkait batasan simpangan antar lantai yang dimana tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izinnnya. Simpangan antar tingkat ijin dapat dilihat pada Tabel 3.14 berikut ini.

Tabel 3. 15 Simpangan Antar Tingkat Izin

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	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

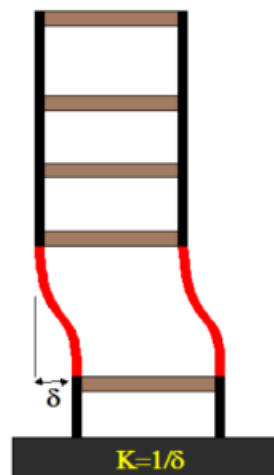
3.12 Ketidak Beraturan

Ketidakteraturan struktur merupakan respon struktur yang terjadi akibat bangunan yang tidak simetris. Ketidakteraturan dibagi menjadi ketidakteraturan vertikal dan horizontal. Berdasarkan SNI 1726 – 2019 ketidakteraturan vertikal dan horizontal dibedakan menjadi beberapa jenis antara lain.

3.12.1 Ketidakteraturan Vertikal

1. Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak (*softystory*) dibagi menjadi 2 jenis, yaitu

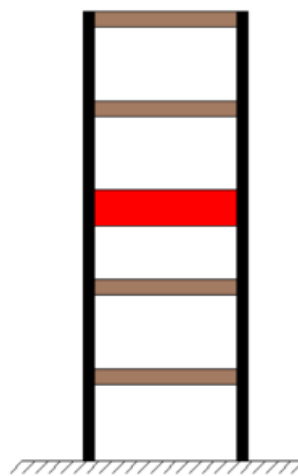
- a. Ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak yang kekakuan lateral suatu tingkat $< 70\%$ kekakuan tingkat di atasnya, atau $< 80\%$ dari kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya.
- b. Ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak yang kekakuan lateral suatu tingkat $< 60\%$ kekakuan tingkat di atasnya, atau $< 70\%$ dari kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya



Gambar 3. 9 Ketidakberaturan Tingkat Lunak (a) dan (b)

Sumber : SNI 1726:2019

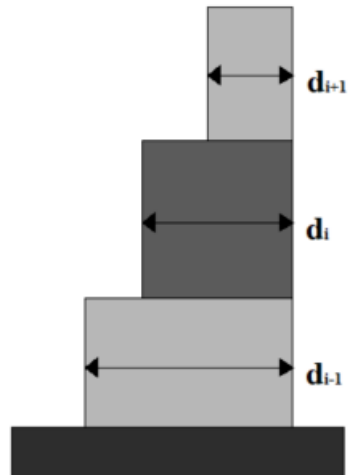
2. Ketidakberaturan Berat , yaitu jika massa efektif suatu tingkat $> 150\%$ masa efektif didekatnya.



Gambar 3. 10 Ketidakberaturan Berat (Massa)

Sumber : SNI 1726:2019

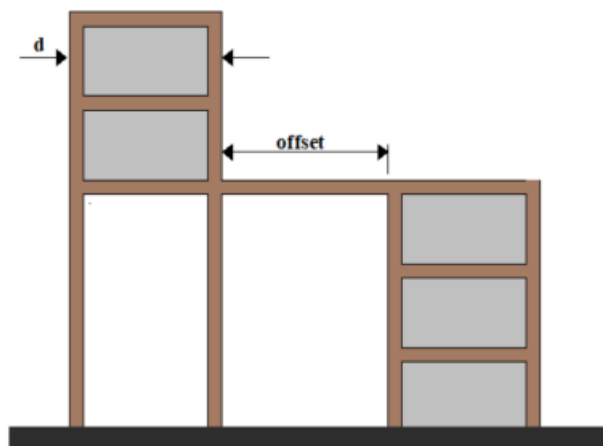
3. Ketidakberaturan Geometri Vertikal, yaitu bila dimensi horizontal suatu tingkat $> 130\%$ dimensi horizontal tingkat di atasnya.



Gambar 3. 11 Ketidakberaturan Geometri Vertikal

Sumber : SNI 1726:2019

4. Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang Pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral, yaitu ketika pergeseran (*offset*) $>$ dari panjang elemen atau terdapat reduksi kekakuan elemen pemikul ditingkat dibawahnya.

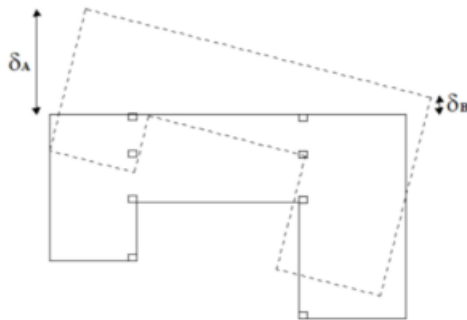


Gambar 3. 12 Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral

Sumber : SNI 1726:2019

3.12.2 Ketidakberaturan Horizontal

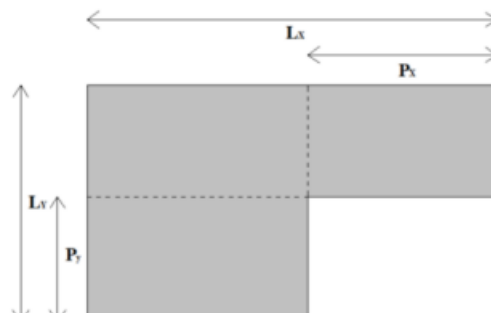
1. Ketidakberaturan Torsi dibagi menjadi 2 jenis yaitu
 - a. Ketidakberaturan Torsi terjadi jika salah satu ujung struktur melintang bangunan $> 1,2$ kali dari simpangan antar tingkat rata-rata dikedua ujung struktur.
 - b. Ketidakberaturan Torsi Berlebihan terjadi jika salah satu ujung struktur melintang bangunan $> 1,4$ kali dari simpangan antar tingkat rata-rata dikedua ujung struktur.



Gambar 3. 13 Ketidakberaturan Torsi (a) dan (b)

Sumber : SNI 1726:2019

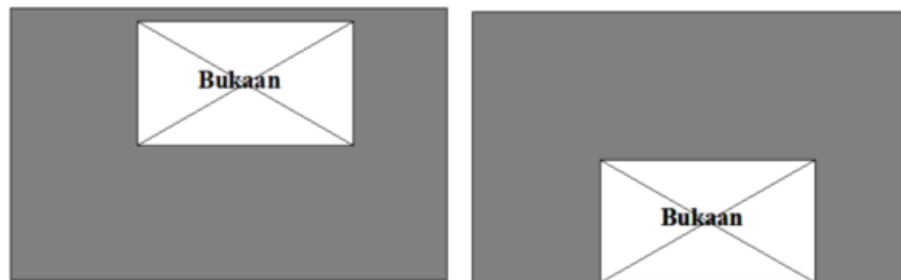
2. Ketidakberaturan Sudut Dalam, yaitu ketika kedua dimensi proyeksi denah struktur dari lokasi sudut dalam $> 15\%$ dimensi denah struktur dalam arah yang ditinjau.



Gambar 3. 14 Ketidakberaturan Sudut Dalam

Sumber : SNI 1726:2019

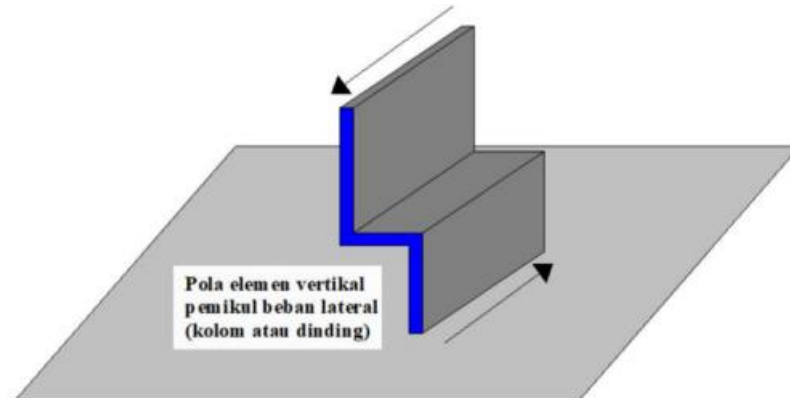
3. Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma, yaitu ketika suatu diafragma mempunyai daerah terpotong > 50% daerah diafragma bruto yang tertutup, atau perubahan kekakuan diafragma efektif > 50% dari suatu tingkat ke tingkat selanjutnya.



Gambar 3. 15 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma

Sumber : SNI 1726:2019

4. Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang, yaitu ketika dalam lintasan tahanan gaya lateral, seperti pergeseran tegak lurus terhadap bidang pada setidaknya satu elemen vertikal pemikul gaya lateral.



Gambar 3. 16 Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak

Sumber : SNI 1726

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Metode penelitian yang digunakan merupakan rangkaian atau sebuah gambaran dari tujuan penelitian dari prosedur yang dilaksanakan. Penelitian ini berupa penelitian jenis komparatif yaitu membandingkan berbagai hasil dari penelitian, hasil yang dibandingkan pada penelitian ini adalah respon spektrum, gaya geser dasar, simpangan antar lantai menggunakan SNI 1726 – 2012 dan SNI 1726 – 2019. Dari sifat dan tujuan inilah sangat diperlukannya metode penelitian yang bertujuan untuk mempermudah dalam memecahkan suatu permasalahan untuk mencapai tujuan dari rumusan yang dibuat sebelumnya.

4.2 Lokasi Pengamatan

Lokasi dari penelitian ini ada di daerah Kalimantan bagian barat yaitu sekitaran daerah Pontianak. Hal ini dikarenakan pada SNI 1726 – 2012 pada daerah tersebut termasuk daerah zona abu-abu yang artinya nilai S_s kurang dari 0,005, dan pada SNI 1726 – 2019 pada daerah tersebut mengalami peningkatan zona menjadi hijau yang artinya nilai S_s diantara 0,25 – 0,3. Peningkatan yang sangat signifikan secara visual inilah yang diambil sebagai daerah acuan karena sesuai dengan tujuan penelitian yaitu membandingkan hasil respon bangunan pada daerah yang mengalami kenaikan zonasi S_s yang signifikan secara visual pada daerah Kalimantan.

4.3 Tahap Persiapan Penelitian

1. Tahapan awal yang harus dilakukan peneliti adalah mengidentifikasi masalah. Dengan hal ini peneliti dapat menentukan studi kasus atau yang akan ditinjau sebagai objek penelitian.
2. *Time schedule* digunakan sebagai acuan sebagai pengendalian waktu dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir. Hal ini berguna untuk mengetahui apakah sesuai rencana waktu yang ditentukan.
3. Perumusan masalah digunakan untuk mengetahui pokok – pokok apa saja permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian. Tujuan dan manfaat dari penelitian harus dijabarkan kegunaanya. Batasan penelitian berfungsi untuk membatasi pembahasan agar tidak keluar dari konteks pembahasan.
4. Mencari data primer dan data sekunder serta semua peraturan yang berhubungan dalam analisis suatu bangunan menggunakan metode respon spektrum

4.4 Tahap Pengolahan Data dan Permodelan

1. Analisa dan Pembahasan, dari hasil pengolahan data akan disajikan dengan permodelan grafik atau juga dapat menggunakan tabel. Hal ini berguna untuk mempermudah perbandingan untuk menarik kesimpulan dalam tujuan dan rumusan masalah yang dibuat.
2. Kesimpulan dan Saran, Setelah melakukan pengolahan dan analisis data peneliti meringkas jawaban dari tujuan penelitian dengan kesimpulan yang ada. Saran yang diberikan merupakan saran untuk penelitian-penelitian mendatang yang diharapkan dapat merupakan perbaikan ataupun perkembangan dari penelitian yang telah dilakukan.

3. Program Komputer yang digunakan adalah *SAP2000* sebagai program untuk melakukan analisis struktur, Sedangkan program komputer yang digunakan untuk mengolah data setelah dilakukan analisis permodelan adalah *Microsoft Office Excel 2019*.

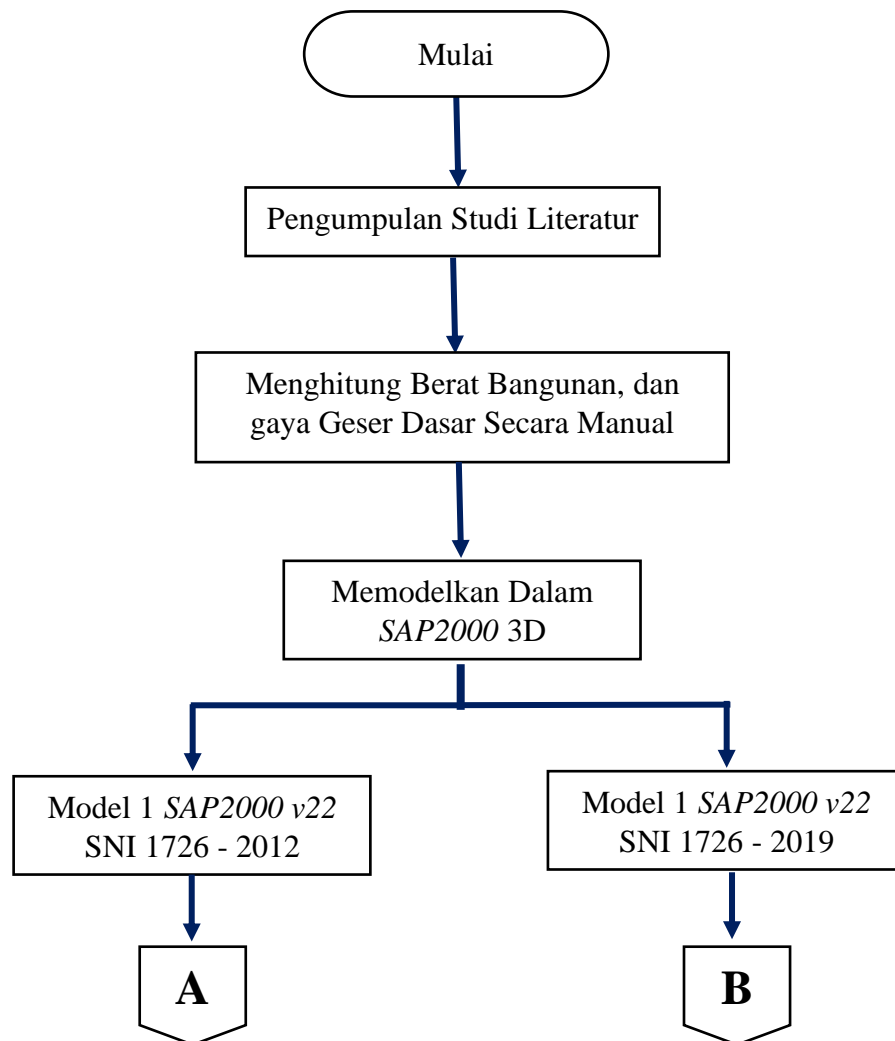
4.5 Tahapan Penelitian

Berikut adalah tahapan penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir

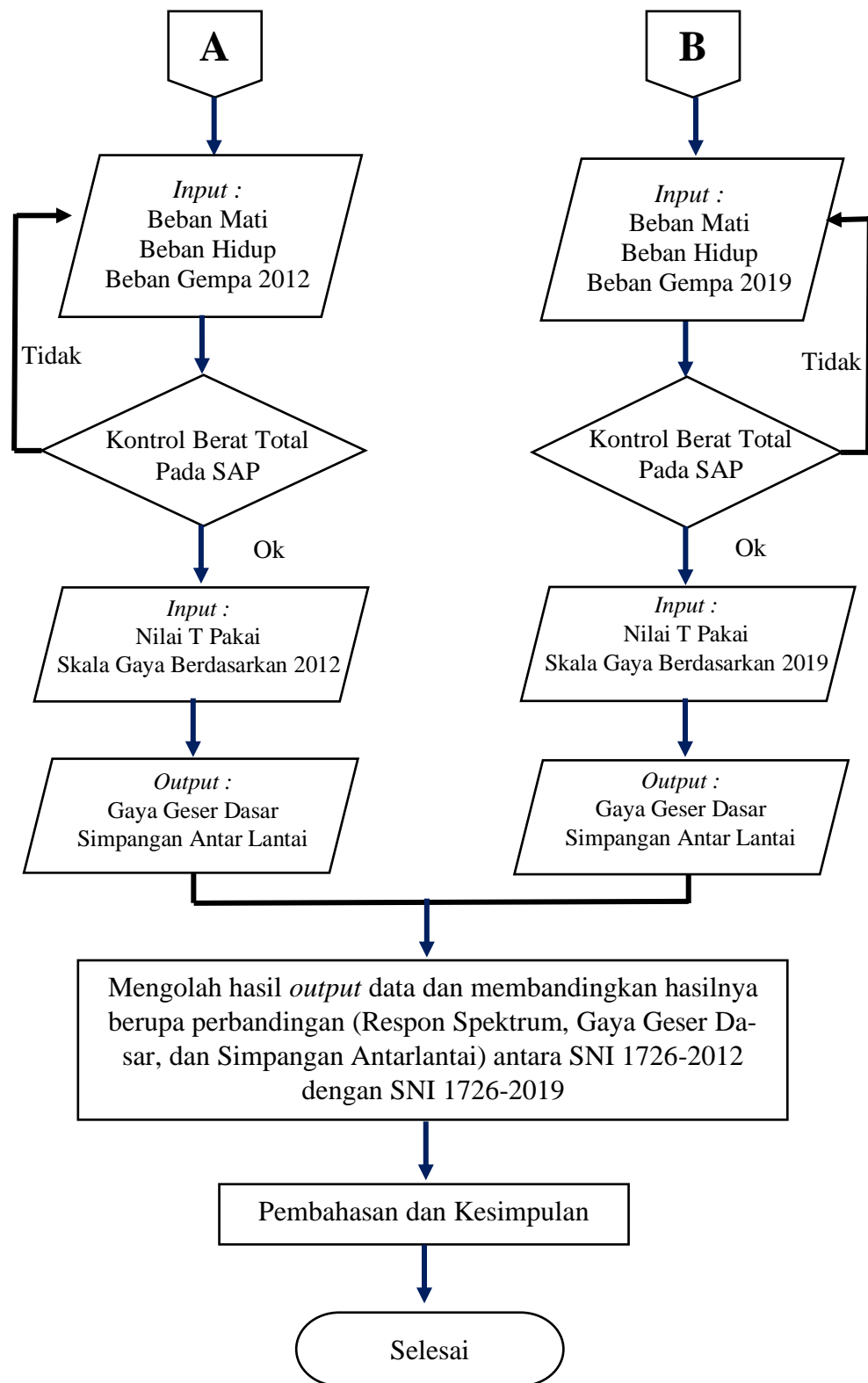
1. Mencari data teknis terkait data primer maupun data sekunder Bangunan serta lokasi yang ditinjau.
2. Mencari data untuk perencanaan bangunan dari SNI 1726 2012 dan SNI 1726 2019
3. Mencari data pembebanan berdasarkan SNI 1727-2013 dan PPIUG 1983
4. Melakukan pemodelan struktur portal baja tiga dimensi.
5. Melakukan pemodelan struktur bangunan dengan data primer yang diimajinerkan (karena letak bangunan dipindahkan ke lokasi yang ditinjau).
6. Melakukan analisis dinamik linier respons spektrum pada model bangunan berdasarkan persyaratan perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung pada SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019. Analisis dilakukan menggunakan program komputer *SAP2000 v.22* untuk SNI 1726 – 2012 dan SNI 1726 - 2019.
6. Melakukan olah data dari *output* data hasil analisis yaitu respon spektrum, gaya geser dasar dan simpangan antar lantai
7. Pembahasan berdasarkan permasalahan yang sudah dirumuskan
8. Penyusunan kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang menjawab tujuan penelitian.

4.6 Bagan Alir (Flowchart) Penelitian

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut



Gambar 4. 1 Flowchart Penelitian



Lanjutan Gambar 4.1 *Flowchart* Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

Analisis dan pembahasan dilakukan dalam bab ini. Analisis yang dilakukan merupakan perhitungan menggunakan excel sebagai acuan penelitian dalam menghitung berat bangunan, gaya gempa statik, respon spektrum, mengolah data hasil SAP 2000 yang berkaitan dengan simpangan antar tingkat, gaya geser dasar, dan ketidakberaturan. Pembahasan yang dilakukan dalam bab ini yaitu pembahasan hasil dari SAP 2000 yang pengolahan datanya berdasarkan SNI 1726 – 2012 dengan SNI 1726 – 2019.

5.2 Pembebanan Struktur

Pada bab sebelumnya sudah dijelaskan pembebanan yang diperhitungkan dalam analisis bangunan. Pada analisis bangunan ini beban yang diperhitungkan adalah beban mati, beban mati tambahan, beban hidup, dan beban gempa. Beban gempa yang diperhitungkan terdiri dari dua SNI yaitu SNI 1726 – 2012 dan SNI 1726 – 2019.

5.2.1 Beban Mati dan Beban Mati Tambahan

1. Beban mati pada pelat lantai kantor

Pelat	= 0,12 m x 23,544 kN/m ³	= 2,8252 kN/m ²
Spesi	= 0,02 m x 20,601 kN/m ³	= 0,4120 kN/m ²
Pasir	= 0,05 m x 16,677 kN/m ³	= 0,8338 kN/m ²
Granit	= 0,05 m x 23,544 kN/m ³	= 1,1772 kN/m ²
Plafond + Rangka	=	= 0,18 kN/m ²
Sanitasi + Plumbing	=	= 0,206 kN/m ²

2. Beban mati pada pelat lantai koridor, ruang kelas, ruang computer, ruang perpustakaan dan ruang pertemuan

Pelat	= 0,12 m x 23,544 kN/m ³	= 2,8252 kN/m ²
Spesi	= 0,02 m x 20,601 kN/m ³	= 0,4120 kN/m ²
Pasir	= 0,05 m x 16,677 kN/m ³	= 0,8338 kN/m ²
Keramik	= 0,01 m x 23,544 kN/m ³	= 0,2354 kN/m ²
Plafond + Rangka	=	= 0,18 kN/m ²
Sanitasi + Plumbing	=	= 0,206 kN/m ²

3. Beban mati pada pelat atap

Pelat	= 0,12 m x 23,544 kN/m ³	= 2,8252 kN/m ²
Spesi	= 0,02 m x 20,601 kN/m ³	= 0,4120 kN/m ²
Lap. Kedap Air	= 0,01 m x 18,639 kN/m ³	= 0,1863 kN/m ²
Genangan Air	= 0,1 m x 9,81 kN/m ³	= 0,981 kN/m ²
Plafond + Rangka	=	= 0,18 kN/m ²
Sanitasi + Plumbing	=	= 0,206 kN/m ²

4. Beban dinding

Ukuran Balok	= 0,2 x 0,1 m
Tebal `Dinding	= 0,15 m
Persen Luas Efektif	= 60 %
Bj Dinding	= 0,55 T/m ³
q Dinding	= Tebal x Tinggi x % Efektif x Bj dinding
q Dinding (h=3,15m)	= 1,432 kN/m
q Dinding (h=3,29m)	= 1,500 kN/m
q Dinding (h=4,81m)	= 2,238 kN/m

5.2.2 Beban Hidup

Beban hidup yang digunakan pada bangunan ini mengikuti peraturan SNI 1727 – 2020 berdasarkan manfaat dari tiap ruangnya seperti berikut ini.

Tabel 5. 1 Beban Hidup Bangunan

Fungsi Bangunan	L	Satuan
Ruang Kantor	2,40	kN/m ²
Koridor/Lobi	4,79	kN/m ²
Fasilitas Umum	4,79	kN/m ²
Ruang Kelas	1,92	kN/m ²
Ruang Komputer	4,79	kN/m ²
Ruang Perpustakaan	7,18	kN/m ²
Ruang Pertemuan	4,79	kN/m ²
Atap	0,96	kN/m ²

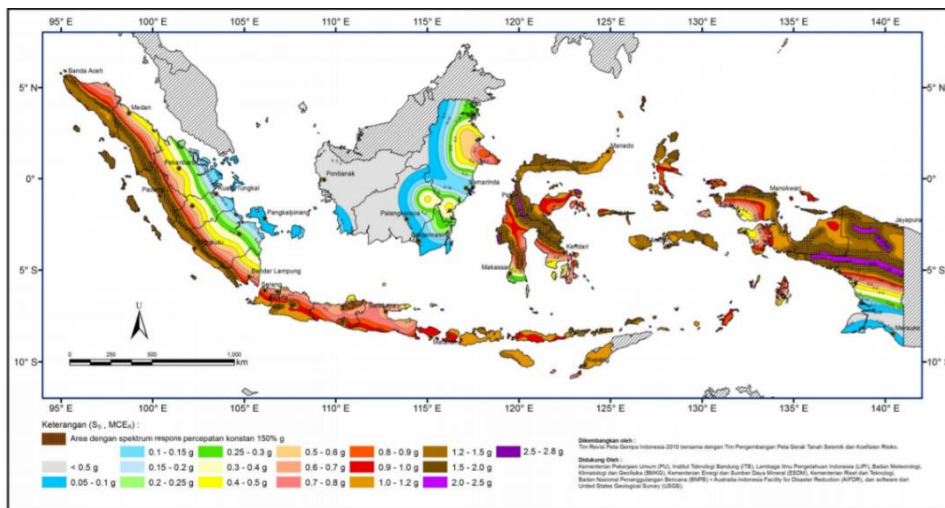
Berdasarkan SNI 1727 2013, beban hidup harus direduksi berdasarkan luasan tributari dari pelat yang dikalikan dengan faktor elemen beban hidupnya. Reduksi dilakukan apabila nilai $KLL \times AT$ lebih dari 400 ft² atau 37,16 m². Berikut ini table perhitungan reduksi beban hidup yang dapat dilihat pada Tabel 5.2 dibawah ini.

Tabel 5. 2 Reduksi Beban Hidup Berdasarkan SNI 1727 2013

FUNGSI BANGUNAN	AT (m²)	KLL	REDUKSI	L0	L
Ruang Kantor	30	1	Tidak perlu	2,400	2,400
Koridor/Lobi	36	1	Tidak perlu	4,790	4,790
Fasilitas Umum	36	1	Tidak perlu	4,790	4,790
Ruang Kelas	30	1	Tidak perlu	1,920	1,920
Ruang Komputer	30	1	Tidak perlu	4,790	4,790
Ruang Perpustakaan	30	1	Tidak perlu	7,180	7,180
Ruang Pertemuan	36	1	Tidak perlu	4,790	4,790
Atap	36	1	Tidak perlu	0,960	0,960

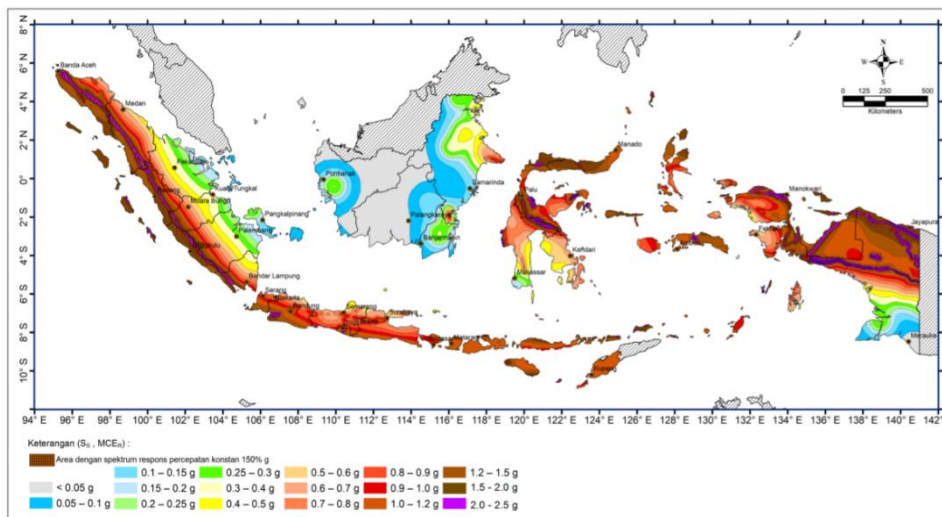
5.2.3 Beban Gempa

5.2.3.1 Menetapkan nilai Parameter gerak tanah, S_s dan S_I



Gambar 5. 1 Peta Parameter Gerak Tanah, S_s

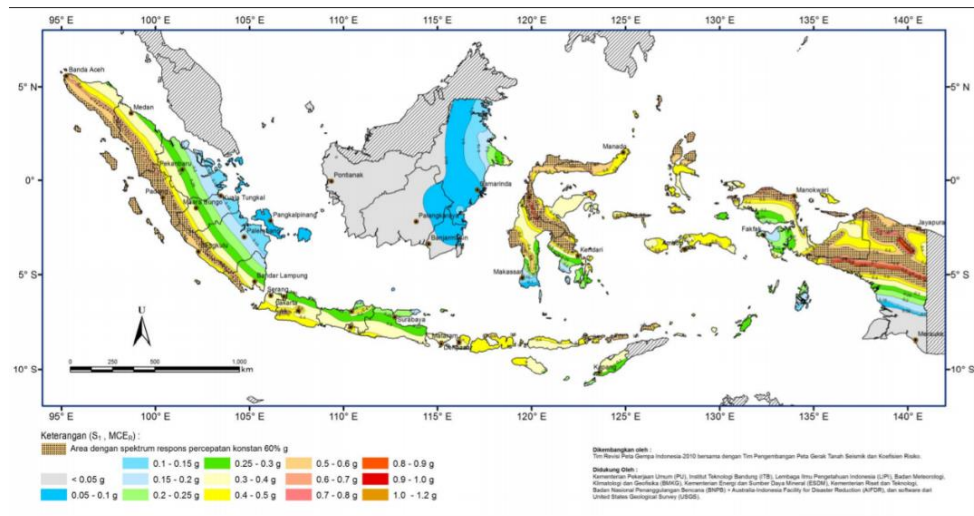
Sumber : SNI 1726 – 2012



Gambar 5. 2 Peta Parameter Gerak Tanah, S_s

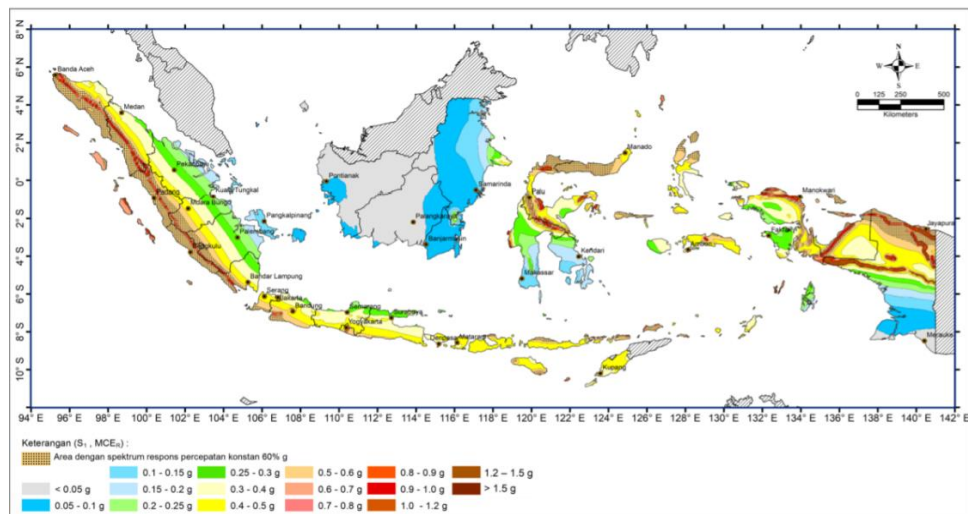
Sumber : SNI 1726 – 2019

Berdasarkan Peta Parameter Gerak Tanah, S_s SNI 1726 – 2012 dan SNI 1726 – 2019 wilayah yang ditinjau yaitu daerah selatan Pontianak, hal ini diambil dikarenakan wilayah sana memiliki perubahan warna daerah yang cukup signifikan kenaikannya, yang awalnya berwarna abu – abu menjadi warna hijau muda.



Gambar 5. 3 Peta Parameter Gerak Tanah, S₁

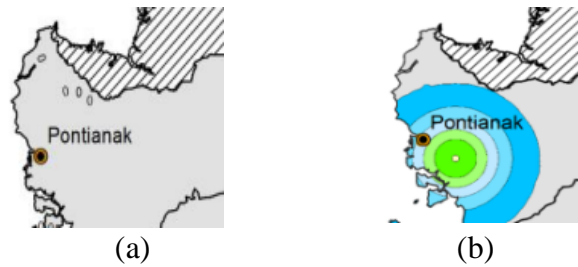
Sumber : SNI 1726 – 2012



Gambar 5. 4 Peta Parameter Gerak Tanah, S₁

Sumber : SNI 1726 – 2019

Berdasarkan Peta Parameter Gerak Tanah, S₁ SNI 1726 – 2012 dan SNI 1726 – 2019 wilayah yang ditinjau yaitu daerah selatan Pontianak, hal ini diambil dikarenakan wilayah sana memiliki perubahan warna daerah yang cukup signifikan kenaikannya, yang awalnya berwarna abu – abu menjadi warna biru.



Gambar 5. 5 Peta Parameter Gerak Tanah, S_s (a) 2012 dan (b) 2019

Sumber : SNI 1726 – 2019

Berdasarkan peta Parameter Gerak Tanah, S_s wilayah Selatan Pontianak termasuk wilayah warna abu – abu dengan rentan nilai $< 0,05$ pada SNI 1726 – 2012, dan wilayah warna hijau muda $0,2 – 0,25$. Nilai S_s yang diambil $0,049$ untuk SNI 1726 – 2012 dan nilai S_s yang diambil $0,25$ untuk SNI 1726 – 2019.



Gambar 5. 6 Peta Parameter Gerak Tanah, S_1 (a) 2012 dan (b) 2019

Sumber : SNI 1726 – 2019

Berdasarkan peta Parameter wilayah Selatan Pontianak termasuk wilayah warna abu – abu dengan rentan nilai $< 0,05$ pada SNI 1726 – 2012, dan wilayah warna biru $0,05 – 0,1$. Nilai S_1 yang diambil $0,049$ untuk SNI 1726 – 2012 dan nilai S_1 yang diambil $0,1$ untuk SNI 1726 – 2019.

5.2.3.2 Menetapkan nilai Parameter Faktor Amplifikasi (F_a dan F_v)

Tabel 5. 3 Koefisien Situs, F_a

Kalsifikasi Situs	Nilai S_s				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
<i>SA</i>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<i>SB</i>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>SC</i>	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
<i>SD</i>	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
<i>SE</i>	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
<i>SF</i>	SS ^b				

Sumber : SNI 1726 – 2012

Tabel 5. 4 Koefisien Situs, F_a

Kalsifikasi Situs	Nilai S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$	$S_s \geq 1,5$
<i>SA</i>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<i>SB</i>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
<i>SC</i>	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>SD</i>	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
<i>SE</i>	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
<i>SF</i>	SS ^(a)					

Sumber : SNI 1726 – 2019

Berdasarkan jenis tanah klasifikasi situs E (*SE*) dan nilai S_s yang diambil untuk SNI 2012 adalah 0,049 yang termasuk dalam nilai $S_s \leq 0,25$ sehingga nilai F_a untuk SNI 2012 adalah 2,5. Nilai S_s yang diambil untuk SNI 2019 adalah 0,25 yang termasuk dalam nilai $S_s \leq 0,25$ sehingga nilai F_a untuk SNI 2019 adalah 2,4.

Tabel 5. 5 Koefisien Situs, F_v

Kalsifikasi Situs	Nilai S_I				
	$S_I \leq 0,1$	$S_I = 0,2$	$S_I = 0,3$	$S_I = 0,4$	$S_I \geq 0,5$
<i>SA</i>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<i>SB</i>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>SC</i>	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
<i>SD</i>	2,4	2	1,8	1,6	1,5
<i>SE</i>	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
<i>SF</i>	SS ^b				

Sumber : SNI 1726 – 2012

Tabel 5. 6 Koefisien Situs , F_v

Kalsifikasi Situs	Nilai S_I					
	$S_I \leq 0,1$	$S_I = 0,2$	$S_I = 0,3$	$S_I = 0,4$	$S_I = 0,5$	$S_I \geq 0,6$
<i>SA</i>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<i>SB</i>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<i>SC</i>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
<i>SD</i>	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
<i>SE</i>	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
<i>SF</i>	SS ^(a)					

Sumber : SNI 1726 – 2019

Berdasarkan jenis tanah klasifikasi situs E (SE) dan nilai S_I yang diambil untuk SNI 2012 adalah 0,049 yang termasuk dalam nilai $S_I \leq 0,1$ sehingga nilai F_a untuk SNI 2012 adalah 3,5. Nilai S_I yang diambil untuk SNI 2019 adalah 0,1 yang termasuk dalam nilai $S_I \leq 0,1$ sehingga nilai F_a untuk SNI 2019 adalah 4,2

5.2.3.3 Menghitung nilai Parameter S_{DS} dan S_{DI}

- Perhitungan S_{DS} untuk SNI 2012

$$S_{MS} = F_a \times S_s$$

$$S_{MS} = 2,5 \times 0,049 = 0,123 \text{ g}$$

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

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times 0,123 = 0,082$$

- Perhitungan S_{DS} untuk SNI 2019

$$S_{MS} = F_a \times S_s$$

$$S_{MS} = 2,5 \times 0,25 = 0,6 \text{ g}$$

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

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times 0,6 = 0,04$$

- Perhitungan S_{MI} untuk SNI 1726 - 2012

$$S_{MI} = F_v \times S_I$$

$$S_{MI} = 3,5 \times 0,049 = 0,172 \text{ g}$$

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

$$S_{DI} = \frac{2}{3} \times 0,172 = 0,114$$

- Perhitungan S_{MI} untuk SNI 1726 - 2019

$$S_{MI} = F_v \times S_I$$

$$S_{MI} = 4,2 \times 0,1 = 0,42 \text{ g}$$

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

$$S_{DI} = \frac{2}{3} \times 0,42 = 0,280$$

5.2.3.4 Menghitung nilai Parameter T_0 dan T_s

- Perhitungan T_0 dan T_s untuk SNI 1726 - 2012

$$T_0 = 0,2 \times \frac{SD1}{SDS} = 0,2 \times \frac{0,114}{0,082} = 0,280 \text{ detik}$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDS} = \frac{0,114}{0,082} = 1,4 \text{ detik}$$

- Perhitungan T_0 dan T_s untuk SNI 1726 - 2019

$$T_0 = 0,2 \times \frac{SD1}{SDS} = 0,2 \times \frac{0,280}{0,4} = 0,140 \text{ detik}$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDS} = \frac{0,280}{0,40} = 0,7 \text{ detik}$$

5.2.3.5 Menetapkan Kategori Desain Seismik (KDS)

Kategori desain seismik ditentukan berdasarkan nilai S_{DS} dan S_{DI} dengan Kategori risikonya.

Tabel 5. 7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DS}

Nilai S_{DS}	Kategori Risiko	
	I, II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,5$	C	D
$0,5 \leq S_{DS}$	D	D

Berdasarkan nilai S_{DS} dengan kategori resiko untuk SNI 1726 - 2012 nilai $S_{DS} = 0,082$ dan kategori resiko IV maka termasuk kategori resiko A karena $S_{DS} < 0,167$. Untuk SNI 1726 - 2019 nilai $S_{DS} = 0,400$ dan kategori resiko IV maka termasuk kategori resiko D karena S_{DS} kurang dari 0,5.

Tabel 5. 8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DI}

Nilai S_{DI}	Kategori Risiko	
	I, II atau III	IV
$S_{DI} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{DI} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{DI} < 0,2$	C	D
$0,2 \leq S_{DI}$	D	D

Berdasarkan nilai S_{DI} dengan kategori resiko untuk SNI 1726 - 2012 nilai $S_{DI} = 0,114$ dan kategori resiko IV maka termasuk kategori resiko C karena $S_{DI} < 0,133$. Untuk SNI 1726 - 2019 nilai $S_{DI} = 0,280$ dan kategori resiko IV maka termasuk kategori resiko D karena S_{DI} kurang dari 0,5.

5.2.3.6 Menetapkan nilai Parameter S_a

- Perhitungan Nilai S_a untuk SNI 1726 - 2012

Untuk perioda yang lebih kecil dari T_0 , maka nilai S_a adalah

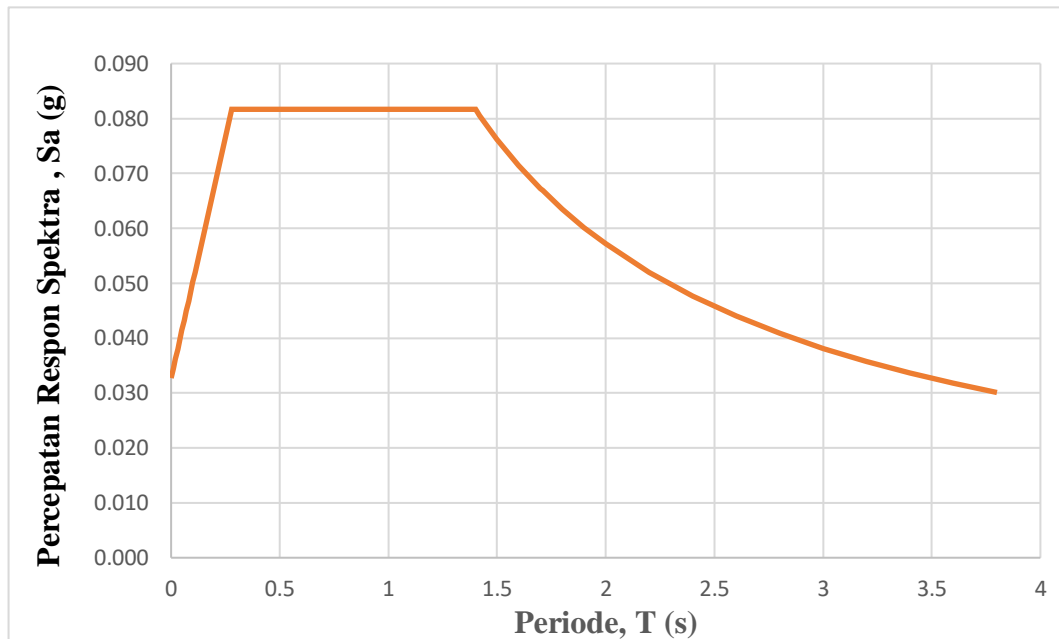
$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) = 0,082 \times \left(0,4 + 0,6 \frac{0}{0,14} \right) = 0,160$$

Untuk perioda $T_0 \leq T < T_s$, maka nilai S_a adalah $S_{DS} = 0,082$ g

Untuk perioda $T > T_s$, maka nilai S_a adalah

$$S_a = \frac{SD1}{T} = \frac{0,114}{2} = 0,057 \text{ g}$$

Berdasarkan dari persamaan perhitungan di atas dan dibuat menjadi sebuah grafik akan terbentuk menjadi grafik seperti berikut ini.



Gambar 5. 7 Grafik Respon Spektrum SNI 2012

- Perhitungan Nilai S_a untuk SNI 1726 - 2019

Untuk perioda yang lebih kecil dari T_0 , maka nilai S_a adalah

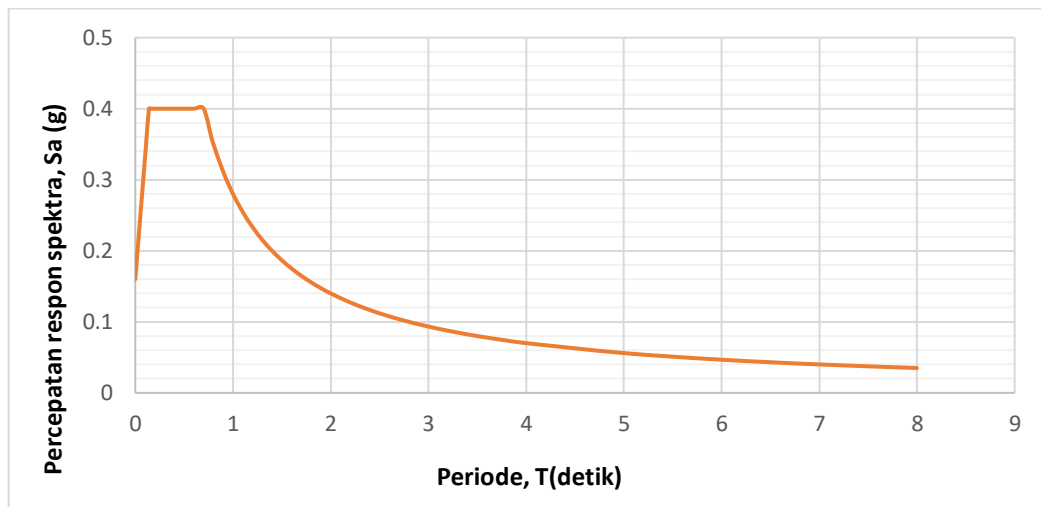
$$S_a = S_{DS} (0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0}) = 0,4 \times (0,4 + 0,6 \frac{0}{0,14}) = 0,160$$

Untuk perioda $T_0 \leq T < T_s$, maka nilai S_a adalah $S_{DS} = 0,07 \text{ g}$

Untuk perioda $T > T_s$, maka nilai S_a adalah

$$S_a = \frac{SD1}{T} = \frac{0,280}{2} = 0,140 \text{ g}$$

Berdasarkan dari persamaan perhitungan di atas dan dibuat menjadi sebuah grafik akan terbentuk menjadi grafik seperti berikut ini.



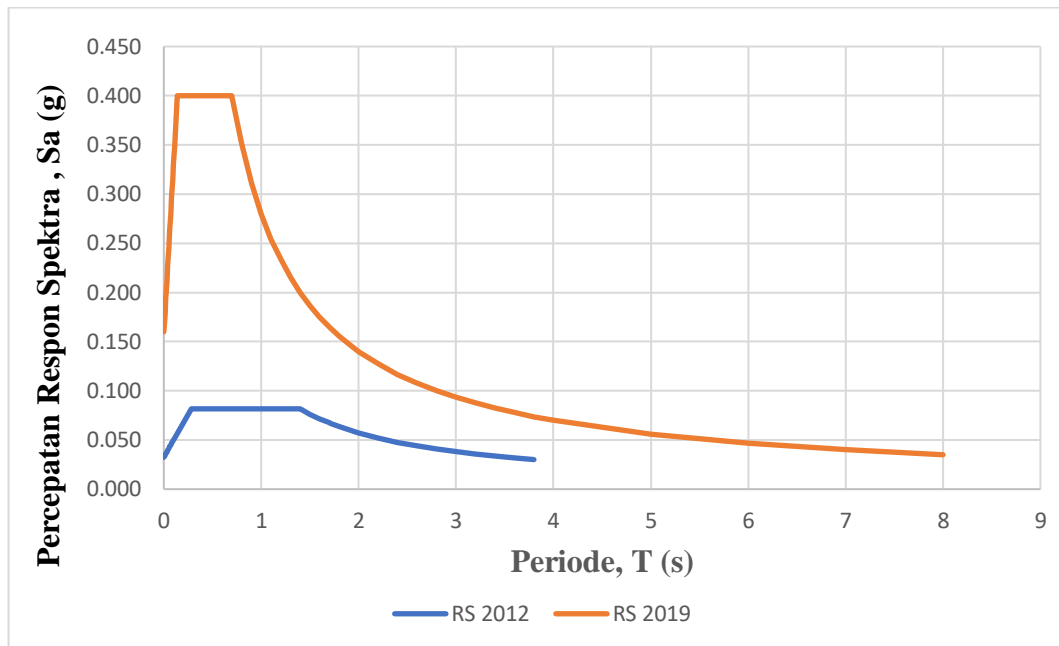
Gambar 5. 8 Grafik Respon Spektrum SNI 2019

Berdasarkan pembaruan peta gempa didapatkan bahwa selisih desain gempa antara SNI 2012 dengan SNI 2019 memiliki selisih yang cukup signifikan antara lain sebagai berikut ini

Tabel 5. 9 Rekapitulasi Desain Gempa Berdasarkan SNI 2012 Dengan SNI 2019

NILAI BEBAN GEMPA				
BERDASARKAN SNI		2012	2019	SELISIH NILAI 2012 DENGAN 2019
S_s	=	0,049	0,25	0,201
S_I	=	0,049	0,1	0,051
F_a	=	2,5	2,4000	-0,1
F_v	=	3,5	4,2000	0,7
$S_{ms} = F_a \times S_s$	=	0,123	0,600	0,4775
$S_{mI} = F_v \times S_I$	=	0,172	0,420	0,2485
$S_{Ds} = 2/3 \times S_{ms}$	=	0,082	0,400	0,318
$S_{DI} = 2/3 \times S_{mI}$	=	0,114	0,280	0,166

Dari nilai diatas bahwa nilai S_s SNI 1726 - 2012 dengan SNI 1726 - 2019 mengalami kenaikan yang cukup signifikan yaitu dari 0,049 menjadi 0,25. sedangkan untuk S_I SNI 2019 mengalami kenaikan dari 0,049 menjadi 0,1. Dari kenaikan kedua nilai tersebut juga menyebabkan kenaikan nilai desain gempanya yaitu untuk S_{Ds} dari 0,082 menjadi 0,4 dan S_{DI} dari 0,114 menjadi 0,280.



Gambar 5. 9 Perbandingan Grafik Respon Spektrum Berdasarkan SNI 2012 Dengan 2019

Berdasarkan Desain Grafik Respon Spektrum diatas dapat diketahui bahwa desain respon spektrum SNI 2012 dengan SNI 1726 - 2019 memiliki perbedaan yang cukup besar hal ini dikarenakan dari nilai desain gempa yang didapatkan sebelumnya yang menyebabkan nilai T_o dan T_s SNI 1726 - 2012 yang semula 0,280 dan 1,4 pada SNI 2019 nilai T_o dan T_s adalah 0,14 dan 0,7.

5.2.3.7 Menentukan nilai R , C_d , dan Ω_0

Nilai modifikasi respon, koefisien defleksi, dan faktor kuat lebih diatur pada SNI 1726 2012 dan SNI 1726 2019. Sistem penahan gempa gaya seismik yang digunakan adalah sistem rangka pemikul momen,

- Untuk 2012 dengan KDS A yang dimana masuk kedalam kategori rangka baja pemikul momen menengah, maka nilai

$$R = 4,5$$

$$C_d = 4$$

$$\Omega_0 = 3$$
- Untuk 2019 dengan KDS D yang dimana masuk kedalam kategori rangka baja pemikul momen khusus, maka nilai

$$R = 8$$

$$Cd = 5,5$$

$$\Omega_0 = 3$$

5.2.3.8 Menentukan nilai periode fundamental struktur awal

Untuk nilai periode awal 2012 dan 2019 dengan nilai C_t sebagai tipe struktur rangka baja pemikul momen = 0,0724 dan nilai $x = 0,8$ maka didapatkan nilai T_a adalah

$$T_a = C_t \times h_n^x$$

$$T_a = 0,0724 \times 23,9^{0,8}$$

$$T_a = 0,9172 \text{ detik}$$

Tabel 5. 10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DI}

Parameter percepatan respons spectral desain pada 1 detik, S_{DI}	Koefisien C_U
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Sumber : SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

- Untuk 2012 dengan nilai $S_{d1} = 0,114$, didapatkan nilai C_u yang digunakan adalah maka nilai T_{max} adalah sebagai berikut ini

$$T_{max} 2012 = C_U \times T_a$$

$$C_U = 1,7 + \frac{0,114 - 0,1}{0,15 - 0,1} \times (1,6 - 1,7) = 1,672$$

$$T_{max} 2012 = 1,672 \times 0,9172 = 1,5335 \text{ detik}$$

- Untuk 2019 dengan nilai $S_{d1} = 0,280$, didapatkan nilai C_u yang digunakan adalah maka nilai T_{max} adalah sebagai berikut ini

$$T_{max} 2019 = C_U \times T_a$$

$$C_U = 1,4 + \frac{0,280 - 0,2}{0,3 - 0,2} \times (1,5 - 1,4) = 1,48$$

$$T_{max} 2019 = 1,48 \times 0,9172 = 1,3574 \text{ detik}$$

5.3 Perhitungan Berat Bangunan

Perhitungan berat bangunan dilakukan secara manual terlebih dahulu menggunakan aplikasi perhitungan excel. Hal ini dilakukan untuk mengecek apakah berat bangunan secara manual sama dengan berat bangunan menggunakan aplikasi SAP 2000. Berat bangunan secara manual sebagai berikut ;

- Kolom H Beam 300x300 jumlah 38 buah

$$H = 3,15 \text{ m}$$

$$A = 0,01198 \text{ m}^2$$

$$BJ = 77,0085 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Berat} = T \times A \times BJ \times \text{jumlah Kolom}$$

$$= 3,15 \times 0,01198 \times 77,0085 \times 38$$

$$= 110,430 \text{ kN}$$

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Perhitungan Kolom dan Balok Lantai 1

Jenis	Panjang (m)	A (m ²)	BJ (kN/m ³)	Typical	Berat (kN)
Kolom H Beam 300x300	3,15	0,01198	77,0085	38	110,430
IWF 200.100 6M	6	0,002716	77,0085	49	61,491
IWF 150.75 6M	6	0,001783	77,0085	32	26,362
IWF 200.100 4M	4	0,002716	77,0085	5	4,183
IWF 150.75 4M	4	0,001783	77,0085	4	2,196
IWF 200.100 3M	3	0,002716	77,0085	9	5,647
IWF 150.75 3M	3	0,001783	77,0085	15	6,178
IWF 200.100 2M	2	0,002716	77,0085	2	0,836
IWF 150.75 1M	1	0,001783	77,0085	1	0,137

Tabel 5. 12 Rekapitulasi Perhitungan Plat Lantai 1

Jenis	A (m ²)	Qd (m ²)	Ql (kN/m ³)	Berat (kN/m ²)
Plat Koridor	309	4,6926	1,198	1820,041
Plat Kantor	348	5,6344	0,600	2169,557
Plat Fasilitas Umum	63	4,6926	1,198	371,076

Tabel 5. 13 Rekapitulasi Perhitungan Beban Dinding Pada Balok Lantai 1

		h	x	b	
Ukuran Balok	=	0,2	x	0,1	m
Tebal Dinding	T dinding	=	0,15	m	
Tinggi Lantai	H	=	3,15	m	
Tebal Balok Diatas Tembok	H Balok	=	0,2	m	
Asumsi Tinggi Tembok	H Tembok	=	2,95	m	
Persen Luas Efektif Dinding	A Bersih	=	60%	%	
BJ Hebel	Bj Dinding	=	0,55	T/m ³	
Total Panjang Balok		=	110	m	
q Dinding = T dinding x H tembok x % dinding x BJ Dinding			=	0,1460	T/m
			=	1,4325	kN/m
Berat Dinding Pada Balok		=	157,5	kN	

Tabel 5. 14 Berat Bangunan Manual

Lantai	Berat (kN)
<i>Semi Basement</i>	199,103
Lantai 1	4735,715
Lantai 2	3721,801
Lantai 3	3861,185
Lantai 4	4101,954
Lantai 5	3779,136
Lantai 6	4336,027
<i>Rooftop</i>	2460,723
Berat Total Bangunan	27195,645

Berat bangunan dengan menggunakan aplikasi SAP2000 dapat dilihat pada table berikut ini.

Tabel 5. 15 Berat Bangunan SAP 2000

Fa	Fv	S_{DS}	S_{D1}	TUsed	CoeffUsed	WeightUsed
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	Unitless	KN
2,5	3,5	0,0816	0,1143	0,9172	0,0272	26993,914
2,5	3,5	0,0816	0,1143	0,9172	0,0272	26993,914

Sumber : Hasil SAP 2000

Selisih berat = berat pada excel – berat pada SAP

Selisih berat = 27195,645 kN – 26993,914 kN = 201,731 kN

Persen selisih berat = $\frac{\text{Selisih berat}}{\text{Berat pada excel}} \times 100\%$

Persen selisih berat = $\frac{201,731}{26993,914} \times 100\% = 0,74 \%$

Berdasarkan perhitungan diatas, selisih berat bangunan secara manual dengan berat bangunan menggunakan SAP 2000 yaitu 201,731 kN atau 0,74%. Selisih antara berat tersebut kurang dari syarat yaitu 5%, sehingga berat SAP sudah merepresentasikan atau realisasi antara bangunan aslinya dengan bangunan yang dimodelkan pada SAP 2000.

5.4 Kombinasi Pembebanan

5.4.1 Kombinasi Pembebanan SNI 1726 - 2012

COMB L8.1 : 1,011 D + 1,011 SD + 0,7 EQX + 0,21 EQY

COMB L8.2 : 1,011 D + 1,011 SD + 0,7 EQX - 0,21 EQY

COMB L8.3 : 1,011 D + 1,011 SD - 0,7 EQX + 0,21 EQY

COMB L8.4 : 1,011 D + 1,011 SD - 0,7 EQX - 0,21 EQY

COMB L8.5 : 1,011 D + 1,011 SD + 0,21 EQX + 0,7 EQY

COMB L8.6 : 1,011 D + 1,011 SD + 0,21 EQX - 0,7 EQY

COMB L8.7 : 1,011 D + 1,011 SD - 0,21 EQX + 0,7 EQY

COMB L8.8 : 1,011 D + 1,011 SD - 0,21 EQX - 0,7 EQY

COMB L9.1 : 1,009 D + 1,009 SD + 0,525 EQX + 0,158 EQY + 0,75 L

COMB L9.2 : 1,009 D + 1,009 SD + 0,525 EQX - 0,158 EQY + 0,75 L

COMB L9.3 : 1,009 D + 1,009 SD - 0,525 EQX + 0,158 EQY + 0,75 L

COMB L9.4 : 1,009 D + 1,009 SD - 0,525 EQX - 0,158 EQY + 0,75 L
 COMB L9.5 : 1,009 D + 1,009 SD + 0,158 EQX + 0,525 EQY + 0,75 L
 COMB L9.6 : 1,009 D + 1,009 SD + 0,158 EQX - 0,525 EQY + 0,75 L
 COMB L9.7 : 1,009 D + 1,009 SD - 0,158 EQX + 0,525 EQY + 0,75 L
 COMB L9.8 : 1,009 D + 1,009 SD - 0,158 EQX - 0,525 EQY + 0,75 L
 COMB L10.1 : 0,589 D + 0,589 SD + 0,7 EQX + 0,21 EQY
 COMB L10.2 : 0,589 D + 0,589 SD + 0,7 EQX + 0,21 EQY
 COMB L10.3 : 0,589 D + 0,589 SD - 0,7 EQX + 0,21 EQY
 COMB L10.4 : 0,589 D + 0,589 SD - 0,7 EQX - 0,21 EQY
 COMB L10.5 : 0,589 D + 0,589 SD + 0,21 EQX + 0,7 EQY
 COMB L10.6 : 0,589 D + 0,589 SD + 0,21 EQX - 0,7 EQY
 COMB L10.7 : 0,589 D + 0,589 SD - 0,21 EQX + 0,7 EQY
 COMB L10.8 : 0,589 D + 0,589 SD - 0,21 EQX - 0,7 EQY

5.4.2 Kombinasi Pembebanan SNI 1726 - 2019

COMB L8.1 : 1,011 D + 1,011 SD + 0,7 EQX + 0,21 EQY
 COMB L8.2 : 1,011 D + 1,011 SD + 0,7 EQX - 0,21 EQY
 COMB L8.3 : 1,011 D + 1,011 SD - 0,7 EQX + 0,21 EQY
 COMB L8.4 : 1,011 D + 1,011 SD - 0,7 EQX - 0,21 EQY
 COMB L8.5 : 1,011 D + 1,011 SD + 0,21 EQX + 0,7 EQY
 COMB L8.6 : 1,011 D + 1,011 SD + 0,21 EQX - 0,7 EQY
 COMB L8.7 : 1,011 D + 1,011 SD - 0,21 EQX + 0,7 EQY
 COMB L8.8 : 1,011 D + 1,011 SD - 0,21 EQX - 0,7 EQY
 COMB L9.1 : 1,009 D + 1,009 SD + 0,525 EQX + 0,158 EQY + 0,75 L
 COMB L9.2 : 1,009 D + 1,009 SD + 0,525 EQX - 0,158 EQY + 0,75 L
 COMB L9.3 : 1,009 D + 1,009 SD - 0,525 EQX + 0,158 EQY + 0,75 L
 COMB L9.4 : 1,009 D + 1,009 SD - 0,525 EQX - 0,158 EQY + 0,75 L
 COMB L9.5 : 1,009 D + 1,009 SD + 0,158 EQX + 0,525 EQY + 0,75 L
 COMB L9.6 : 1,009 D + 1,009 SD + 0,158 EQX - 0,525 EQY + 0,75 L
 COMB L9.7 : 1,009 D + 1,009 SD - 0,158 EQX + 0,525 EQY + 0,75 L

$$\text{COMB L9.8} : 1,009 D + 1,009 SD - 0,158 \text{ EQX} - 0,525 \text{ EQY} + 0,75 L$$

$$\text{COMB L10.1} : 0,589 D + 0,589 SD + 0,7 \text{ EQX} + 0,21 \text{ EQY}$$

$$\text{COMB L10.2} : 0,589 D + 0,589 SD + 0,7 \text{ EQX} + 0,21 \text{ EQY}$$

$$\text{COMB L10.3} : 0,589 D + 0,589 SD - 0,7 \text{ EQX} + 0,21 \text{ EQY}$$

$$\text{COMB L10.4} : 0,589 D + 0,589 SD - 0,7 \text{ EQX} - 0,21 \text{ EQY}$$

$$\text{COMB L10.5} : 0,589 D + 0,589 SD + 0,21 \text{ EQX} + 0,7 \text{ EQY}$$

$$\text{COMB L10.6} : 0,589 D + 0,589 SD + 0,21 \text{ EQX} - 0,7 \text{ EQY}$$

$$\text{COMB L10.7} : 0,589 D + 0,589 SD - 0,21 \text{ EQX} + 0,7 \text{ EQY}$$

$$\text{COMB L10.8} : 0,589 D + 0,589 SD - 0,21 \text{ EQX} - 0,7 \text{ EQY}$$

Dengan :

D = Beban Mati

L = Beban Hidup

EQX = Beban Gempa Arah X

EQY = Beban Gempa Arah Y

5.5 Gaya Geser Dasar dan Faktor Skala Baru

- Koefisien respon seismik untuk SNI 1726 - 2012 antara lain

$$C_{S1} = \frac{S_{Ds}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,082}{\left(\frac{4,5}{1,5}\right)} = 0,0272$$

Nilai C_{S1} tidak boleh melebihi nilai C_{S2}

$$C_{S2} = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,114}{1,5335 \left(\frac{4,5}{1,5}\right)} = 0,0249$$

$$C_{S3} = 0,044 \times S_{Ds} \times I_e \geq 0,01$$

$$C_{S3} = 0,044 \times 0,082 \times 1,5 = 0,054 \geq 0,01$$

Nilai C_s yang digunakan tidak boleh kurang dari nilai C_{S3}

Berdasarkan perhitungan koefisien respon seismik diatas sesuai dengan syarat bahwa $C_{S1} < C_{S2}$ dan $C_s > C_{S3}$, maka nilai C_s yang digunakan adalah 0,0249, Sehingga gasa geser statik dapat dihitung sebagai berikut.

$$V_{\text{statik 2012}} = C_s \times W$$

$$V_{\text{statik 2012}} = 0,0249 \times 26993,914 \text{ kN}$$

$$V_{\text{statik 2012}} = 670,8483 \text{ kN}$$

- Koefisien respon seismik untuk SNI 1726 - 2019 antara lain

$$C_{S1} = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,4}{\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,075$$

Nilai C_{S1} tidak boleh melebihi nilai C_{S2}

$$C_{S2} = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,280}{1,3574 \left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,039$$

$$C_{S3} = 0,044 \times S_{DS} \times I_e \geq 0,01$$

$$C_{S3} = 0,044 \times 0,4 \times 1,5 = 0,039 \geq 0,01$$

Nilai C_s yang digunakan tidak boleh kurang dari nilai C_{S3}

Berdasarkan perhitungan koefisien respon seismik C_s yang digunakan adalah 0,039, Sehingga gasa geser statik dapat dihitung sebagai berikut.

$$V_{\text{statik 2019}} = C_s \times W$$

$$V_{\text{statik 2019}} = 0,039 \times 26993,914 \text{ kN}$$

$$V_{\text{statik 2019}} = 1044,014 \text{ kN}$$

- Faktor skala gaya baru dinamik

Berdasarkan SNI 1726 – 2012 untuk V_{dinamik} adalah 85 % dari V_{statik} , sehingga perhitungannya dapat dihitung sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Skala gaya baru arah X} &= 0,85 \times \frac{V_{\text{statik}}}{V_{\text{dinamik Arah X}}} \\ &= 0,85 \times \frac{670,848}{296,921} \\ &= 1,920 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Skala gaya } V_{\text{dinamik}} \text{ baru arah X} &= \text{Skala Awal} \times \text{Skala Gaya baru arah X} \\ &= 3,27 \times 1,920 \\ &= 6,280 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Skala gaya baru arah Y} &= 0,85 \times \frac{V_{\text{statik}}}{V_{\text{dinamik Arah Y}}} \\ &= 0,85 \times \frac{670,848}{273,425} \\ &= 2,085 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Skala gaya } V_{\text{dinamik}} \text{ baru arah Y} &= \text{Skala Awal} \times \text{Skala Gaya baru arah Y} \\
 &= 3,27 \times 2,085 \\
 &= 6,820
 \end{aligned}$$

- Faktor skala gaya baru dinamik

Berdasarkan SNI 1726 – 2019 untuk V_{dinamik} adalah 100 % dari V_{statik} , sehingga perhitungannya dapat dihitung sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Skala gaya } V_{\text{dinamik}} \text{ arah X} &= 1 \times \frac{V_{\text{statik}}}{V_{\text{dinamik Arah X}}} \\
 &= 1 \times \frac{1103,637}{448,467} \\
 &= 2,461
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Skala gaya } V_{\text{dinamik}} \text{ baru arah X} &= \text{Skala Awal} \times \text{Skala Gaya baru arah X} \\
 &= 1,839 \times 2,461 \\
 &= 4,527
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Skala gaya } V_{\text{dinamik}} \text{ arah Y} &= 1 \times \frac{V_{\text{statik}}}{V_{\text{dinamik Arah Y}}} \\
 &= 1 \times \frac{1103,637}{405,232} \\
 &= 2,723
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Skala gaya } V_{\text{dinamik}} \text{ baru arah Y} &= \text{Skala Awal} \times \text{Skala Gaya baru arah Y} \\
 &= 1,839 \times 2,723 \\
 &= 5,009
 \end{aligned}$$

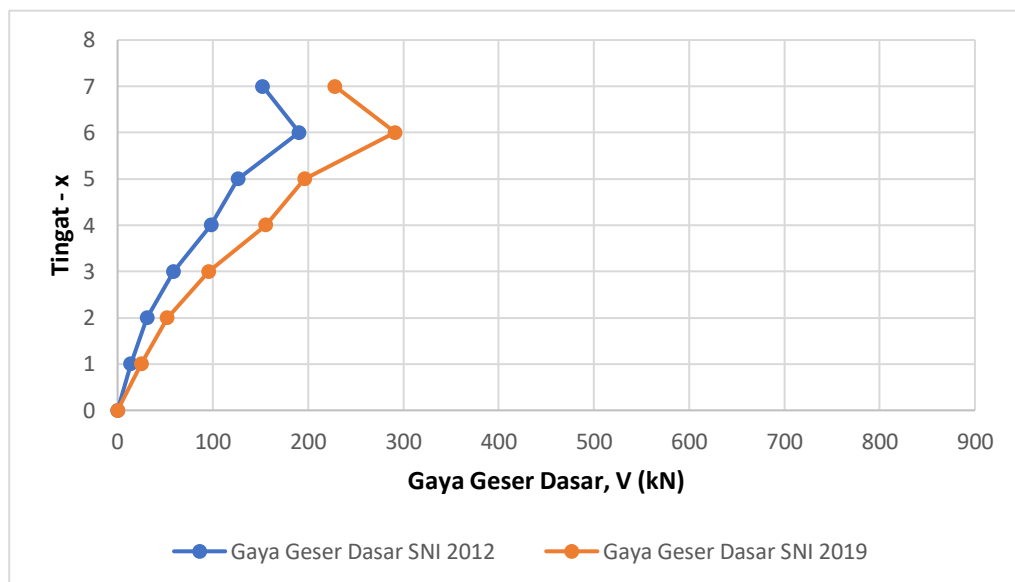
Berdasarkan input nilai dapat dilihat sebagai berikut ini.

Tabel 5. 16 Gaya Geser Seismik Tiap Tingkat Berdasarkan SNI 2012

Lantai	Berat (W)	Tinggi (H)	H ^k	WH ^k	F (kN)
Atap	2460,72	23,9	123,23	303228,94	152,10
LT 6	4336,03	19,09	87,64	379992,94	190,60
LT 5	3779,14	15,94	66,66	251933,92	126,37
LT 4	4101,95	12,79	47,74	195819,08	98,22
LT 3	3861,19	9,5	30,41	117408,38	58,89
LT 2	3721,80	6,35	16,51	61429,01	30,81
LT 1	4735,71	3,2	5,84	27642,68	13,87
BASEMENT	199,10	0	0,00	0,00	0,00
	27195,64	TOTAL		1337454,96	670,85

Tabel 5. 17 Gaya Geser Seismik Tiap Tingkat Berdasarkan SNI 2019

Lantai	Berat (W)	Tinggi (H)	H ^k	WH ^k	F (kN)	
Atap	2460,72	23,9	93,18	229299,47	228,05	
LT 6	4336,03	19,09	67,59	293089,93	291,50	
LT 5	3779,14	15,94	52,24	197427,59	196,35	
LT 4	4101,95	12,79	38,14	156457,12	155,61	
LT 3	3861,19	9,5	24,94	96296,56	95,77	
LT 2	3721,80	6,35	14,03	52202,29	51,92	
LT 1	4735,71	3,2	5,27	24951,80	24,82	
BASEMENT	199,10	0	0,00	0,00	0,00	
27195,64				TOTAL	1049724,76	1044,01

**Gambar 5. 10 Perbandingan Gaya Geser Dasar 2012 dengan 2019**

Gaya geser dasar berdasarkan SNI 1726 – 2012 didapatkan 670,85 kN sedangkan berdasarkan SNI 1726 – 2019 didapatkan 1044,01 kN. Hal ini terjadi akibat perbedaan dimana pada SNI 1726 – 2012 untuk $V_{dinamik}$ adalah 85 % dari V_{statik} , sedangkan SNI 1726 – 2019 untuk $V_{dinamik}$ adalah 100 % dari V_{statik} . Kenaikan gaya geser dasar berdasarkan SNI 1726 – 2019 sebesar 35,74 % dari pada berdasarkan SNI 1726 – 2012. Hal ini dikarenakan nilai C_s yang digunakan sebagai faktor pengali gaya geser dasar berbeda. Penentuan nilai C_s ditentukan berdasarkan nilai S_{ds} , S_{d1} , nilai R yang dimana terjadi peningkatan nilai dari SNI 1726 – 2012 dengan SNI 1726 – 2019.

5.6 Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai dihitung menggunakan hasil analisis menggunakan SAP 2000 pada *displacement joint* arah x dan y. Hasil pertama dari analisis menggunakan SAP 2000 berupa simpangan elastic, yang kemudian diubah ke inelastic dengan mengalikan dengan faktor Cd dan Ie . Setelah dihitung simpangan antar lantai berdasarkan SNI 2012 dan 2019 dapat dilihat dibawah ini.

$$\delta e_{Eqx} = 0,004 \text{ m}$$

$$\delta e_{Eqx} = 4,216 \text{ mm}$$

$$\delta E_{qx} = Cd \times I \times \delta e_{Eqx} \text{ (mm)} = 4 \times 1,5 \times 4,216 \text{ mm} = 11,243 \text{ mm}$$

$$\Delta x = \delta E_{qx} \text{ 1 – dasar} = 11,243 - 0 = 11,243 \text{ mm}$$

$$\Delta a = 0,01 \times H = 0,01 \times 3200 \text{ mm} = 32 \text{ mm}$$

Nilai $\Delta x < \Delta a$ yaitu $11,243 \text{ mm} < 32 \text{ mm}$ sehingga berdasarkan nilai control simpangan ijin, maka simpangan masuk dalam kategori AMAN. Berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan simpangan antar lantai Arah X Berdasarkan SNI 1726 – 2012.

Tabel 5. 18 Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X Berdasarkan SNI 2012

Lantai	h	Koord x	δe_{Eqx}	δe_{Eqx}	δE_{qx}	Δx	Δa	Kontrol
	mm		m	mm	mm	mm	mm	$\Delta x < \Delta a$
Atap	4810	626	0,051	51,15	136,40	17,68	31,50	AMAN
6	3150	520	0,044	44,51	118,71	14,96	31,50	AMAN
5	3150	323	0,038	38,90	103,74	19,52	32,90	AMAN
4	3290	217	0,031	31,58	84,219	24,86	31,50	AMAN
3	3150	111	0,022	22,25	59,352	25,44	31,50	AMAN
2	3150	5	0,012	12,71	33,912	22,66	32,00	AMAN
1	3200	417	0,004	4,216	11,243	11,24	32,00	AMAN
DASAR	0		0,000	0	0,000	0,000	0,000	AMAN

Tabel 5. 19 Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y Berdasarkan SNI 2012

Lantai	h	Koord x	δe_{Eqx}	δe_{Eqx}	δ_{Eqx}	Δx	Δa	Kontrol
	mm		m	mm	mm	mm	mm	$\Delta x < \Delta a$
Atap	4810	383	0,072	72,21	192,56	22,92	48,10	AMAN
6	3150	427	0,063	63,61	169,63	18,89	31,50	AMAN
5	3150	15	0,056	56,53	150,74	25,52	31,50	AMAN
4	3290	121	0,047	46,95	125,22	33,93	32,90	TIDAK AMAN
3	3150	227	0,034	34,23	91,28	35,93	31,50	TIDAK AMAN
2	3150	333	0,020	20,75	55,34	34,86	31,50	TIDAK AMAN
1	3200	530	0,007	7,681	20,48	20,48	32,00	AMAN
DASAR	0	383	0,000	0	0,000	0,000	0,000	AMAN

Tabel 5. 20 Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X Berdasarkan SNI 2019

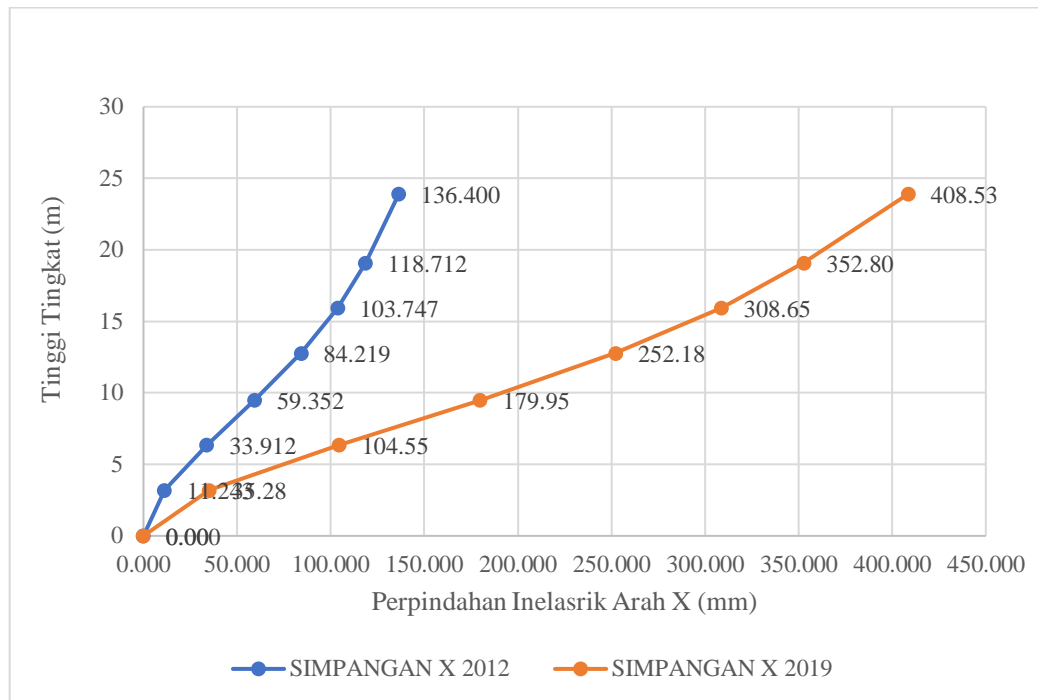
Lantai	h	Koord x	δe_{Eqx}	δe_{Eqx}	δ_{Eqx}	Δx	Δa	Kontrol
	mm		m	mm	mm	mm	mm	$\Delta x < \Delta a$
Atap	4810	626	0,111	111,41	408,52	55,73	42,86	TIDAK AMAN
6	3150	520	0,096	96,21	352,79	44,14	33,95	TIDAK AMAN
5	3150	323	0,084	84,17	308,65	56,47	43,44	TIDAK AMAN
4	3290	217	0,068	68,77	252,17	72,22	55,55	TIDAK AMAN
3	3150	111	0,049	49,07	179,95	75,40	58,00	TIDAK AMAN
2	3150	5	0,028	28,51	104,54	69,27	53,28	TIDAK AMAN
1	3200	417	0,009	9,62	35,27	35,27	27,13	TIDAK AMAN
DASAR	0		0,000	0	0,000	0,000	0,000	AMAN

Tabel 5. 21 Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y Berdasarkan SNI 2019

Lantai	h	Koord x	δe_{Eqx}	δe_{Eqx}	δ_{Eqx}	Δx	Δa	Kontrol $\Delta x < \Delta a$
	mm		m	mm	mm	mm	mm	
Atap	4810	636	0,161	161,11	590,76	74,03	56,94	TIDAK AMAN
6	3150	530	0,140	140,92	516,73	57,65	44,35	TIDAK AMAN
5	3150	333	0,125	125,20	459,07	76,60	58,92	TIDAK AMAN
4	3290	227	0,104	104,31	382,47	101,50	78,0	TIDAK AMAN
3	3150	121	0,076	76,62	280,96	108,55	83,50	TIDAK AMAN
2	3150	15	0,047	47,01	172,40	107,56	82,74	TIDAK AMAN
1	3200	427	0,017	17,68	64,83	64,83	49,87	TIDAK AMAN
DA-SAR	0		0,0000	0	0,000	0,000	0,000	AMAN

Tabel 5. 22 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah X Berdasarkan SNI 2012 Dengan SNI 2019

Lantai	δ_{Eqx}	δ_{Eqx}	Selisih	%
	mm	mm	mm	Selisih
Atap	136,400	192,560	56,160	29,16494
6	118,712	169,637	50,925	30,02012
5	103,747	150,747	47,000	31,17814
4	84,219	125,221	41,003	32,74415
3	59,352	91,285	31,933	34,98189
2	33,912	55,349	21,437	38,73097
1	11,243	20,483	9,240	45,11131

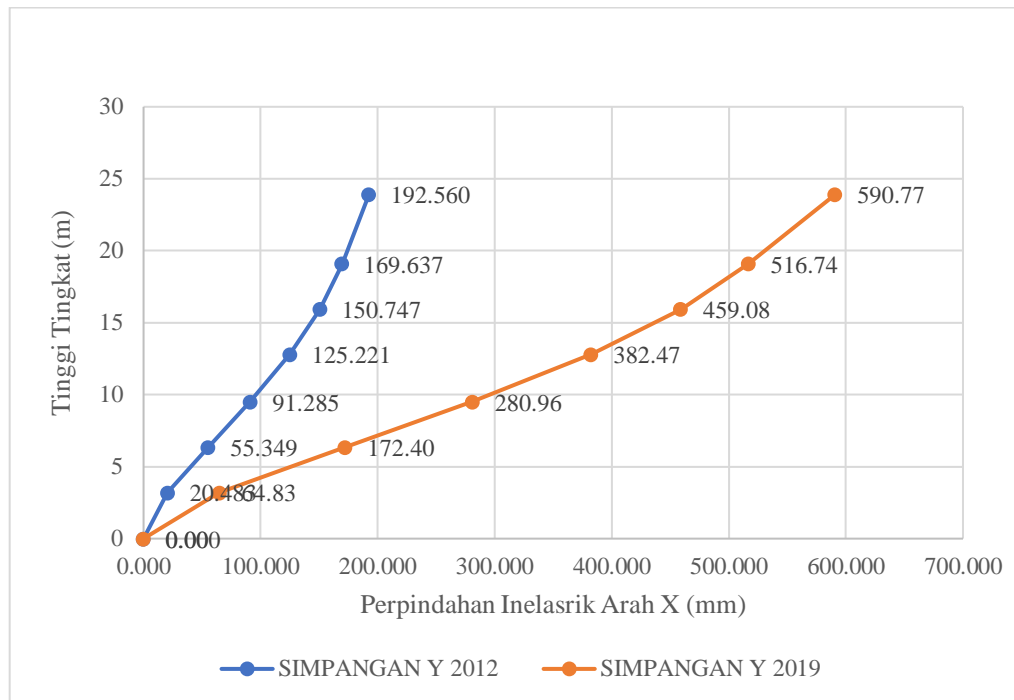


Gambar 5. 11 Perbandingan Simpangan Arah X 2012 dengan 2019

Berdasarkan hasil perhitungan simpangan antar lantai berdasarkan SNI 1726 – 2012 dengan SNI 1726 – 2019 didapatkan bahwa kenaikan simpangan antar lantai arah X mengalami peningkatan yang cukup besar yakni rata-rata 34,562 %. Hal ini dikarenakan perbedaan desain beban gempa dan juga hasil gaya geser dasar, yang dimana gaya geser dasar untuk SNI 1726 – 2012 hanya 85 % sedangkan untuk SNI 1726 – 2019 adalah 100%.

Tabel 5. 23 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai Arah Y Berdasarkan SNI 2012 Dengan SNI 2019

Lantai	δ Eqy	δ Eqy	Selisih	%
	mm	mm	mm	Selisih
Atap	192,560	590,766	398,206	67,40503
6	169,637	516,736	347,099	67,17137
5	150,747	459,078	308,331	67,16315
4	125,221	382,470	257,249	67,25983
3	91,285	280,962	189,677	67,50972
2	55,349	172,403	117,054	67,89538
1	20,483	64,834	44,351	68,40752



Gambar 5. 12 Perbandingan Simpangan Arah Y 2012 dengan 2019

Berdasarkan hasil perhitungan simpangan antar lantai berdasarkan SNI 1726 – 2012 dengan SNI 1726 – 2019 didapatkan bahwa kenaikan simpangan antar lantai arah Y mengalami peningkatan yang cukup besar yakni rata-rata 67,545 %. Hal ini dikarenakan perbedaan desain beban gempa dan juga hasil gaya geser dasar, yang dimana gaya geser dasar untuk SNI 1726 – 2012 hanya 85 % sedangkan untuk SNI 1726 – 2019 adalah 100%.

5.7 Ketidakberaturan

5.7.1 Ketidakberaturan Vertikal

5.7.1.1 Ketidakberaturan Vertikal Kekakuan Tingkat Lunak 1A

Ketidakberaturan vertikal kekakuan tingkat lunak 1A terjadi jika kekakuan suatu tingkat kurang dari 70% kekakuan tingkat atasnya atau kurang dari 80% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya. Berikut contoh perhitungan ketidakberaturan tingkat lunak 1A.

$$- \delta E_{qx} = 11,24 \text{ mm}$$

$$K1 = 1 / \delta E_{qx} = 1 / 11,24 = 0,089$$

$$0,7 K2 = 0,7 \times 0,089 = 0,021$$

$$0,8 K_{123} = 0,8 \times (K1 + K2 + K3) / 3 \\ = 0,8 \times (0,089 + 0,029 + 0,017) / 3 = 0,01552$$

$K1 > 0,7 K2$ dan $K1 > 0,8 K_{123}$, maka tidak ada ketidakberaturan tingkat lunak 1A. Berikut ini hasil rekapitulasi perhitungan Pada Tabel dibawah ini.

Tabel 5. 24 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1A Arah X Berdasarkan SNI 2012

Lantai	Tinggi	δE_{qx} mm	K	0,7 K	K1 > 0,7K2	0,8*((K1+K2+K3)/3)	K1 > 0,8 K123
	mm						
Atap	4810	136,40	0,007				
6	3150	118,71	0,008	0,005	NO		NO
5	3150	103,75	0,010	0,006	NO	0,00420	NO
4	3290	84,22	0,012	0,007	NO	0,00677	NO
3	3150	59,35	0,017	0,008	NO	0,00798	NO
2	3150	33,91	0,029	0,012	NO	0,01023	NO
1	3200	11,24	0,089	0,021	NO	0,01552	NO
DASAR	0	0,00	0,000			0,03608	

Tabel 5. 25 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1A Arah Y Berdasarkan SNI 2012

Lantai	Tinggi	δE_{qy} mm	K	0,7 K	K1 > 0,7K2	0,8*((K1+K2+K3)/3)	K1 > 0,8 K123
	mm						
Atap	4810	192,56	0,005				
6	3150	169,64	0,006	0,004	NO		NO
5	3150	150,75	0,007	0,004	NO	0,00296	NO
4	3290	125,22	0,008	0,005	NO	0,00473	NO
3	3150	91,29	0,011	0,006	NO	0,00547	NO
2	3150	55,35	0,018	0,008	NO	0,00682	NO
1	3200	20,48	0,049	0,013	NO	0,00987	NO
DASAR	0	0,00	0,000			0,02076	

Berdasarkan perhitungan ketidakberaturan vertikal yang berupa ketidakberaturan tingkat lunak 1A arah X dan Y berdasarkan SNI 1726 – 2012 **Tidak** ditemukan adanya ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak 1A pada bangunan. Hal ini karena kekakuan tingkat lebih besar dari 70% kekakuan tingkat di atasnya atau

kekakuan tingkat lebih besar dari 80% rata-rata kekakuan tiga tingkat di atasnya. Hal ini juga berkaitan dengan simpangan yang terjadi berdasarkan SNI 1726-2012 simpangan yang terjadi cukup kecil sehingga kekakuannya besar.

Tabel 5. 26 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1A Arah X Berdasarkan SNI 2019

Lantai	Tinggi	δE_{qx}	K	0,7 K	K1 > 0,7K2	0,8*((K1+K2+K3)/3)	K1 > 0,8 K123
	mm						
Atap	4810	431,73	0,002				
6	3150	372,84	0,003	0,002	NO		NO
5	3150	326,20	0,003	0,002	NO	0,00141	NO
4	3290	266,53	0,004	0,002	NO	0,00227	NO
3	3150	190,20	0,005	0,003	NO	0,00268	NO
2	3150	110,51	0,009	0,004	NO	0,00340	NO
1	3200	37,29	0,027	0,006	NO	0,00509	NO
DASAR	0	0,00	0,000			0,01159	

Tabel 5. 27 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1A Arah Y Berdasarkan SNI 2019

Lantai	Tinggi	δE_{qy}	K	0,7 K	K1 > 0,7K2	0,8*((K1+K2+K3)/3)	K1 > 0,8 K123
	mm						
Atap	4810	624,50	0,002				
6	3150	546,23	0,002	0,001	NO		NO
5	3150	485,28	0,002	0,001	NO	0,00097	NO
4	3290	404,29	0,002	0,001	NO	0,00155	NO
3	3150	296,99	0,003	0,002	NO	0,00179	NO
2	3150	182,23	0,005	0,002	NO	0,00223	NO
1	3200	68,53	0,015	0,004	NO	0,00319	NO
DASAR	0	0,00	0,000			0,00661	

Berdasarkan perhitungan ketidakberaturan vertikal yang berupa ketidakberaturan tingkat lunak 1A arah X dan Y berdasarkan SNI 1726 – 2019 **Tidak** ditemukan adanya ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak 1A pada bangunan. Hal ini karena kekakuan tingkat lebih besar dari 70% kekakuan tingkat di atasnya atau

kekakuan tingkat lebih besar dari 80% rata-rata kekakuan tiga tingkat di atasnya. Walaupun simpangan antar tingkat 2019 lebih besar dari pada 2012, akan tetapi kekakuan tingkatnya masih lebih besar dari tingkat di atasnya.

5.7.1.2 Ketidakberaturan Vertikal Kekakuan Tingkat Lunak 1B

Ketidakberaturan vertikal kekakuan tingkat lunak 1B terjadi jika kekakuan suatu tingkat kurang dari 60% kekakuan tingkat atasnya atau kurang dari 70% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya. Berikut contoh perhitungan ketidakberaturan tingkat lunak 1B.

$$\begin{aligned}
 - \delta E_{qx} &= 11,24 \text{ mm} \\
 K_1 &= 1 / \delta E_{qx} = 1 / 11,24 = 0,089 \\
 0,6 K_2 &= 0,6 \times 0,089 = 0,018 \\
 0,7 K_{123} &= 0,7 \times (K_1 + K_2 + K_3) / 3 \\
 &= 0,7 \times (0,089 + 0,029 + 0,017) / 3 = 0,01358
 \end{aligned}$$

$K_1 > 0,6 K_2$ dan $K_1 > 0,7 K_{123}$, maka tidak ada ketidakberaturan tingkat lunak 1B. Berikut ini hasil rekapitulasi perhitungan Pada Tabel dibawah ini.

Tabel 5. 28 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1B Arah X Berdasarkan SNI 2012

Lantai	Tinggi	δE_{qx}	K	0,6 K	K1 > 0,6K2	0,7*((K1+K2+K3) / 3)	K1 > 0,7 K123
	mm						
Atap	4810	136,40	0,007				
6	3150	118,71	0,008	0,004	NO		NO
5	3150	103,75	0,010	0,005	NO	0,00368	NO
4	3290	84,22	0,012	0,006	NO	0,00593	NO
3	3150	59,35	0,017	0,007	NO	0,00699	NO
2	3150	33,91	0,029	0,010	NO	0,00895	NO
1	3200	11,24	0,089	0,018	NO	0,01358	NO
DASAR	0	0,00	0,000			0,03157	

Tabel 5. 29 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1B Arah Y Berdasarkan SNI 2012

Lantai	Tinggi	δE_{qY}	K	0,6 K	K1 > 0,6K2	0,7*((K1+K2+K3) /3)	K1 > 0,7 K123
	mm						
Atap	4810	192,56	0,005				
6	3150	169,64	0,006	0,003	NO		NO
5	3150	150,75	0,007	0,004	NO	0,00259	NO
4	3290	125,22	0,008	0,004	NO	0,00414	NO
3	3150	91,29	0,011	0,005	NO	0,00479	NO
2	3150	55,35	0,018	0,007	NO	0,00597	NO
1	3200	20,48	0,049	0,011	NO	0,00864	NO
DASAR	0	0,00	0,000			0,01816	

Berdasarkan perhitungan ketidakberaturan vertikal yang berupa ketidakberaturan tingkat lunak 1B arah X dan Y berdasarkan SNI 1726 – 2012 **Tidak** ditemukan adanya ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak 1B pada bangunan. Hal ini karena kekakuan tingkat lebih besar dari 60% kekakuan tingkat di atasnya atau kekakuan tingkat lebih besar dari 70% rata-rata kekakuan tiga tingkat di atasnya.

Tabel 5. 30 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1B Arah X Berdasarkan SNI 2019

Lantai	Tinggi	δE_{qX}	K	0,6 K	K1 > 0,6K2	0,7*((K1+K2+K3) /3)	K1 > 0,7 K123
	mm						
Atap	4810	408,53	0,002				
6	3150	352,80	0,003	0,001	NO		NO
5	3150	308,65	0,003	0,002	NO	0,0012	NO
4	3290	252,18	0,004	0,002	NO	0,002	NO
3	3150	179,95	0,006	0,002	NO	0,0023	NO
2	3150	104,55	0,010	0,003	NO	0,003	NO
1	3200	35,28	0,028	0,006	NO	0,0045	NO
DASAR	0	0,00	0,000			0,01	

**Tabel 5. 31 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak
1B Arah Y Berdasarkan SNI 2019**

Lantai	Tinggi	δE_{qY}	K	0,6 K	K1 > 0,6K2	0,7*((K1+K2+K3) /3)	K1 > 0,7 K123
	mm						
Atap	4810	590,77	0,002				
6	3150	516,74	0,002	0,001	NO		NO
5	3150	459,08	0,002	0,001	NO	0,00085	NO
4	3290	382,47	0,003	0,001	NO	0,0014	NO
3	3150	280,96	0,004	0,002	NO	0,0016	NO
2	3150	172,40	0,006	0,002	NO	0,0019	NO
1	3200	64,83	0,015	0,003	NO	0,0028	NO
DASAR	0	0,00	0,000			0,0058	

Berdasarkan perhitungan ketidakberaturan vertikal yang berupa ketidakberaturan tingkat lunak 1B arah X dan Y berdasarkan SNI 1726 – 2019 **Tidak** ditemukan adanya ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak 1B pada bangunan. Hal ini karena kekakuan tingkat lebih besar dari 60% kekakuan tingkat di atasnya atau kekakuan tingkat lebih besar dari 70% rata-rata kekakuan tiga tingkat di atasnya.

5.7.1.3 Ketidakberaturan Berat

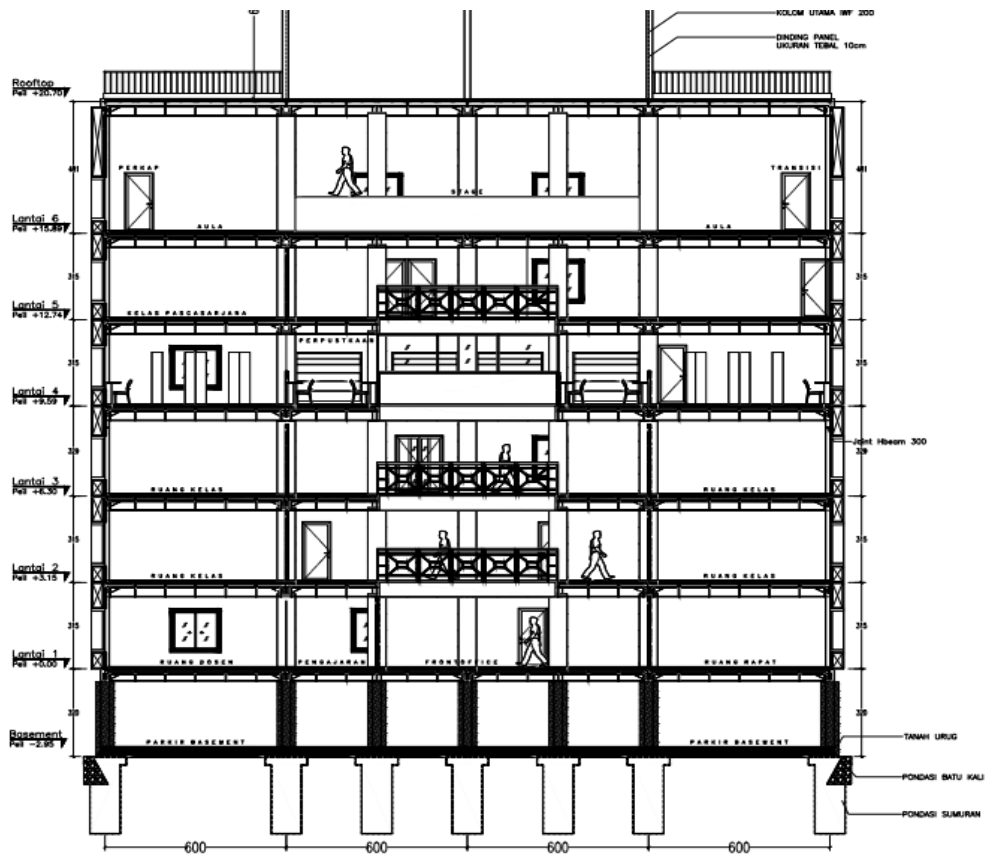
Ketidakberaturan berat akan terjadi jika masa efektif pada suatu tingkat melebihi dari 150% masa efektif tingkat didekatnya. Berikut ini adalah hasil perhitungan ketidakberaturan masa pada Tabel dibawah ini.

Tabel 5. 32 Hasil Ketidakberaturan Sudut Dalam Pada Bangunan

Lantai	Berat (kN)	150% w_{i+1}	Cek
Atap	2460,72	-	TIDAK ADA
LT 6	4336,03	3691,085	ADA
LT 5	3779,14	6504,040	TIDAK ADA
LT 4	4101,95	5668,705	TIDAK ADA
LT 3	3861,19	6152,931	TIDAK ADA
LT 2	3721,80	5791,778	TIDAK ADA
LT 1	4735,71	5582,702	TIDAK ADA
BASEMENT	199,10	7103,572	TIDAK ADA

5.7.1.4 Ketidakberaturan Geometri Vertikal

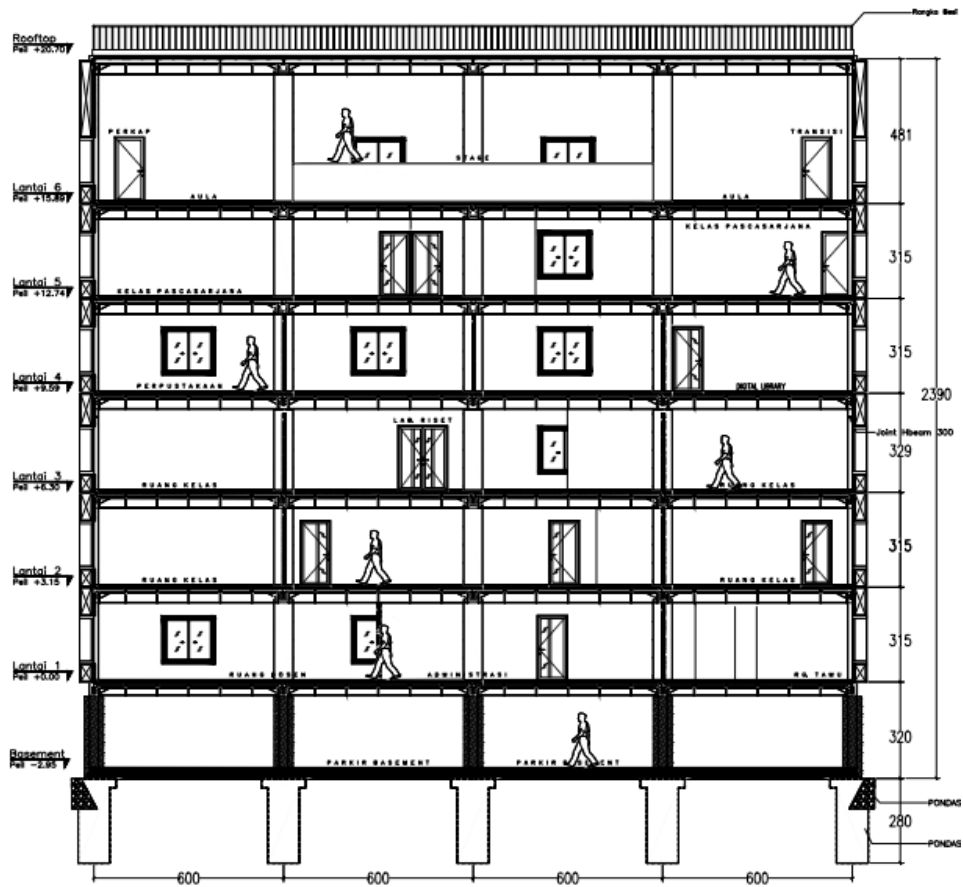
Ketidakberaturan Geometri Vertikal dapat dilihat dari dimensi horizontal dari bangunan lebih dari 130% dari dimensi horizontal didekatnya. Berikut adalah hasil perhitungan ketidakberaturan geometri vertikal arah x dan y pada bangunan.



Gambar 5. 13 Tampak Bangunan (Arah X)

Tabel 5. 33 Hasil Ketidakberaturan Geometri Vertikal Arah - X

Lantai	Lx (m)	130% (m)	Cek
Atap	6,00	-	TIDAK ADA
LT 6	6,00	9,000	TIDAK ADA
LT 5	6,00	9,000	TIDAK ADA
LT 4	6,00	9,000	TIDAK ADA
LT 3	6,00	9,000	TIDAK ADA
LT 2	6,00	9,000	TIDAK ADA
LT 1	6,00	9,000	TIDAK ADA
BASEMENT	6,00	9,000	TIDAK ADA



Gambar 5. 14 Tampak Bangunan (Arah Y)

Tabel 5. 34 Hasil Ketidakteraturan Geometri Vertikal Arah - Y

Lantai	Ly (m)	130% (m)	Cek
Atap	6,00	-	TIDAK ADA
LT 6	6,00	9,000	TIDAK ADA
LT 5	6,00	9,000	TIDAK ADA
LT 4	6,00	9,000	TIDAK ADA
LT 3	6,00	9,000	TIDAK ADA
LT 2	6,00	9,000	TIDAK ADA
LT 1	6,00	9,000	TIDAK ADA
BASEMENT	6,00	9,000	TIDAK ADA

5.7.2 Ketidakberaturan Horizontal

5.7.2.1 Ketidakberaturan Torsi 1A dan Torsi Berlebihan 1B

Ketidakberaturan vertikal kekakuan Torsi 1A dan 1B terjadi jika $1,2 \delta < \delta_{max}$ dan $1,4 \delta < \delta_{max}$. Berikut contoh perhitungan ketidakberaturan Torsi 1 A dan 1B.

$$\begin{aligned} \delta_{Eqx} \text{ Kiri} &= 4,216 \text{ mm} \\ \delta_{Eqx} \text{ Kanan} &= 4,272 \text{ mm} \\ \delta_{Average} &= 4,244 \text{ mm} \\ 1,2 \delta_{Average} &= 5,093 \text{ mm} \\ 1,4 \delta_{Average} &= 5,942 \text{ mm} \end{aligned}$$

Nilai $1,2 \delta_{Average}$ dan $1,4 \delta_{Average} >$ dari δ_{max} , sehingga tidak ada torsi 1A maupun 1b. Betiku ini adalah rekapitulasi perhitungan ketidakberaturan torsi 1A dan 1B.

Tabel 5. 35 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Torsi 1A dan 1B Arah X Berdasarkan SNI 2012

LANTAI (m)	KIRI		KANAN		AVG (mm)	1,2 (mm)	1,4 (mm)	MAX (mm)	CEK TORSI
	Point	δ_e Eqx	Point	δ_e Eqx					
23,9	626	51,15	636	51,135	51,1425	61,371	71,5995	51,135	
19,09	520	44,517	530	44,518	44,5175	53,421	62,325	44,518	TIDAK ADA
15,94	323	38,905	333	38,904	38,9045	46,685	54,466	38,905	TIDAK ADA
12,79	217	31,582	227	31,584	31,583	37,900	44,216	31,582	TIDAK ADA
9,5	111	22,257	121	22,254	22,2555	26,707	31,158	22,257	TIDAK ADA
6,35	5	12,717	15	12,739	12,728	15,274	17,819	12,717	TIDAK ADA
3,2	417	4,216	427	4,272	4,244	5,093	5,942	4,216	TIDAK ADA

Tabel 5. 36 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Torsi 1A dan 1B Arah Y Berdasarkan SNI 2012

LANTAI (m)	KIRI		KANAN		AVG	1,2	1,4	MAX	CEK TORSI
	Point	δe_{Eqy}	Point	δe_{Eqy}	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
23,9	636	72,21	645	72,197	72,2035	86,6442	101,0849	72,21	
19,09	530	63,614	539	63,612	63,613	76,336	89,058	63,614	TIDAK ADA
15,94	333	56,53	342	56,53	56,53	67,836	79,142	56,53	TIDAK ADA
12,79	227	46,958	236	46,958	46,958	56,350	65,741	46,958	TIDAK ADA
9,5	121	34,232	130	34,233	34,2325	41,079	47,926	34,232	TIDAK ADA
6,35	15	20,756	24	20,753	20,7545	24,905	29,056	20,756	TIDAK ADA
3,2	427	7,681	436	7,687	7,684	9,221	10,758	7,681	TIDAK ADA

Tabel 5. 37 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Torsi 1A Arah X Berdasarkan SNI 2019

LANTAI (m)	KIRI		KANAN		AVG	1,2	1,4	MAX	CEK TORSI
	Point	δe_{Eqx}	Point	δe_{Eqx}	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
23,9	626	111,41	645	111,40	111,409	133,6914	155,9733	111,402	
19,09	520	96,218	539	96,217	96,2175	115,461	134,705	96,217	TIDAK ADA
15,94	323	84,178	342	84,175	84,1765	101,012	117,847	84,178	TIDAK ADA
12,79	217	68,775	236	68,778	68,7765	82,532	96,287	68,775	TIDAK ADA
9,5	111	49,078	130	49,071	49,0745	58,889	68,704	49,078	TIDAK ADA
6,35	5	28,513	24	28,554	28,5335	34,240	39,947	28,513	TIDAK ADA
3,2	417	9,621	436	9,739	9,68	11,616	13,552	9,621	TIDAK ADA

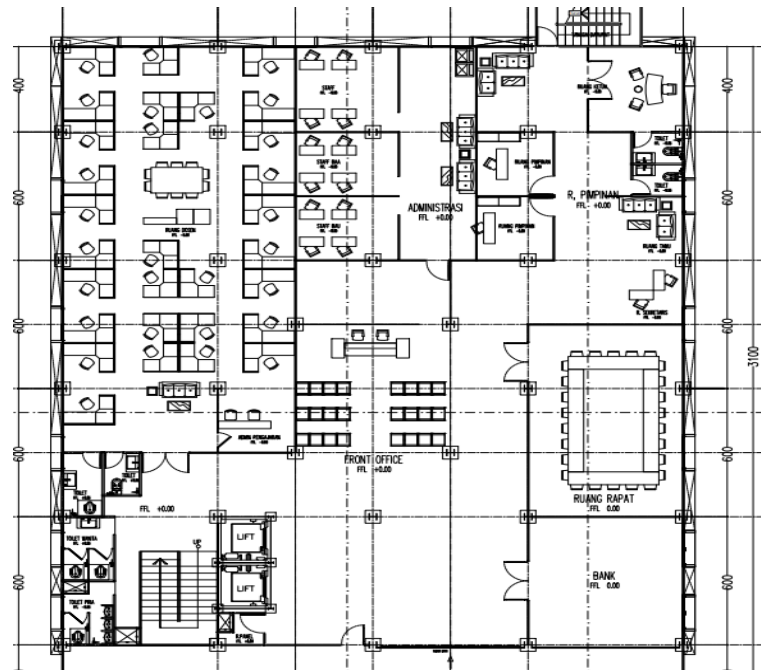
Tabel 5. 38 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Torsi 1A Arah Y Berdasarkan SNI 2019

LANTAI (m)	KIRI		KANAN		AVG	1,2	1,4	MAX	CEK TORSI
	Point	δe_{Eqy}	Point	δe_{Eqy}	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
23,9	636	161,11	645	161,10	161,11	193,333	225,556	161,118	TIDAK ADA
19,09	530	140,92	539	140,92	140,92	169,112	197,298	140,928	TIDAK ADA
15,94	333	125,20	342	125,20	125,20	150,244	175,285	125,203	TIDAK ADA
12,79	227	104,31	236	104,31	104,31	125,173	146,035	104,31	TIDAK ADA
9,5	121	76,626	130	76,627	76,62	91,952	107,277	76,626	TIDAK ADA
6,35	15	47,019	24	47,016	47,01	56,421	65,825	47,019	TIDAK ADA
3,2	427	17,682	436	17,688	17,68	21,222	24,759	17,682	TIDAK ADA

Berdasarkan perhitungan ketidakberaturan horizontal yang berupa ketidakberaturan torsi 1A dan 1B arah X dan Y berdasarkan SNI 1726 – 2012 dan 2019 **Tidak** ditemukan adanya ketidakberaturan torsi 1A dan 1B pada bangunan.

5.7.2.2 Ketidakberaturan Sudut Dalam

Ketidakberaturan sudut dalam dapat dihitung dari dimensi dari suatu bangunan yang dilihat tampak atas. Ketidakberaturan sudut dalam terjadi lokasi sudut dalam lebih besar dari 15% dimensi denah strukturnya. Berikut adalah hasil perhitungan ketidakberaturan sudut dalam.



Gambar 5. 15 Tampak Atas Bangunan

Tabel 5. 39 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Sudut Dalam Arah X

Lantai	Lx (m)	Px (m)	15% Lx (m)	Cek Arah X
Atap	24,00	24,00	3,6	TIDAK ADA
LT 6	24,00	24,00	3,6	TIDAK ADA
LT 5	24,00	24,00	3,6	TIDAK ADA
LT 4	24,00	24,00	3,6	TIDAK ADA
LT 3	24,00	24,00	3,6	TIDAK ADA
LT 2	24,00	24,00	3,6	TIDAK ADA
LT 1	24,00	24,00	3,6	TIDAK ADA
BASEMENT	24,00	24,00	3,6	TIDAK ADA

Tabel 5. 40 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Sudut Dalam Arah Y

Lantai	Ly (m)	Py (m)	15% Ly (m)	Cek Arah Y
Atap	31,00	31,00	4,65	TIDAK ADA
LT 6	31,00	31,00	4,65	TIDAK ADA
LT 5	31,00	31,00	4,65	TIDAK ADA
LT 4	31,00	31,00	4,65	TIDAK ADA
LT 3	31,00	31,00	4,65	TIDAK ADA
LT 2	31,00	31,00	4,65	TIDAK ADA
LT 1	31,00	31,00	4,65	TIDAK ADA
BASEMENT	31,00	31,00	4,65	TIDAK ADA

5.7.2.3 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diagfragma

Ketidakberaturan ini terjadi jika luas bukaan lebih besar dari pada 50% luas total. Berikut adalah hasil perhitungan ketidakberaturan diskontinuitas Diagfragma.

Tabel 5. 41 Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Diskontinuitas Diagfragma

Lantai	Luas Total (m ²)	50% Luas Total (m ²)	Luas Bukaan (m ²)	Cek
Atap	672,00	336	162	TIDAK ADA
LT 6	672,00	336	18	TIDAK ADA
LT 5	672,00	336	54	TIDAK ADA
LT 4	672,00	336	54	TIDAK ADA
LT 3	672,00	336	54	TIDAK ADA
LT 2	672,00	336	54	TIDAK ADA
LT 1	744,00	372	18	TIDAK ADA
BASEMENT	744,00	372	0	TIDAK ADA

5.7.2.4 Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang

Ketidakberaturan ini terjadi ketika adanya elemen vertikal yang mengalami pergeseran tegak lurus terhadap bidangnya. Pada bangunan ini tidak terdapat ketidakberaturan tipe ini dikarenakan struktur vertikal bangunan semuanya menerus dan tidak ada yang mengalami pergeseran letak secara tegak lurus terhadap bidang bangunan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dengan adanya pembaruan peta wilayah nilai respon spektrum periode pendek (S_s) dan nilai respon spektrum periode 1,0 detik (S_I).

Pada koefisien nilai faktor amplifikasi respon spektrum percepatan permukaan tanah periode pendek (F_a) dan periode 1 detik (F_v) terdapat perubahan pula pada SNI 1726 – 2012 dengan SNI 1726 – 2019.

Berdasarkan analisis data dan pembahasan dapat di simpulkan sebagai berikut.

1. Dari pembahasan terdapat nilai S_s 1726 – 2012 dengan 1726 – 2019 yang mengalami kenaikan cukup signifikan yaitu dari 0,049 menjadi 0,25. Sedangkan untuk S_I mengalami kenaikan yang sebelumnya 0,049 menjadi 0,1, untuk S_{ds} mengalami peningkatan 79,5% dari 0,082 menjadi 0,4 dan S_{dI} mengalami peningkatan 59,3% dari 0,114 menjadi 0,280. Berdasarkan Desain Grafik Respon Spektrum diketahui bahwa desain respon spektrum 1726 – 2012 dengan 1726 – 2019 memiliki perbedaan yang cukup besar hal ini dikarenakan dari nilai desain gempa yang didapatkan sebelumnya yang menyebabkan nilai T_o dan T_s 1726 – 2012 yang semula 0,280 dan 1,4 pada 1726 – 2019 nilai T_o dan T_s adalah 0,14 dan 0,7.
2. Peningkatan gaya geser dasar bangunan yang dialami karena adanya pembaruan peta S_s dan S_I pada SNI 1726 – 2019 sebesar 1044,01 kN. Yang sebelumnya pada SNI 1726 – 2012 didapat 670,85 kN. Berdasarkan perhitungan gaya dasar seismik tiap tingkat mengalami kenaikan sebesar 35,74 % pada SNI 1726 – 2019 hal ini tentunya mengalami perubahan yang sangat besar di banding hasil perhitungan SNI 1726 – 2012.
3. Peningkatan simpang antar lantai berdasarkan SNI 1726 – 2019 lebih besar di banding dengan SNI 1726 – 2012. Peningkatan rata – rata pada arah X sebesar 34,562 % dan arah Y peningkatan rata – ratanya sebesar 67,545 %. Hal ini

dikarenakan perbedaan desain beban gempa dan juga hasil gaya geser dasar, yang dimana gaya geser dasar untuk SNI 1726 – 2012 hanya 85 % sedangkan untuk SNI 1726 – 2019 adalah 100%.

4. Berdasarkan perhitungan ketidakberaturan tingkat lunak 1A dan 1B pada vertikal dan horizontal, ketidakberaturan geometri vertikal, ketidakberaturan akibat diskontinuitas bidang elemen gaya lateral, ketidakberaturan torsi, ketidakberaturan sudut dalam, ketidakberaturan diskontinuitas diafragma, dan ketidakberaturan akibat pergeseran tegak lurus terhadap bidang berdasarkan SNI 1726 – 2012 dan SNI 1726 – 2019 Tidak ditemukan adanya ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak pada bangunan. Akan tetapi terdapat ketidakberaturan berat pada lantai 6, hal ini dapat terjadi akibat perbedaan fungsi dari lantai tersebut.

6.2 Saran

Dari kesimpulan diatas, saran yang dapat diberikan sebagai berikut.

1. Dengan adanya pembaruan dari SNI 1726 – 2012 ke SNI 1726 – 2019 tentunya mempengaruhi hasil dari analisis, hal ini tentunya sangat berpengaruh pada lokasi lain karena pembaruan peta wilayah.
2. Pembaruan SNI 1726 – 2019 tentunya memberikan kewaspadaan dalam merancang bangunan akan adanya bencana yang mungkin terjadi pada waktu yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

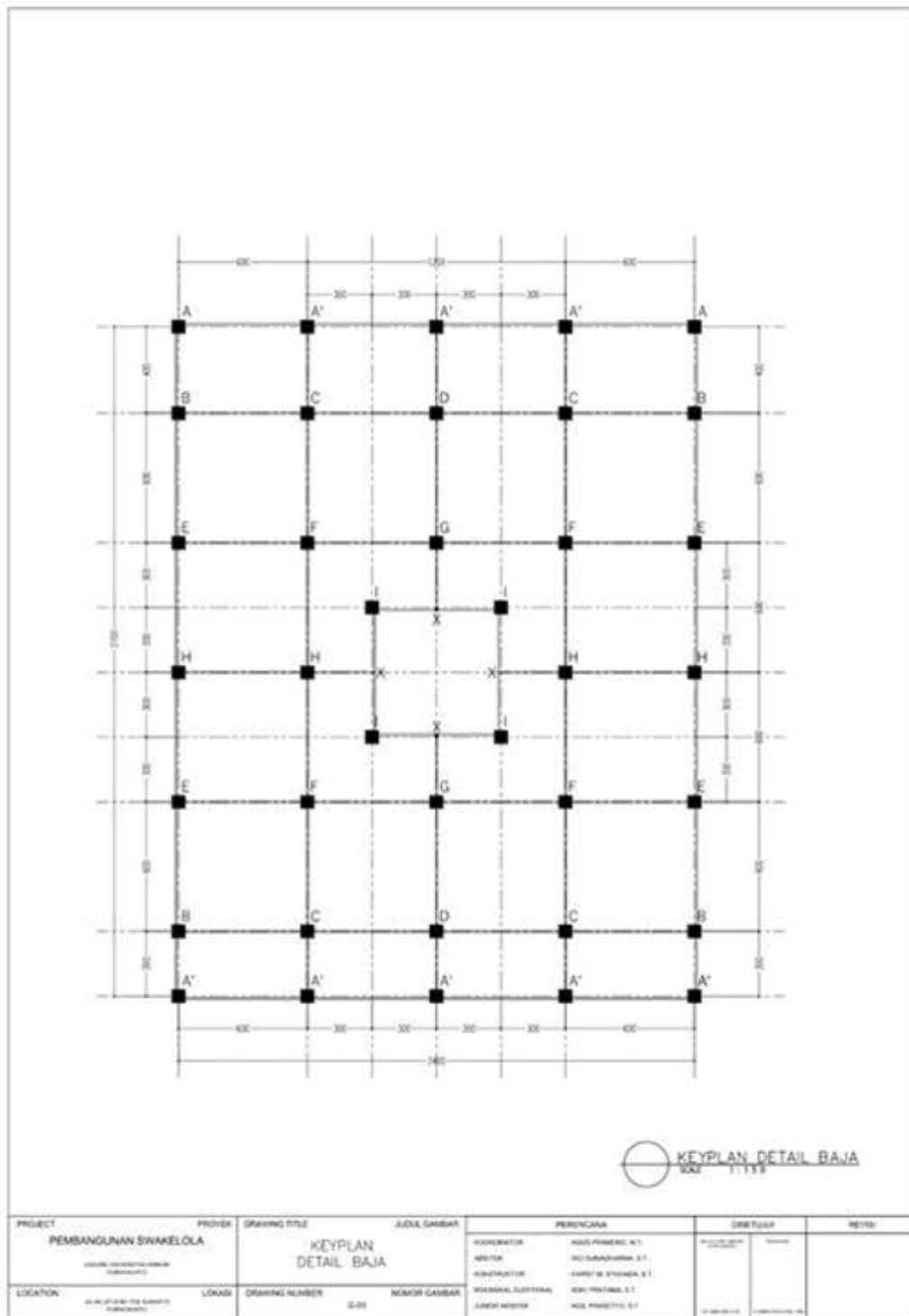
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. SNI 1726:2002. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. SNI 1726:2012. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. SNI 1726:2019. Jakarta
- Hambali, Achmad. 2016. Perbandingan Perencanaan Struktur Tahan Gempa Berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Haryata Budi. A. 2018. Perbandingan Respons Struktur Akibat Beban Gempa Dinamik Pada Gedung Bertingkat Menurut SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 (Studi Kasus: Gedung Bank Mandiri Syariah Yogyakarta). Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia
- Rizky Dermawan, R. 2021. Komparasi Parameter Respon Spektrum Gempa SNI 1726-2012 Terhadap SNI 1726-2019 Dengan Studi Kasus Gedung C STIE Perbanas. Surabaya.
- Nur Lailasari, D. 2014. Komparasi Perencanaan Gedung Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012. Malang.
- Naim, Eka Priadi, dan Aprianto. 2016. Pemetaan Zonasi Geoteknik Berdasarkan Data Konsistensi dan Sifat-Sifat Tanah Dengan Sistem Informasi Geografis. Pontianak.
- Salmon, C. G., dan Johnson, J. E. 1996. *Steel Structures : Design and Behavior (Fourth Edition)*. New York: Harper Collins College Publishers.

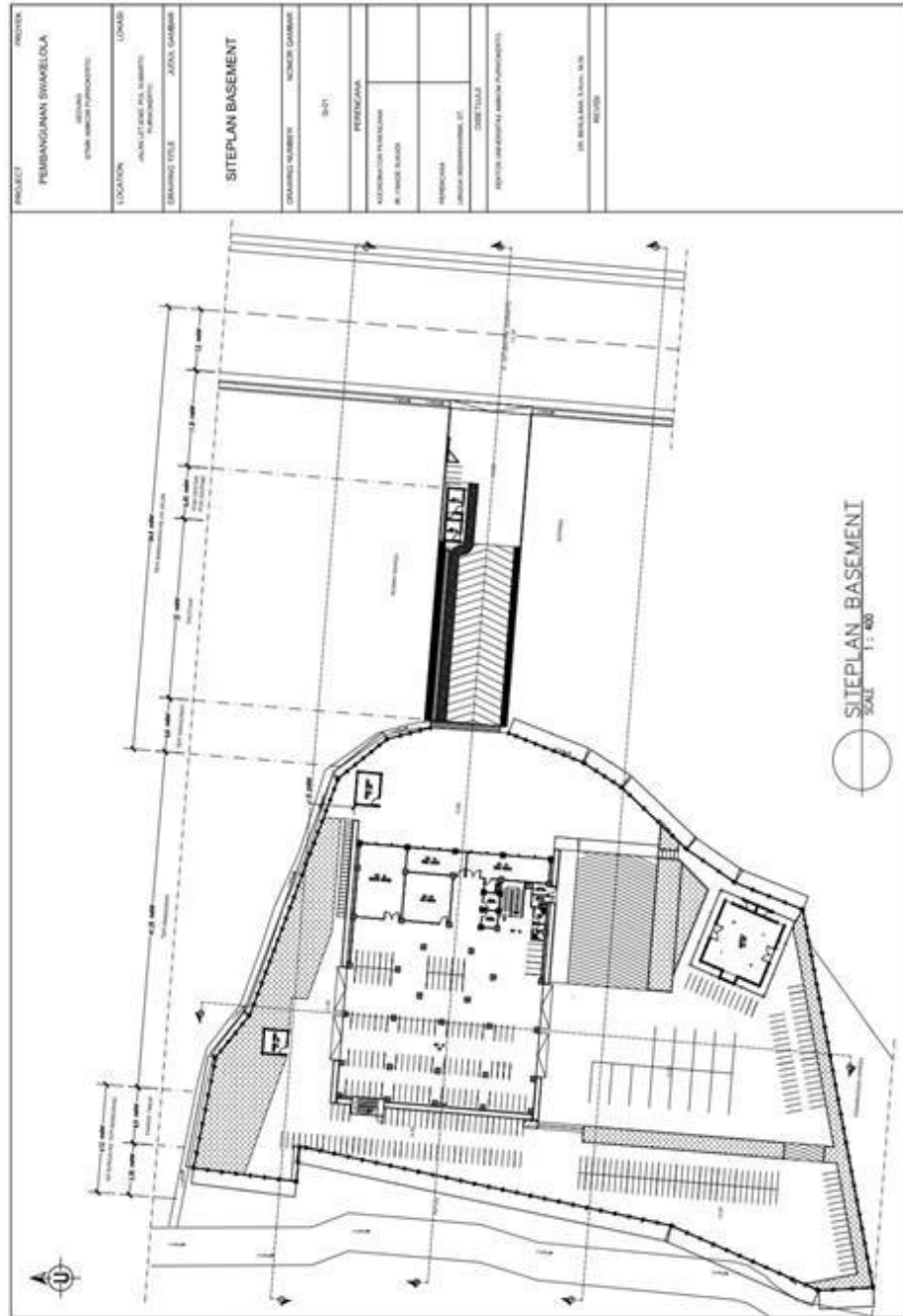
Schodek, Daniel L. 1999. *Struktur Edisi kedua*. Jakarta : Erlangga.

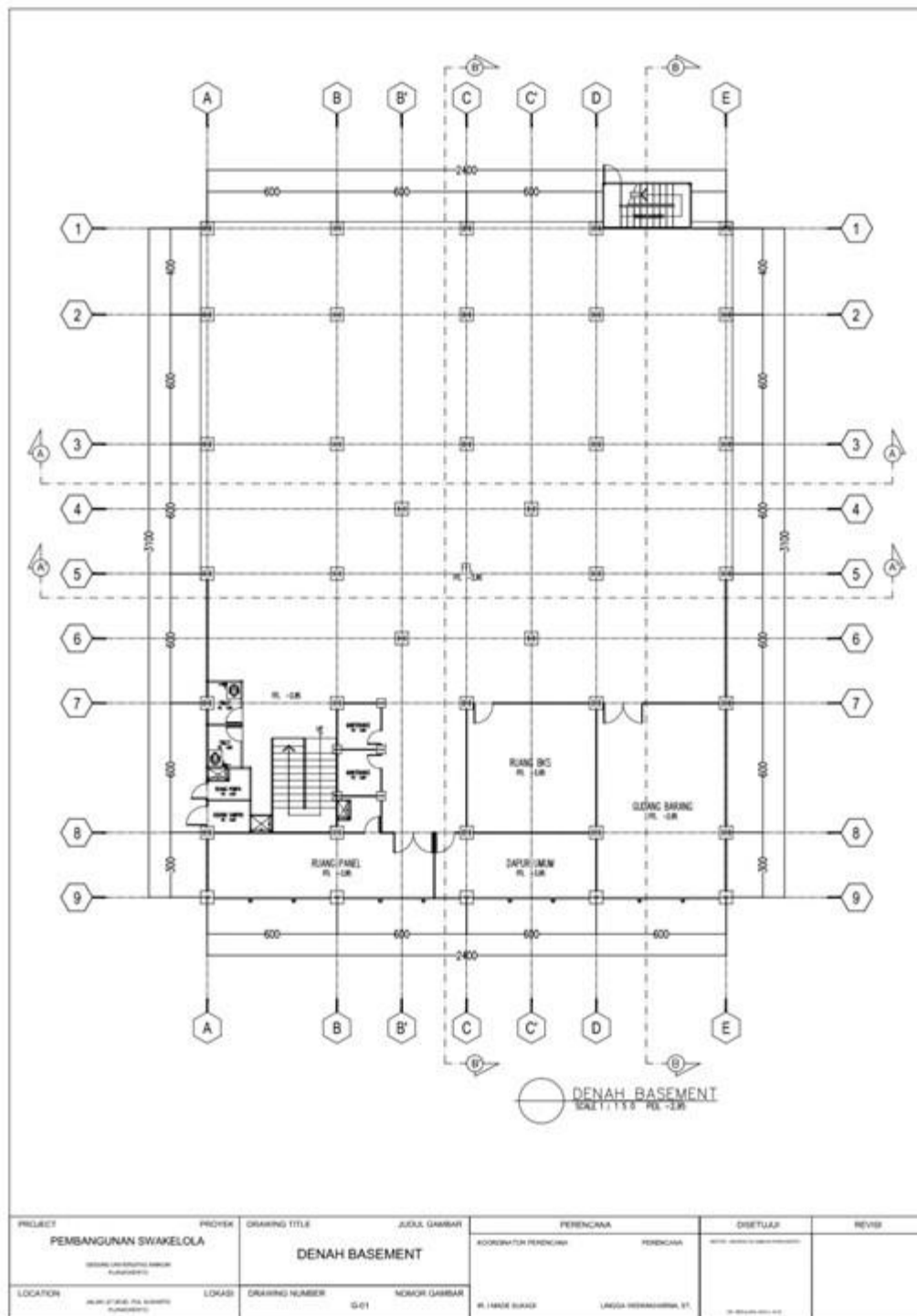
Widhiatmoko, Giri. 2020. Analisis Perbandingan Respon Spektrum, Gaya Geser Dasar, Dan Simpangan Antar Lantai Pada Gedung. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.

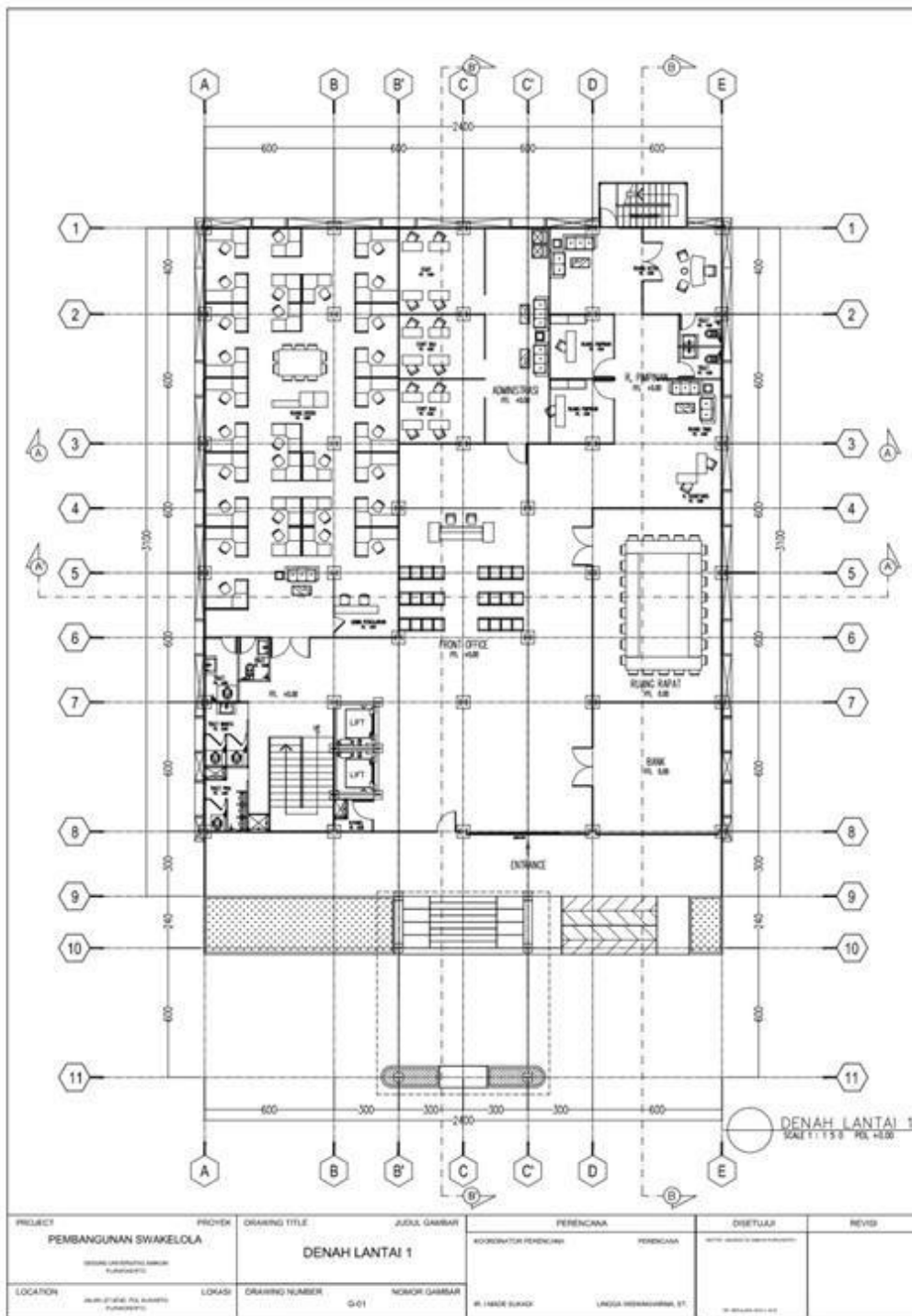
LAMPIRAN

Lampiran 1 Denah Bangunan

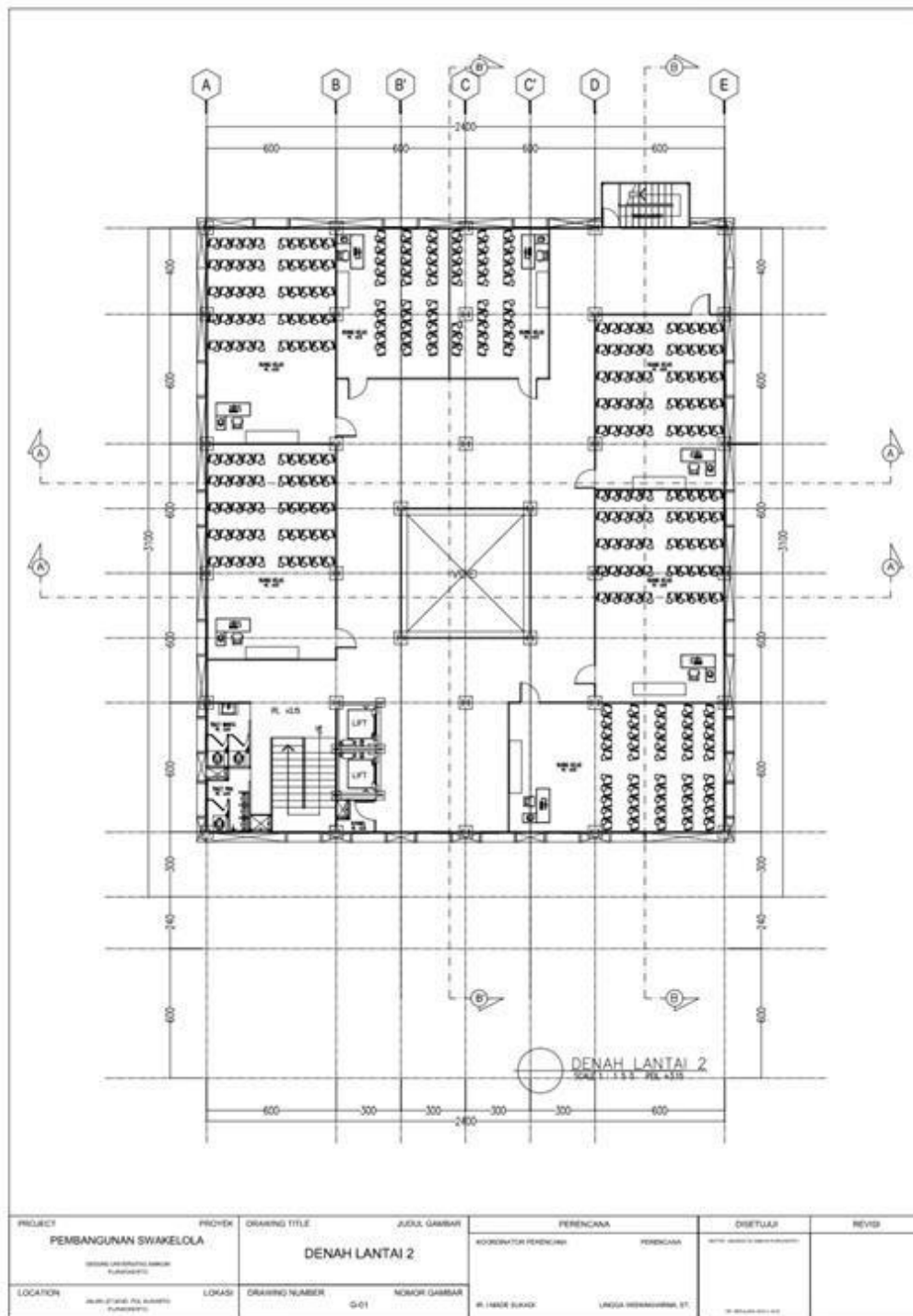




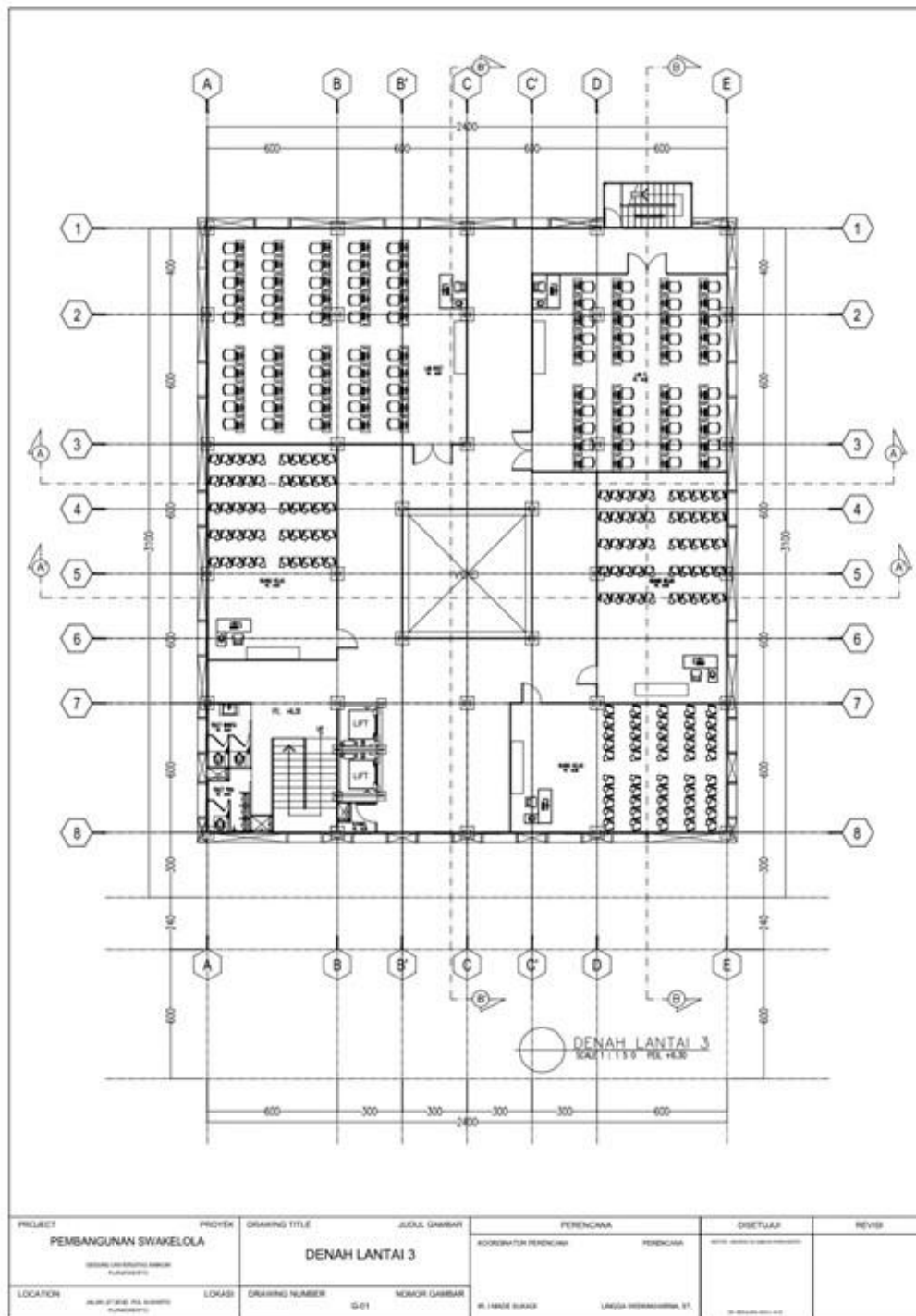


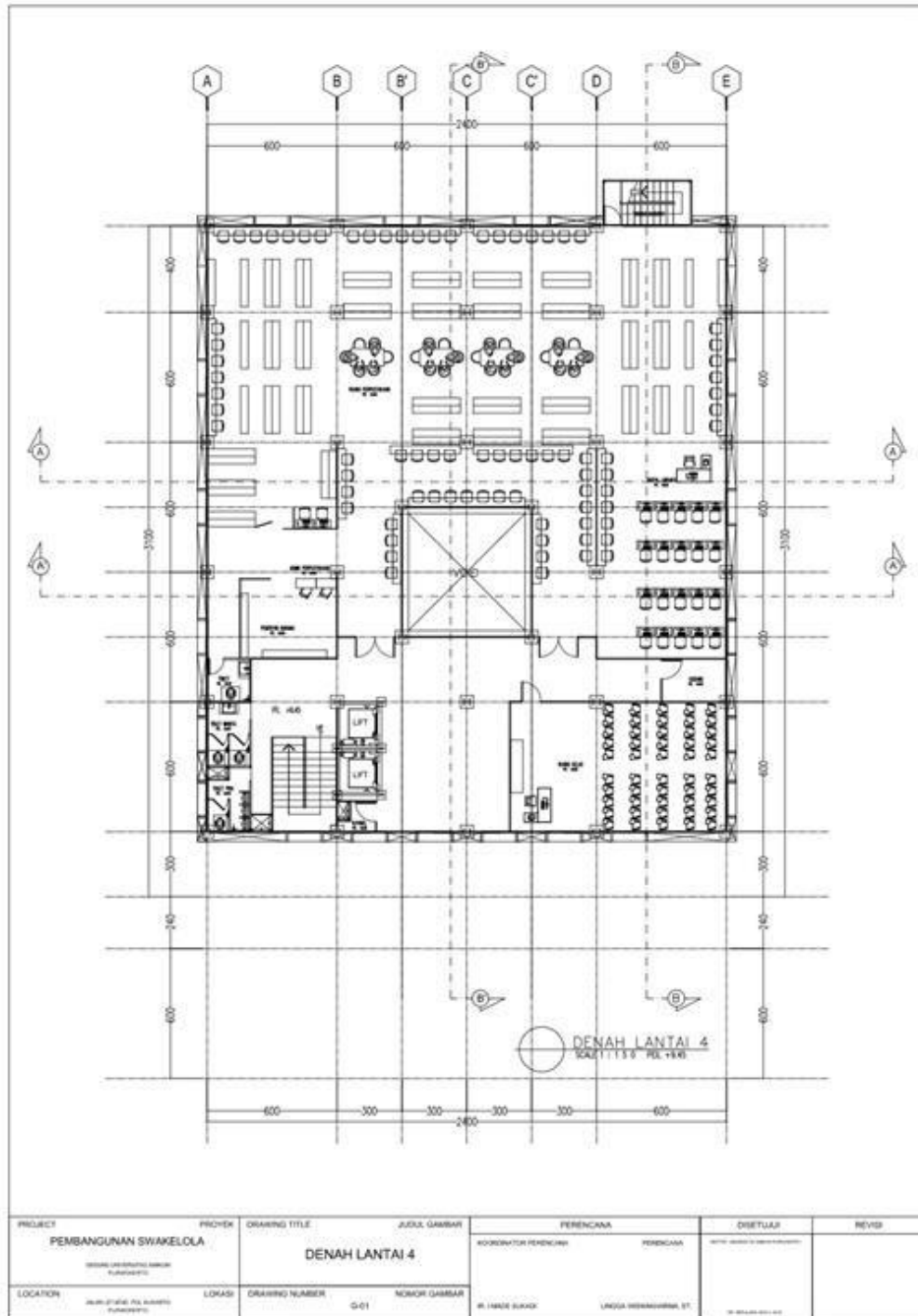


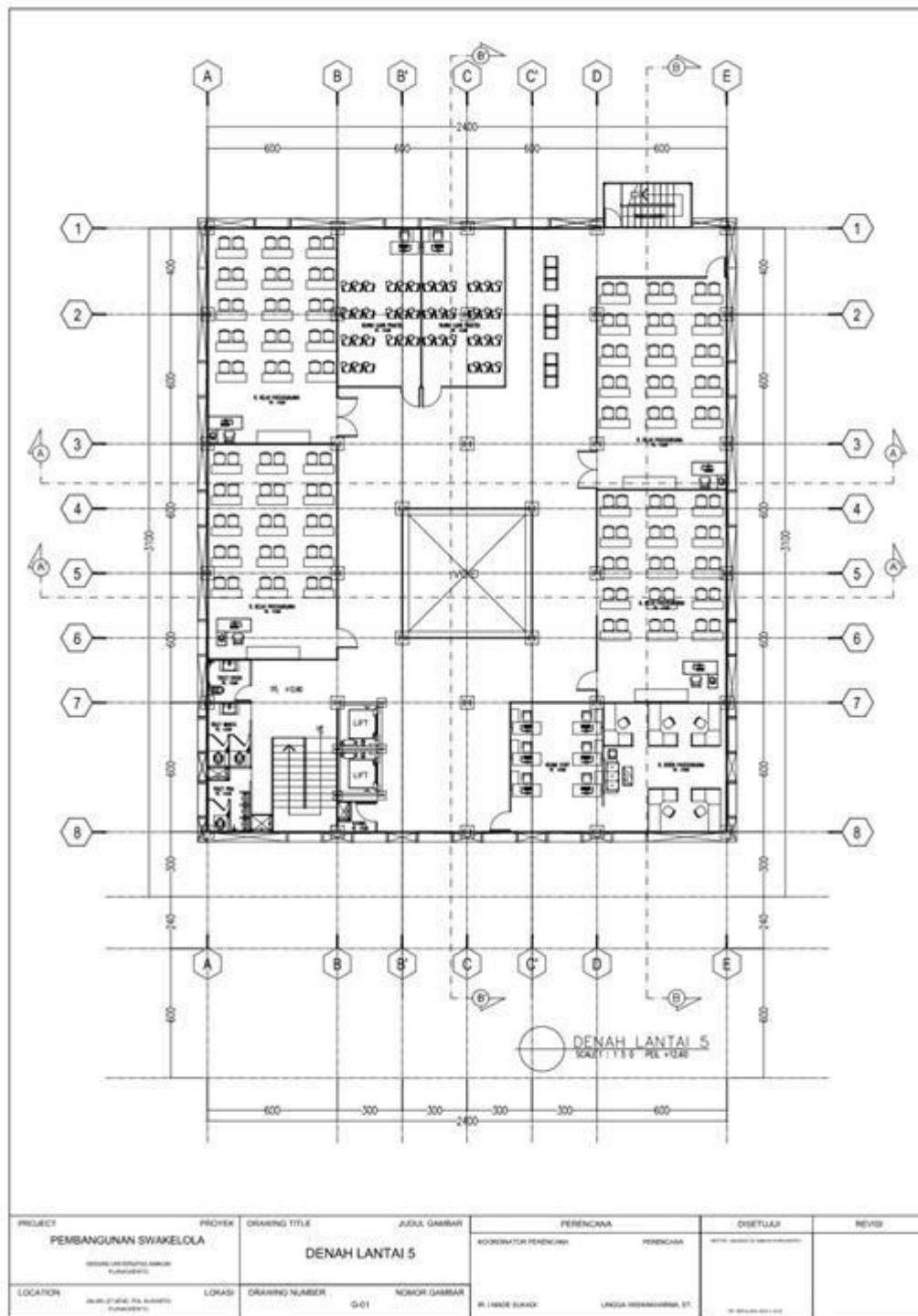
PROJECT PEMBANGUNAN SWAKELOLA	PROJEK	DRAWING TITLE DENAH LANTAI 1	JUDUL GAMBAR	PERENCANA KORDINATOR PERENCANA	DISELUAR	REVISI
LOCATION JALAN ...	LOKASI	DRAWING NUMBER G-01	NOMOR GAMBAR	PERENCANA LINGGA ...		



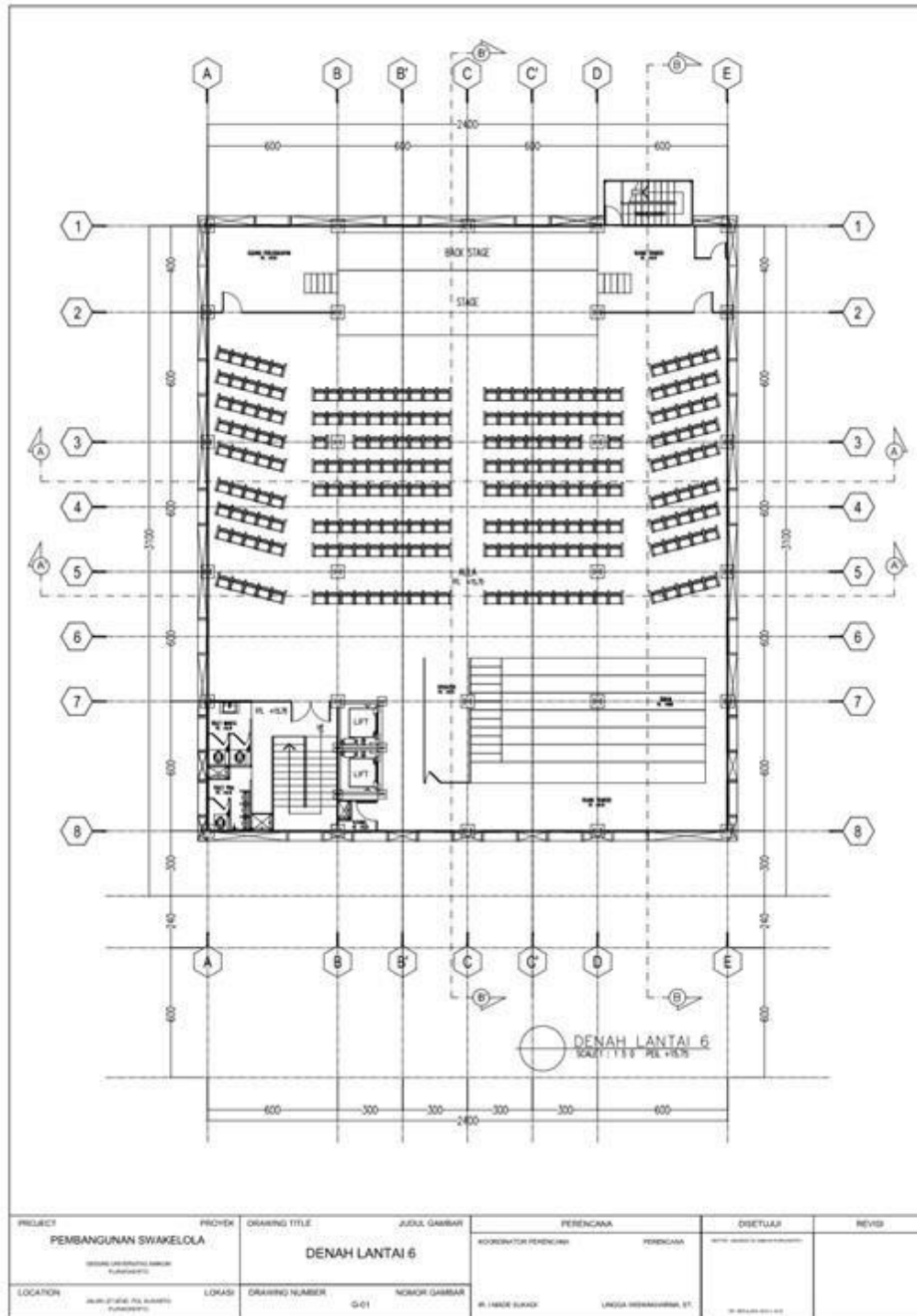
PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISELUAI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DENAH LANTAI 2		KOORDINATOR PERENCANA	PERENCANA	
LOKASI	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	R. HADEK SUKADI	UNGA HERMANSYRA, ST.	

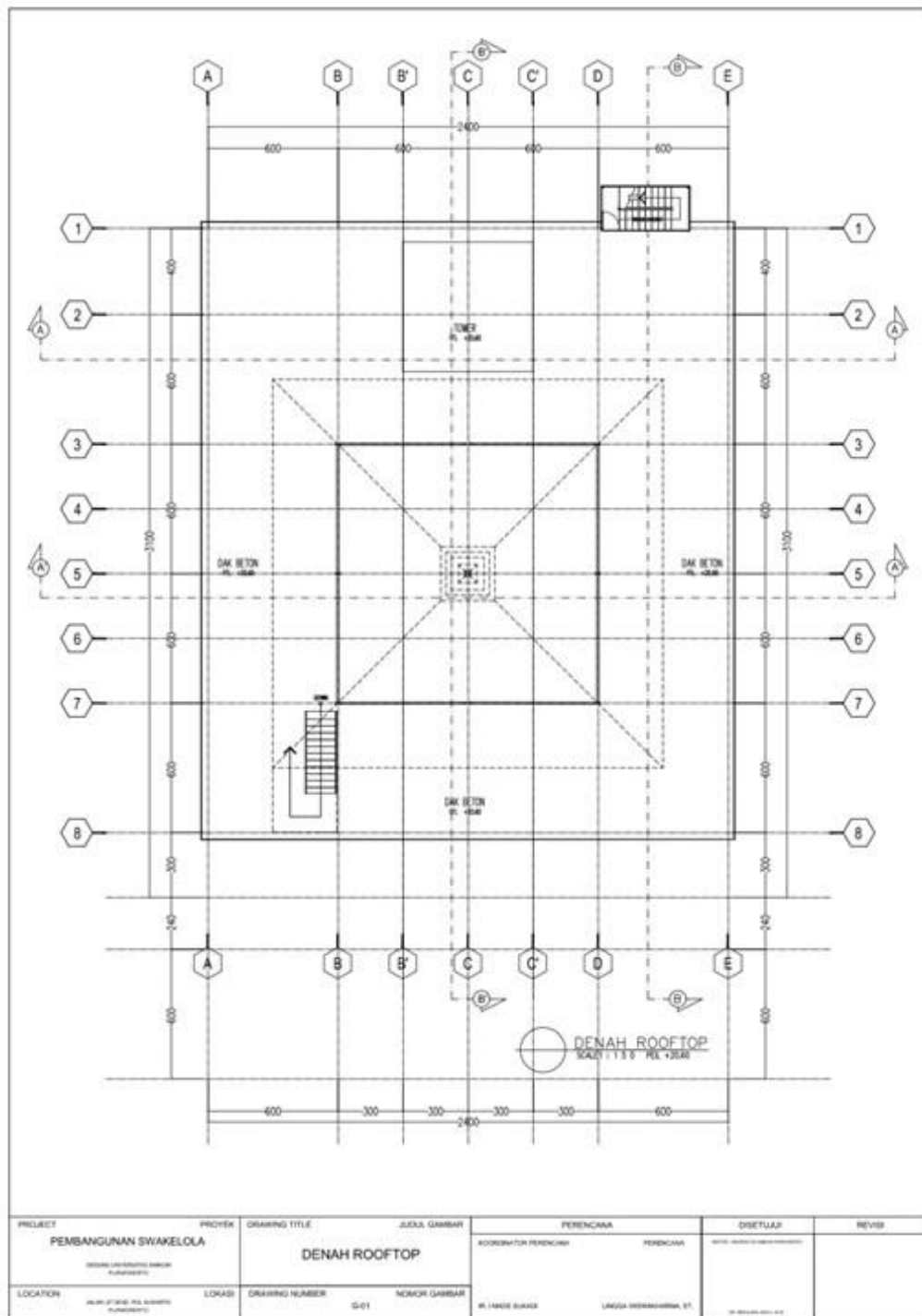


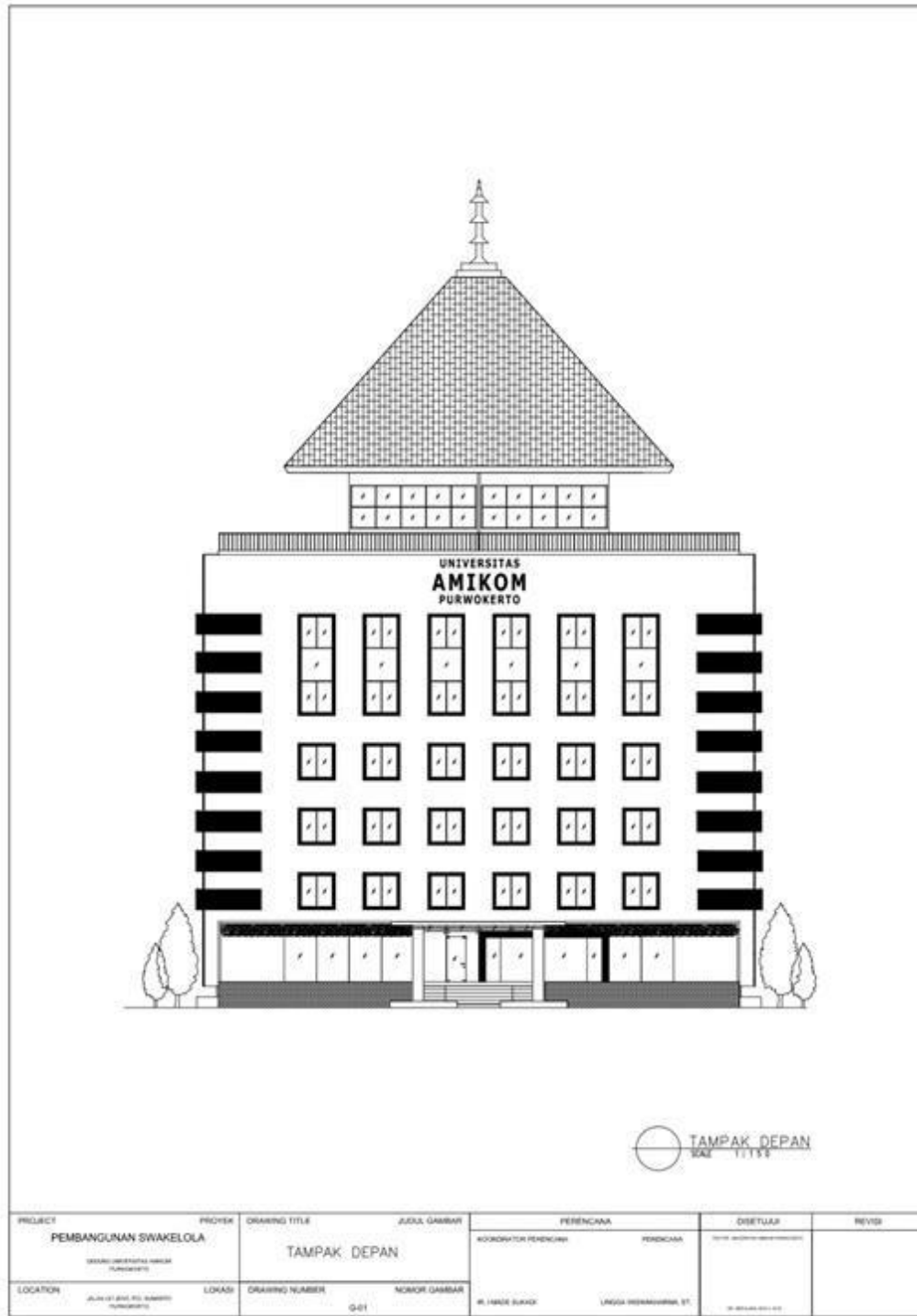




PROYEK	PROSES	DRAWING TITLE	JUMLAH GAMBAR	PERENCANA	DISETUPAI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA <small>SEKOLAH UNIVERSITAS SAMARAH PUNJASRIKOTO</small>		DENAH LANTAI 5		AKORDINATOR PERENCANA		
				PERENCANA		
LOCATION <small>JALAN 2710000, PIA SURABAYA PUNJASRIKOTO</small>	LOKASI	DRAWING NUMBER G-01	NOMOR GAMBAR	DR. HANDE SURADI	LINDA HIDAYATUNISA, ET.	DR. HANDE SURADI





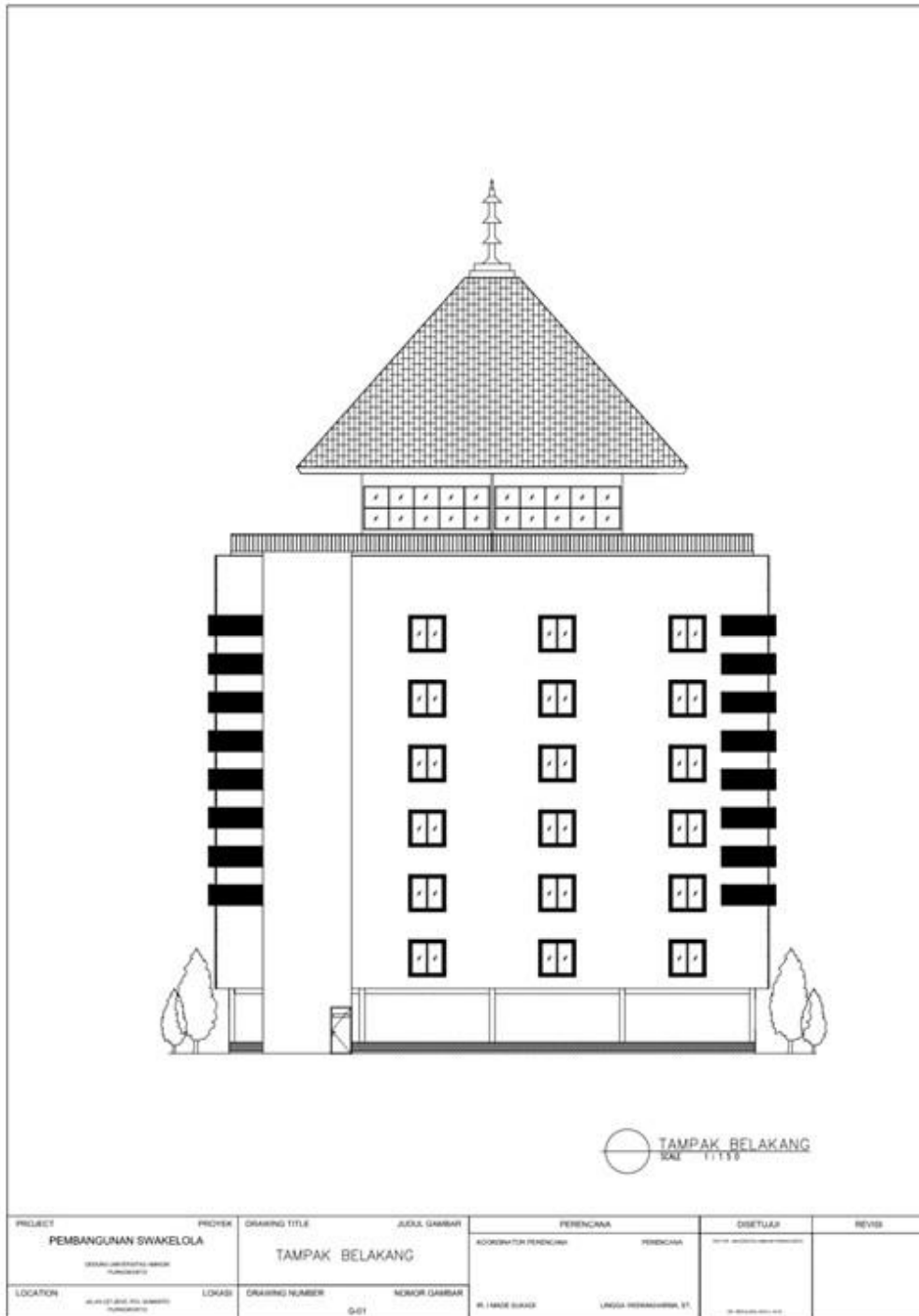


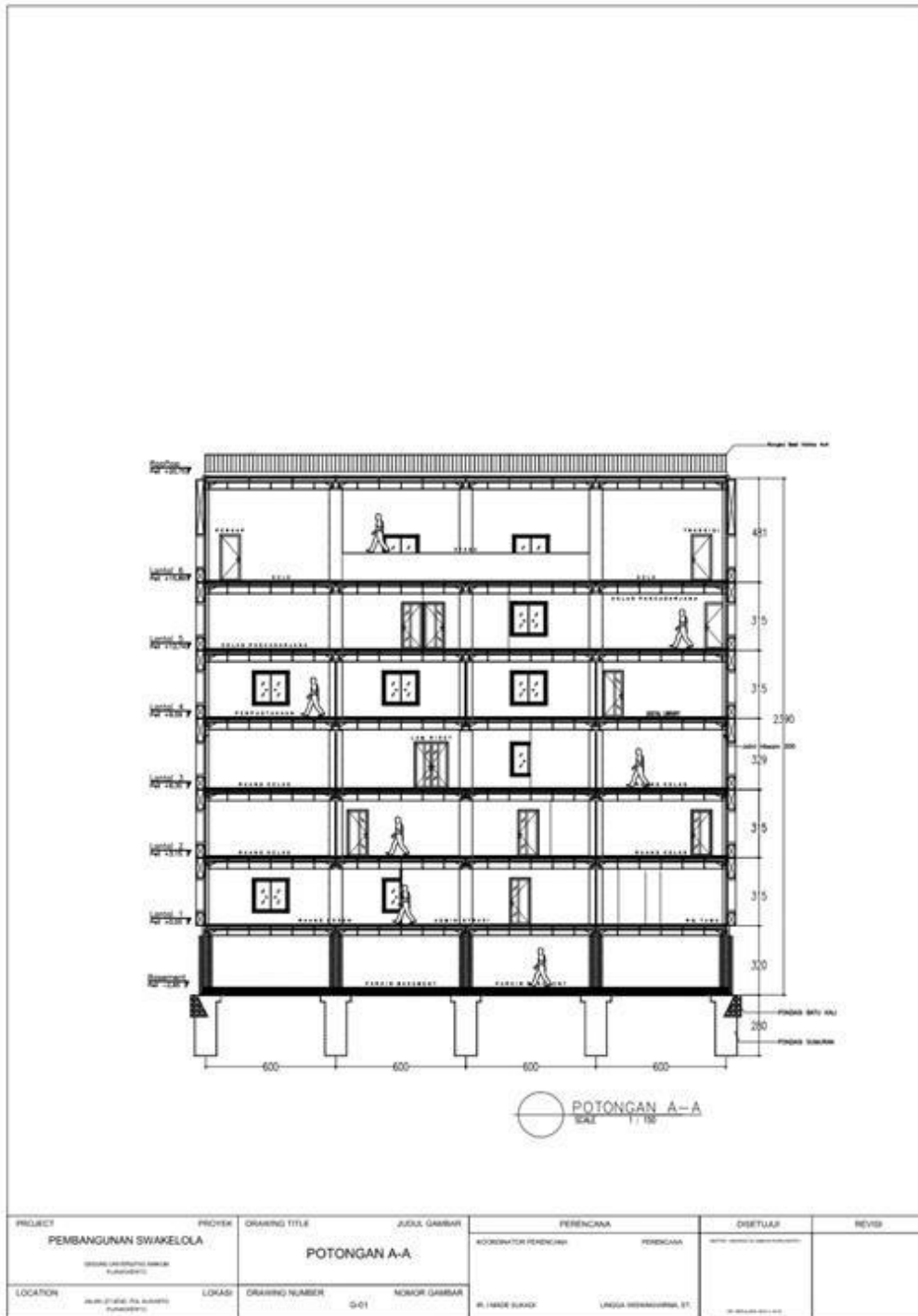


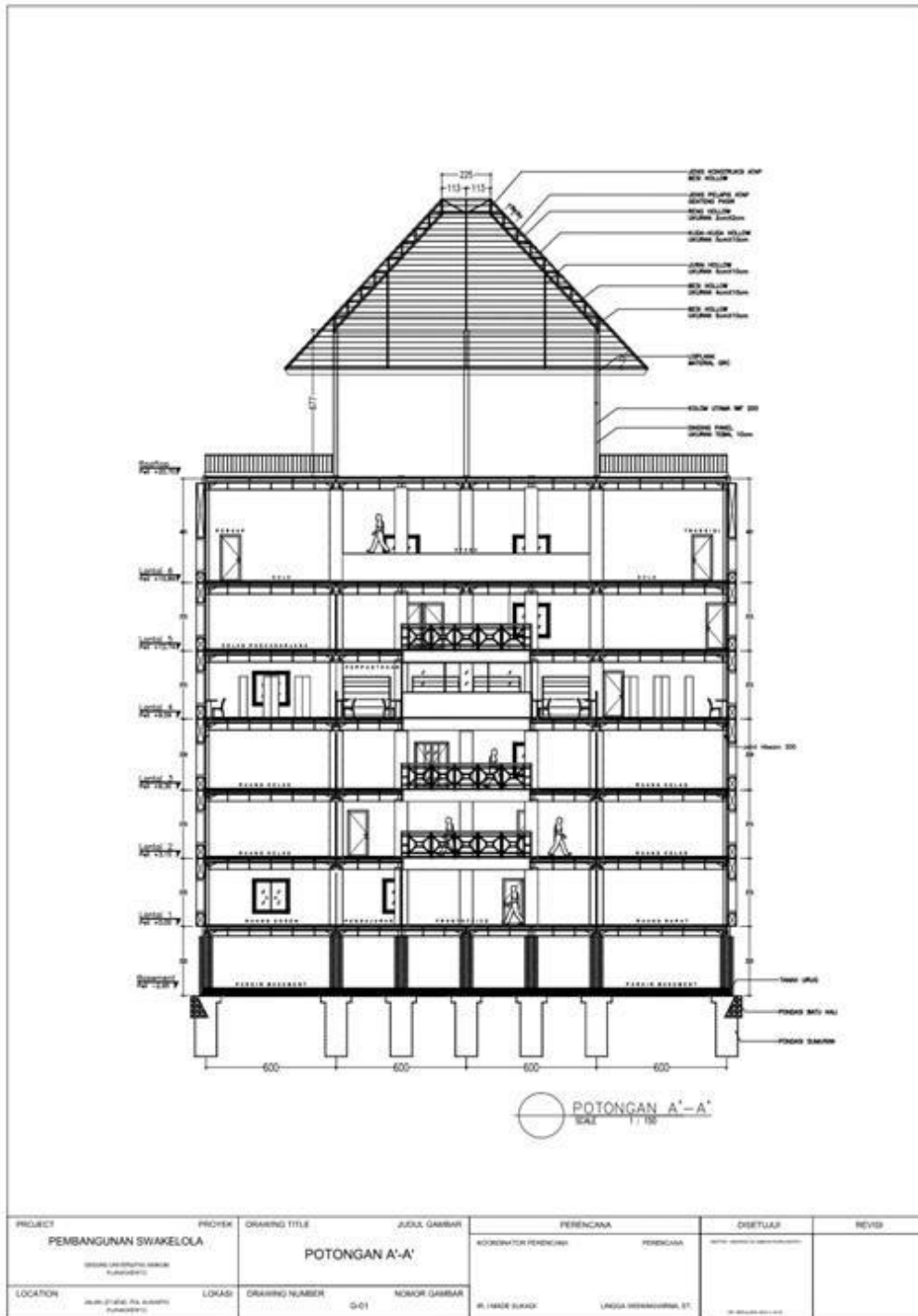


TAMPAK SAMPING KIRI
SCALE 1:1.200

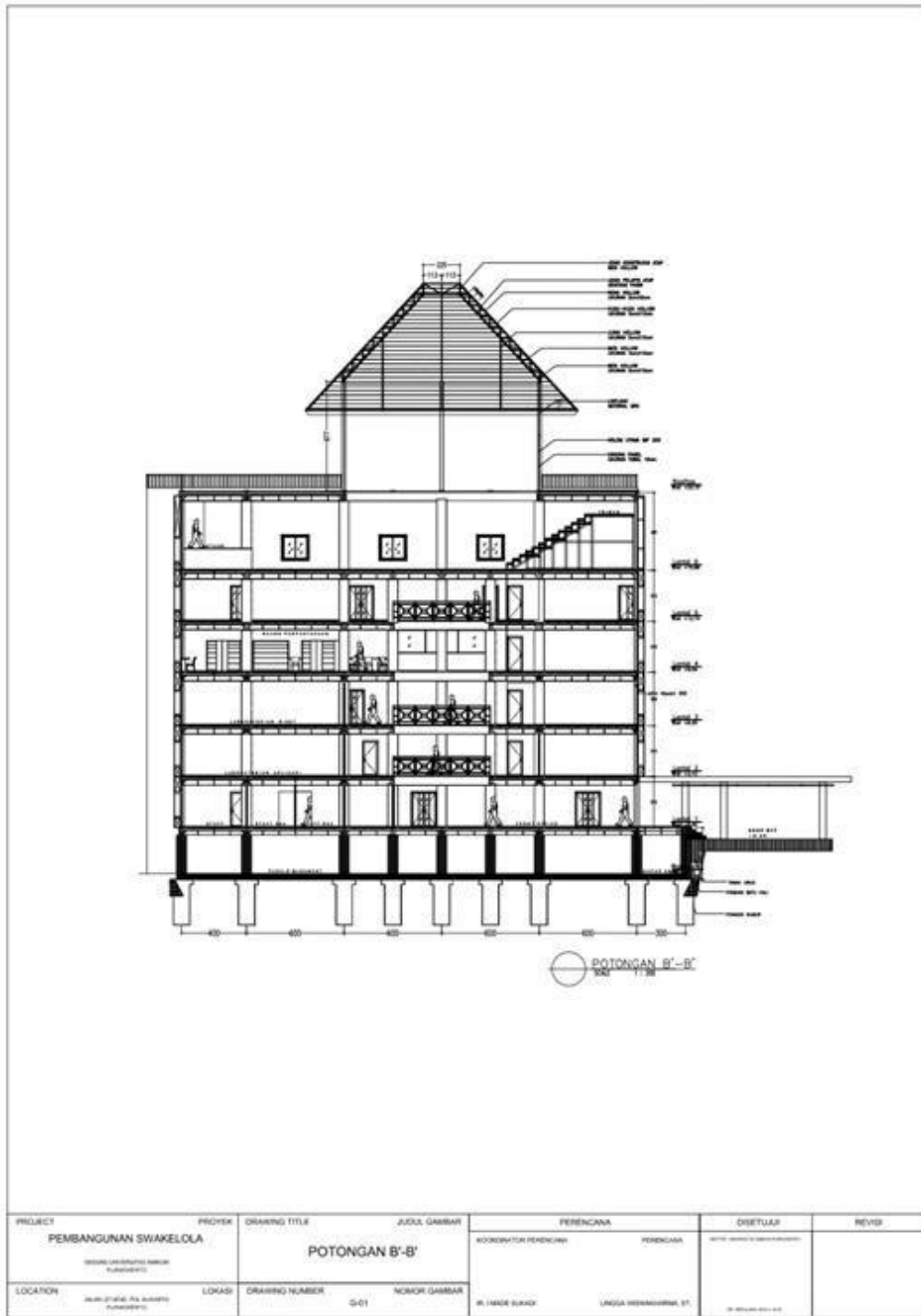
PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA		DIBETULUI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA	SEKOLAH BERKUALITAS BERKIP	TAMPAK SAMPING KIRI		KOORDINATOR PERENCANA	PERENCANA		
LOCATION	ALAM ATAS, KAW. TAMBAK, KEMBARA	DRAWING NUMBER	NOGOR GAMBAR	R. IMAN SUKOP	ANGGA HERMANUS, ET.		
			G-01				

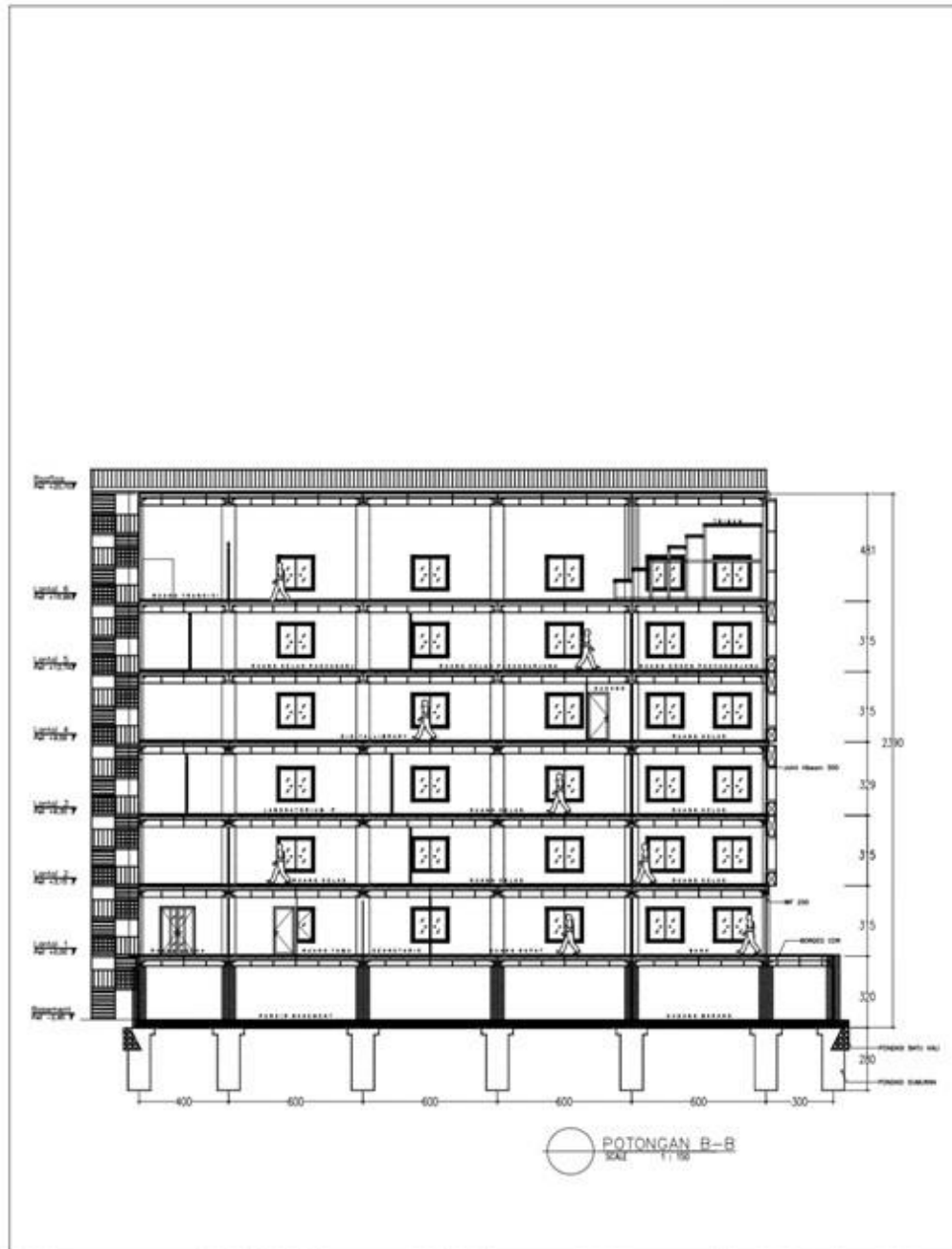




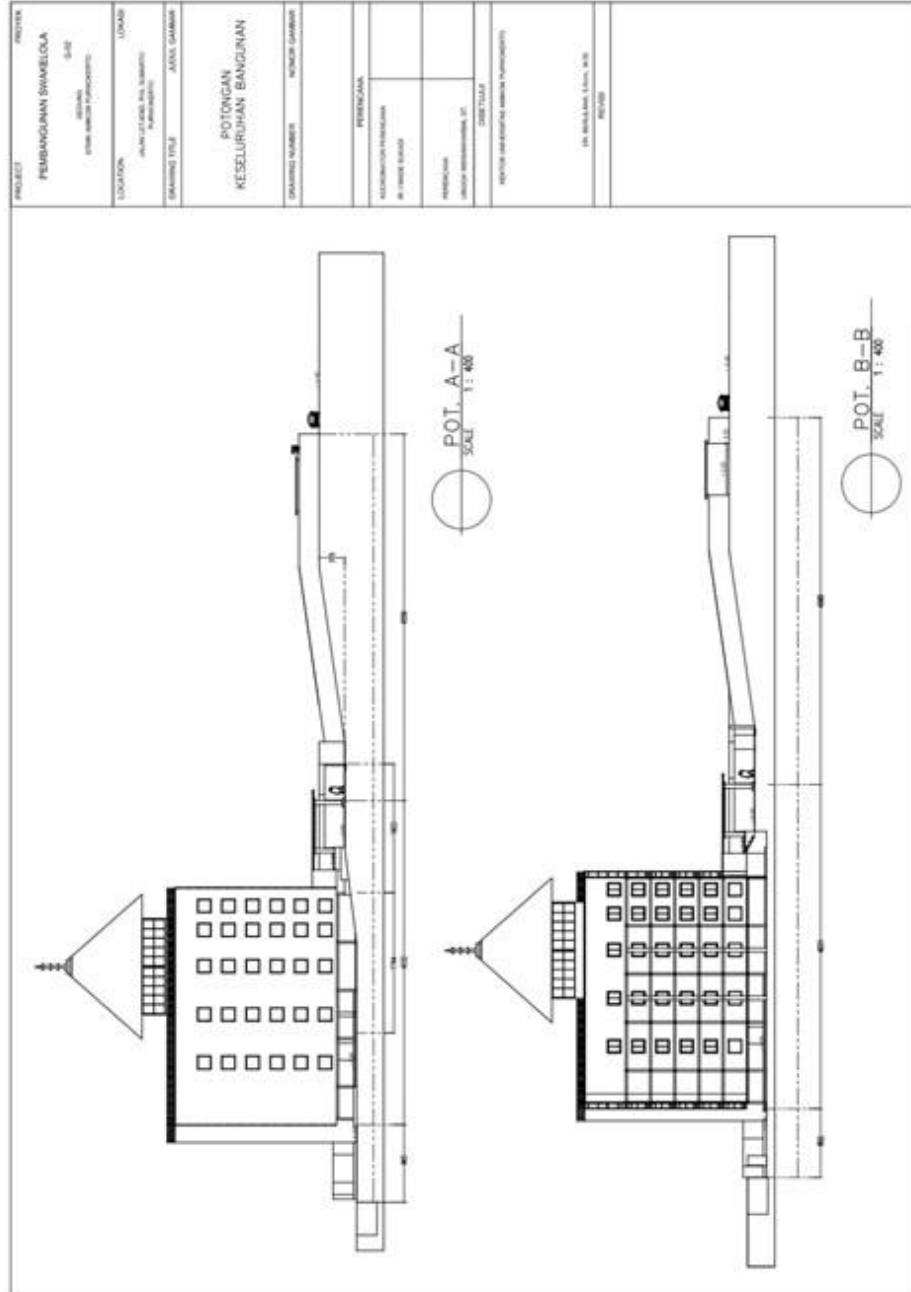


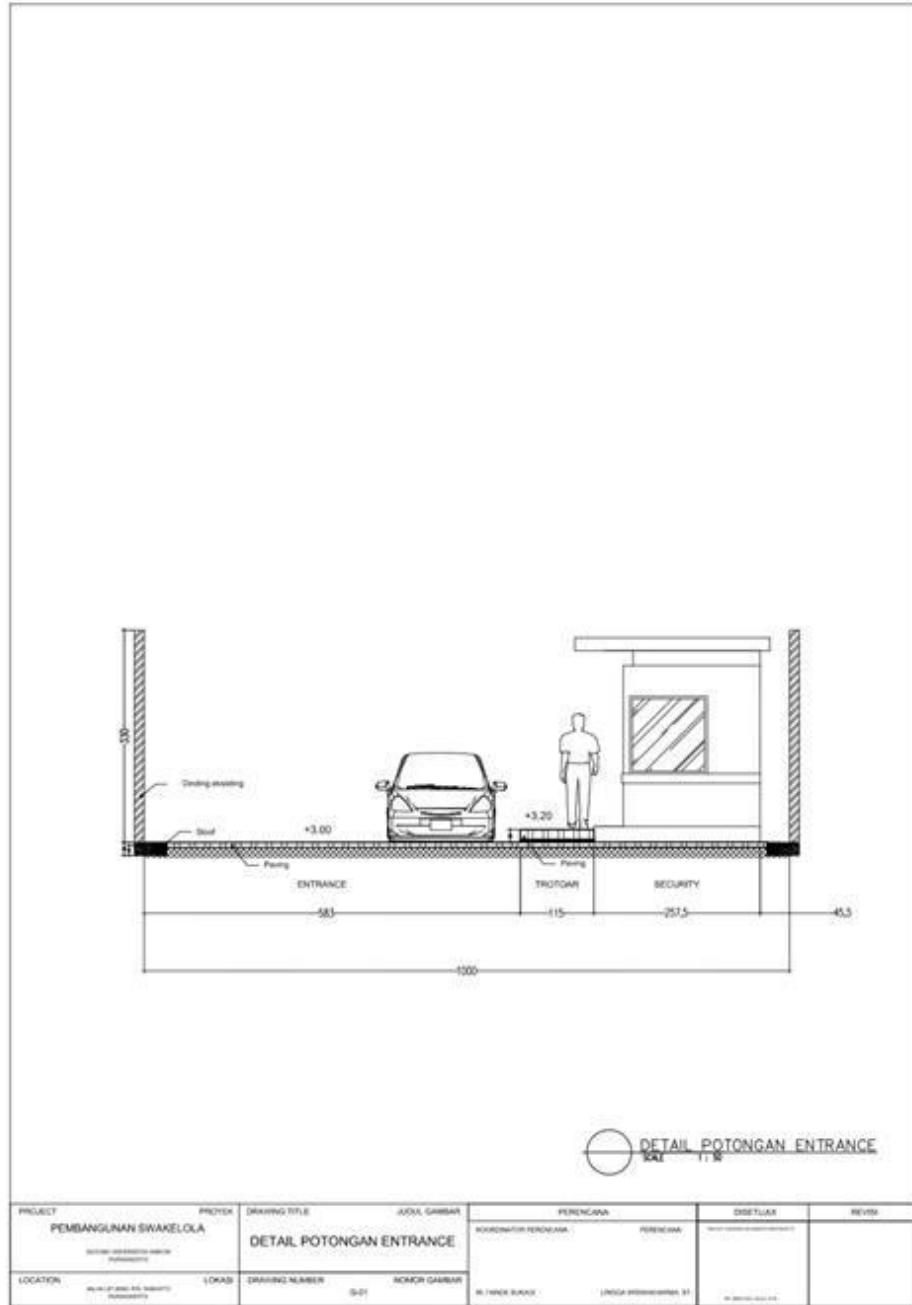
PROYEK	PROJEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISETUJAI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		POTONGAN A-A'		KOORDINATOR PERENCANA		
LOCATION	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	REVISI		
		G-01				

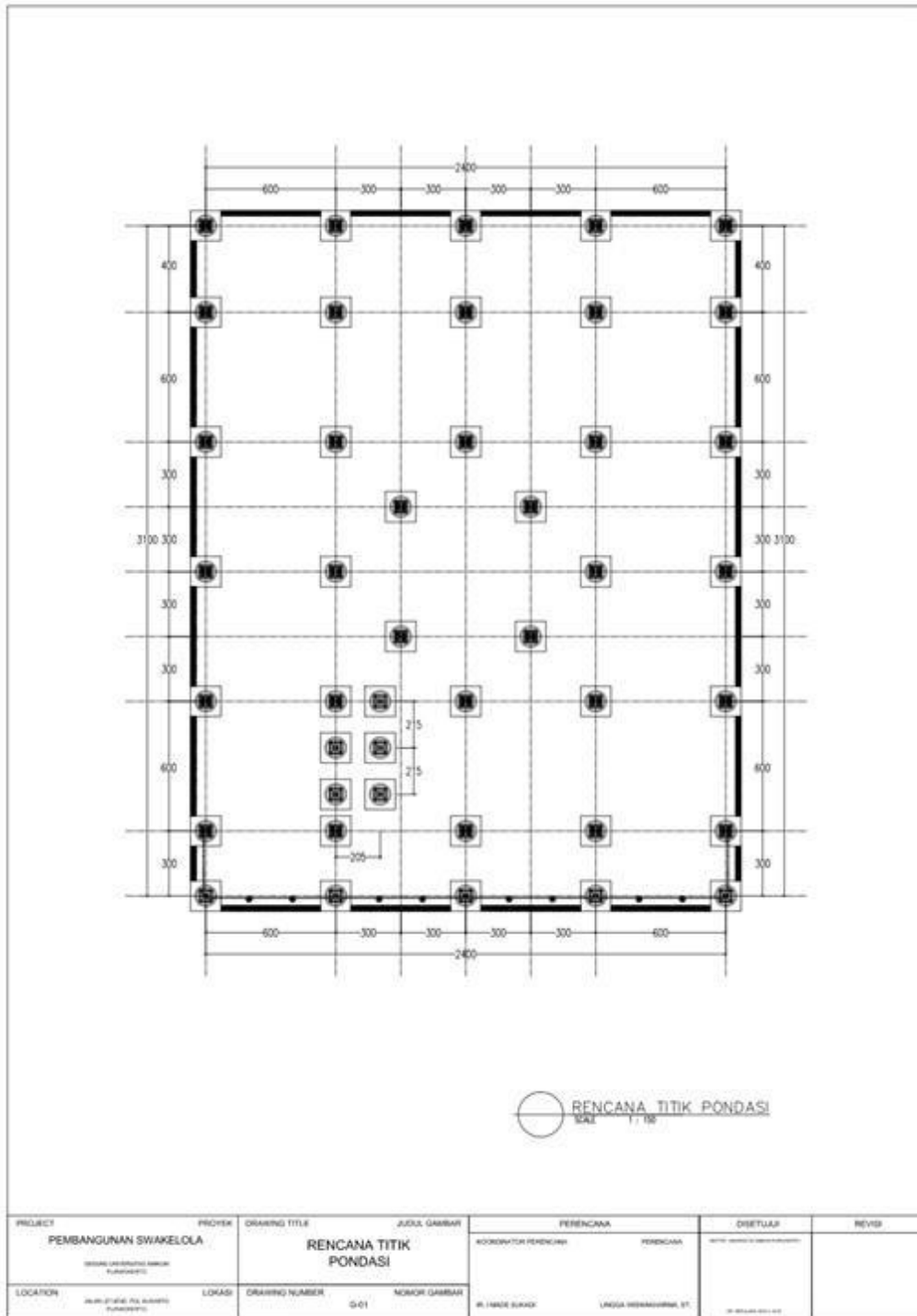


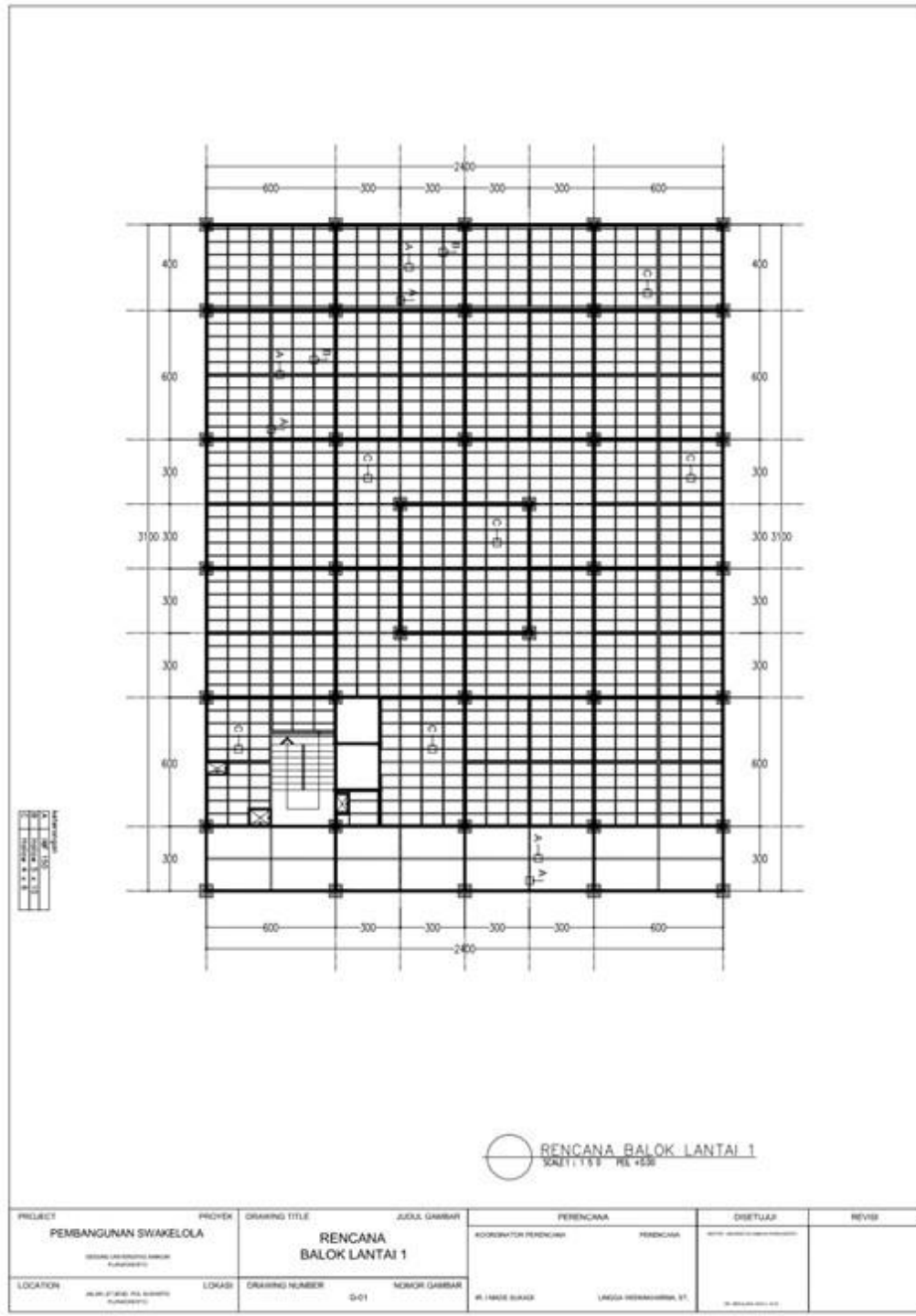


PROJEK	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISETUJUI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA	REKONSTRUKSI BANGUNAN	POTONGAN B-B	POTONGAN B-B	KOORDINATOR PERENCANA		
				PERENCANA		
LOCATION	JALAN ...	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR		
			G-01			



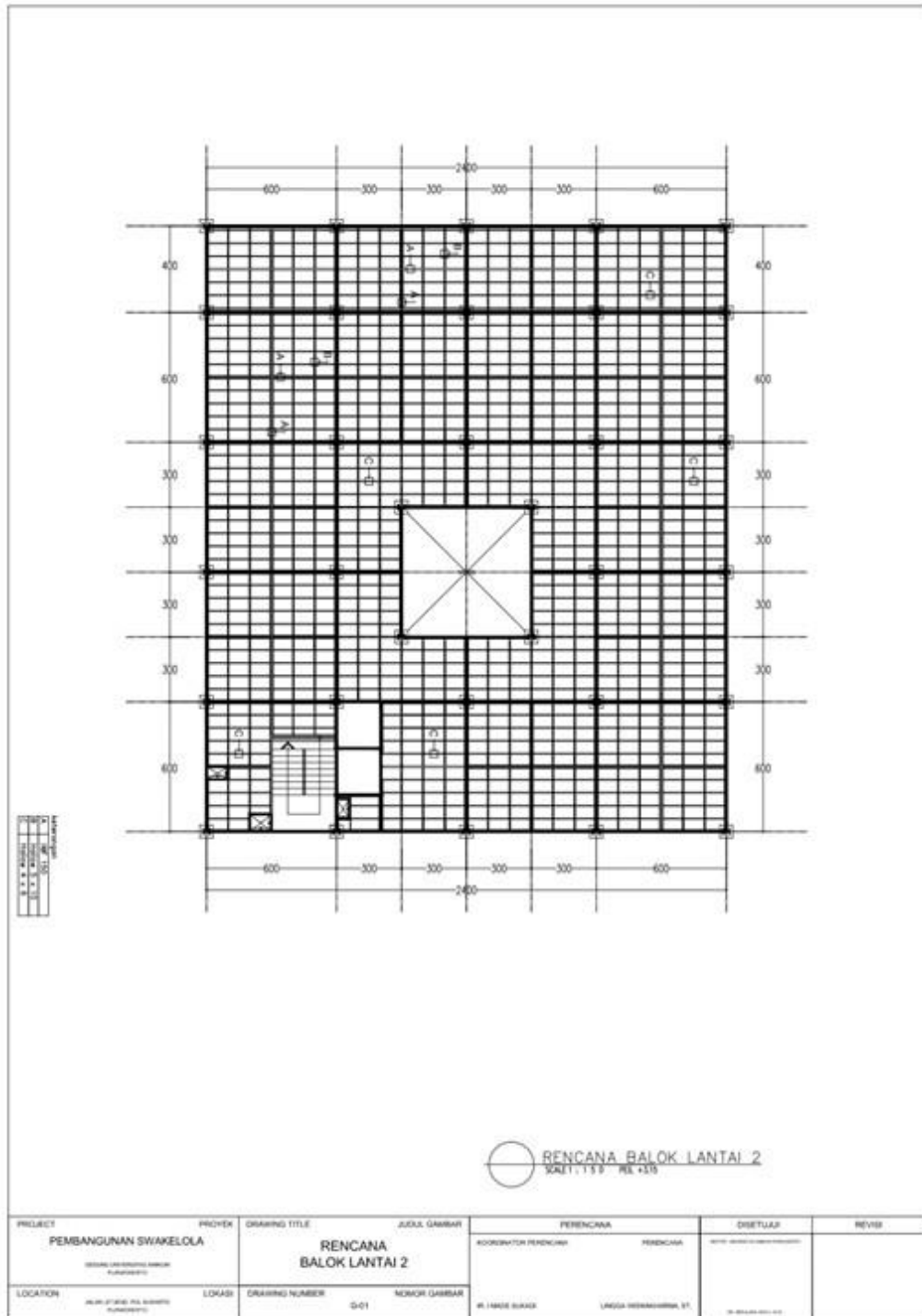






RENCANA BALOK LANTAI 1
 SKALA: 1:50 RL-456

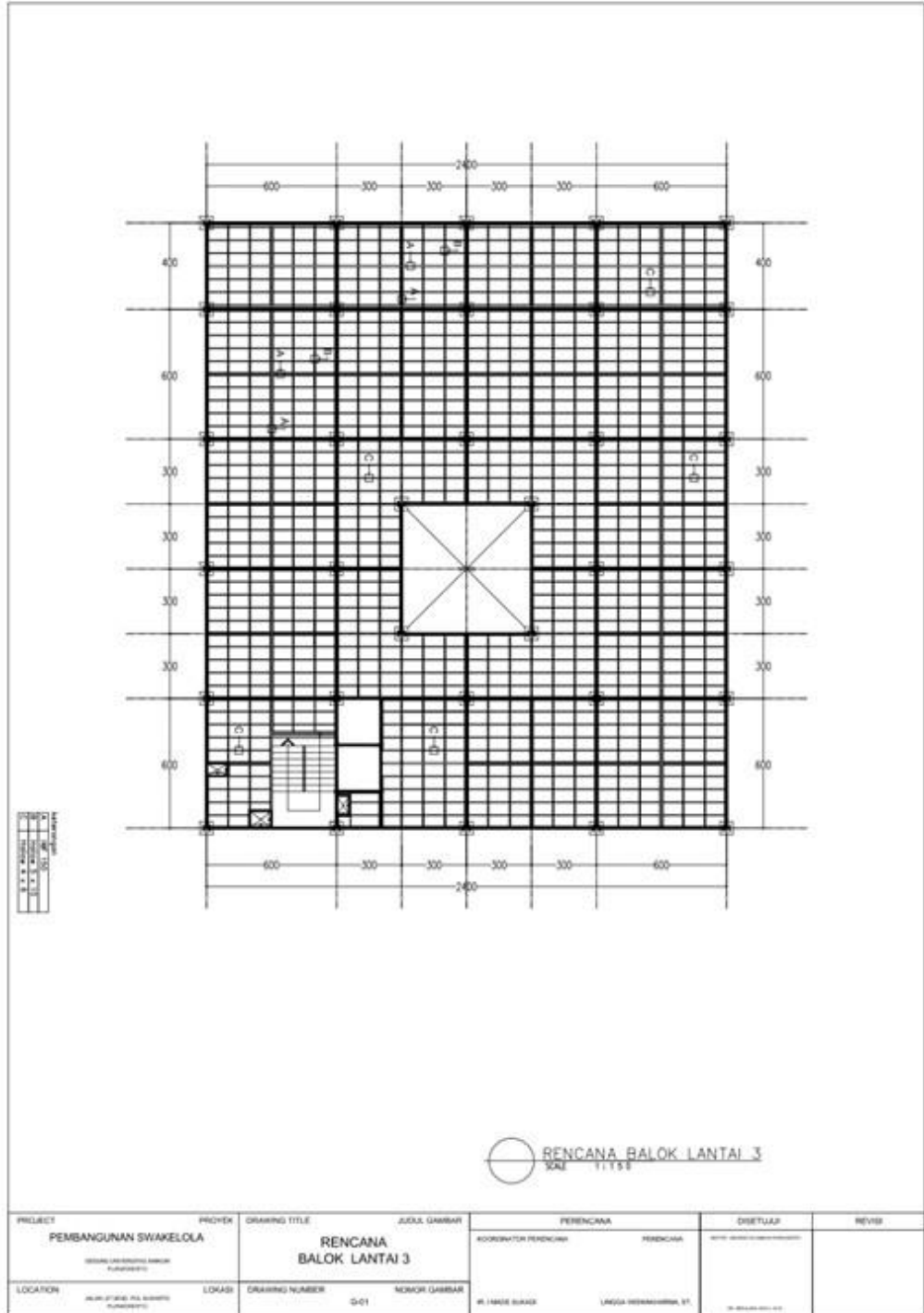
PROJEK	PROJEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISELUAI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		RENCANA BALOK LANTAI 1		KOORDINATOR PERENCANA PERENCANA		
ALAM LANTAI 1000 RL-456	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	AL-1000-SWAKELOLA	LAMPAH PERENCANAAN, ST	



REVISI
NO. 1
KOR. 1
KOR. 2
KOR. 3
KOR. 4
KOR. 5
KOR. 6
KOR. 7
KOR. 8
KOR. 9
KOR. 10

RENCANA BALOK LANTAI 2
SKALA 1:100 RIL 4/15

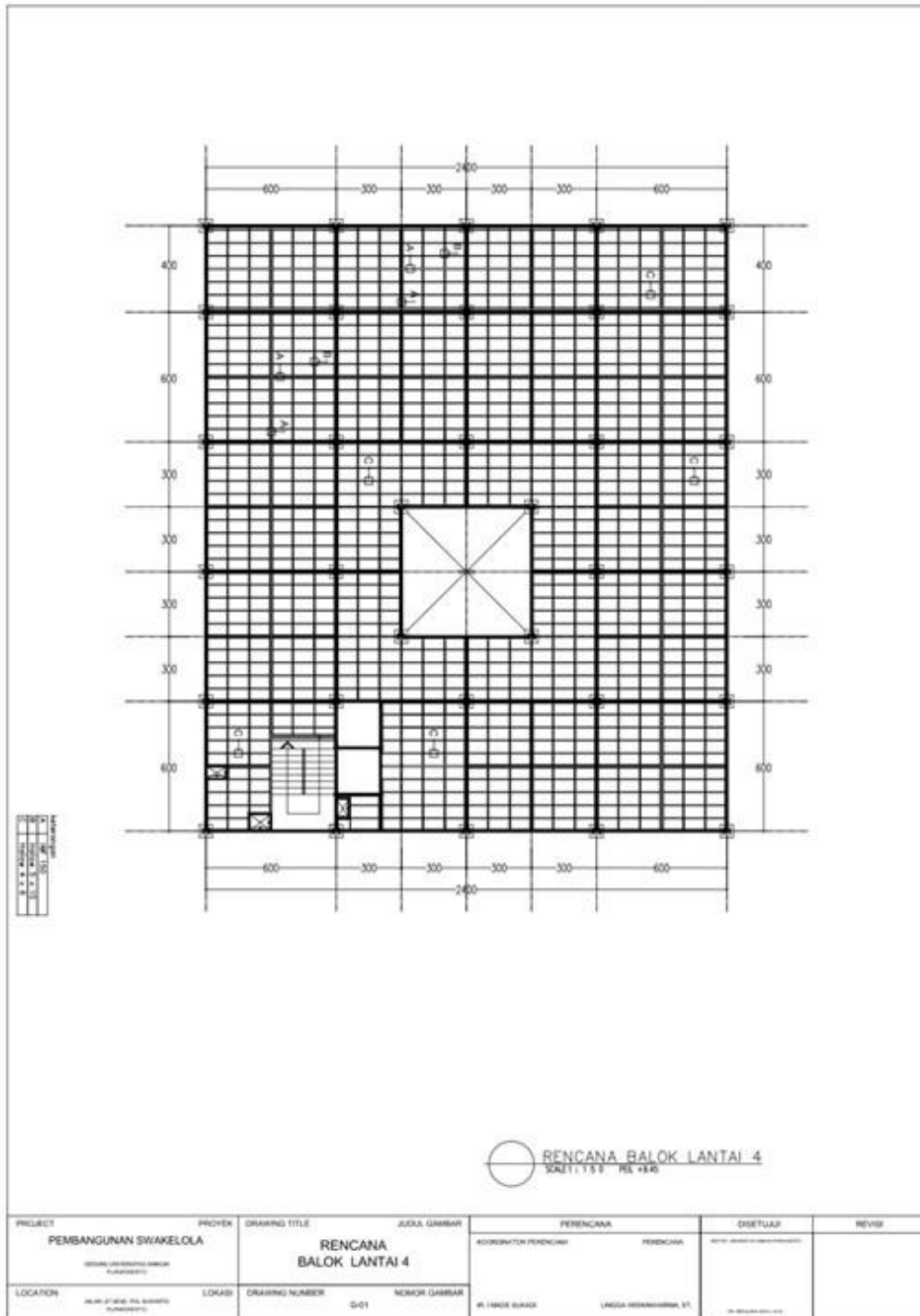
PROJEK	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISELUAS	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		RENCANA BALOK LANTAI 2		KOORDINATOR PERENCANA PERENCANA		
ALAM 21/202 RIL 4/15	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	AL 1/1000 SUKSES	LANGSA WISNAGUNIBA, ST.	

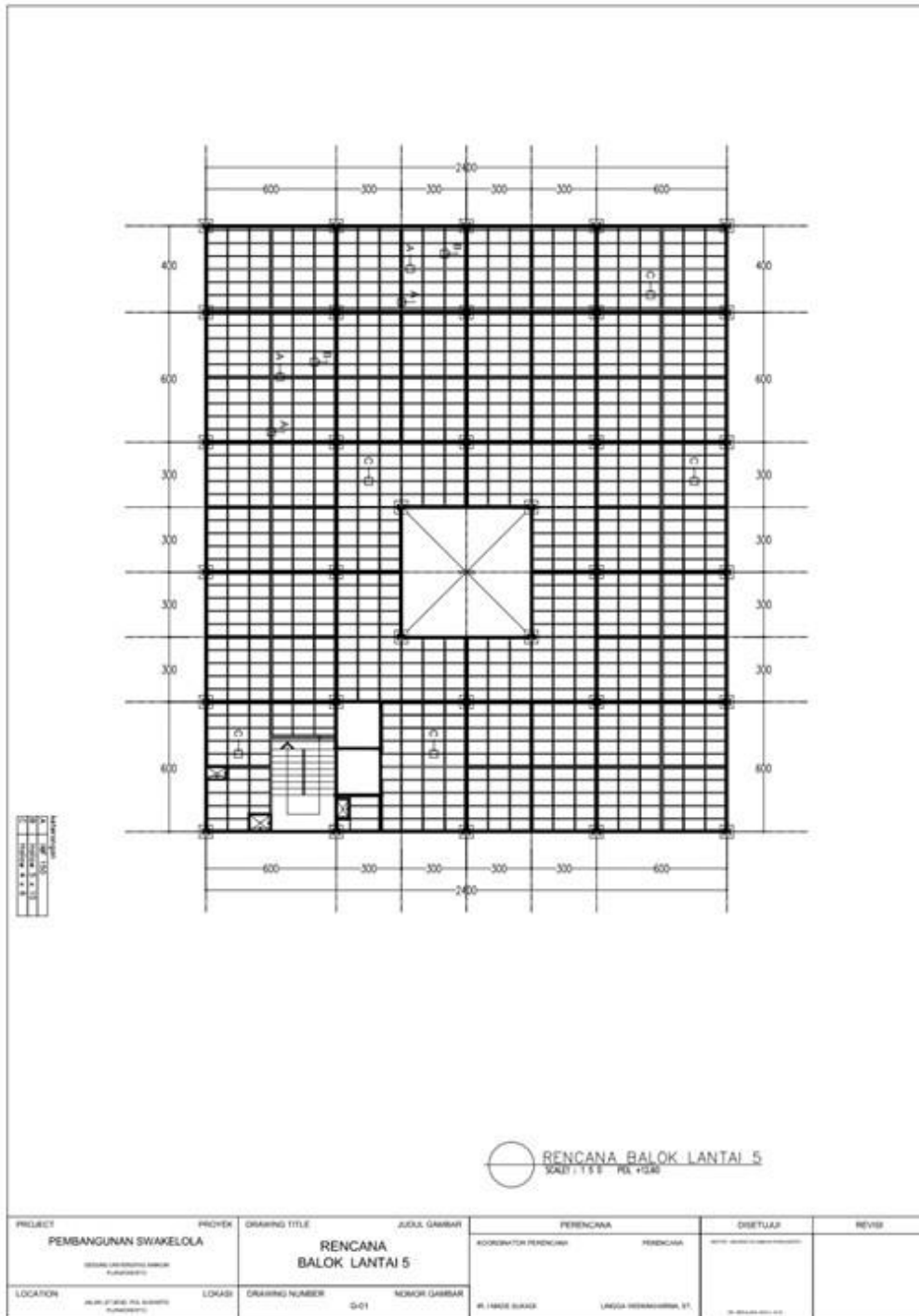


NO. 1	1:1
NO. 2	1:1
NO. 3	1:1
NO. 4	1:1
NO. 5	1:1
NO. 6	1:1
NO. 7	1:1
NO. 8	1:1
NO. 9	1:1
NO. 10	1:1

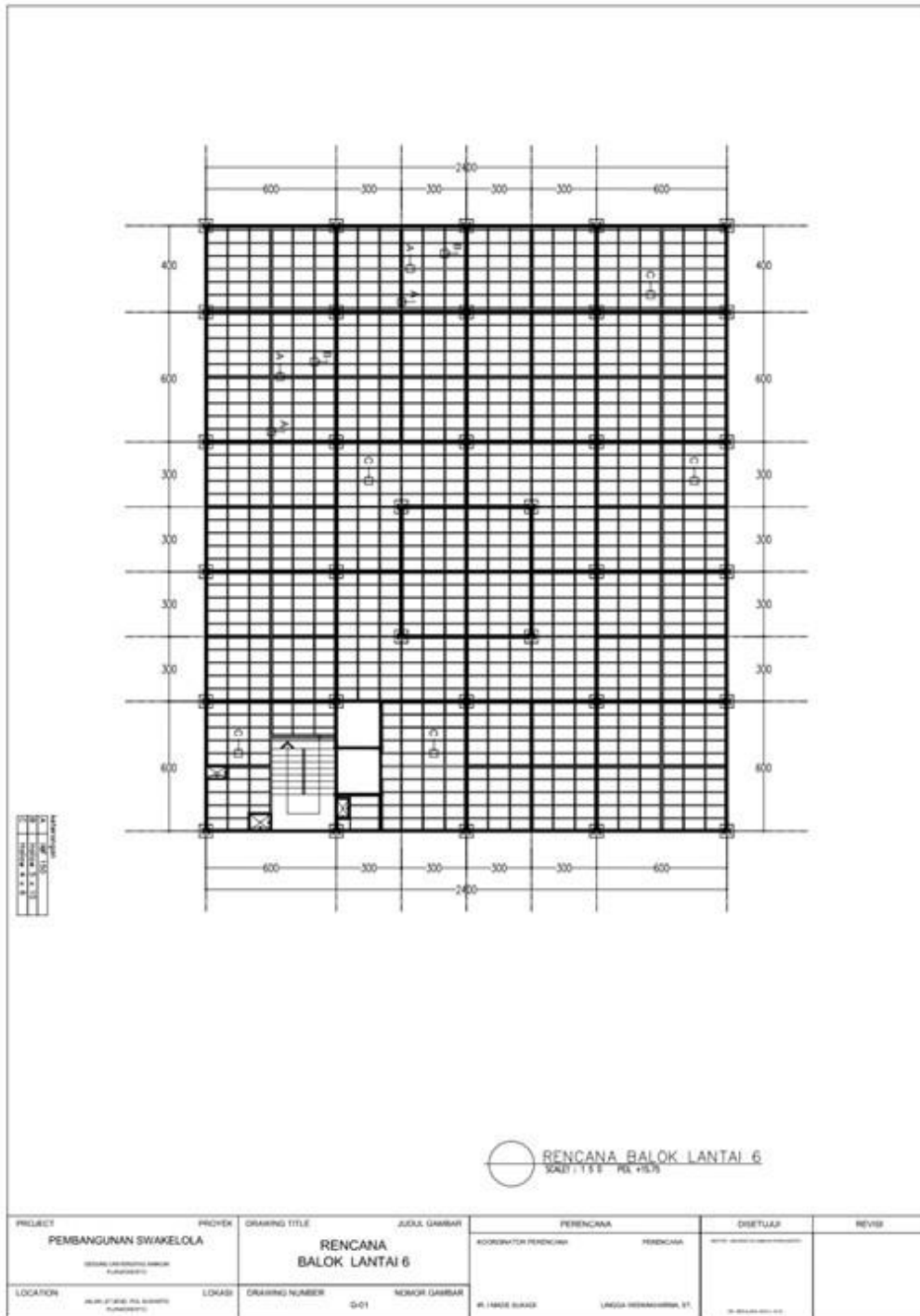
RENCANA BALOK LANTAI 3
SKALA 1:11.5 E

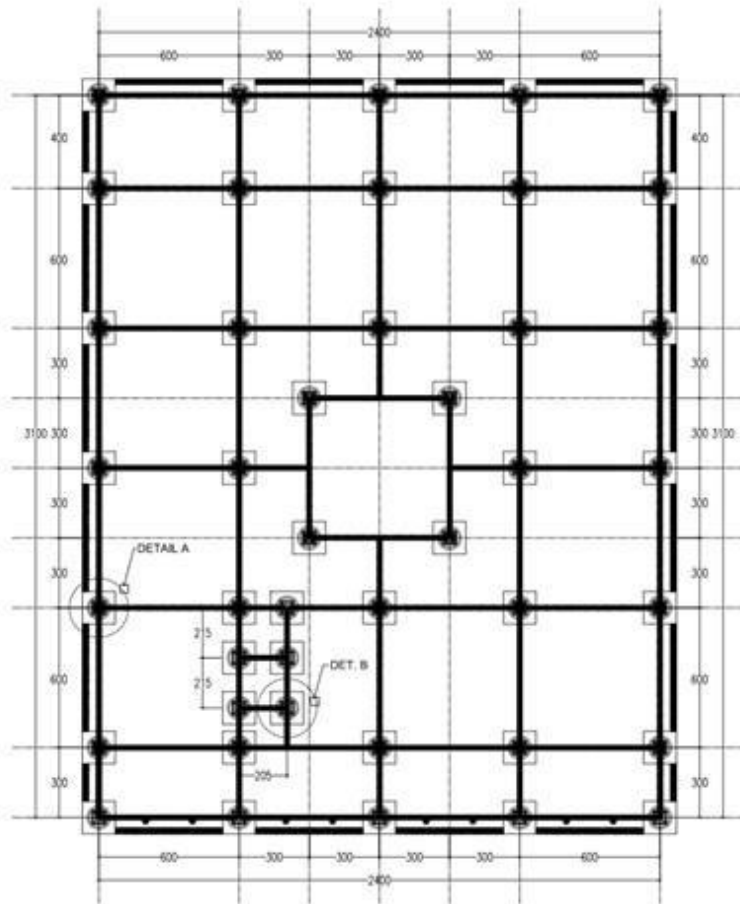
PROJEK	PROYEK	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISELUAS	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		RENCANA BALOK LANTAI 3	KOORDINATOR PERENCANA PERENCANA		
LOKASI	LOKASI	NO. GAMBAR	NO. LEMBAR GAMBAR		
		0-01	1/11		





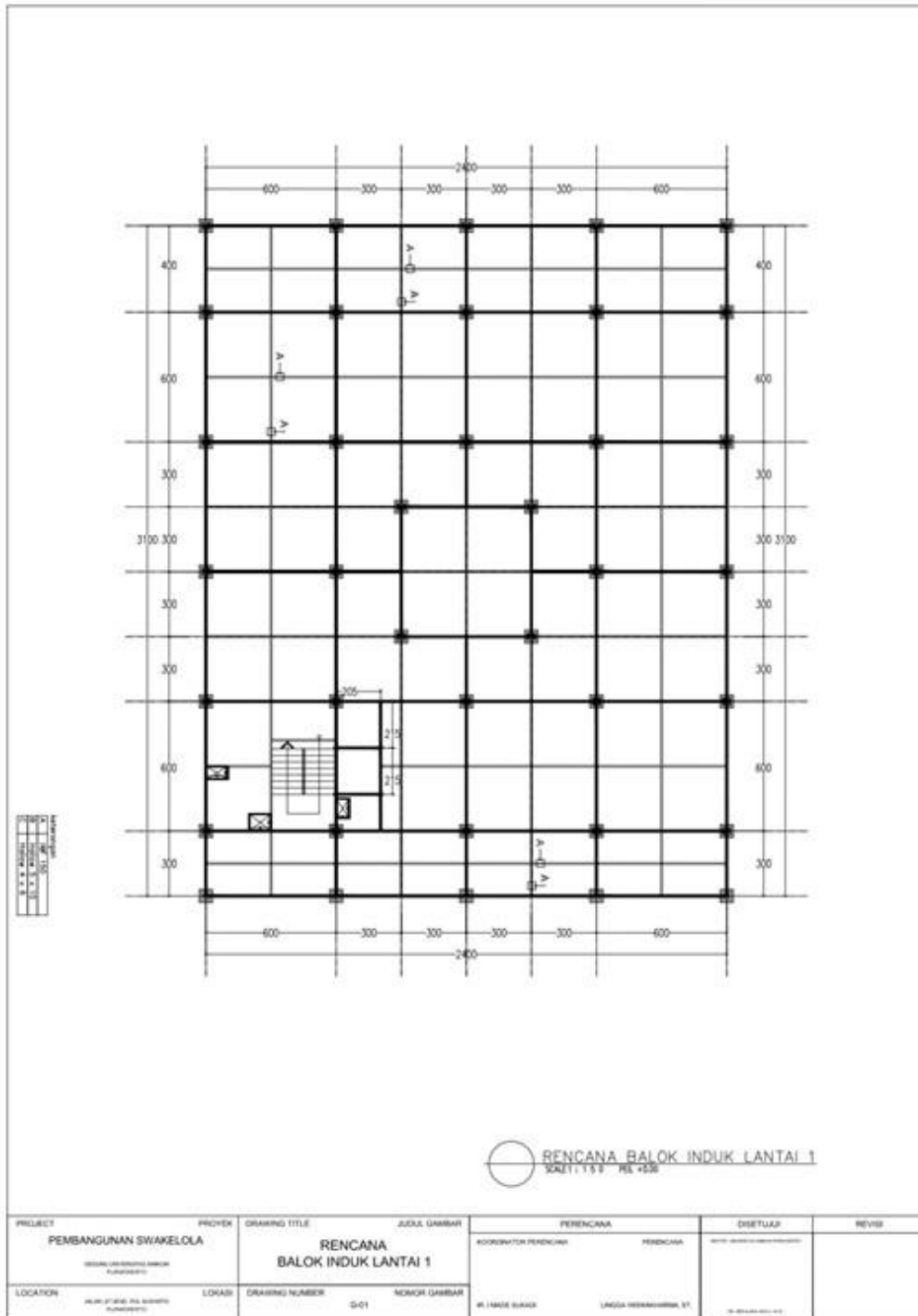
PROJEK PEMBANGUNAN SWAKELOLA <small>REKAYASA LINGKUNGAN BANGUNAN</small> <small>PERENCANAAN</small>		DRAWING TITLE RENCANA BALOK LANTAI 5		JUDUL GAMBAR RENCANA BALOK LANTAI 5		PERENCANA KOORDINATOR PERENCANAAN PERENCANA		DISETUIJ (Signature Line)		REVISI (Revision Table)	
LOCATION JALAN ... <small>PERENCANAAN</small>		LOKASI (Location)		DRAWING NUMBER D-01		NOVOR GAMBAR (Author)		(Company Name)		(Company Name)	

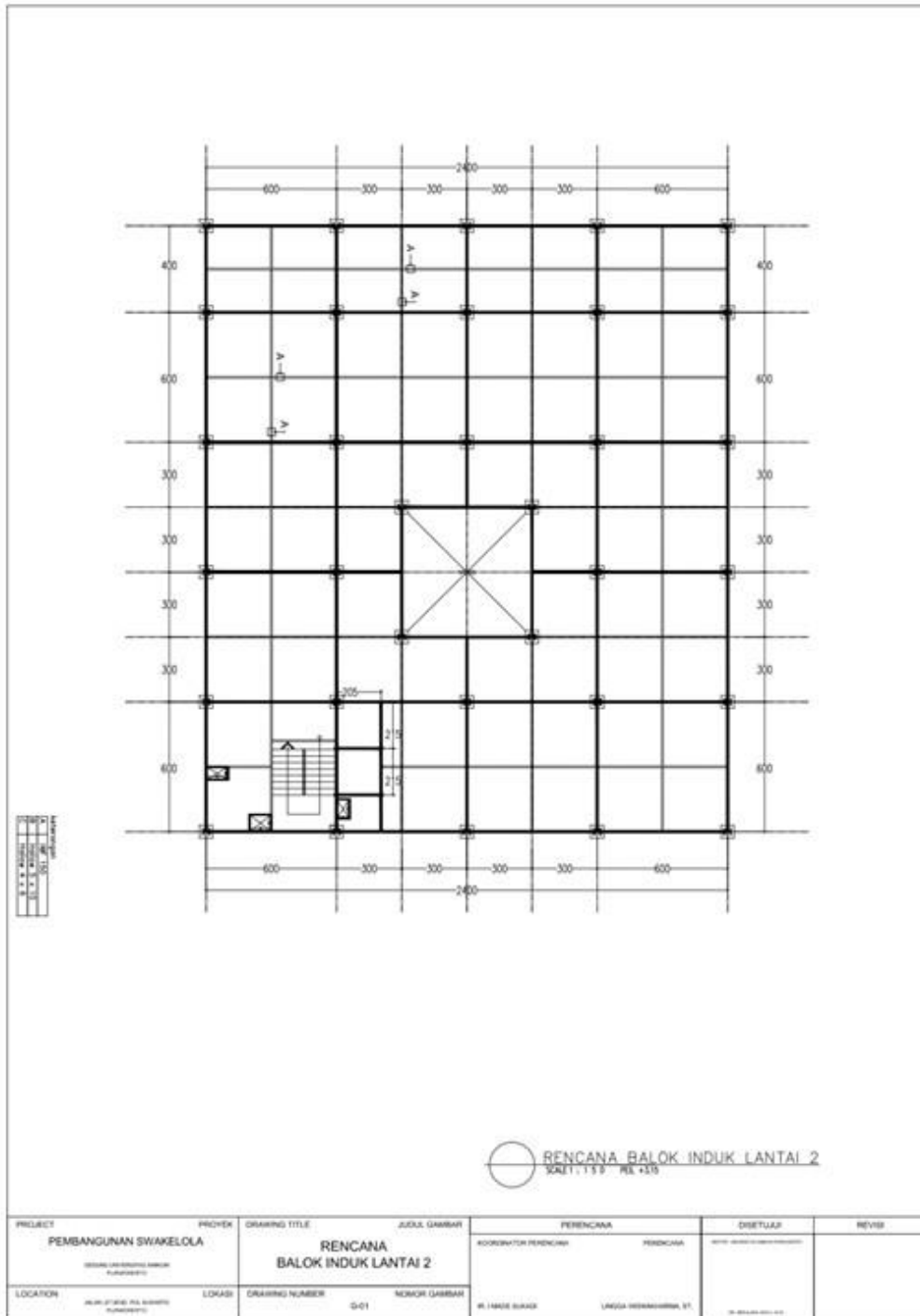


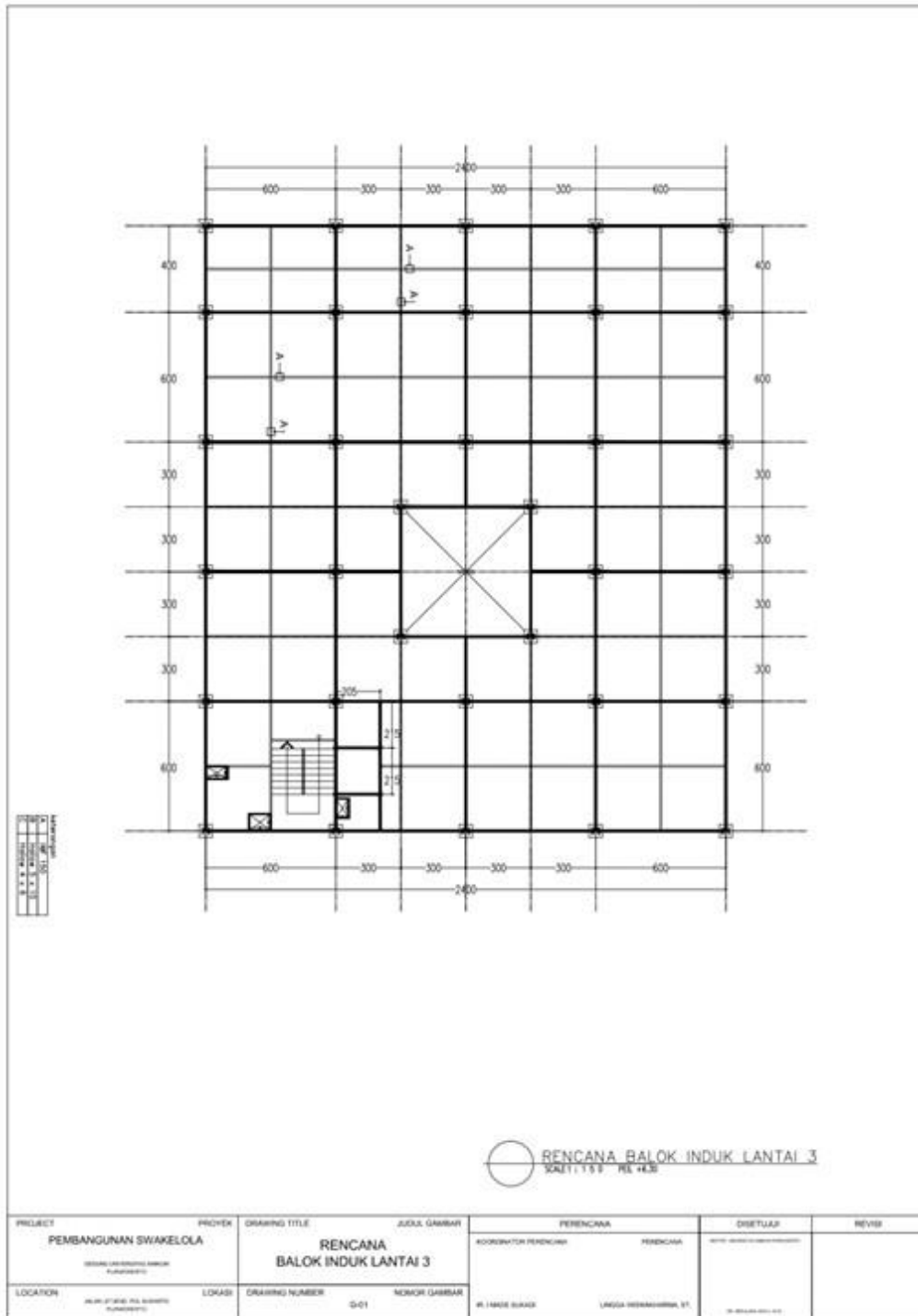


RENCANA SLOOF
SCALE 1:100

PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISELUAS	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		RENCANA SLOOF		AKOROVATOR PERENCANA PERENCANA		
LOCATION	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	IL. HAZEL SURAB	UNGGA WEDHARJANA, PT.	
		0-01				

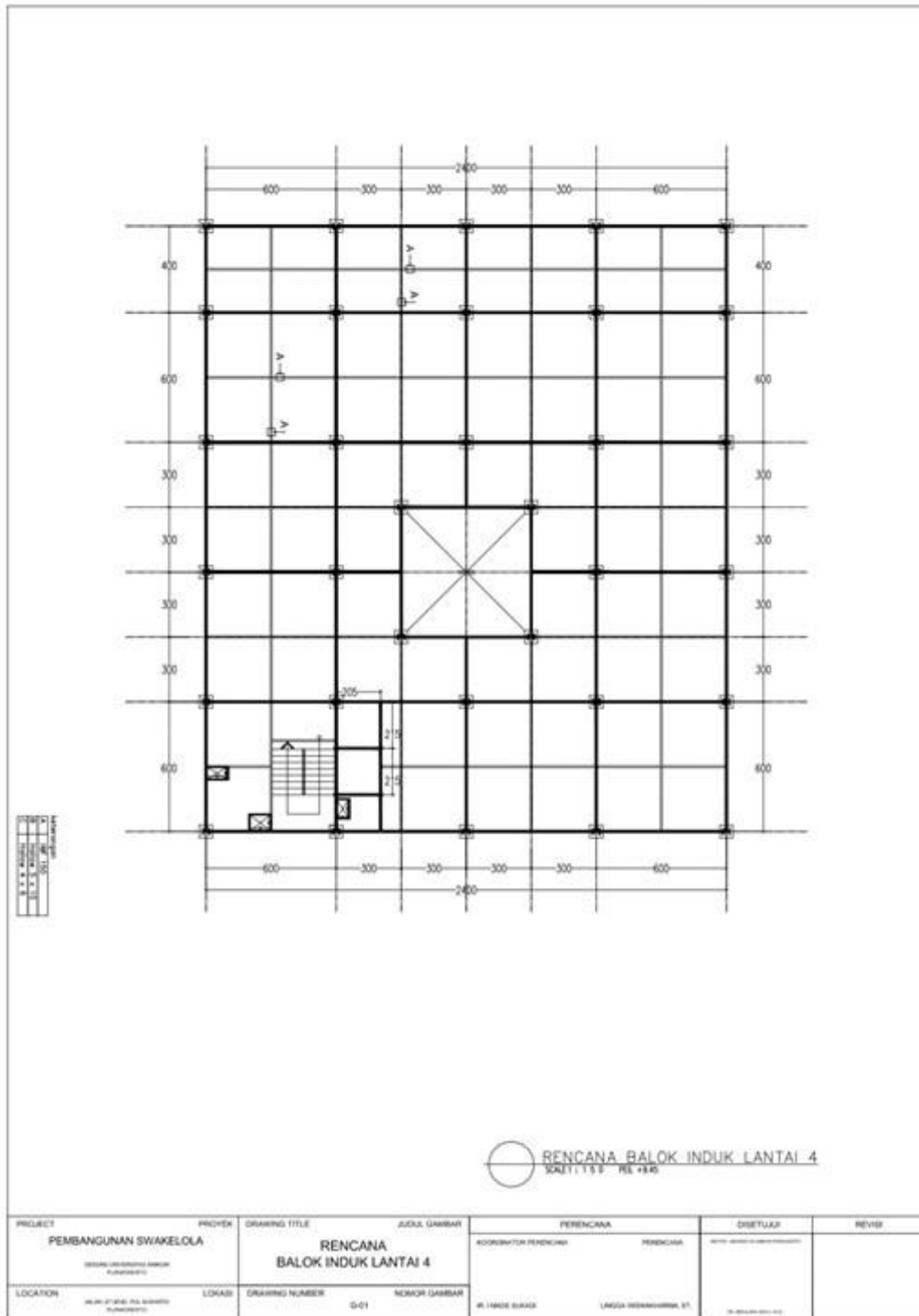




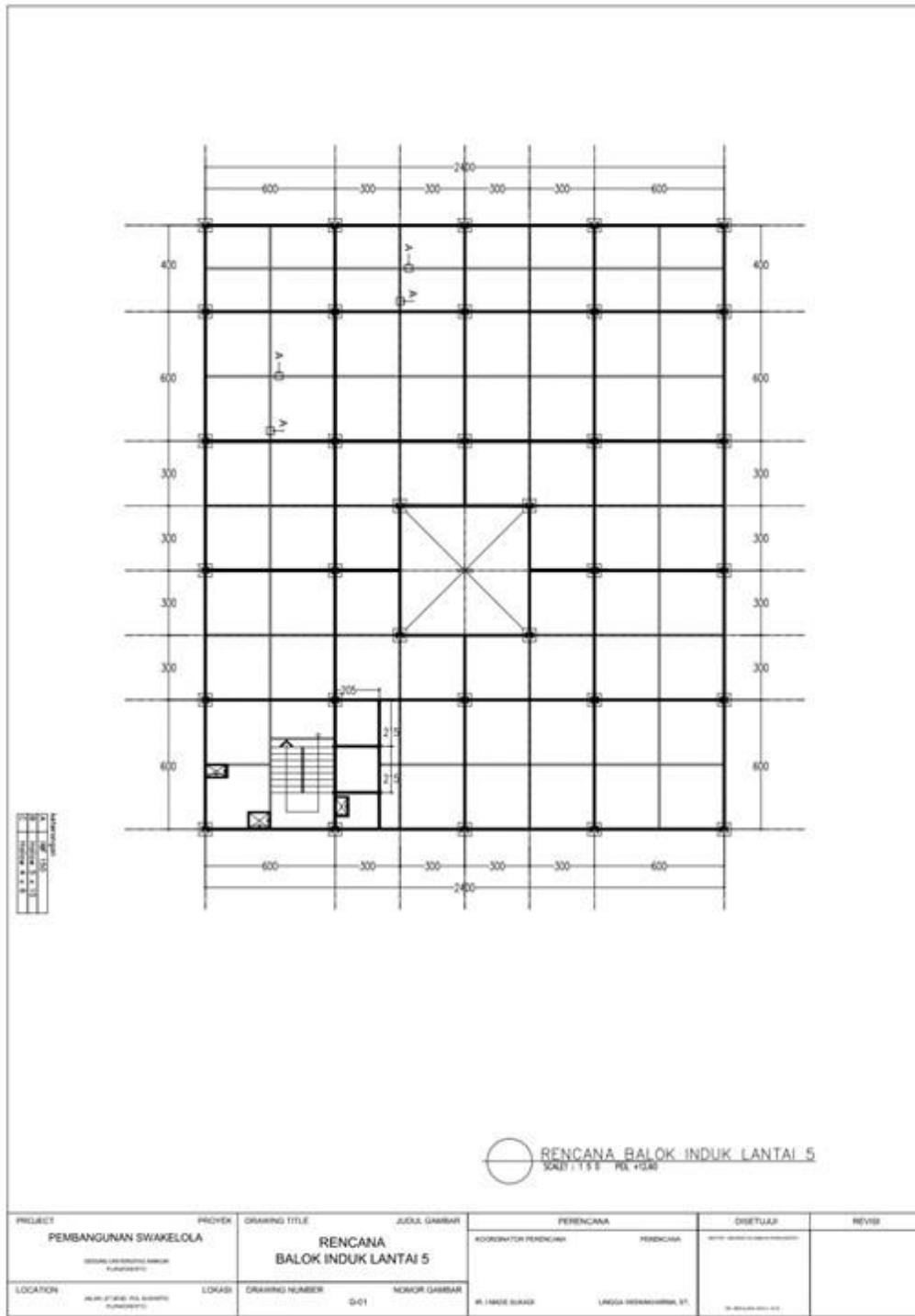


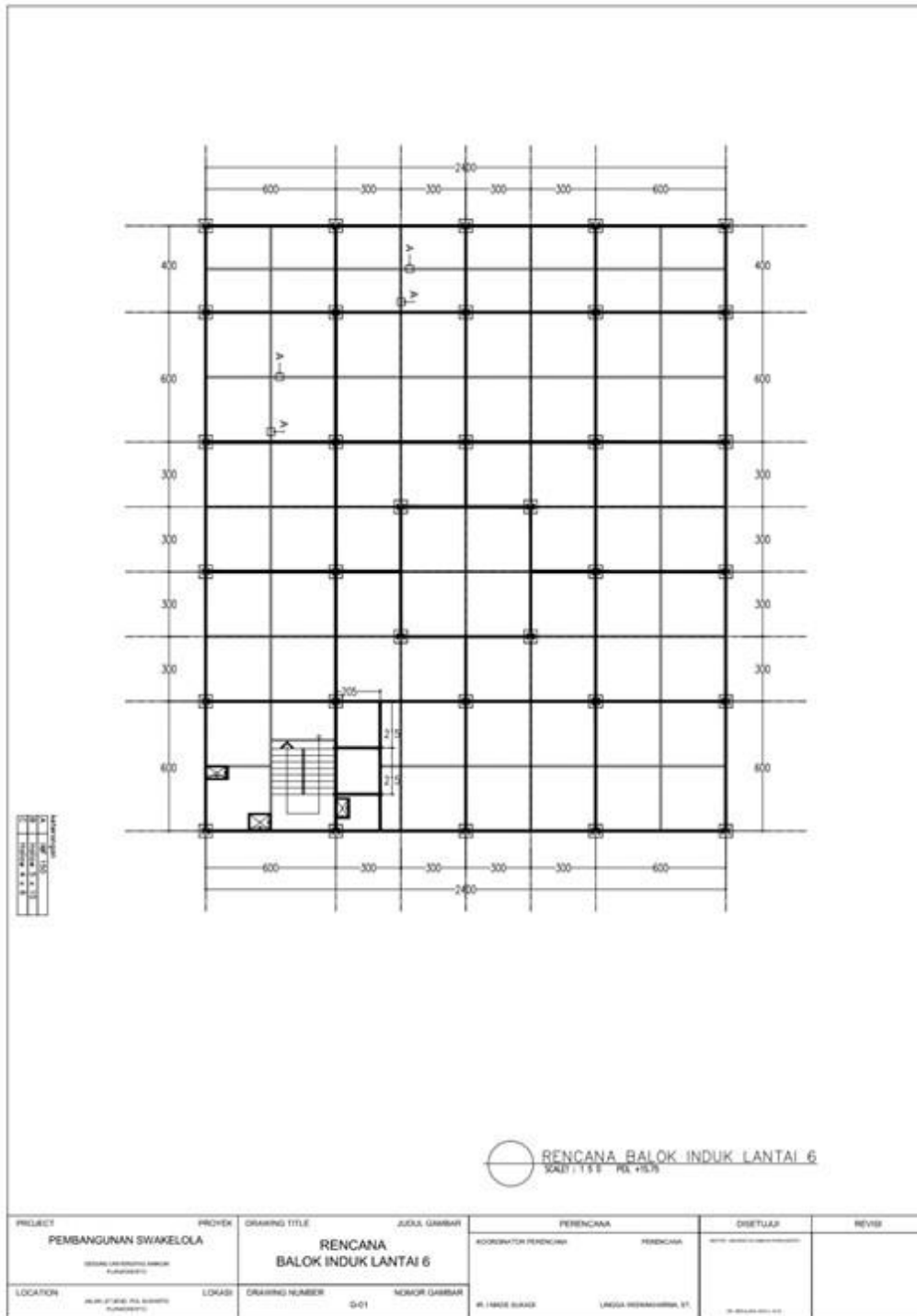
RENCANA BALOK INDUK LANTAI 3
SKALA 1:150 RE #43

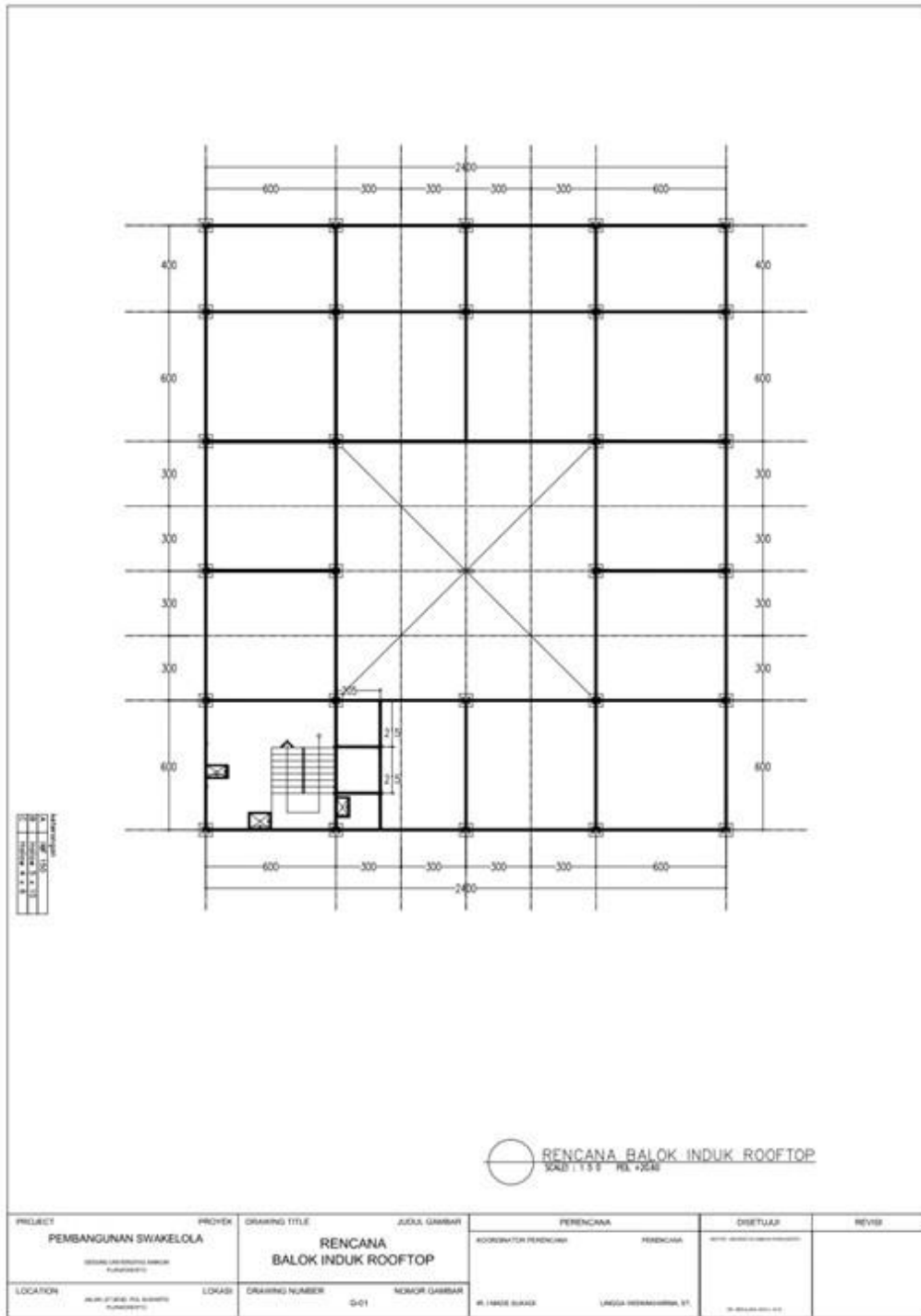
PROJEK	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DIBETULAI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		RENCANA BALOK INDUK LANTAI 3		KOORDINATOR PERENCANA PERENCANA		
LOKASI	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOOR GAMBAR	R. LANTAI BALOK	LANGKA DESAIN/REVISI, ET.	

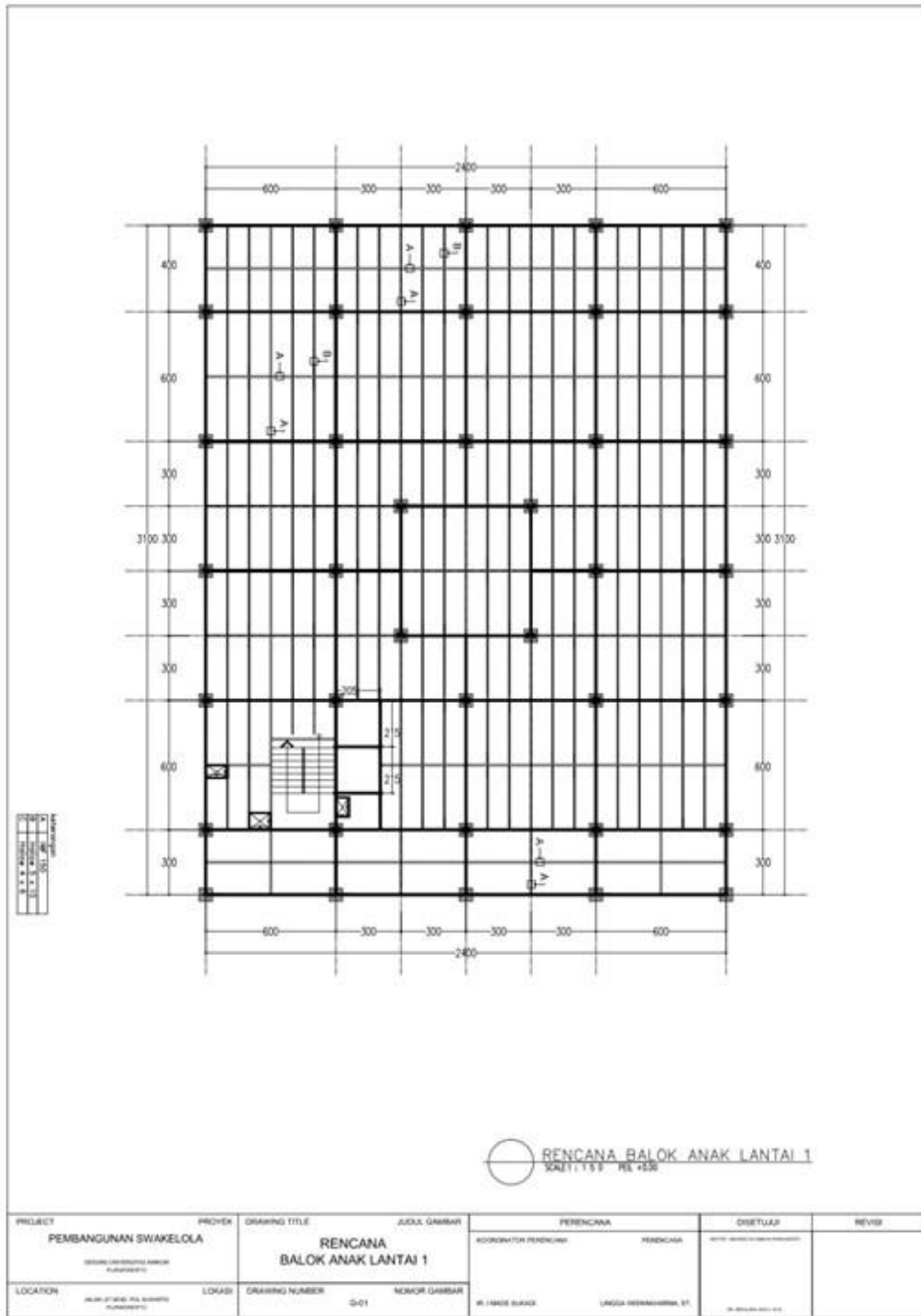


PROJECT PEMBANGUNAN SWAKELOLA <small>REKONSTRUKSI DAN PERAWATAN</small>	PROJEK	DRAWING TITLE RENCANA BALOK INDUK LANTAI 4	JUDUL GAMBAR	PERENCANA KORDINATOR PERENCANA PERENCANA	DISELUAS DISELUAS	REVISI
LOCATION <small>REKONSTRUKSI DAN PERAWATAN</small>	LOKASI	DRAWING NUMBER D-01	NOMOR GAMBAR	REVISOR REVISOR	REVISI	REVISI



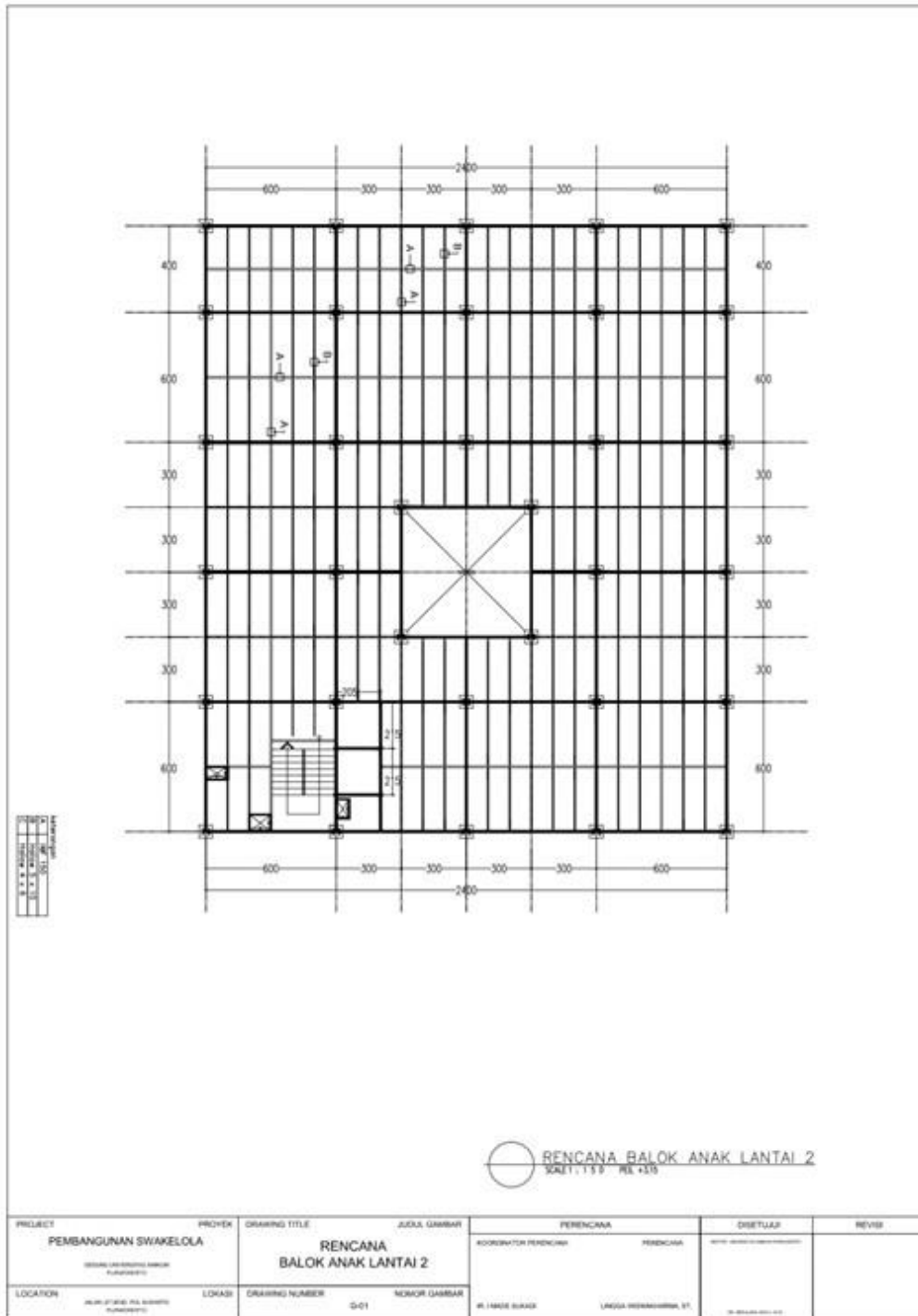






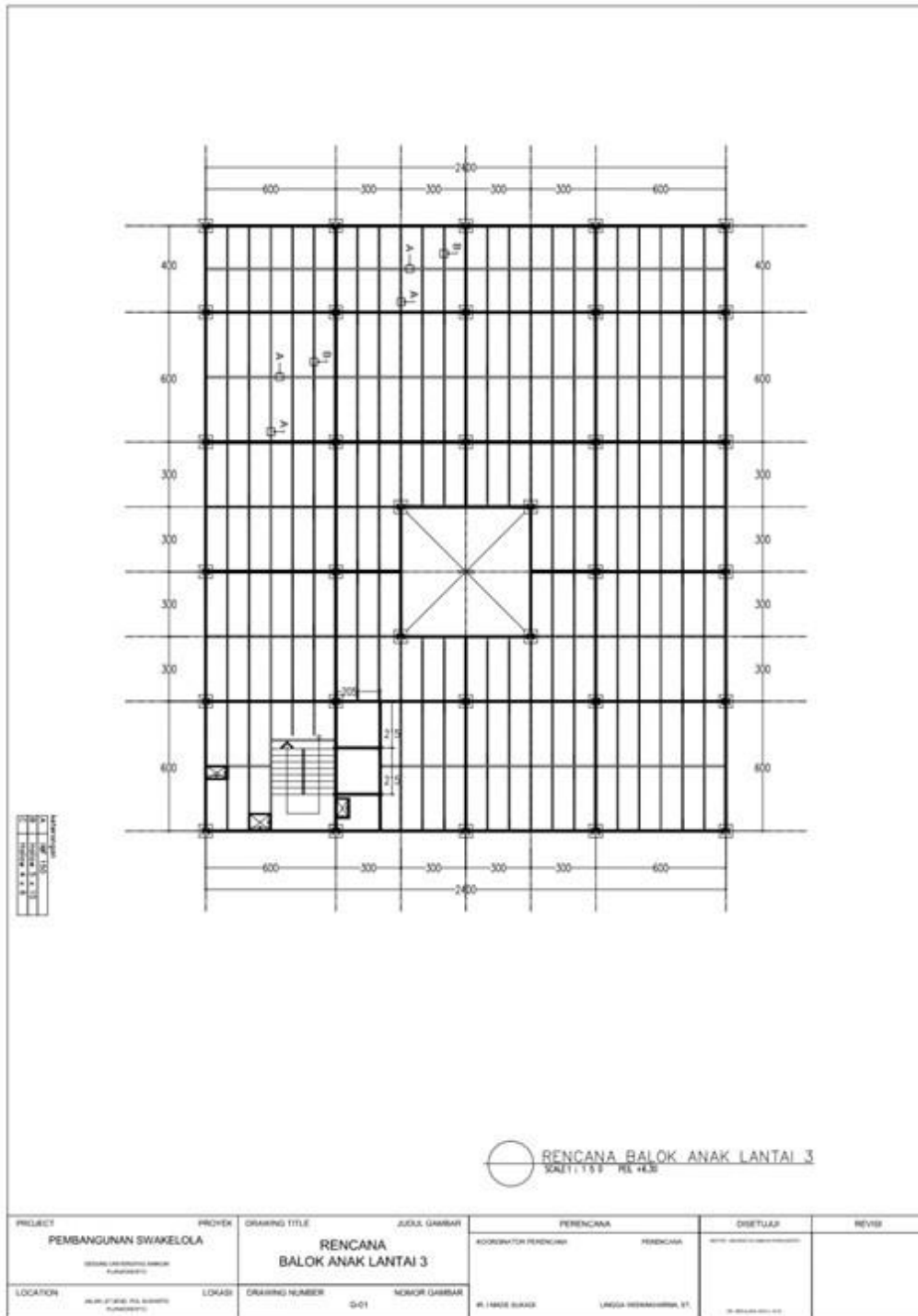
RENCANA BALOK ANAK LANTAI 1
SKALA 1:100 RE-138

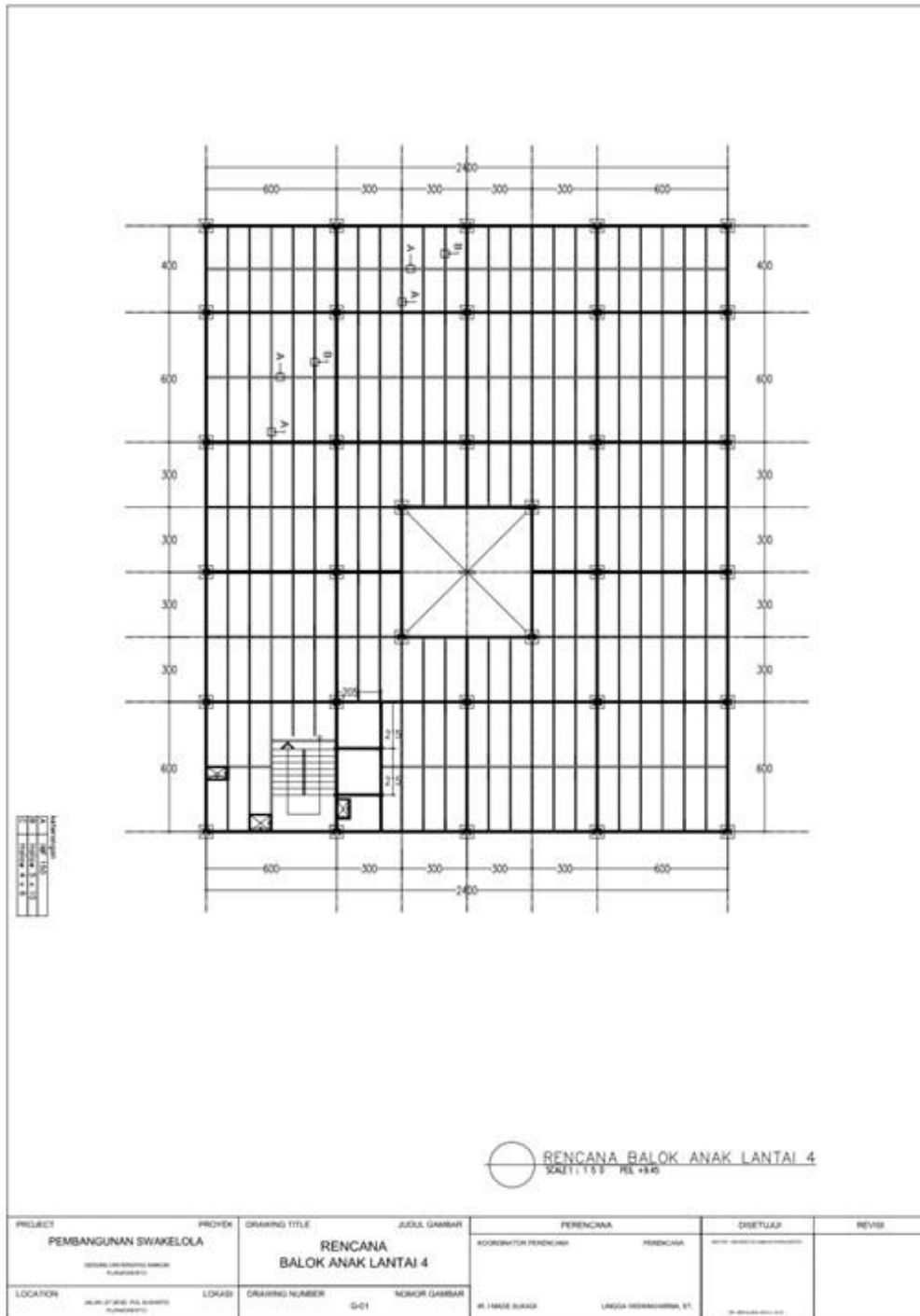
PROJECT PEMBANGUNAN SWAKELOLA	PROYEK	DRAWING TITLE RENCANA BALOK ANAK LANTAI 1	JUMLAH GAMBAR	PERENCANA KORDINATOR PERENCANA PERENCANA	DISELUAR	REVISI
LOKASI JALAN ...	LOKASI	DRAWING NUMBER D-01	NOMOR GAMBAR	DI. HAKE BAKAR UMMA HERRAHERA, ST.		



RENCANA BALOK ANAK LANTAI 2
SKALA 1:100 - RIL #15

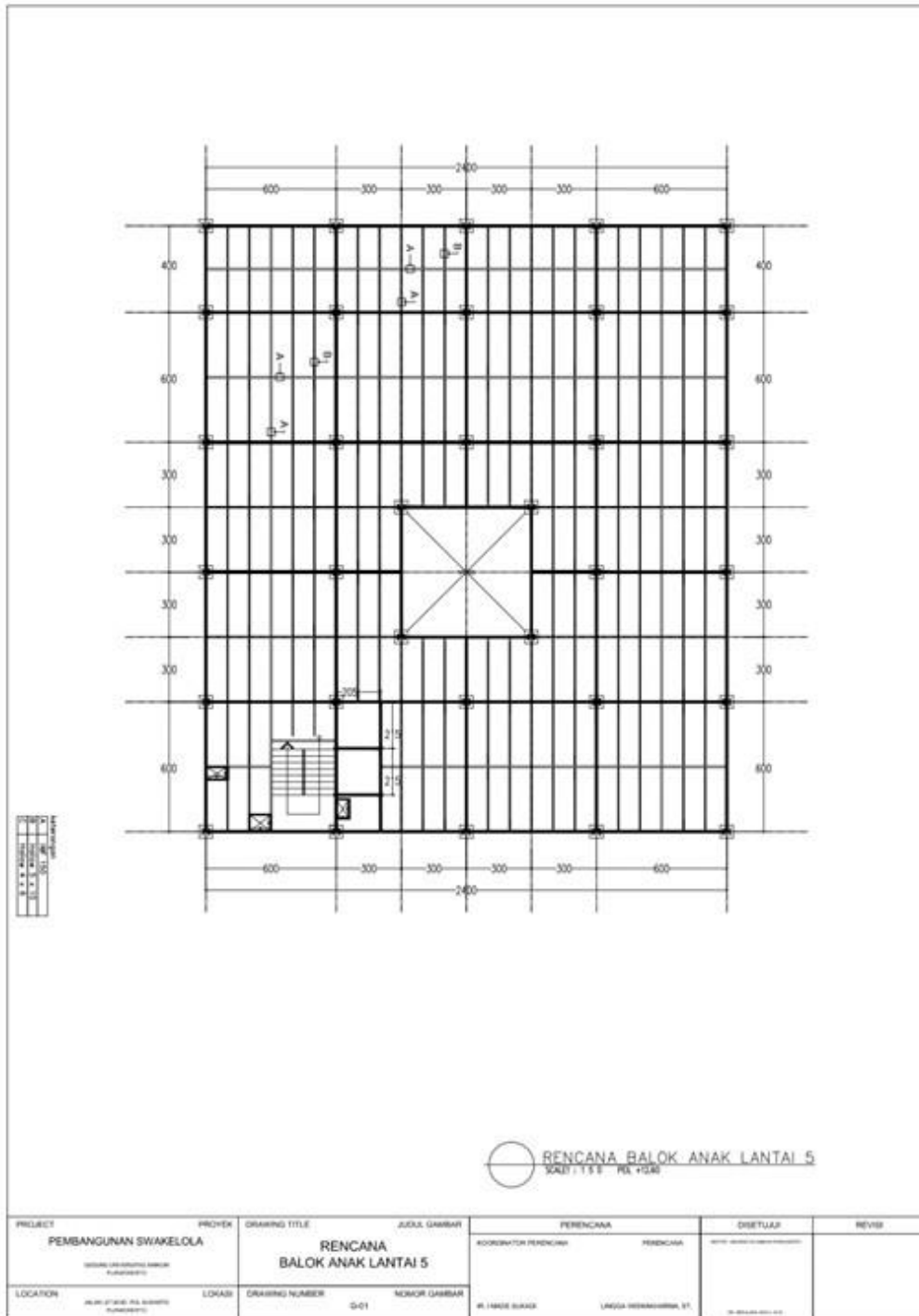
PROJEK	PROJEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISELUAS	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		RENCANA BALOK ANAK LANTAI 2		PERENCANA		
LOKASI	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	PERENCANA		
		D-01		PERENCANA		

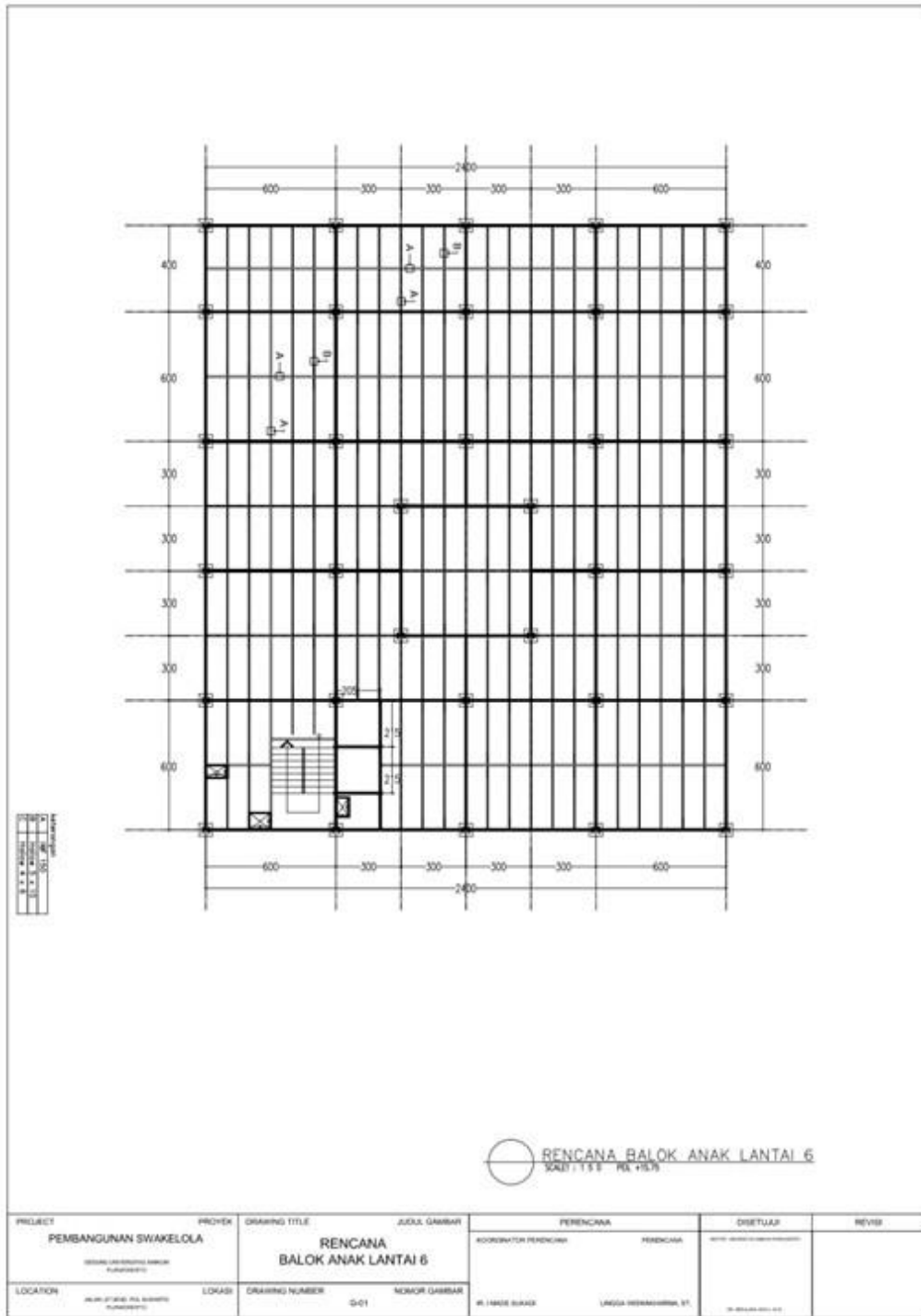




RENCANA BALOK ANAK LANTAI 4
SKALA 1 : 50

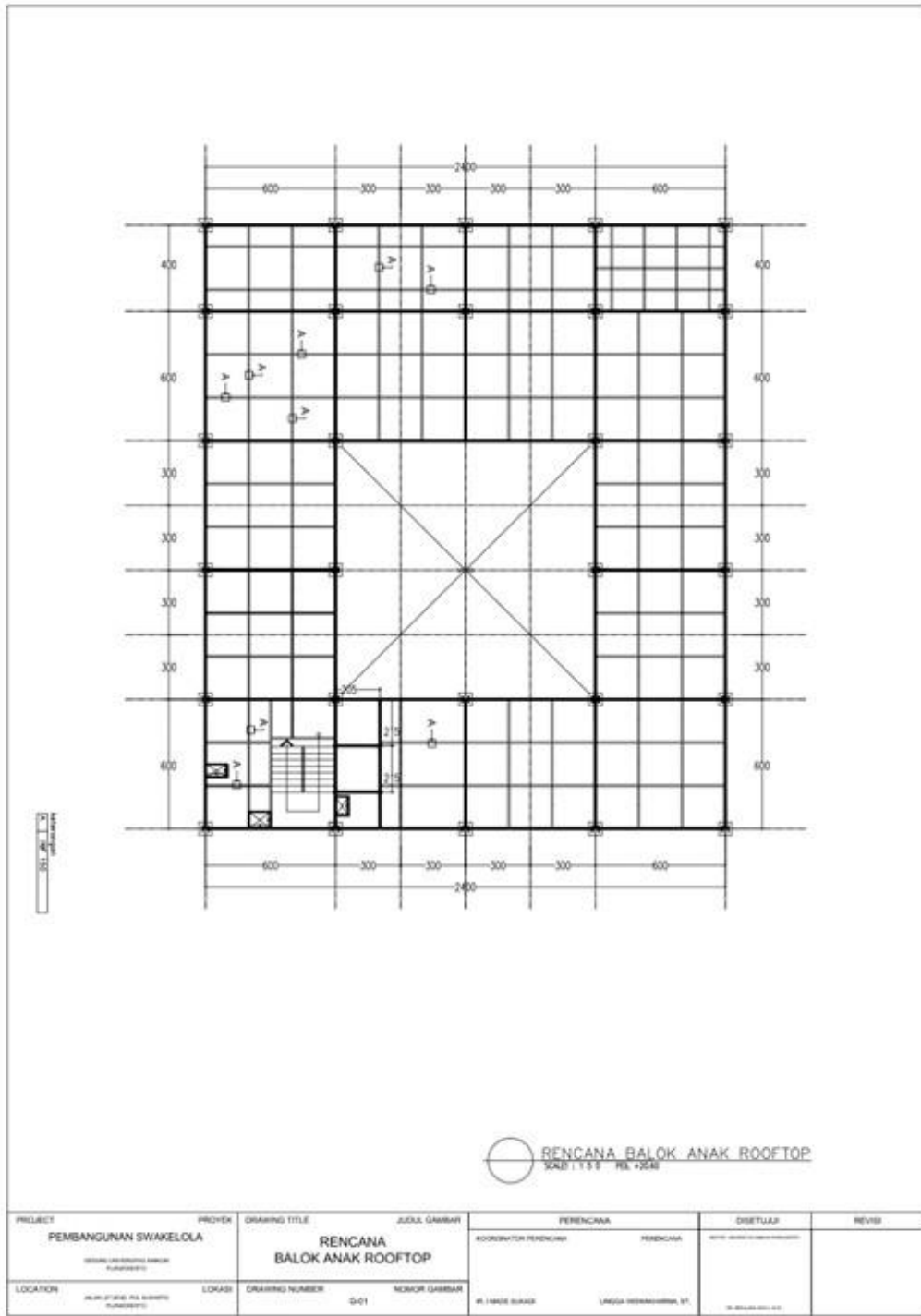
PROJEK	PROJEK	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISETUJUI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA	RENCANA BALOK ANAK LANTAI 4				
LOKASI	LOKASI	DRAWING NUMBER	NO. LEMBAR GAMBAR	LANGKA PERENCANAAN, ET	





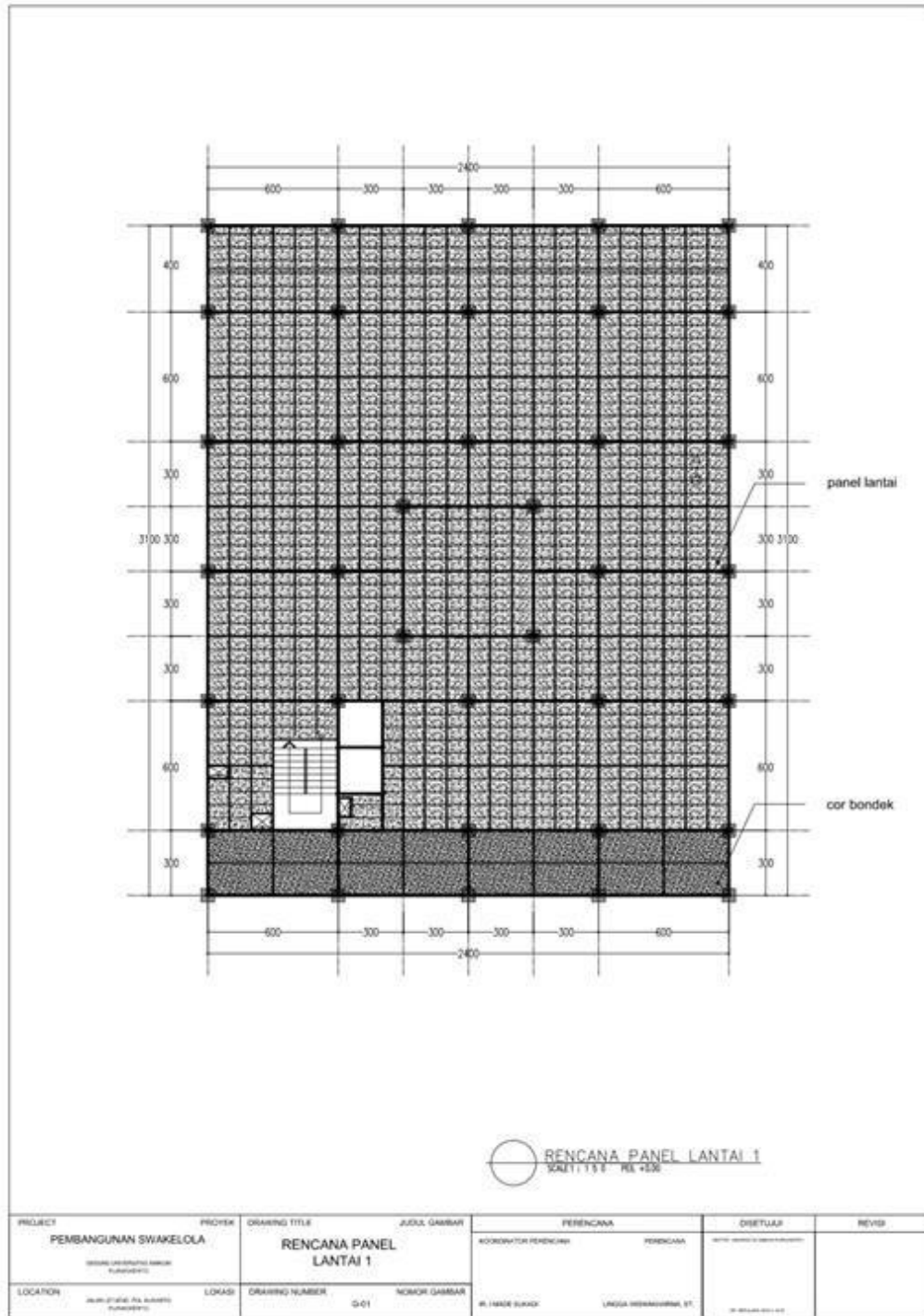
RENCANA BALOK ANAK LANTAI 6
 SKALA: 1:50 - RL +0.75

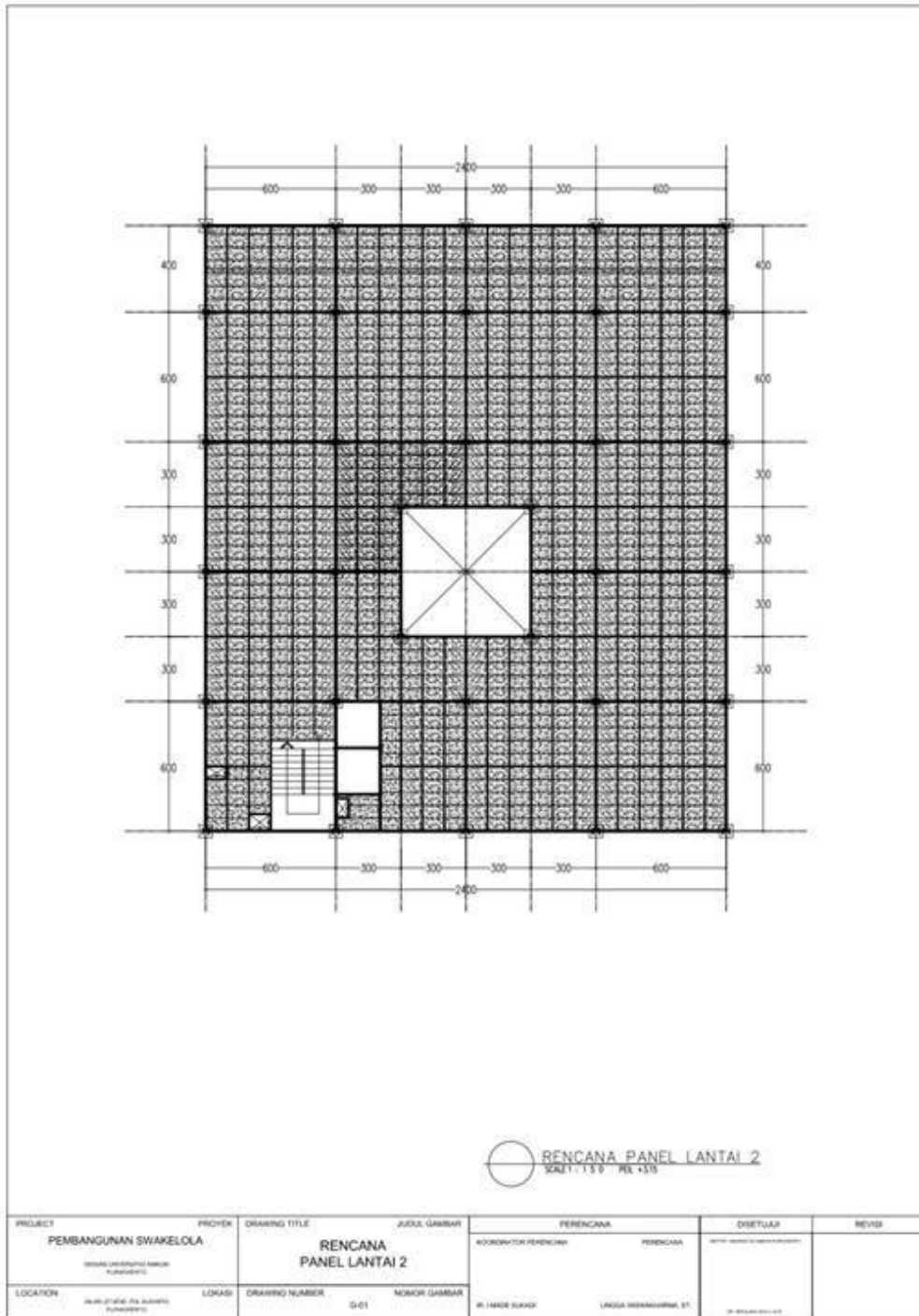
PROJECT PEMBANGUNAN SWAKELOLA	PROYEK	DRAWING TITLE RENCANA BALOK ANAK LANTAI 6	JUMLAH GAMBAR	PERENCANA KORDINATOR PERENCANA PERENCANA	DIBETULI DIBETULI	REVISI
LOCATION JALAN ...	LOKASI	DRAWING NUMBER D-01	NOMOR GAMBAR	DI. HAKE SUKAR UMMA WIRANINGRAT, ST.		

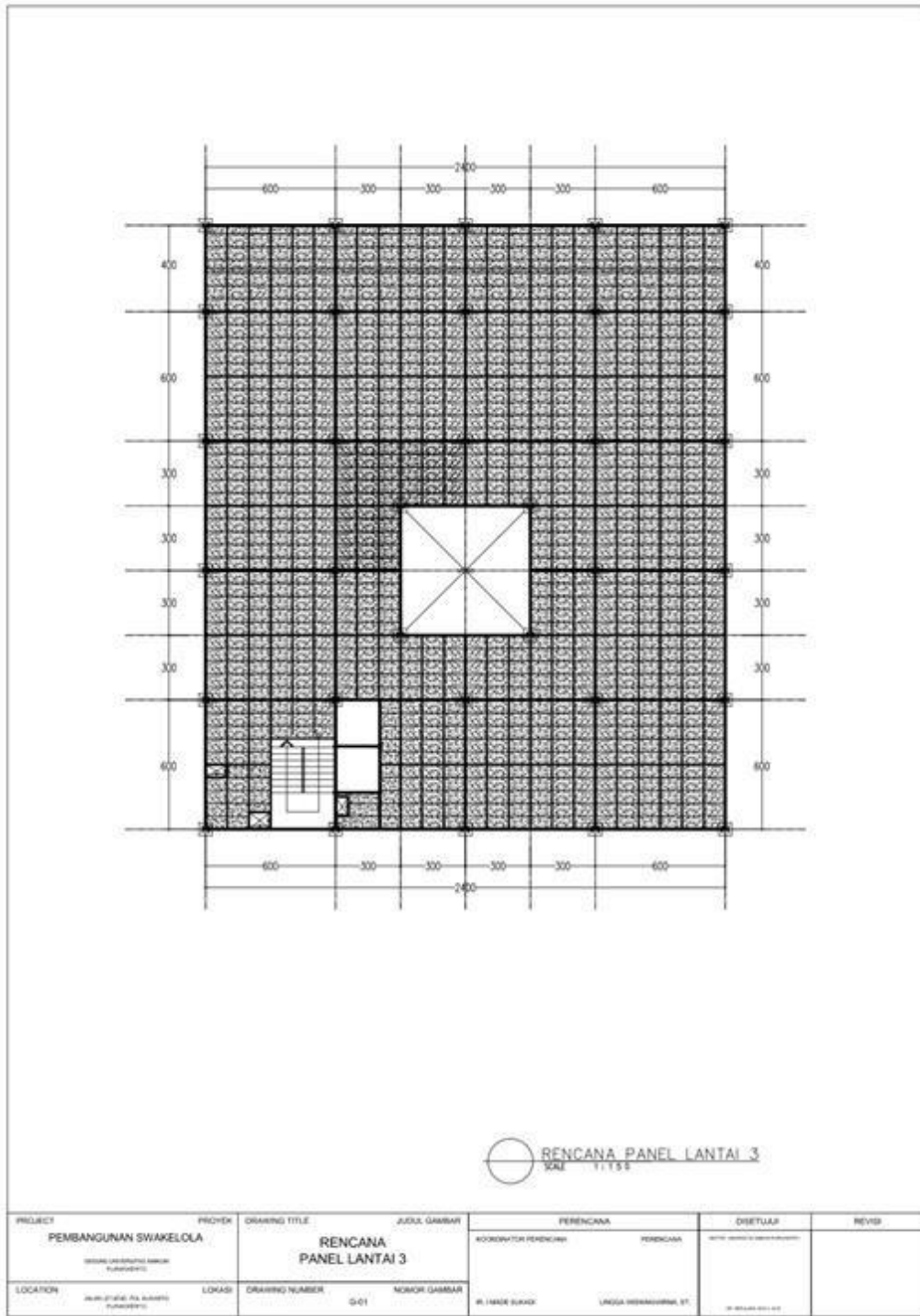


RENCANA BALOK ANAK ROOFTOP
 SKALA 1:150 - RIL #258

PROJEK	PROJEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISELUAI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		RENCANA BALOK ANAK ROOFTOP		KOORDINATOR PERENCANA PERENCANA		
LOKASI	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	DI. IMADE SUKRI	UMMAH PERMANGKARA, ST.	

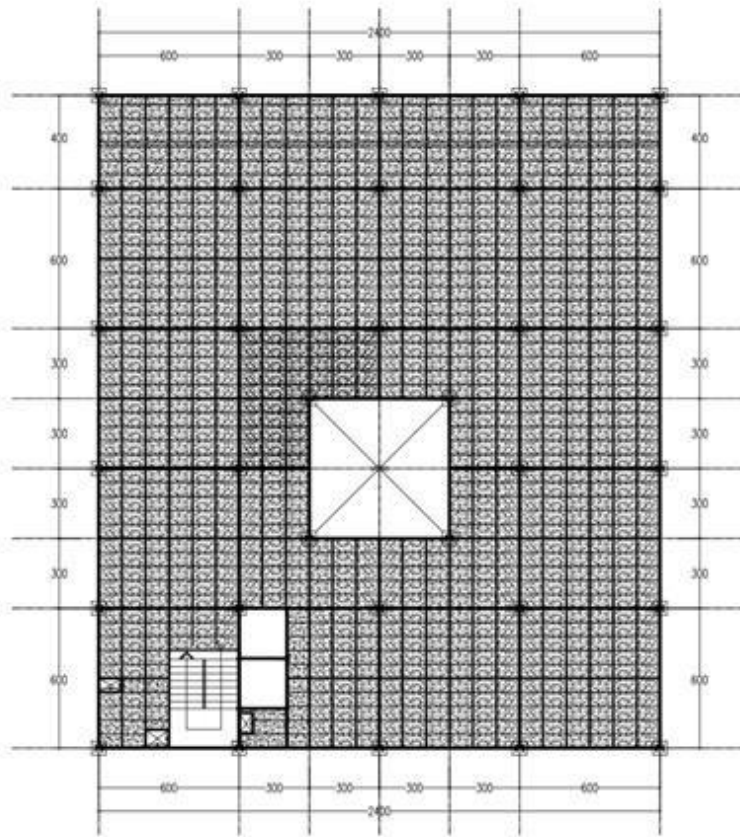






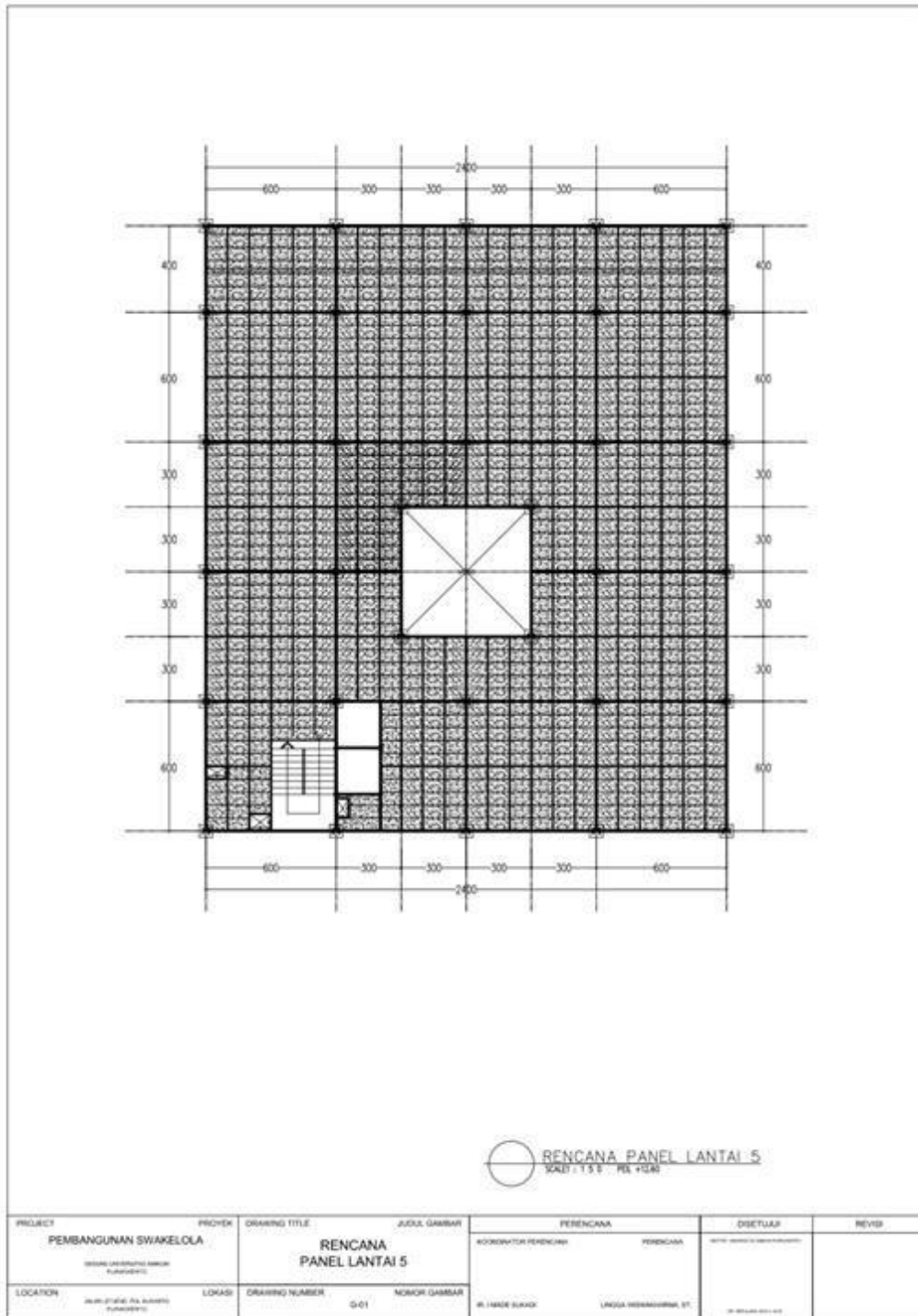
RENCANA PANEL LANTAI 3
SKALA 1:1.5

PROJEK	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DIBETULUI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		RENCANA PANEL LANTAI 3		KOORDINATOR PERENCANA PERENCANA		
LOKASI	LOKASI	DRAWING NUMBER	NO. GAMBAR	R. MADE SUKDI	UNDA WISNAGRINI, ST.	



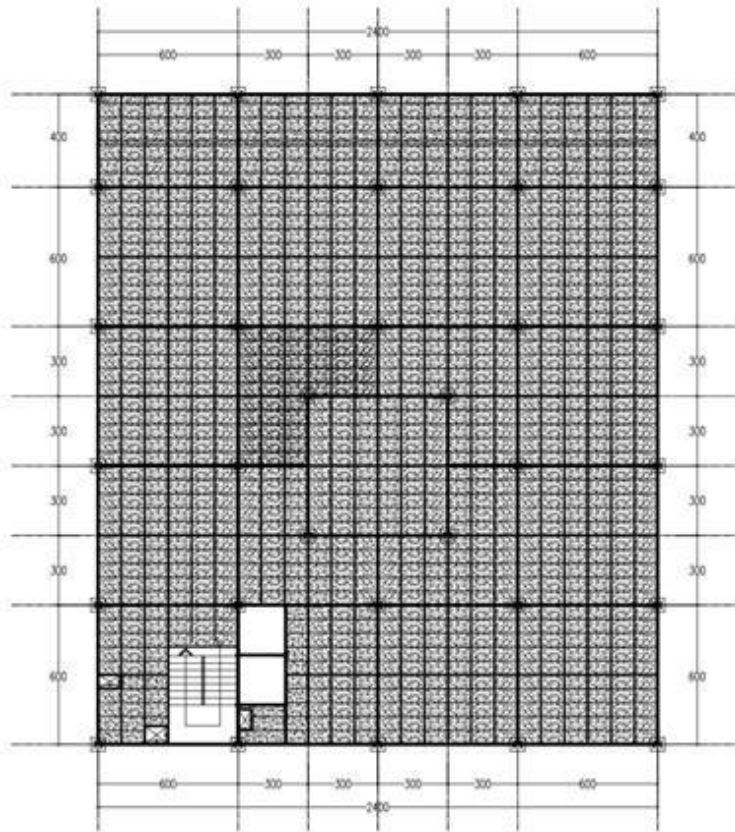
RENCANA PANEL LANTAI 4
SKALA 1:100 - RL +0.40

PROJEK	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA		DISELUAS	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		RENCANA PANEL LANTAI 4		AKOROVATOR PERENCANA	PERENCANA		
LOKASI	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	IR. IMAN SUKNO	ANGGA WIDANINGSIH, ST.		



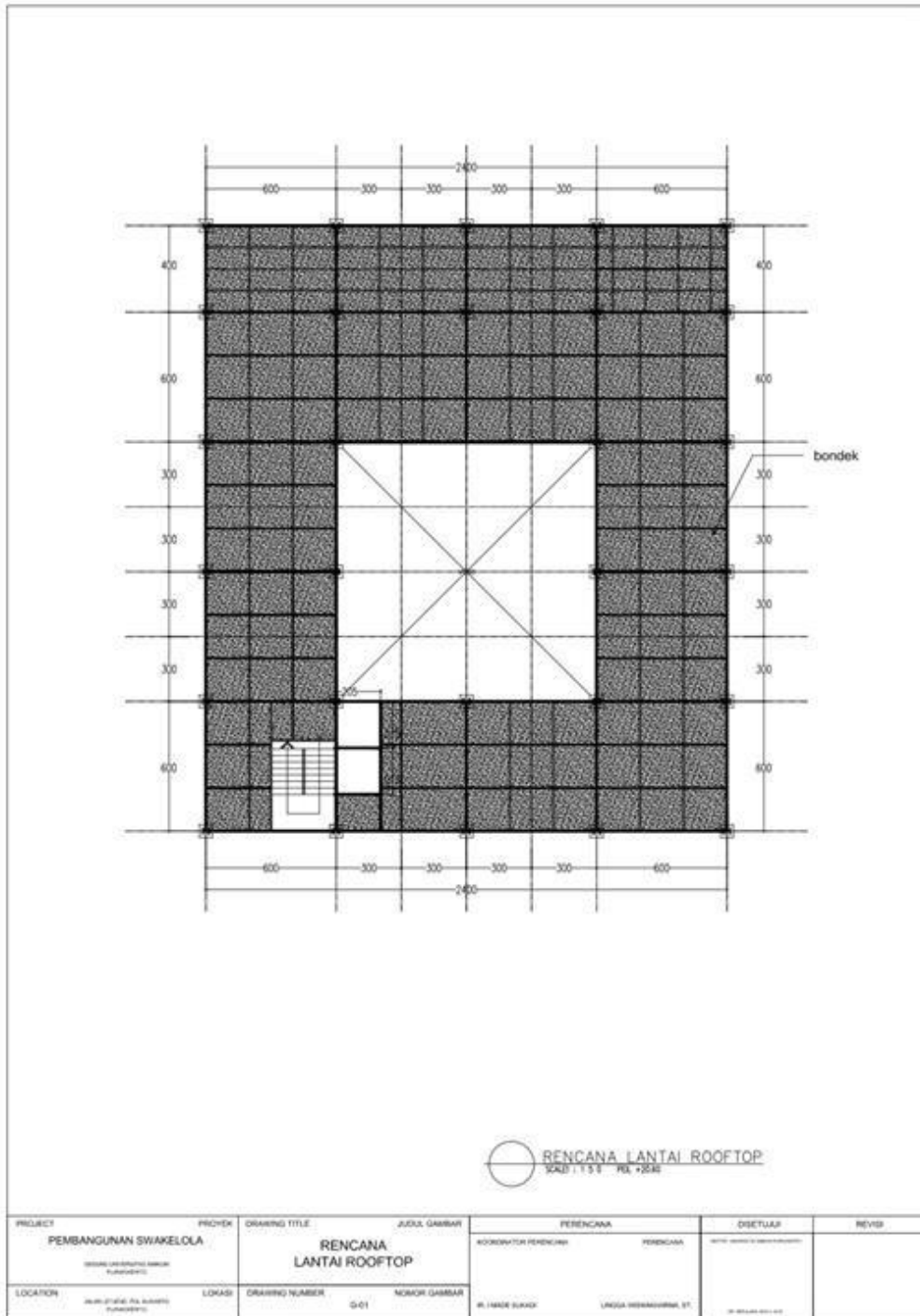
RENCANA PANEL LANTAI 5
SKALA 1:500 RL +0.00

PROJECT PEMBANGUNAN SWAKELOLA <small>WISATA WISATAWISATA WISATA</small>	PROYEK	DRAWING TITLE RENCANA PANEL LANTAI 5	JUDUL GAMBAR	PERENCANA KORDINATOR PERENCANA PERENCANA	DISELUAI	REVISI
LOCATION <small>JALAN JALAN JALAN JALAN</small>	LOKASI	DRAWING NUMBER G-01	NOBOK GAMBAR	R. LAMBA SUKSI LINDA WISATAWISATA, ST.		



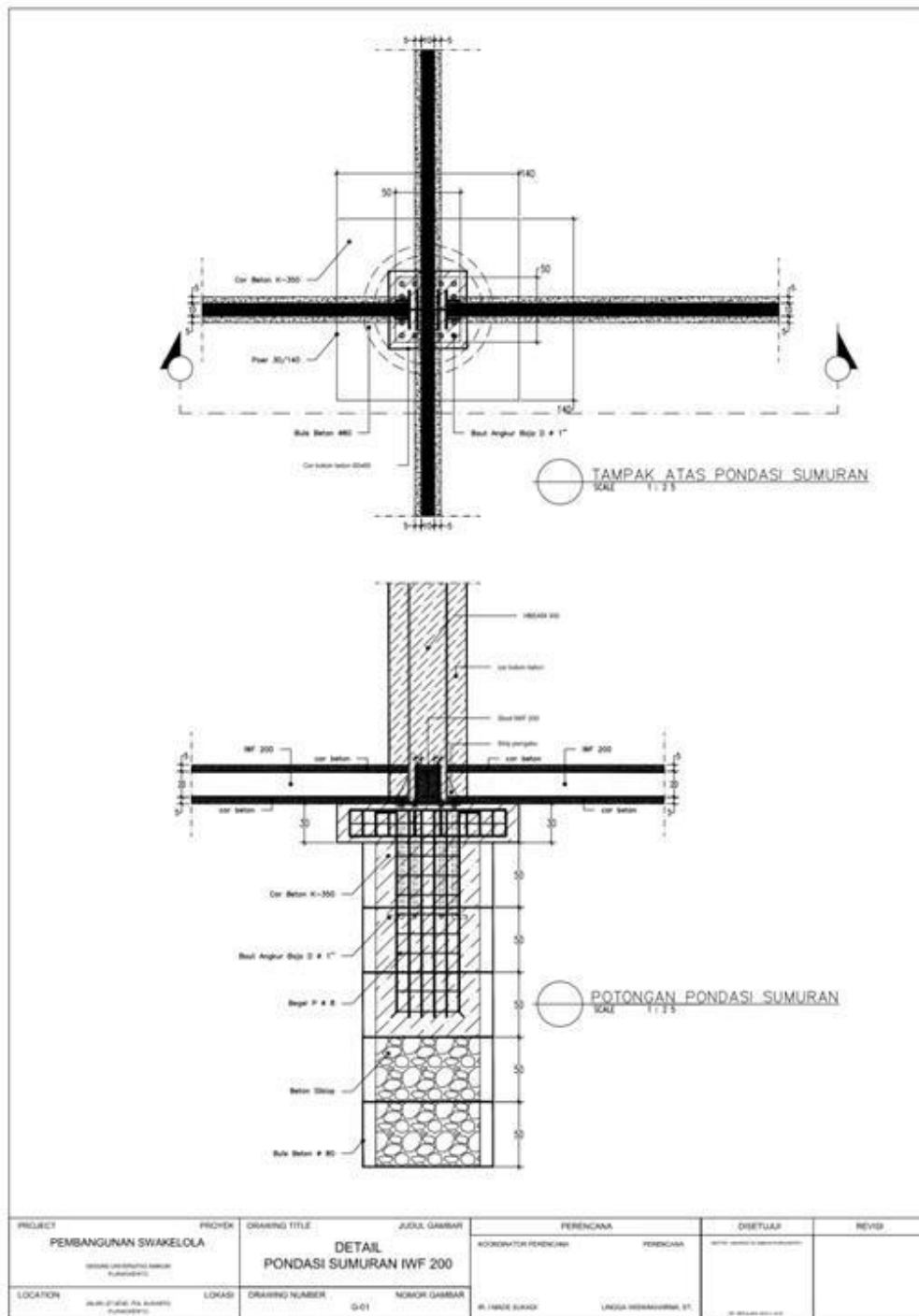
RENCANA PANEL LANTAI 6
 SKALA : 1 : 50 REL +0.75

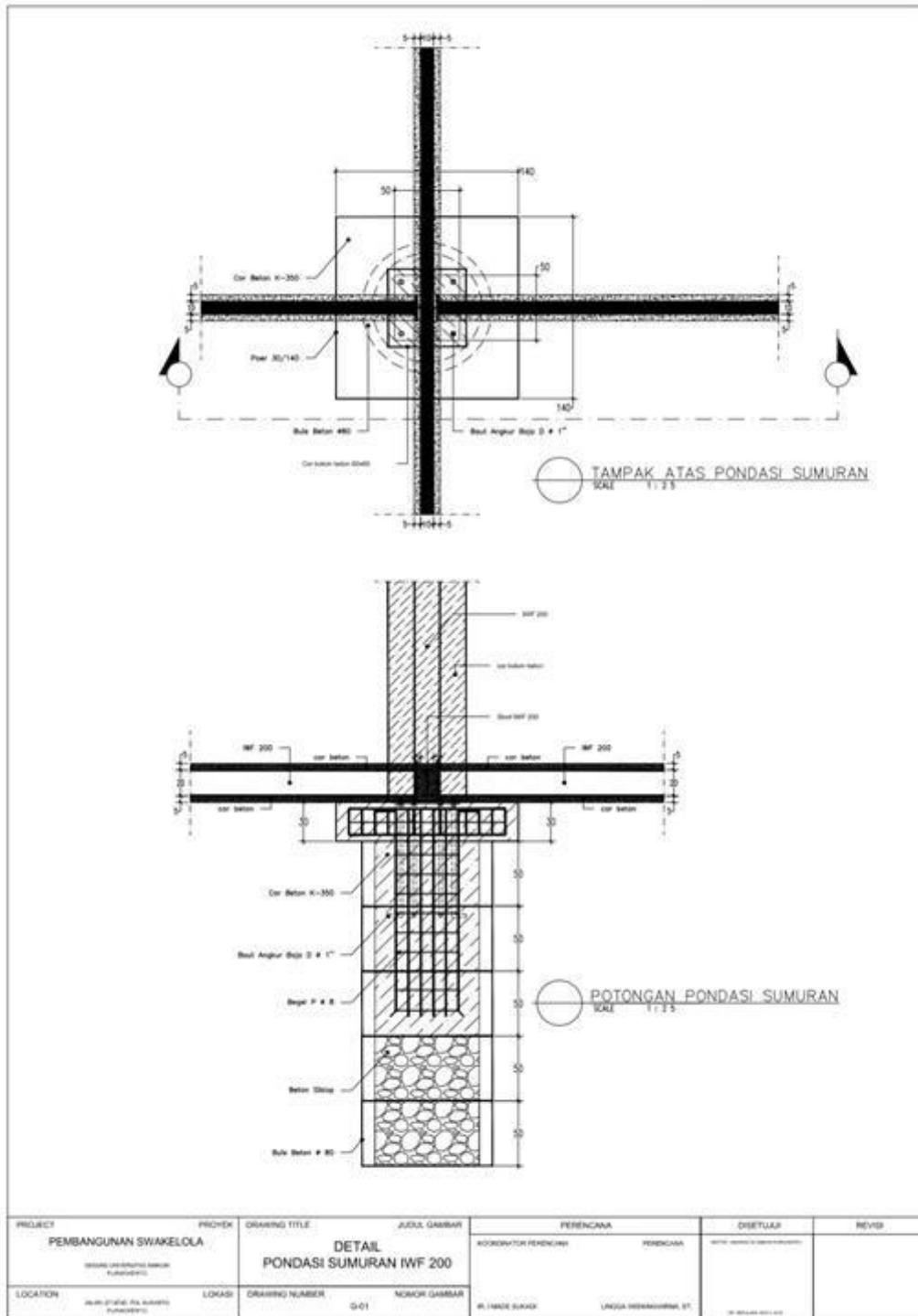
PROJEK	PROJEK	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISEKUIJ	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		RENCANA PANEL LANTAI 6			
LOKASI	LOKASI	DRAWING NUMBER			
		G-01			

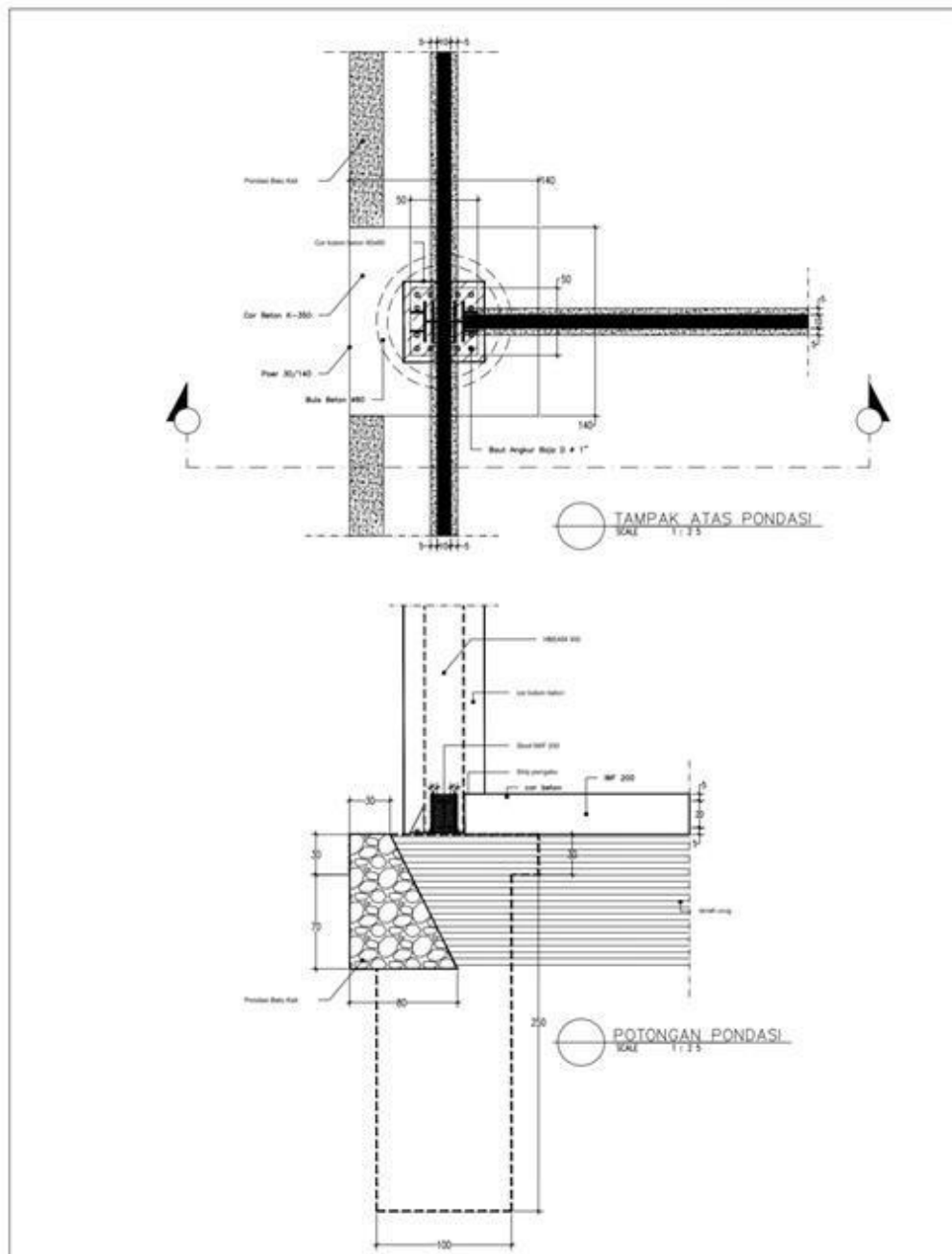


RENCANA LANTAI ROOFTOP
SKALA 1:50

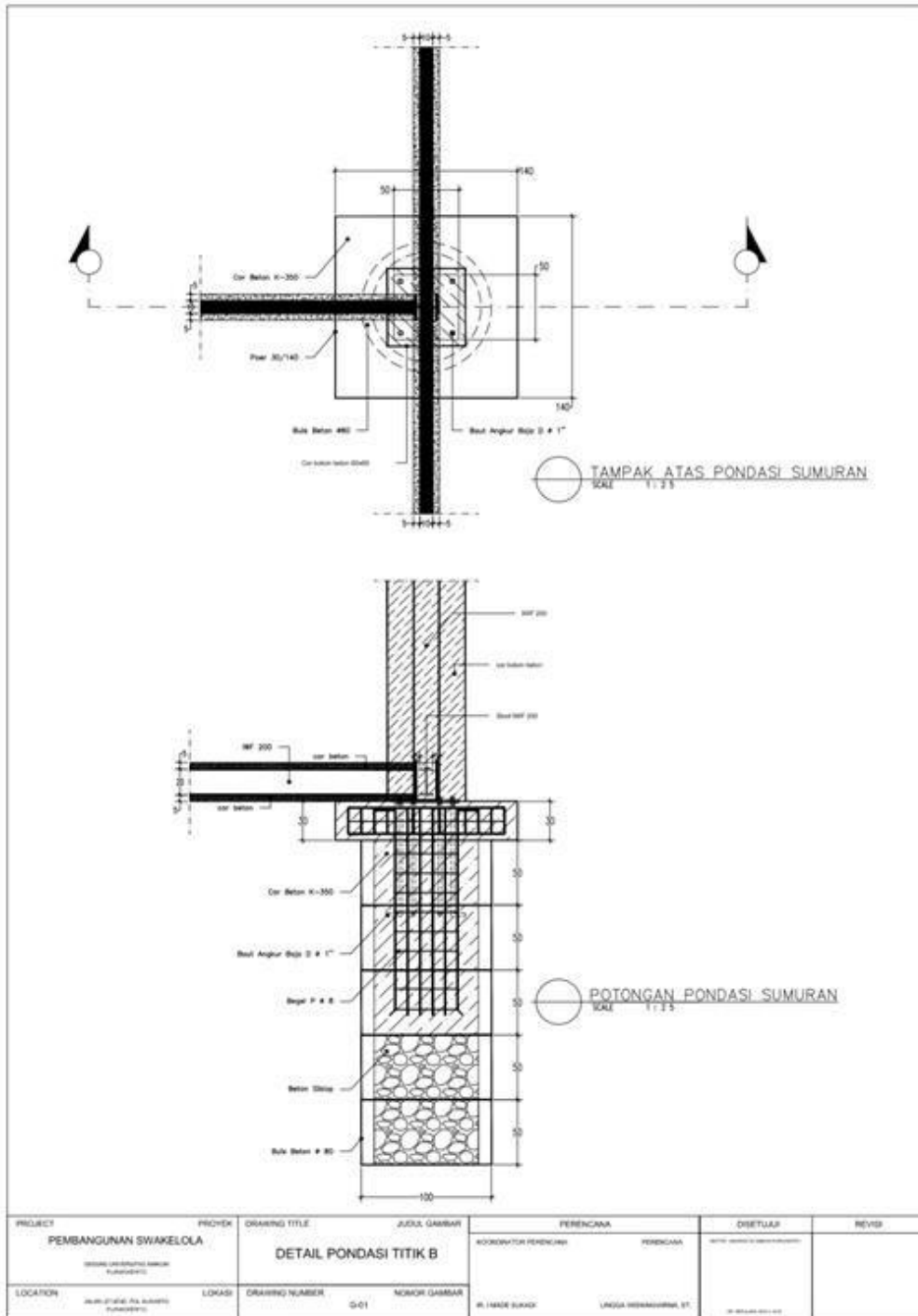
PROJEK	PROJEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISELUAI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		RENCANA LANTAI ROOFTOP				
LOKASI	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	REVISI		
		G-01				

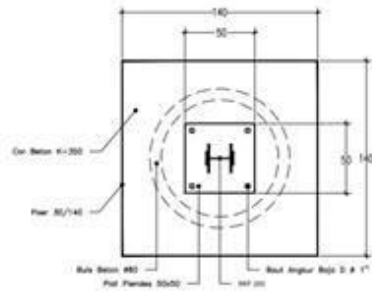




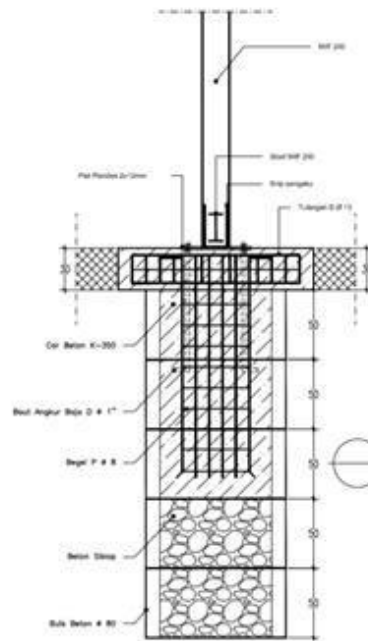


PROJEK	PROJEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISELUAS	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL PONDASI TITIK A		KORONATOR PERENCANA	PERENCANA	
LOKASI	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	IL. HANDE SURAB	UNDA WERANGHANA, ST.	



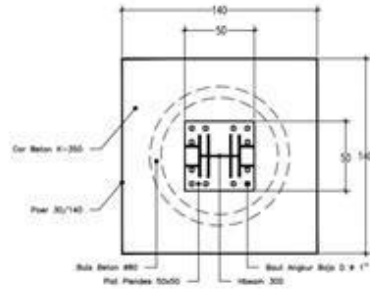


TAMPAK ATAS STRUKTUR PONDASI SUMURAN
 SCALE 1 : 1.5

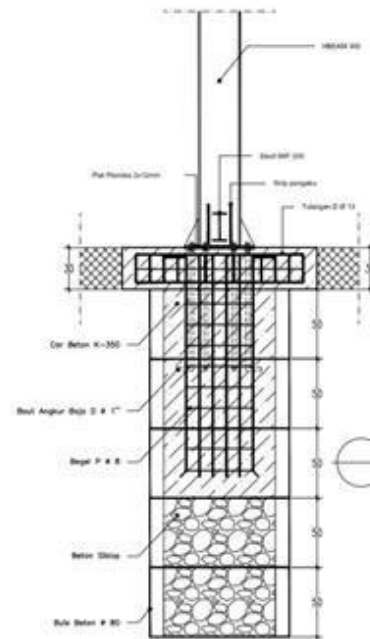


POTONGAN STRUKTUR PONDASI SUMURAN
 SCALE 1 : 1.5

PROJEK	PROJEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISELUKUP	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL STRUKTUR PONDASI IWF 200		KOORDINATOR PERENCANA PERENCANA		
LOCATION	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOGOR GAMBAR	ILUSTRASI SUKSES	LANGKA PERENCANAAN, ET	

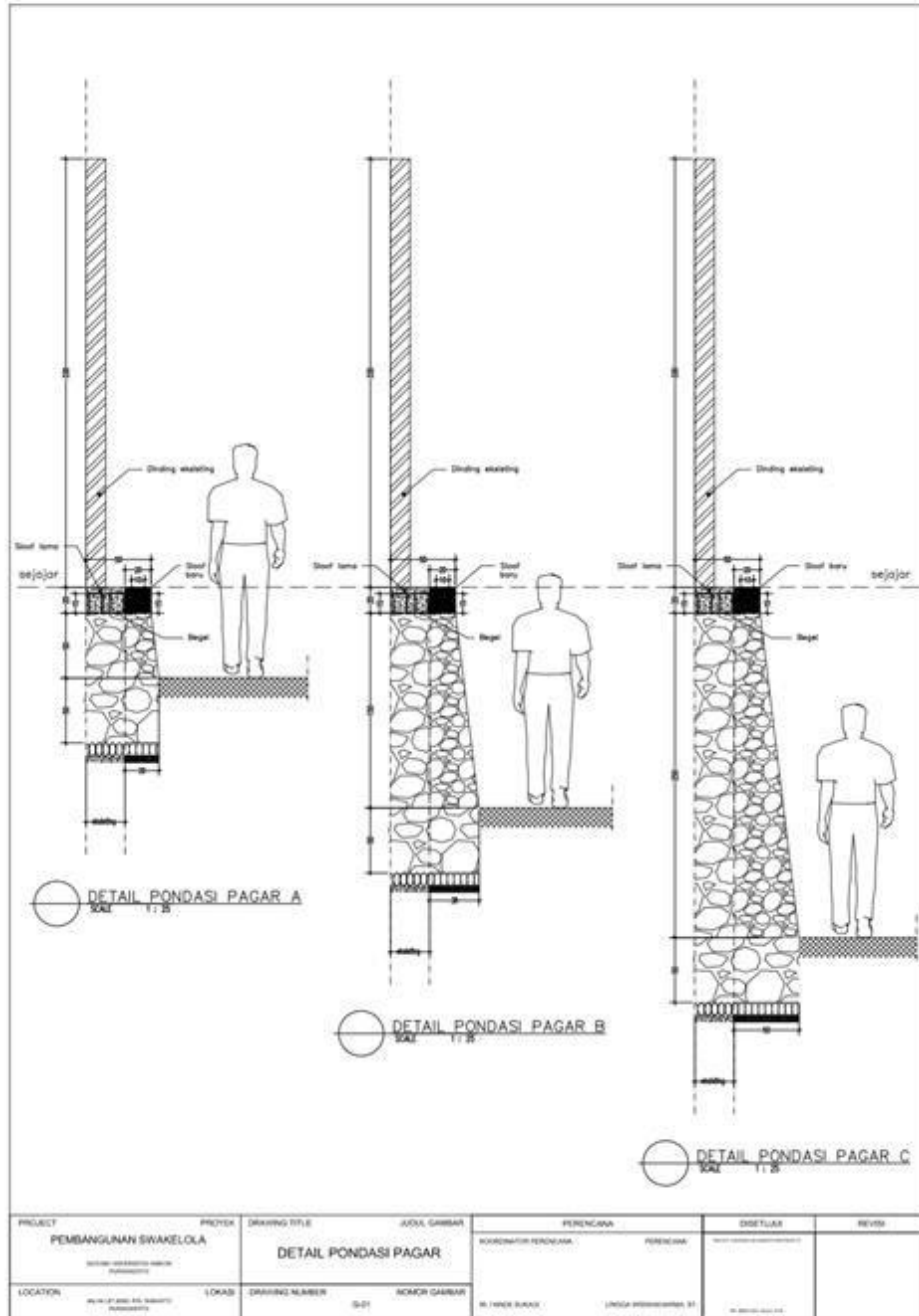


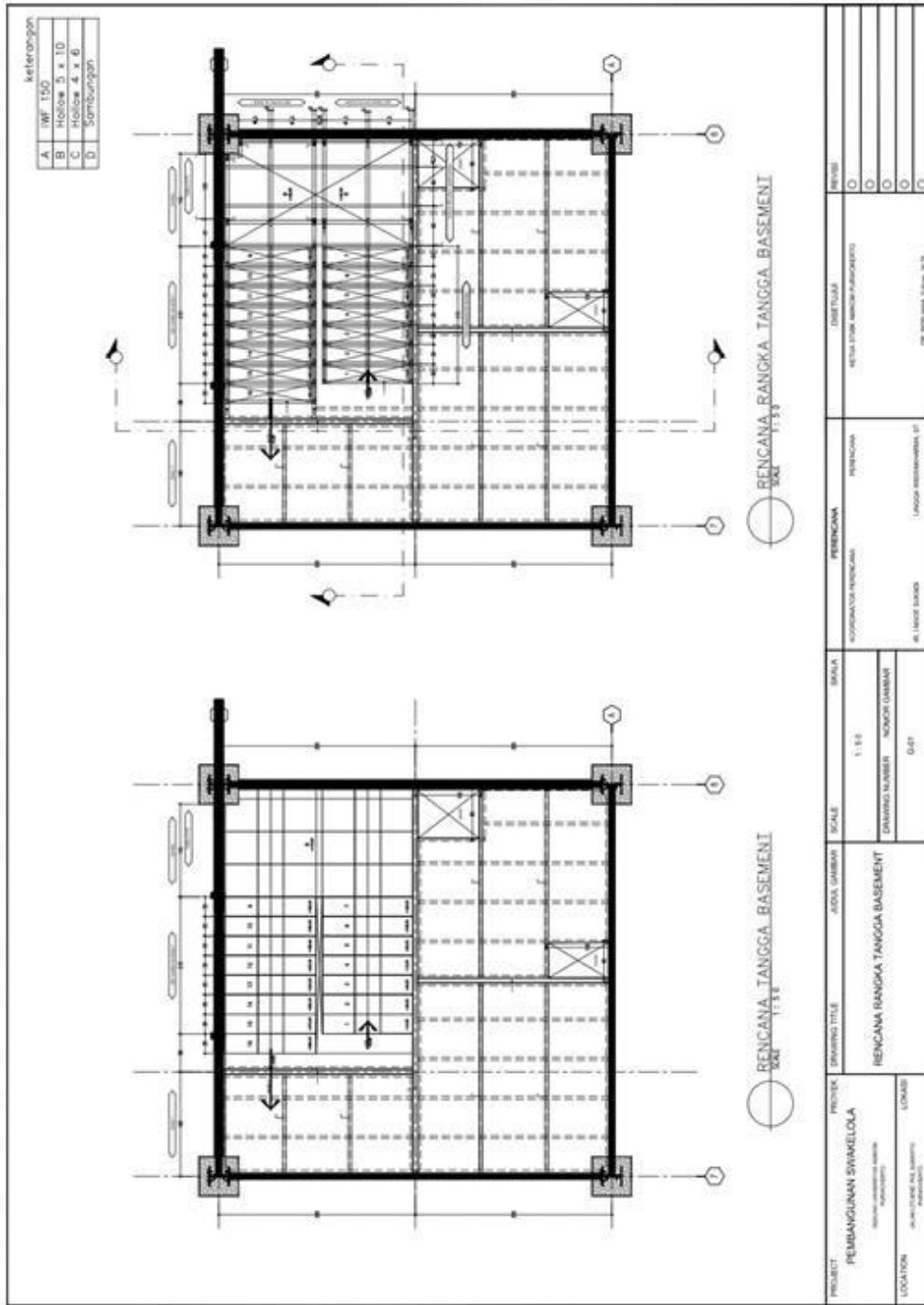
TAMPAK ATAS STRUKTUR PONDASI
SCALE 1:1.5

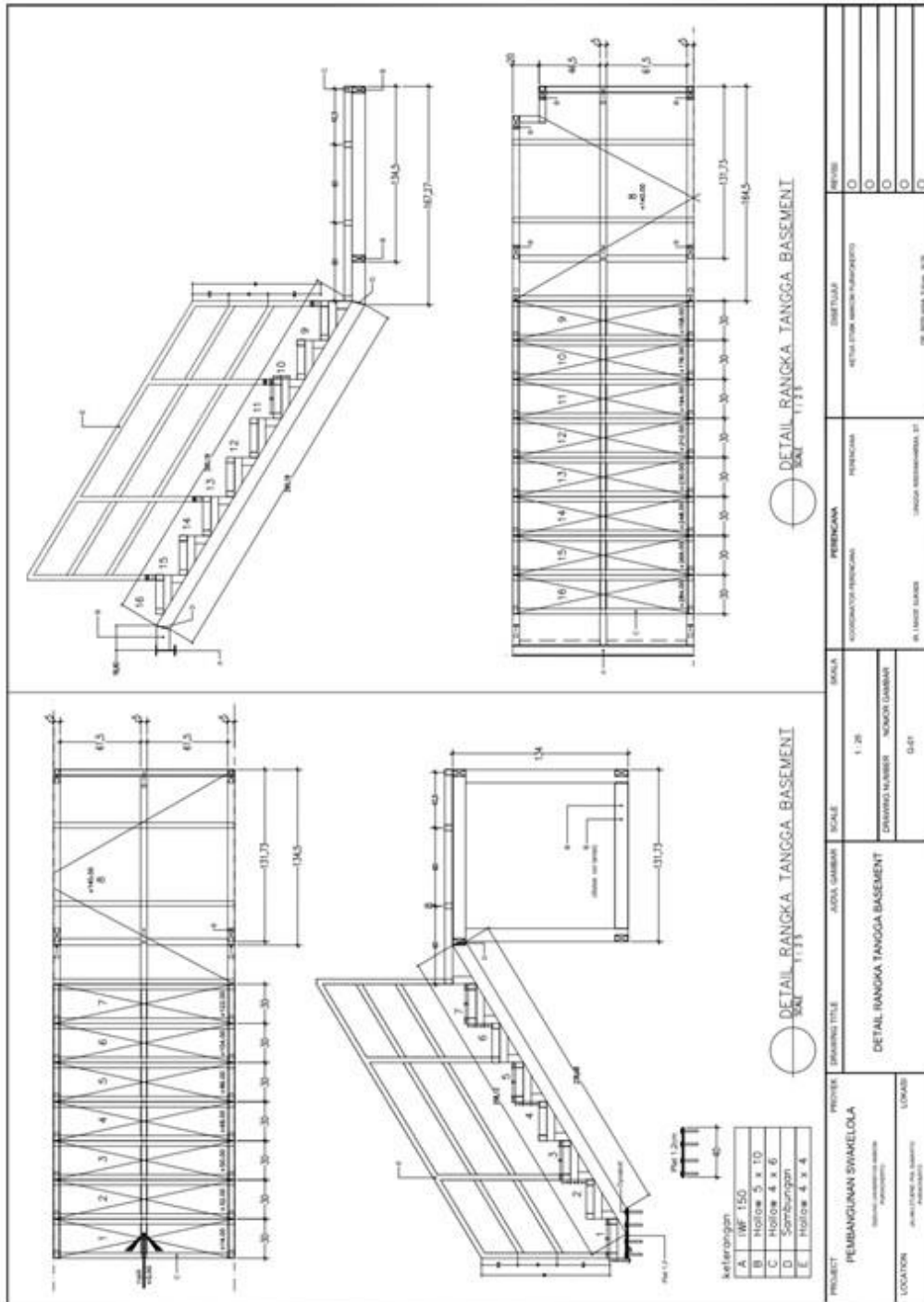


POTONGAN STRUKTUR PONDASI
SCALE 1:1.5

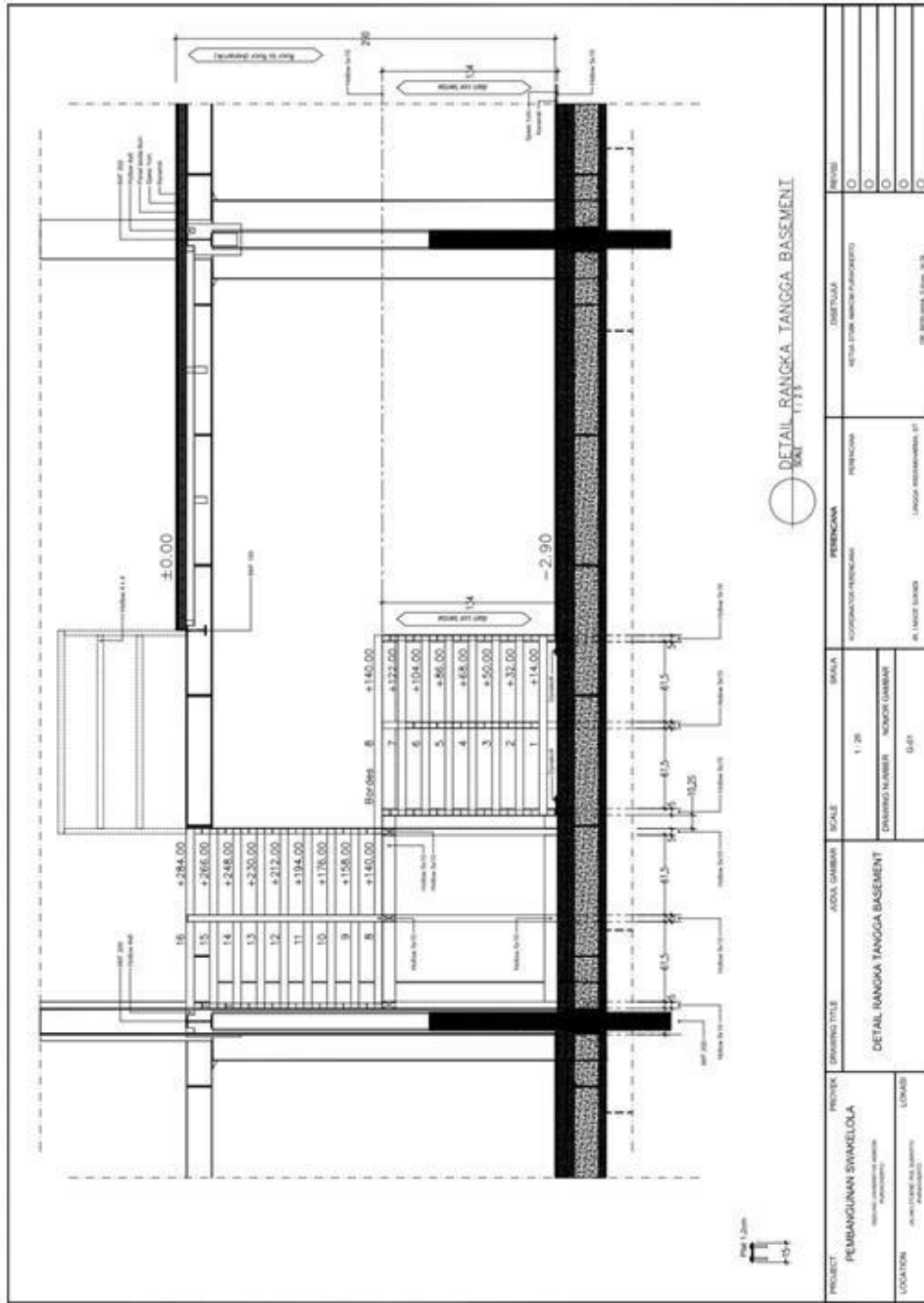
PROJEK	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DIBETULAH	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL STRUKTUR PONDASI HBEAM		KOORDINATOR PERENCANA	PERENCANA	
LOCATION	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	W. HADE SUKSES	LINGGA WISNAGUNING, ET.	



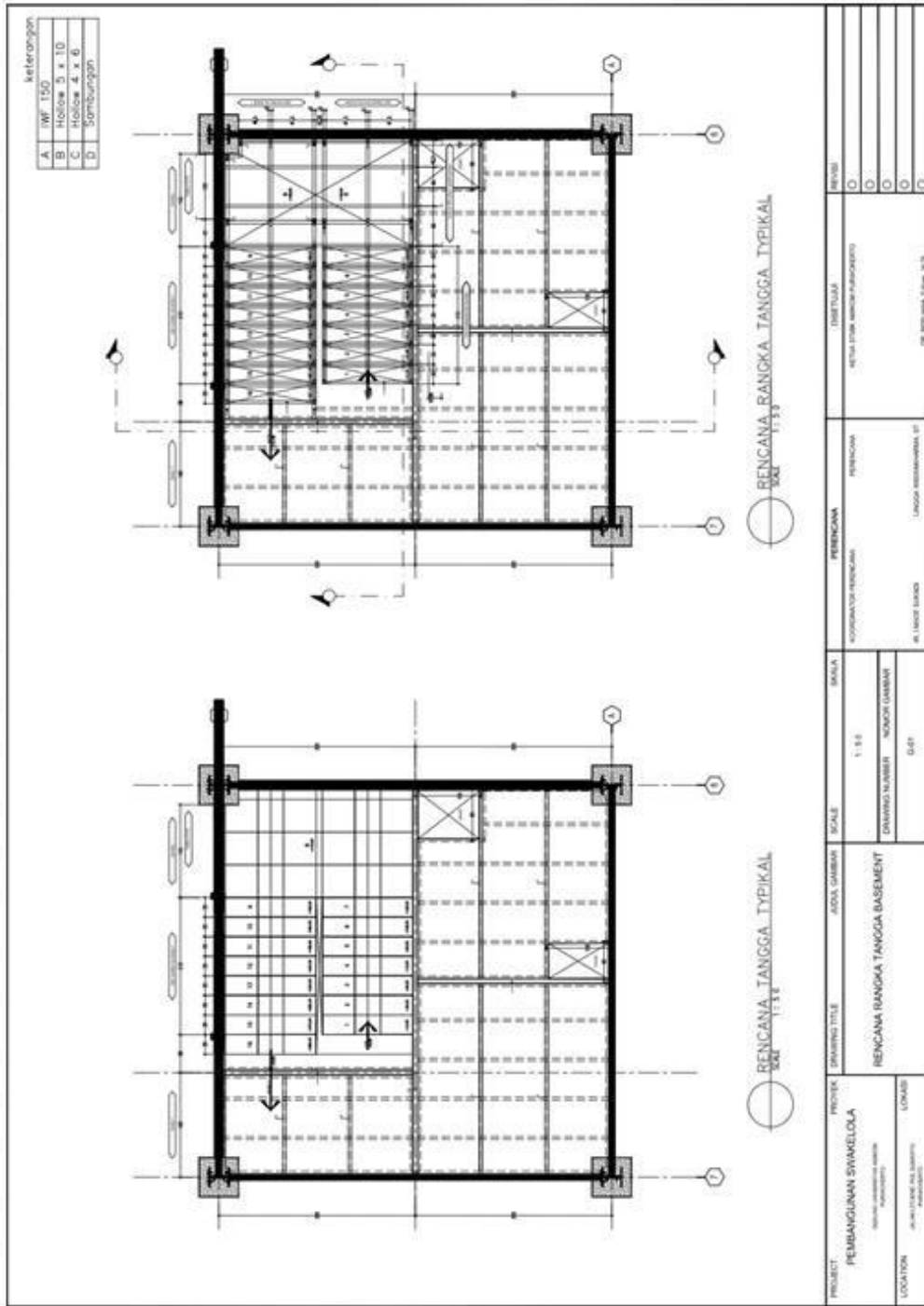




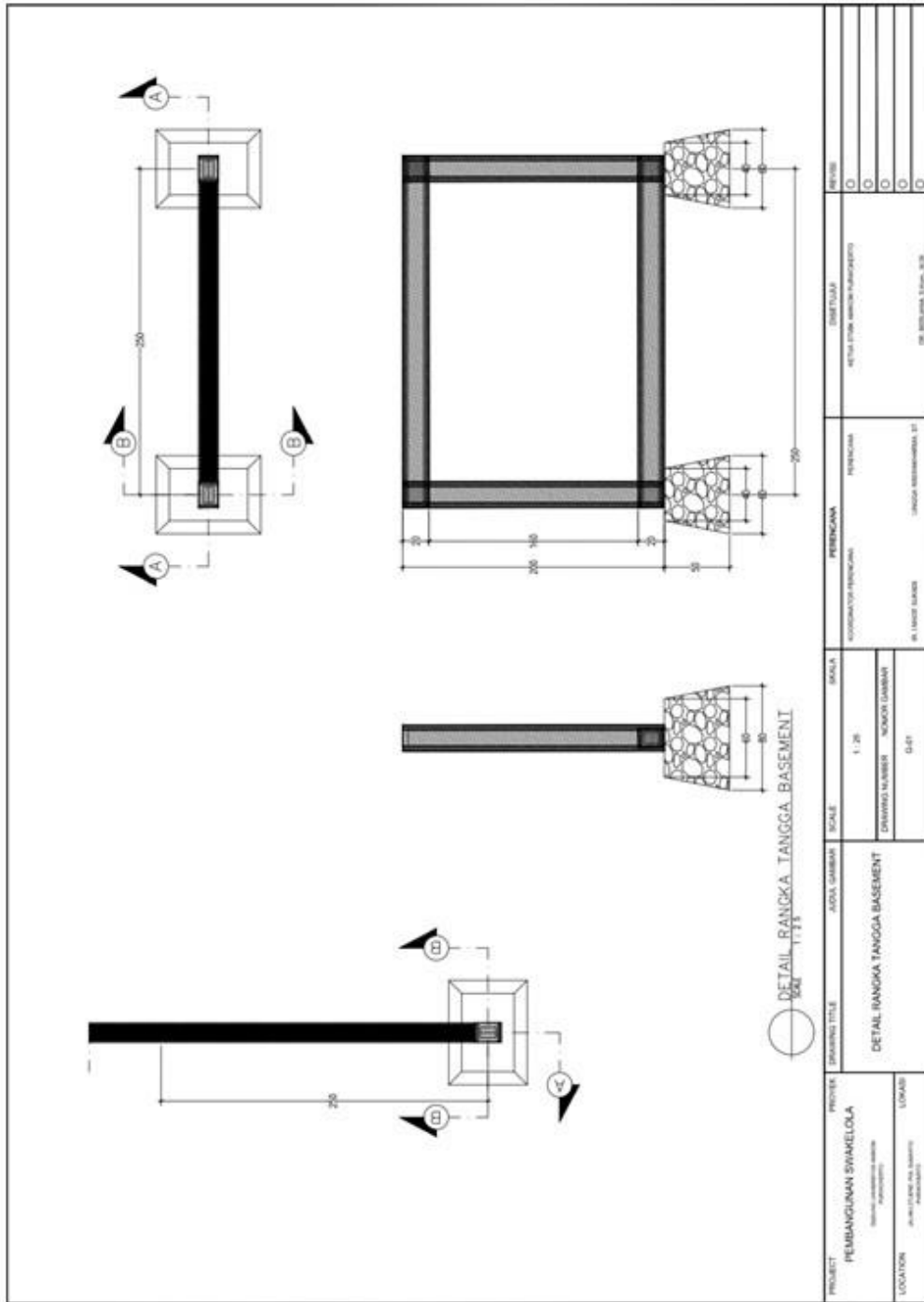
PROJECT PEMBANGUNAN SINKRELOA Jalan ... KABUPATEN ... PROVINSI ...	PROJEKSI JAWABAN TITIK	JUDUL GAMBAR DETAIL RANGKA TANGGA BASEMENT	SKALA 1 : 20	NO. GAMBAR 01/01	REVISI
	PERENCANA KONSTRUKSI PERENCANA	PERENCANA JENJANG KONSULTANSI PT	REVISI	REVISI	REVISI
LOKASI	PEKERJA	REVISI	REVISI	REVISI	REVISI



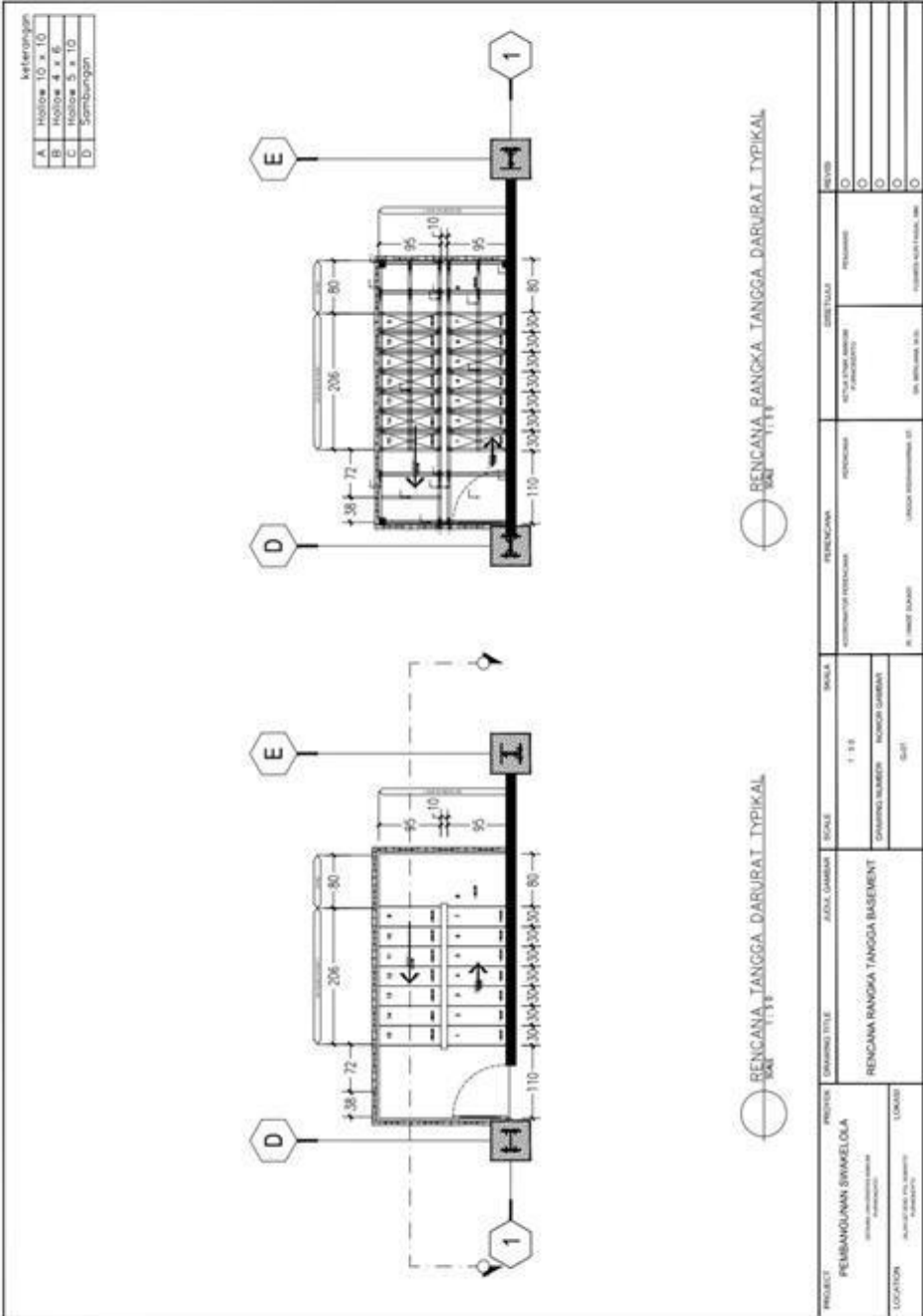
PROJEK	PEMBANGUNAN SWAKELOLA	PROYEKSI	3 DIMENSI
DRAWING TITLE	DETAIL RANGKA TANGGA BASEMENT	PERENCANA	PERENCANA
SCALE	1:20	REVISI	0
NO. GAMBAR	01	REVISI	0
DRAWING NUMBER	NONOK (LAMBAR)	REVISI	0
DATE		REVISI	0
LOCATION	JANUARI 2024	REVISI	0

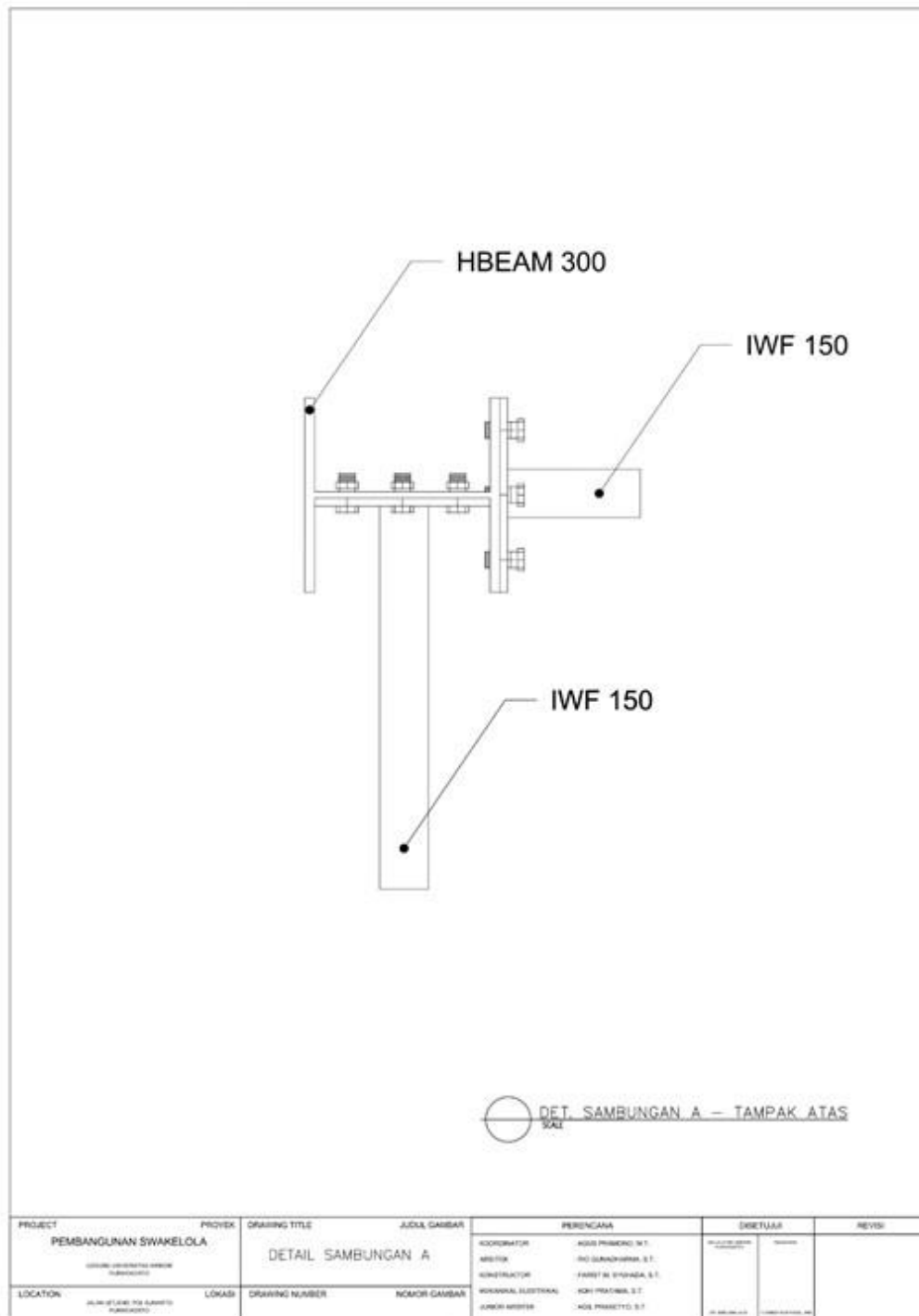


PROJEK PEMBANGUNAN SWAKELOLA <small>REVISI: 01</small>	DISAINING TITLE ADUKA GAMBAR	SKALA 1:1.5	RENCANA PERENCANA	REVISI 0
	LOKASI RUMAH TANGGA PAA BANGUNAN	DAFTAR RUMAH RUMAH GAMBAN	KONSULTAN PERENCANA R. LUCAS LUKAS	DESAIN PERENCANA RITA ESTER MARCHA PURNADITO
RENCANA RANGKA TANGGA BASEMENT		DAFTAR RUMAH RUMAH GAMBAN	PERENCANA	0
LOKASI RUMAH TANGGA PAA BANGUNAN		DAFTAR RUMAH RUMAH GAMBAN	PERENCANA	0
RENCANA RANGKA TANGGA BASEMENT		RENCANA RANGKA TANGGA BASEMENT	PERENCANA	0
RENCANA RANGKA TANGGA BASEMENT		RENCANA RANGKA TANGGA BASEMENT	PERENCANA	0
RENCANA RANGKA TANGGA BASEMENT		RENCANA RANGKA TANGGA BASEMENT	PERENCANA	0

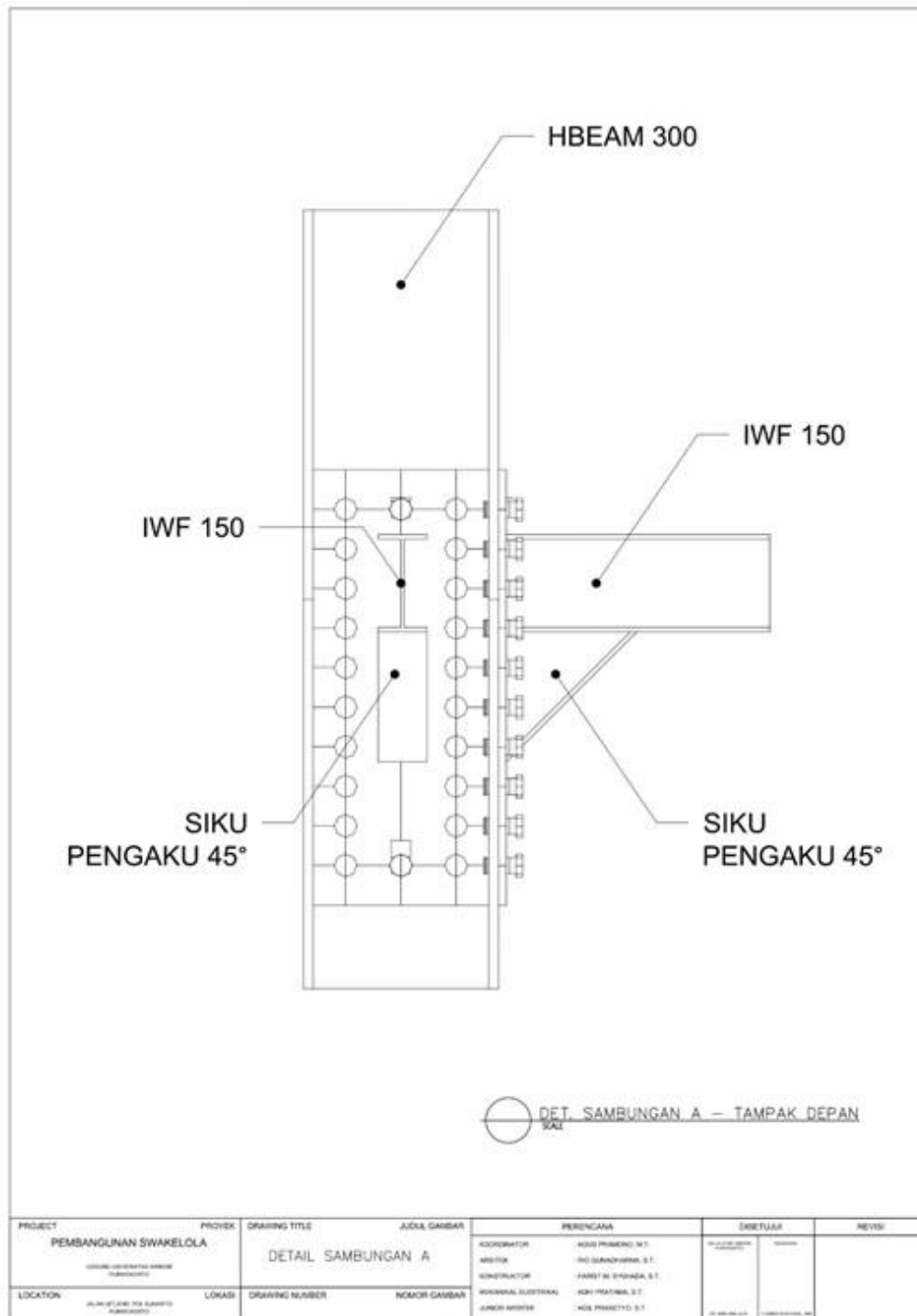


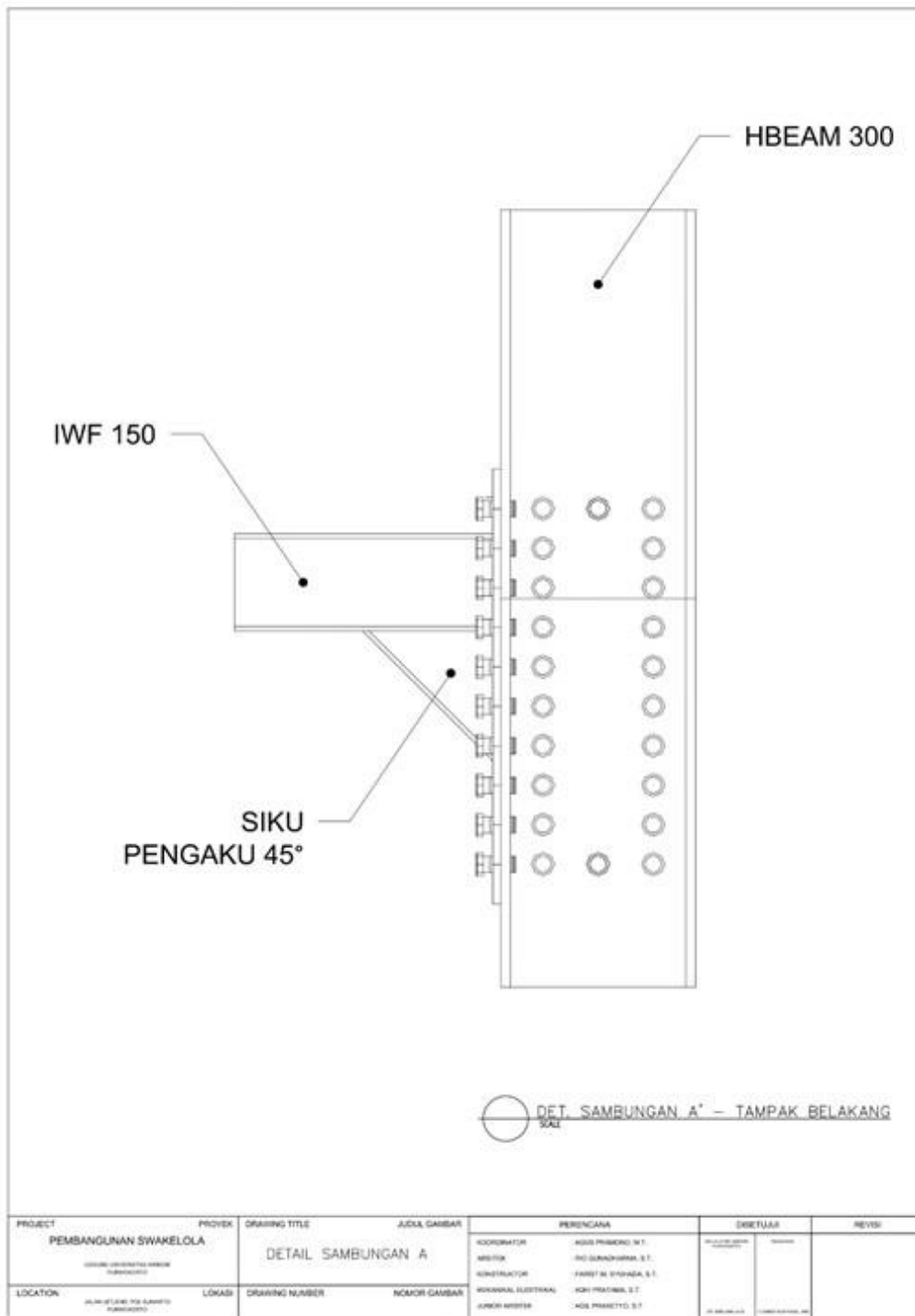
PROJECT PEMBANGUNAN SWAKELOLA	PROYEK	JUDUL GAMBAR	SKALA	PERENCANA	REVISI
	PEMBANGUNAN SWAKELOLA	DETAIL RANGKA TANGGA BASEMENT	1:20	PERENCANA	0
LOCATION JAWA BARU	DRAWING NUMBER	NO. GAMBAR	REVISI	REVISI	0
	01	01	01	01	0
DRAWING TITLE DETAIL RANGKA TANGGA BASEMENT		SCALE 1:20		DATE 01/01/2024	
PROJECT PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DRAWING NUMBER 01		DRAWING TITLE DETAIL RANGKA TANGGA BASEMENT	
LOCATION JAWA BARU		SCALE 1:20		DATE 01/01/2024	
DRAWING NUMBER 01		REVISI 01		REVISI 01	
NO. GAMBAR 01		REVISI 01		REVISI 01	

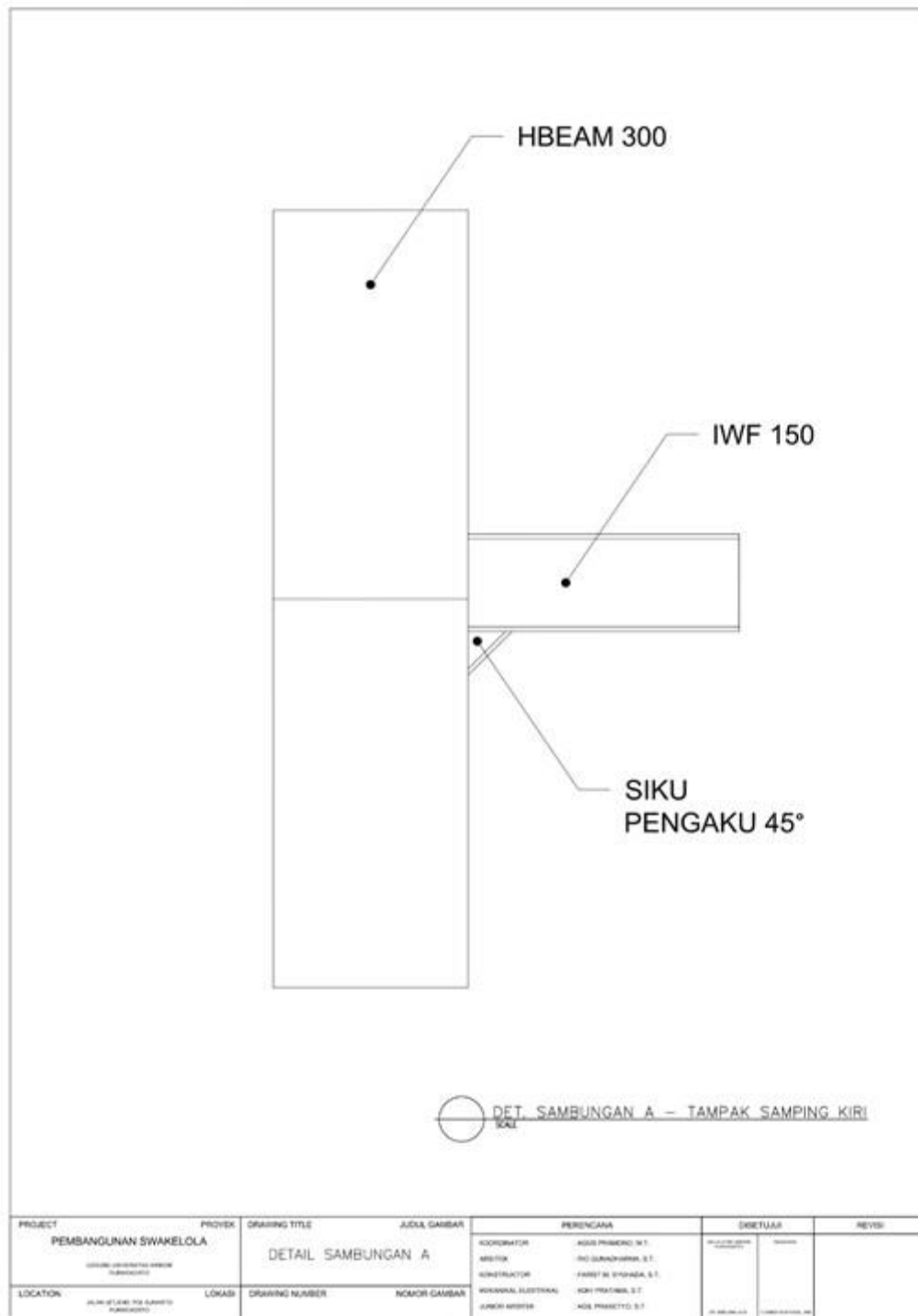


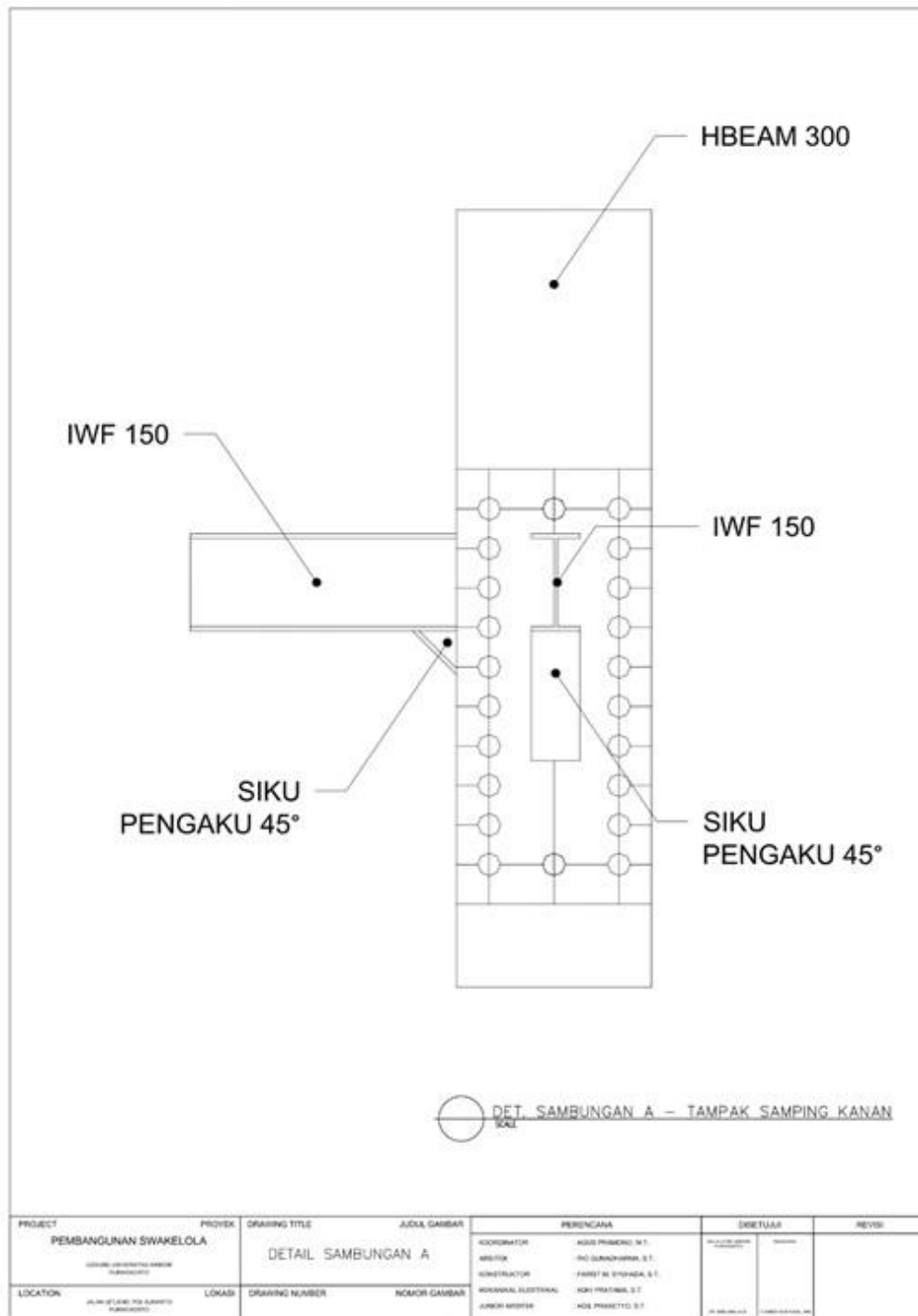


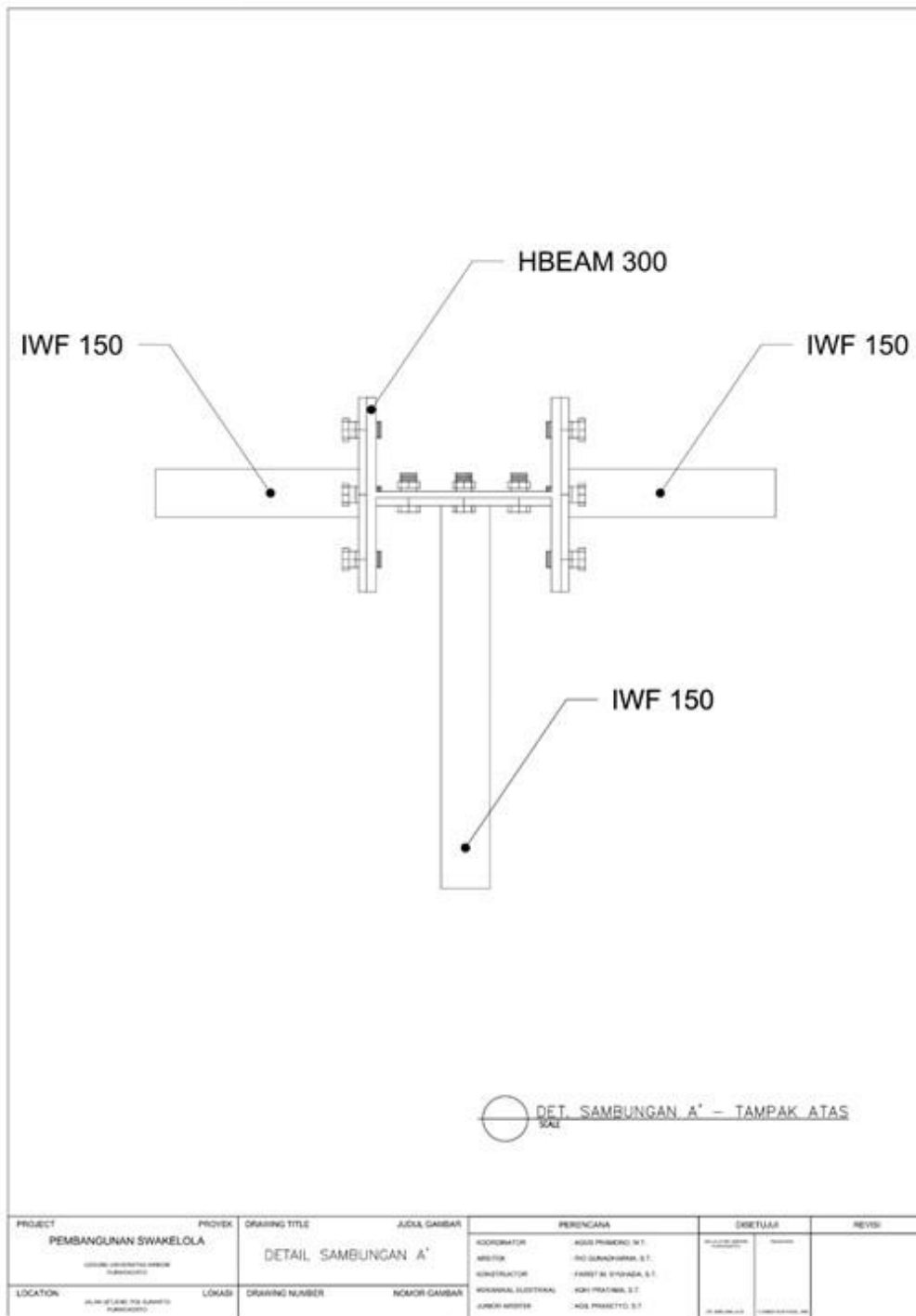
PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DEKUPASI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL SAMBUNGAN A		KOORDINATOR: AGUS PRASETIYO S.T. AHLI TEKNIK: AGUS PRASETIYO S.T. KONSTRUKTOR: FIKRI AL FIKRI S.T. BOKHARIL SUKOTIRTA: AGUS PRASETIYO S.T. JUNJUR MESJID: AGUS PRASETIYO S.T.		
LOCATION: ALAM ATAS TO ALAM TO PANGKADJENE	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR			





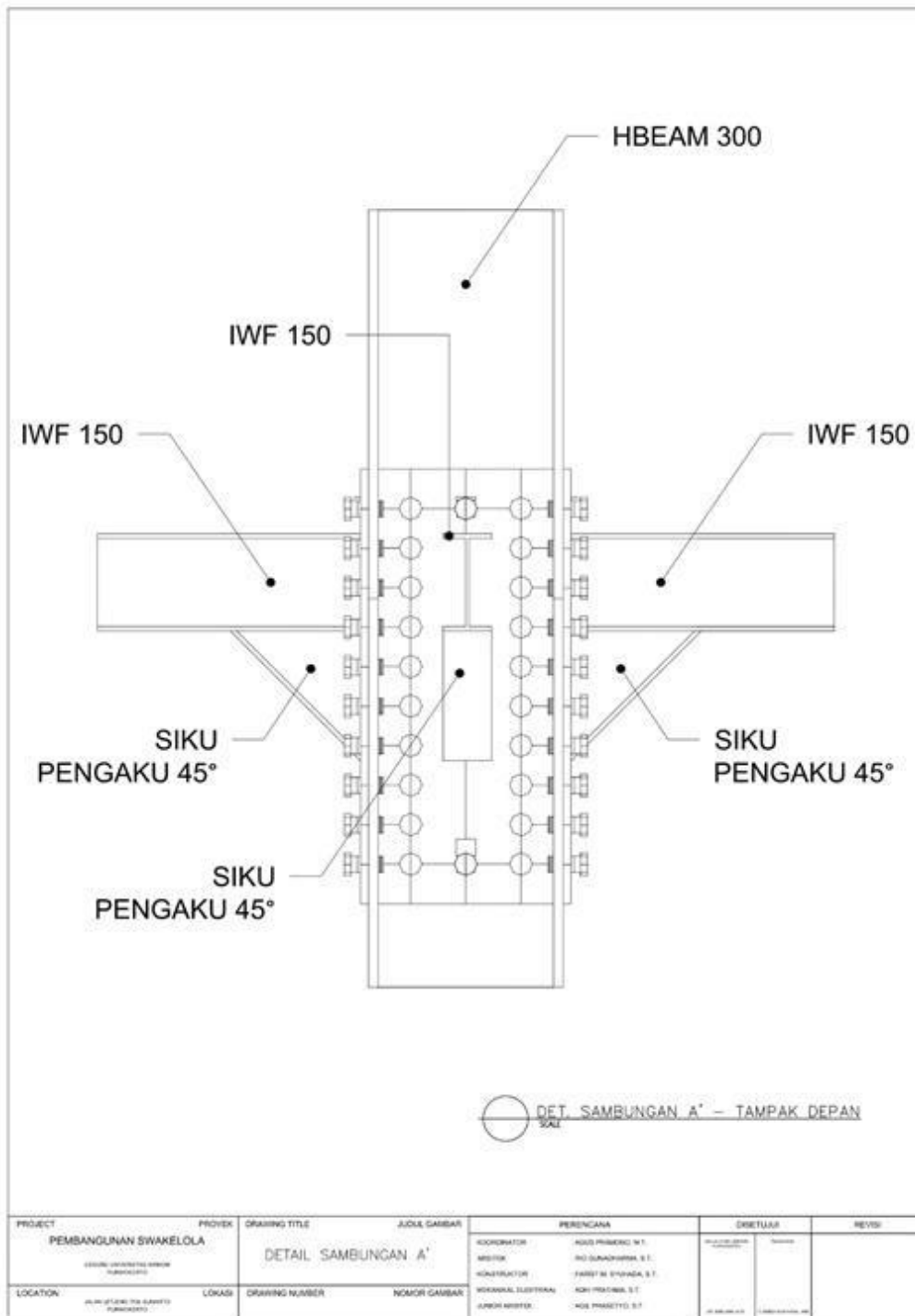




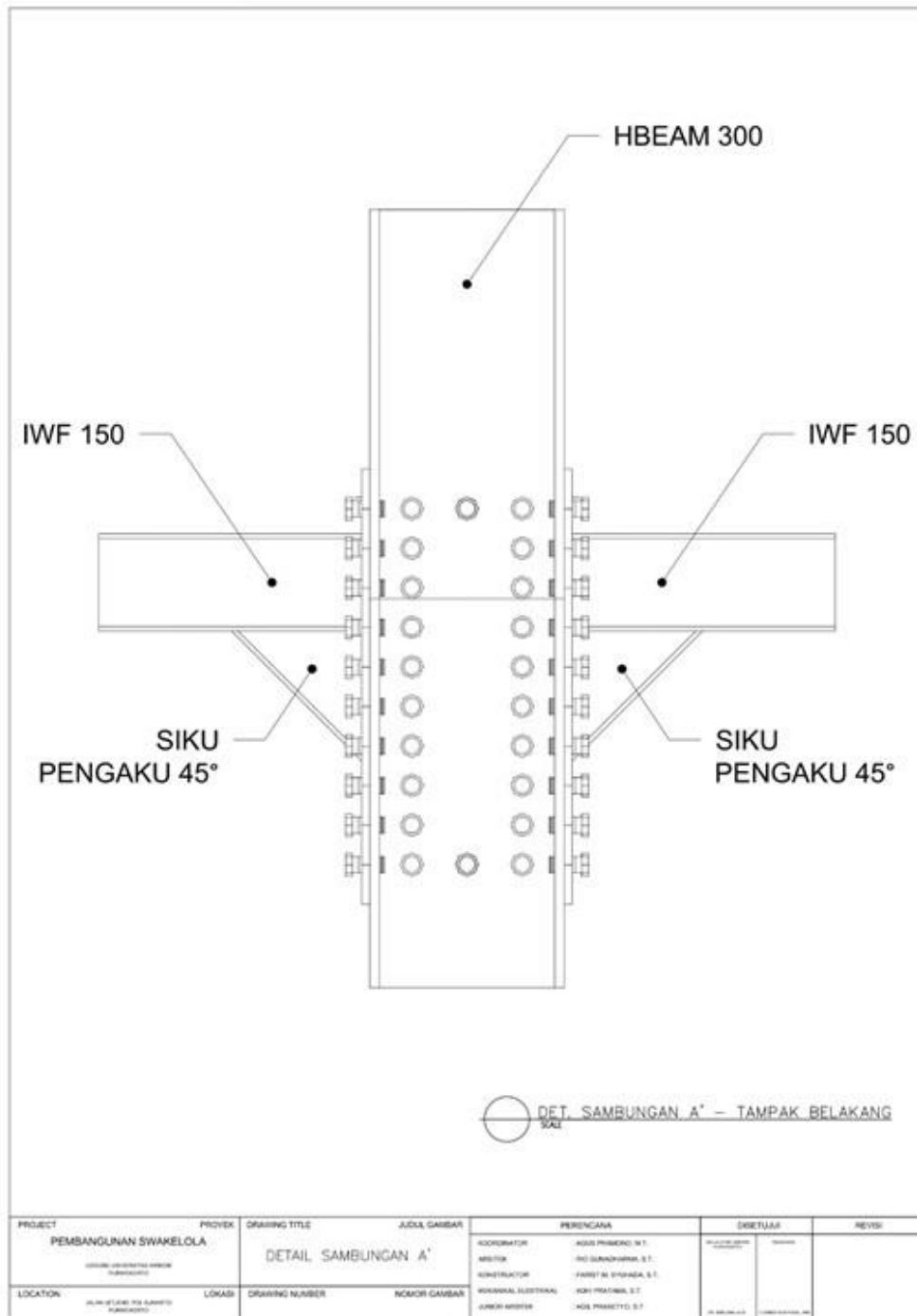


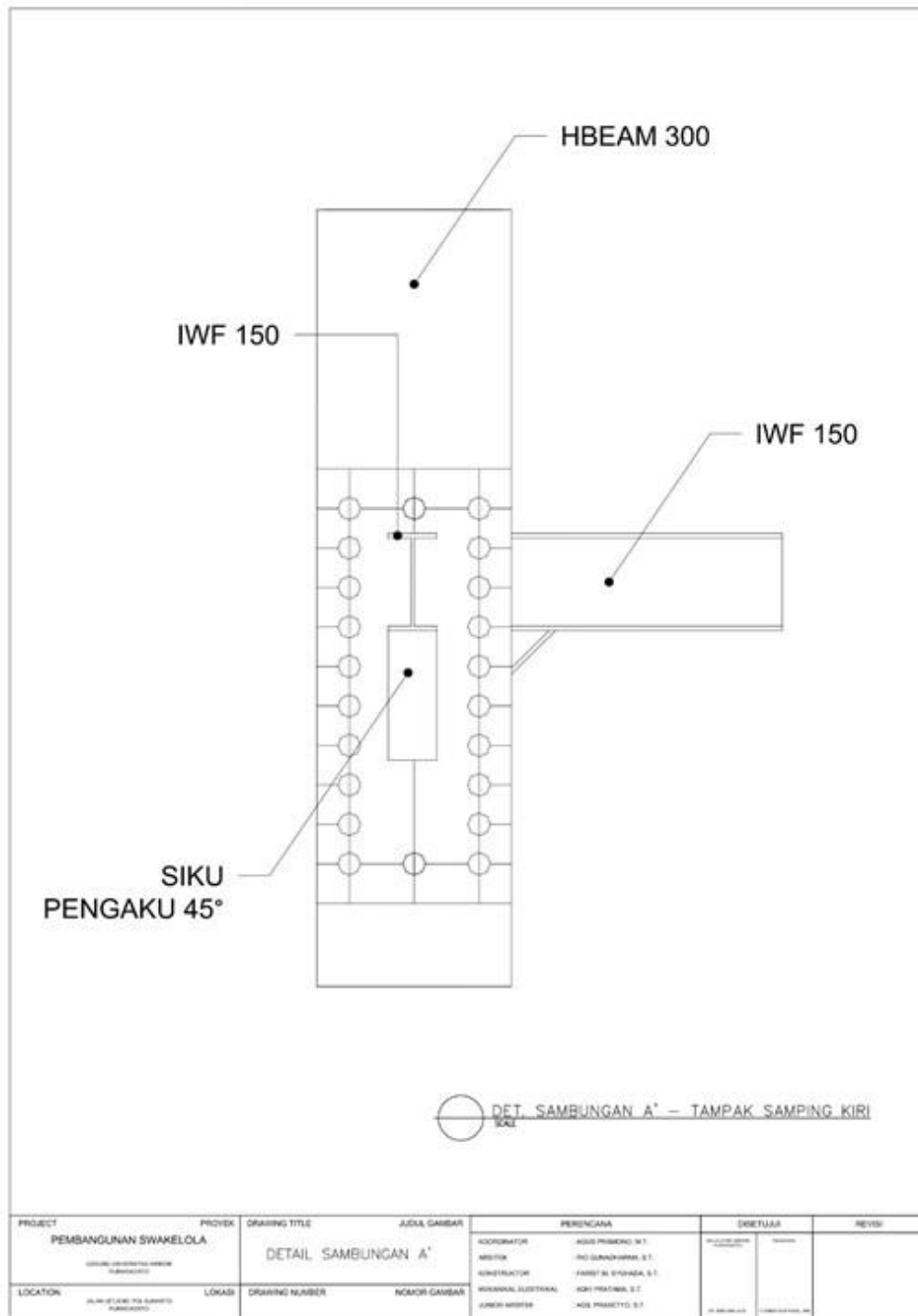
DET. SAMBUNGAN A' - TAMPAK ATAS

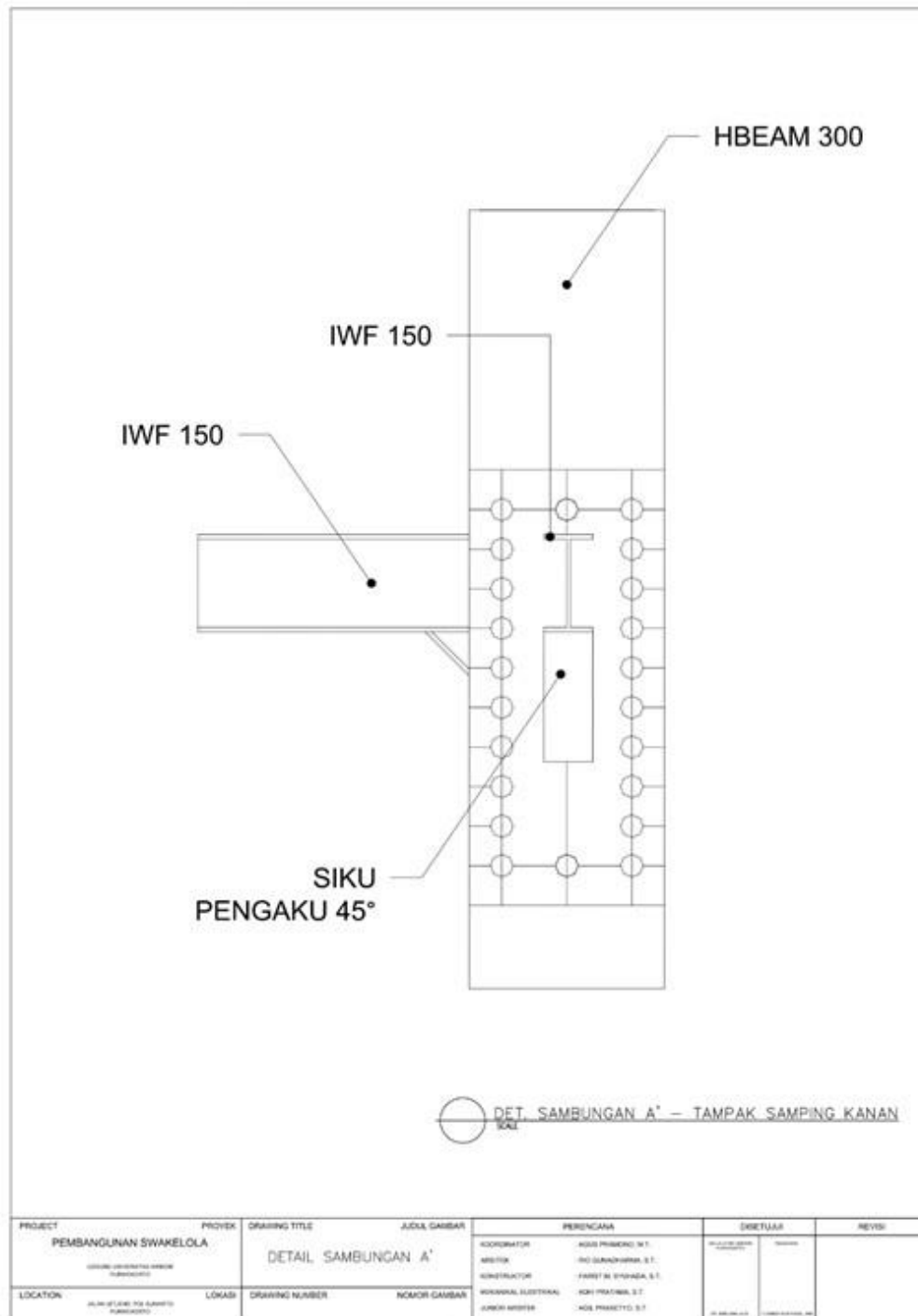
PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DIBETULUI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL SAMBUNGAN A'		KOORDINATOR: AGUS PRASENO, S.T. ANALIS: AGUS PRASENO, S.T. KONSTRUKTOR: FERRY AL SYAHADA, S.T.		
LOCATION: JALAN KELING PERUMAHAN PERUMAHAN	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	KONSULTAN/ILUSTRAN: IKH PRATIWA, S.T. JURUSAN: KIRI		

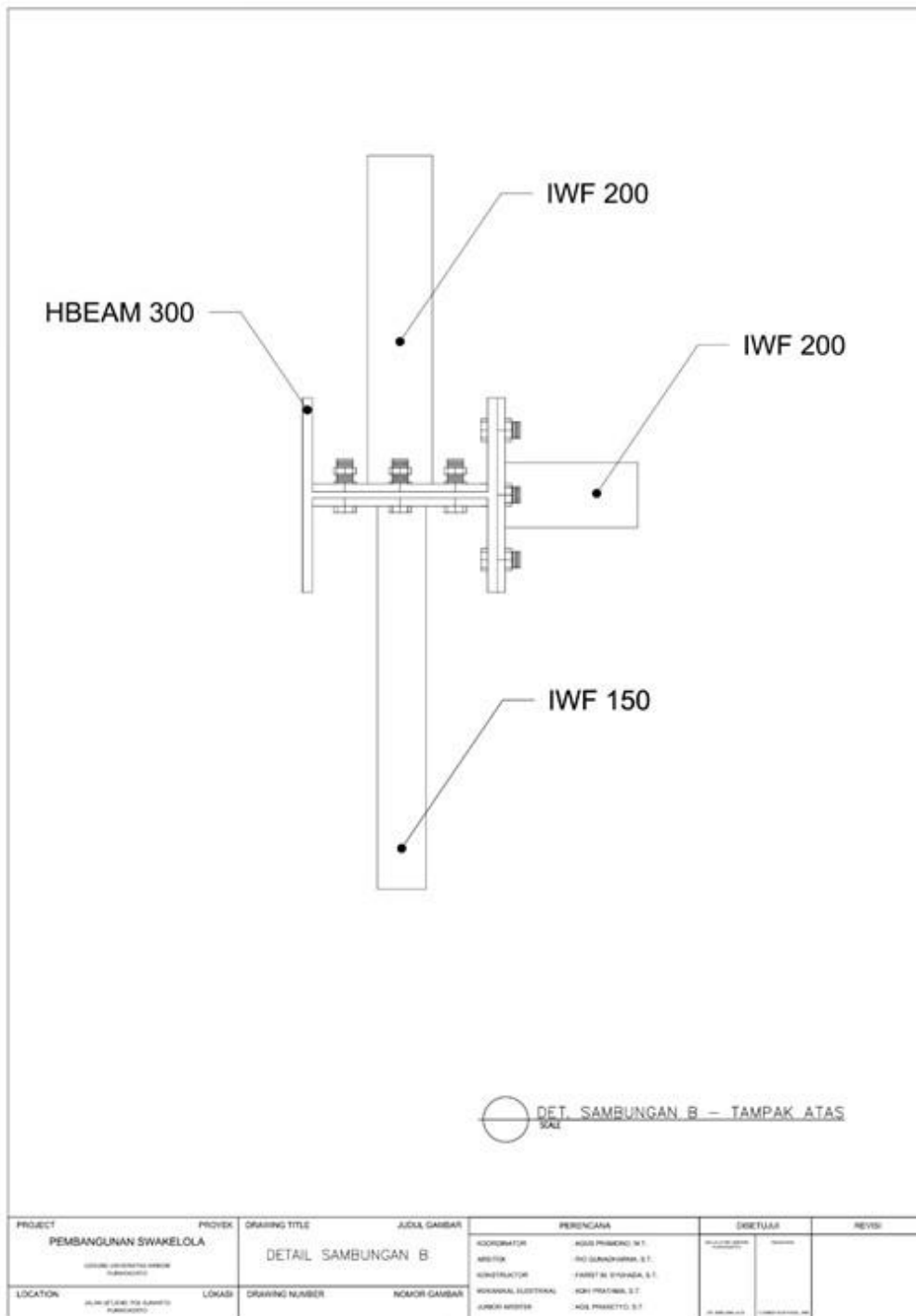


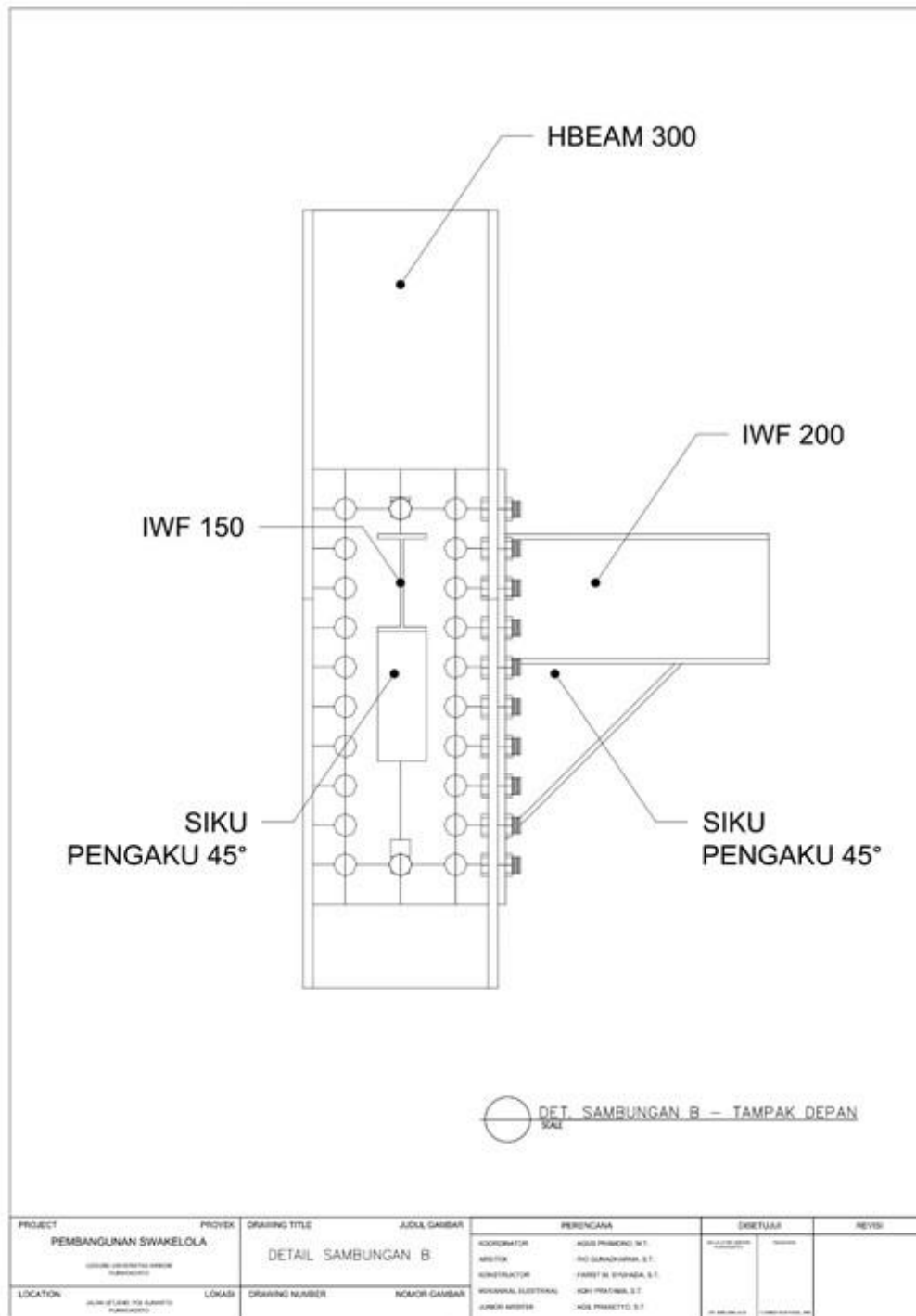
PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DIREKTUR	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA	PEMBANGUNAN SWAKELOLA	DETAIL SAMBUNGAN A'	DETAIL SAMBUNGAN A'	KOORDINATOR: AGUS PRASETIYO S.T. SPEKTRIS: AGUS PRASETIYO S.T. KONSTRUKTOR: FERRY W. SUPRIATNO S.T. KORPORAL ELEKTRIK: AGUS PRASETIYO S.T. JUNIOR ANKUTER: AGUS PRASETIYO S.T.		
LOCATION: JALAN LINGKAR PERUMAHAN PURWADARMA	LOKASI	DRAWING NUMBER	NUMER GAMBAR			

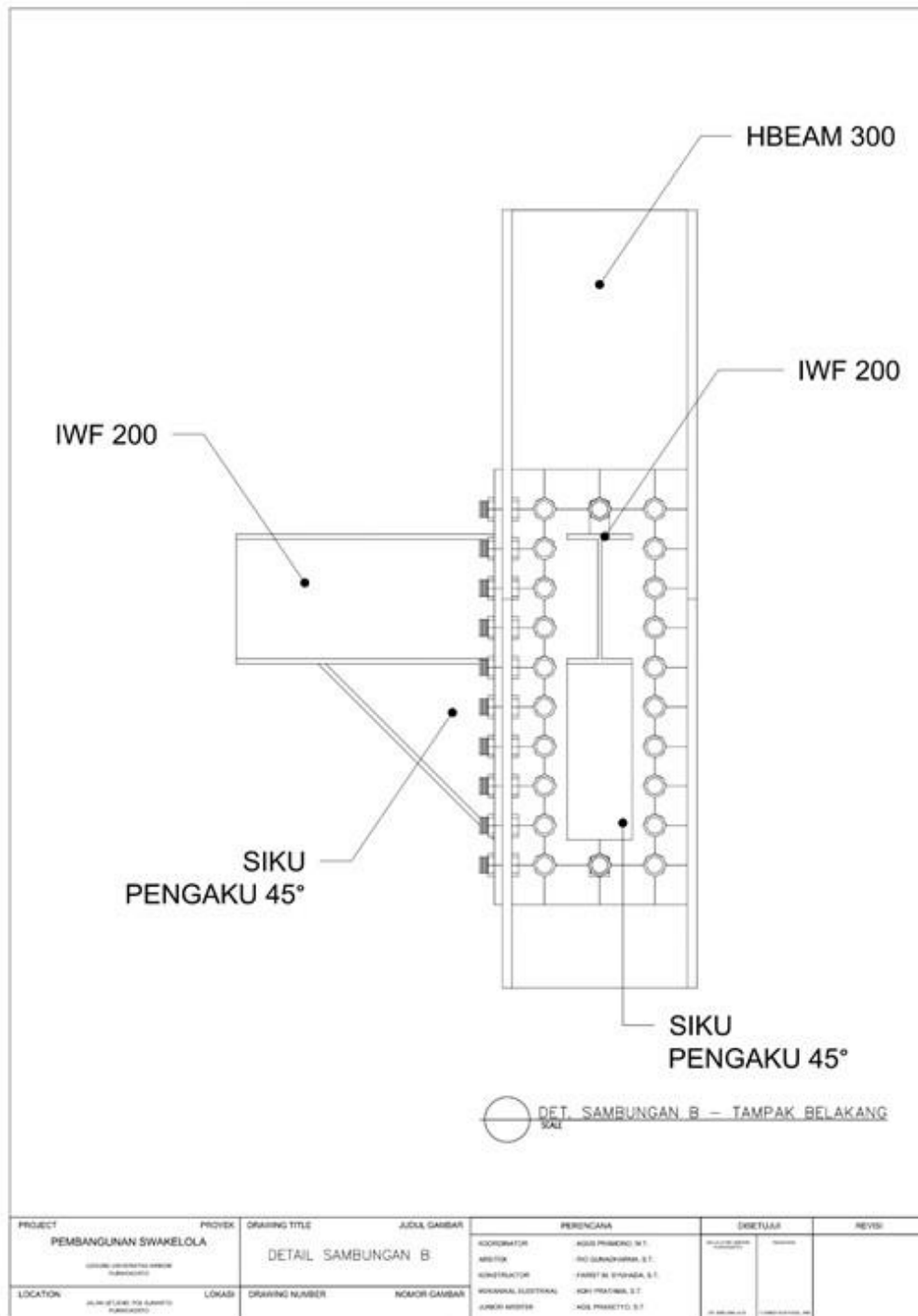


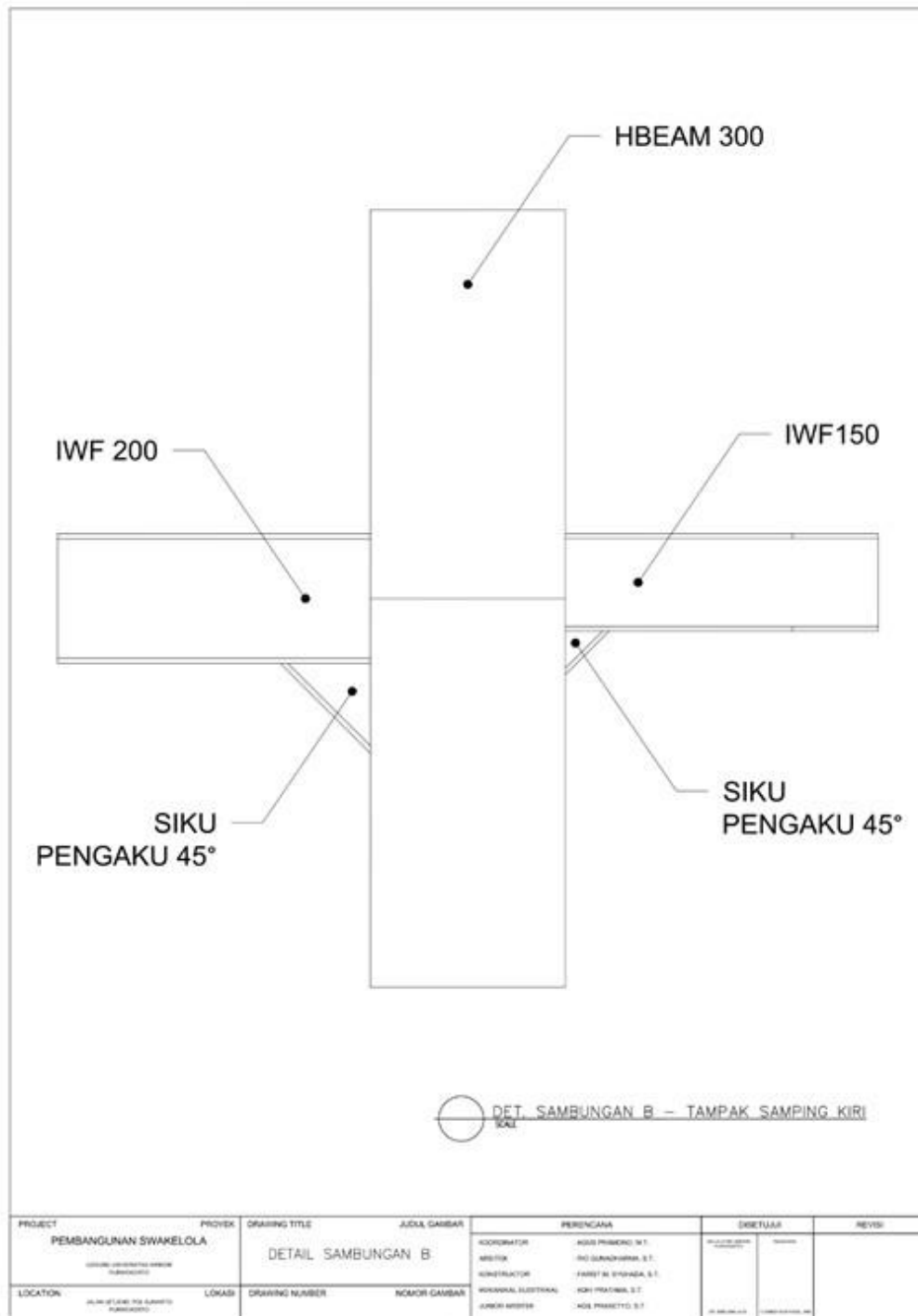


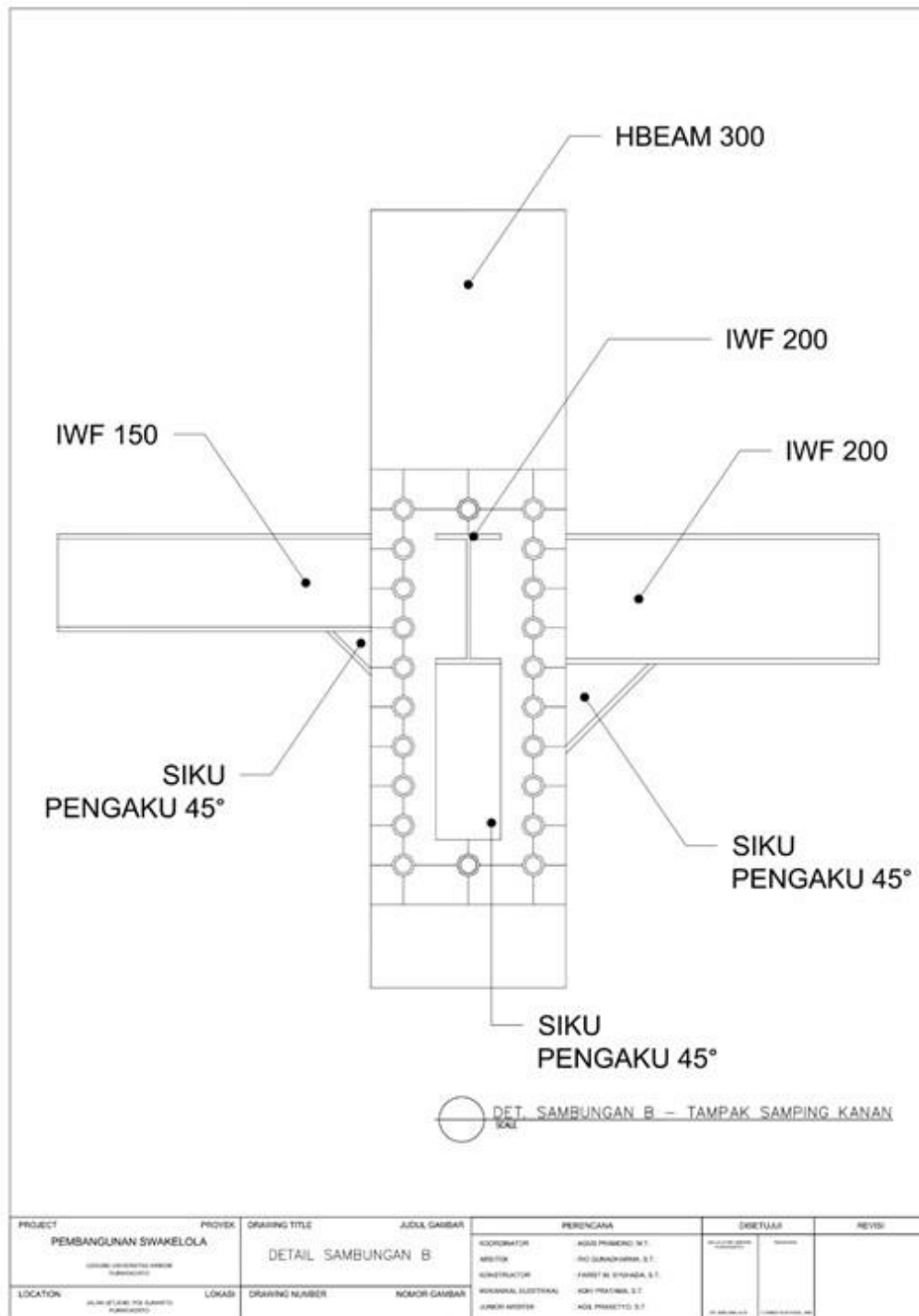


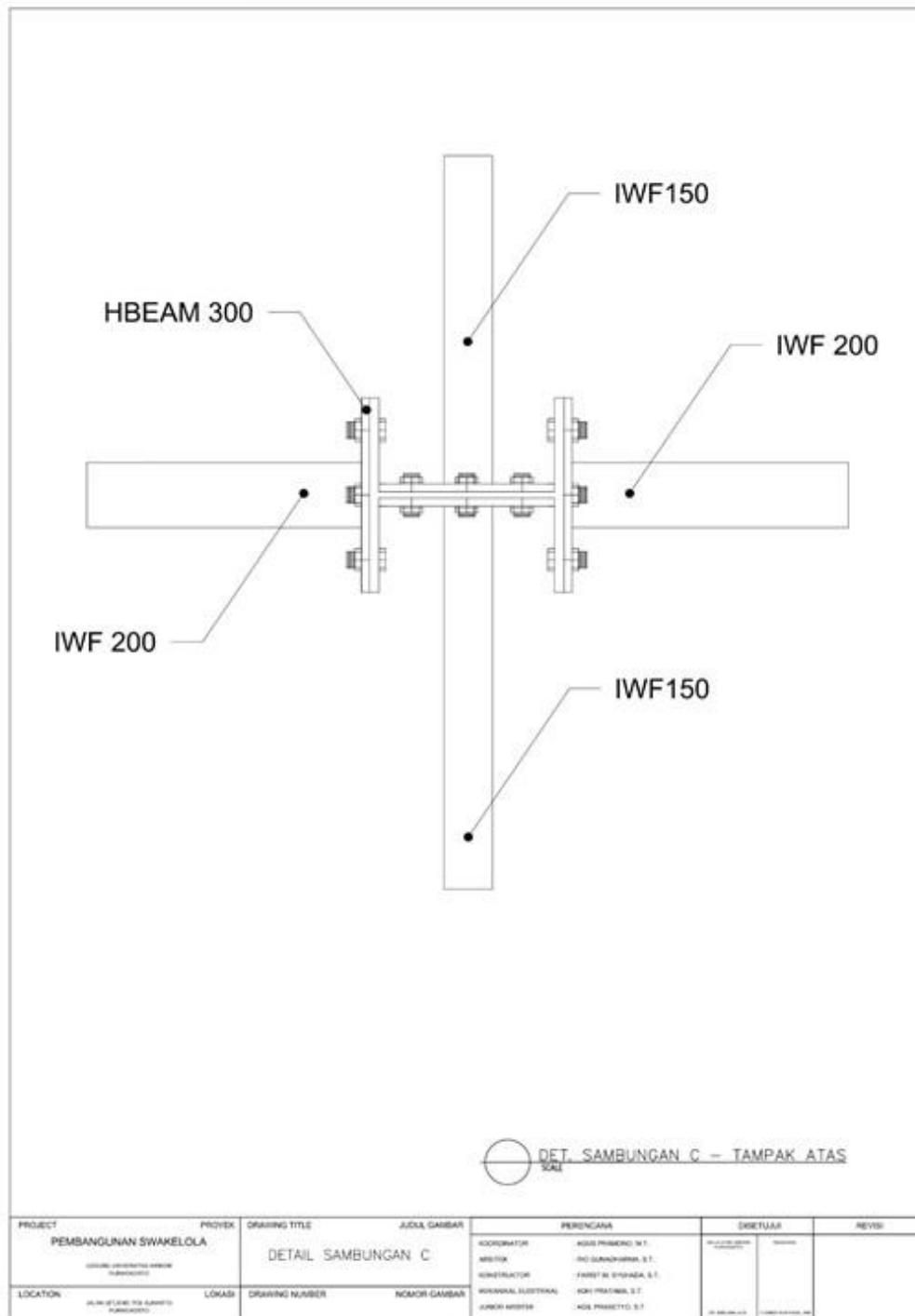


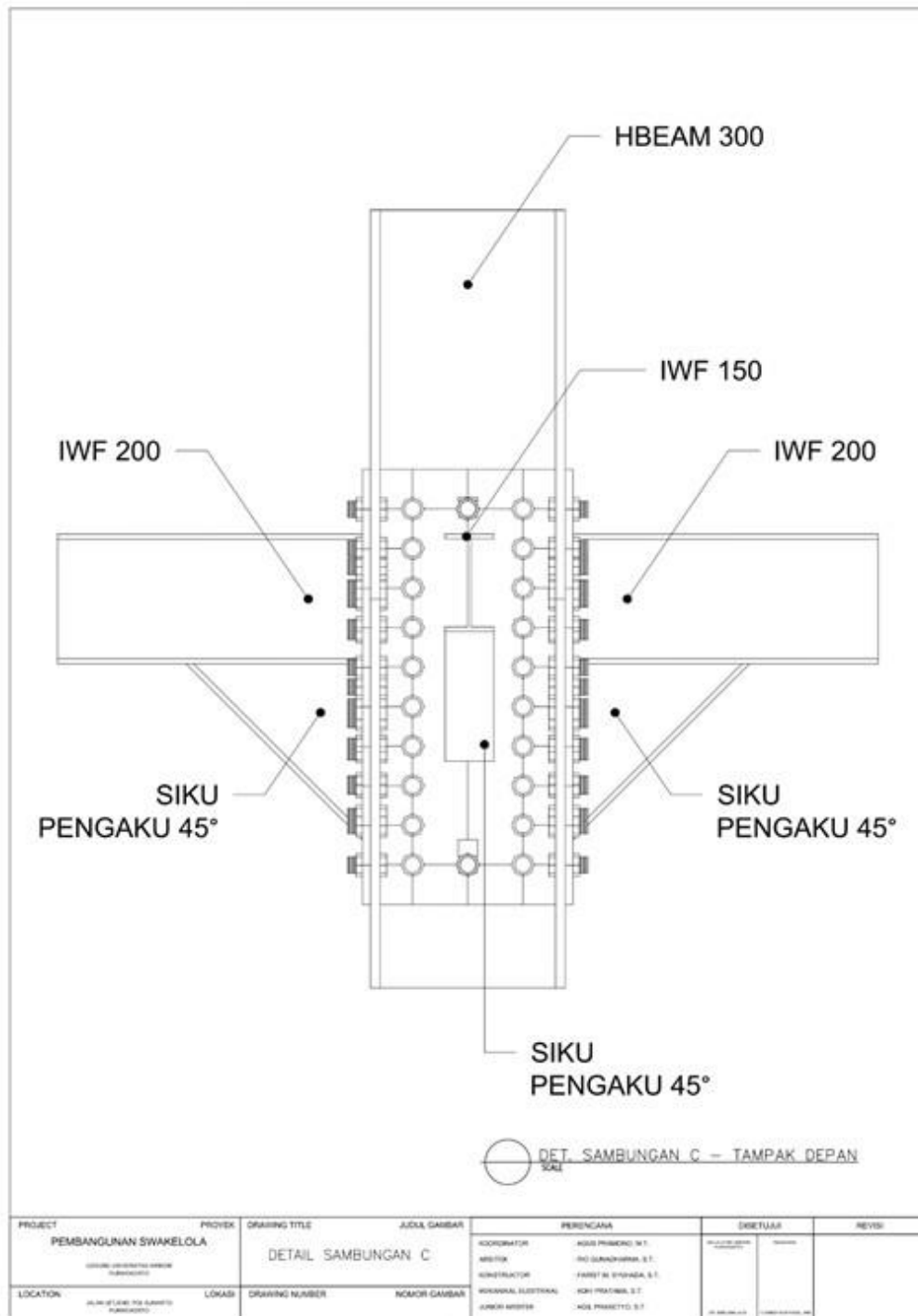


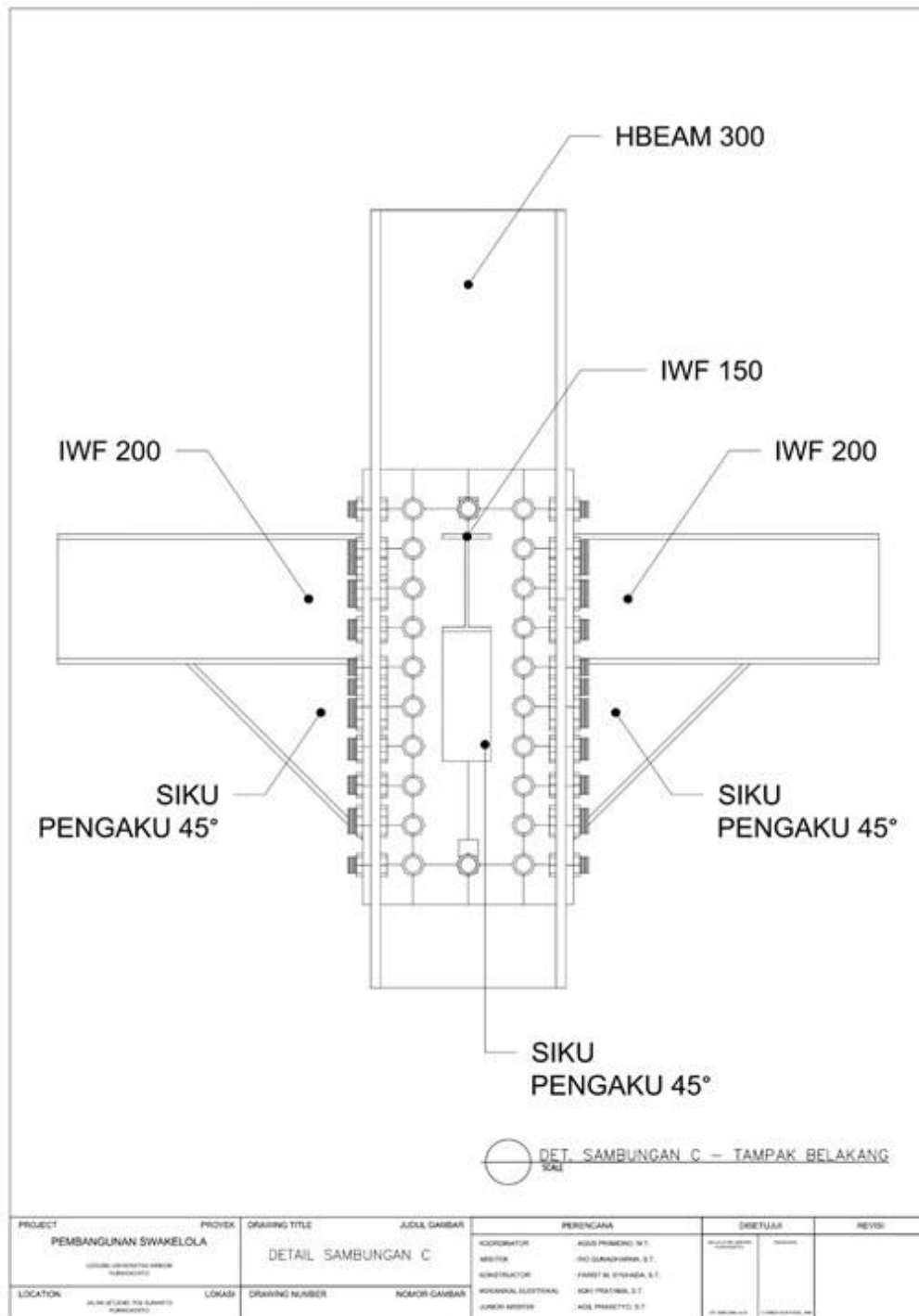




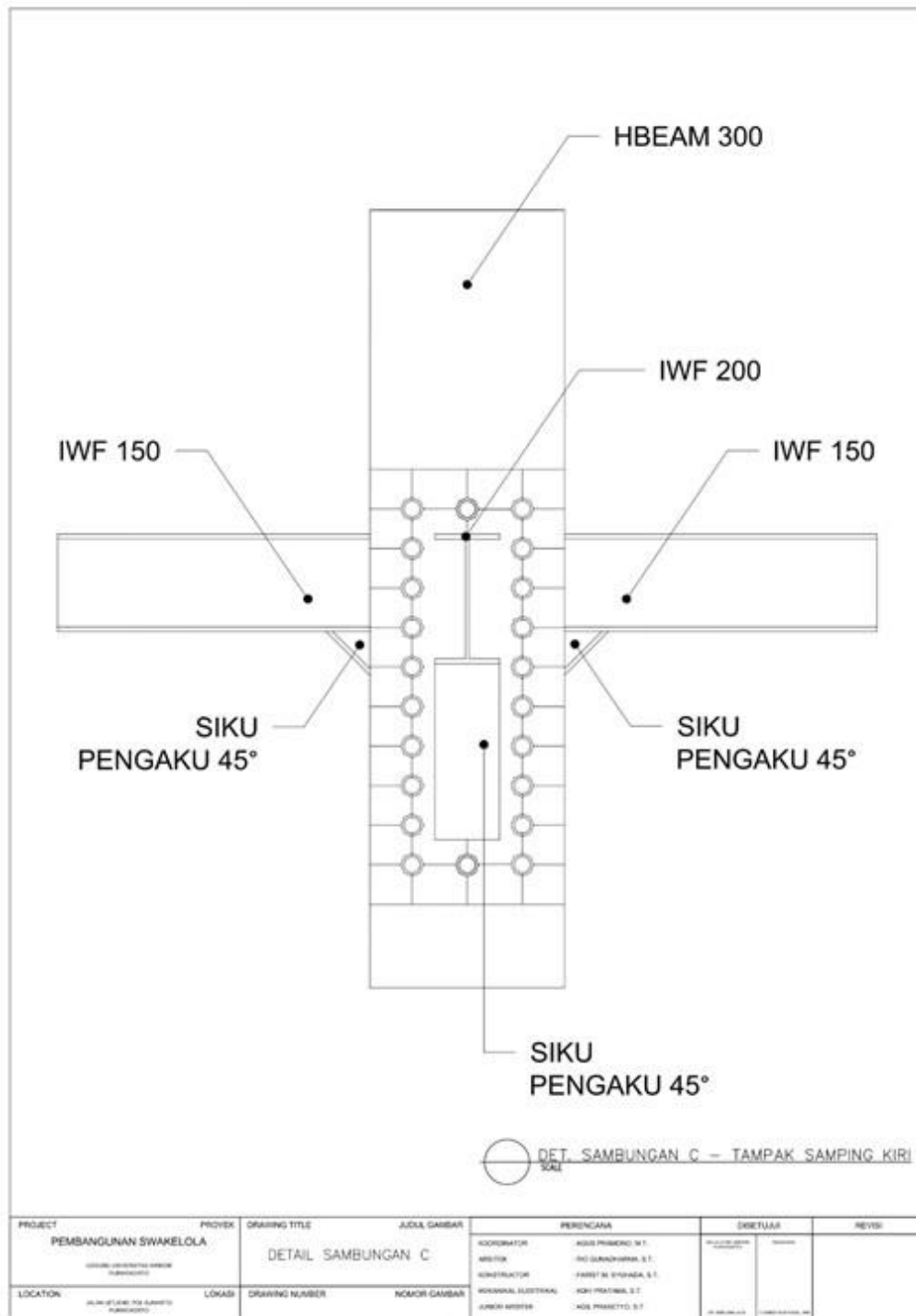


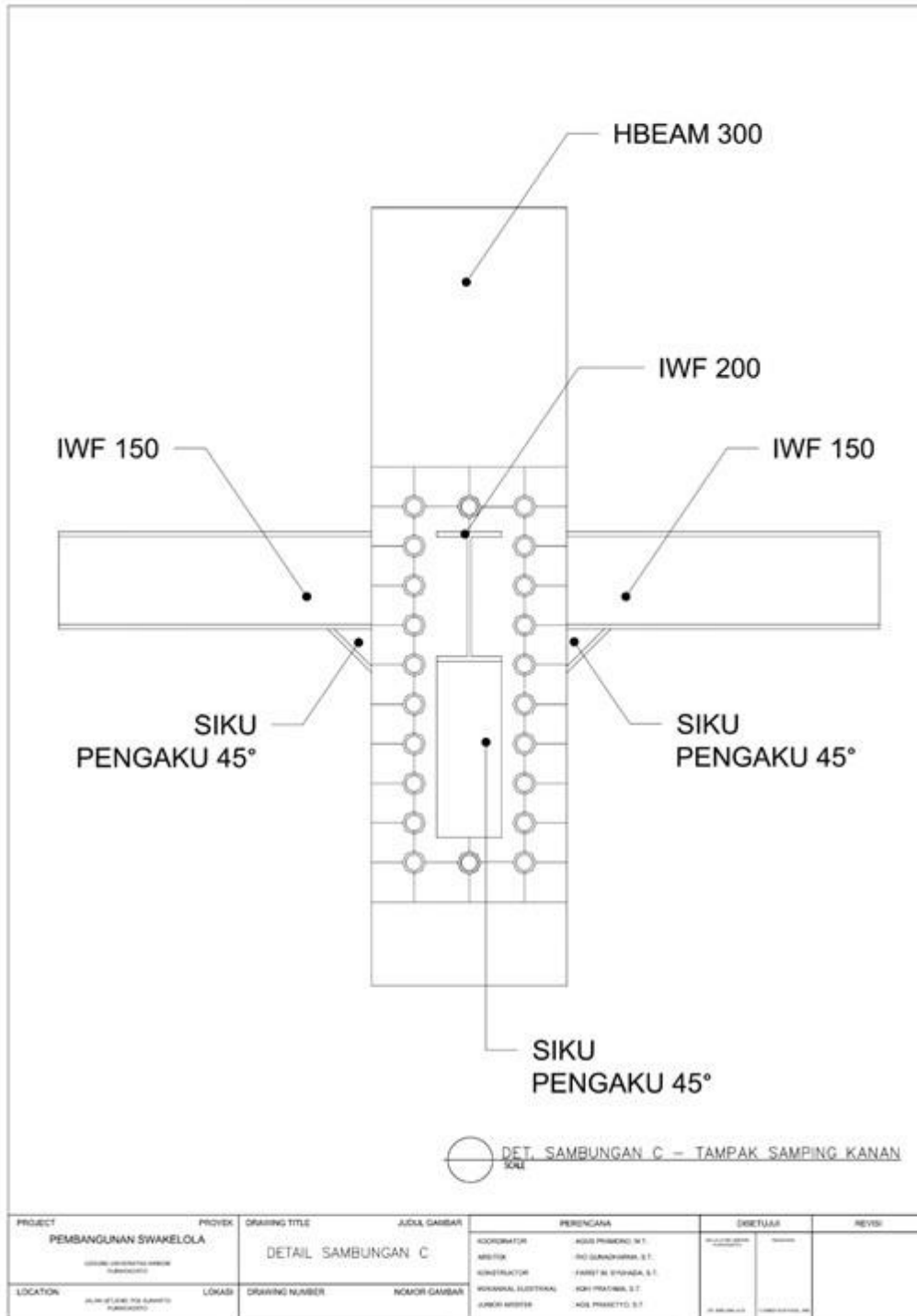


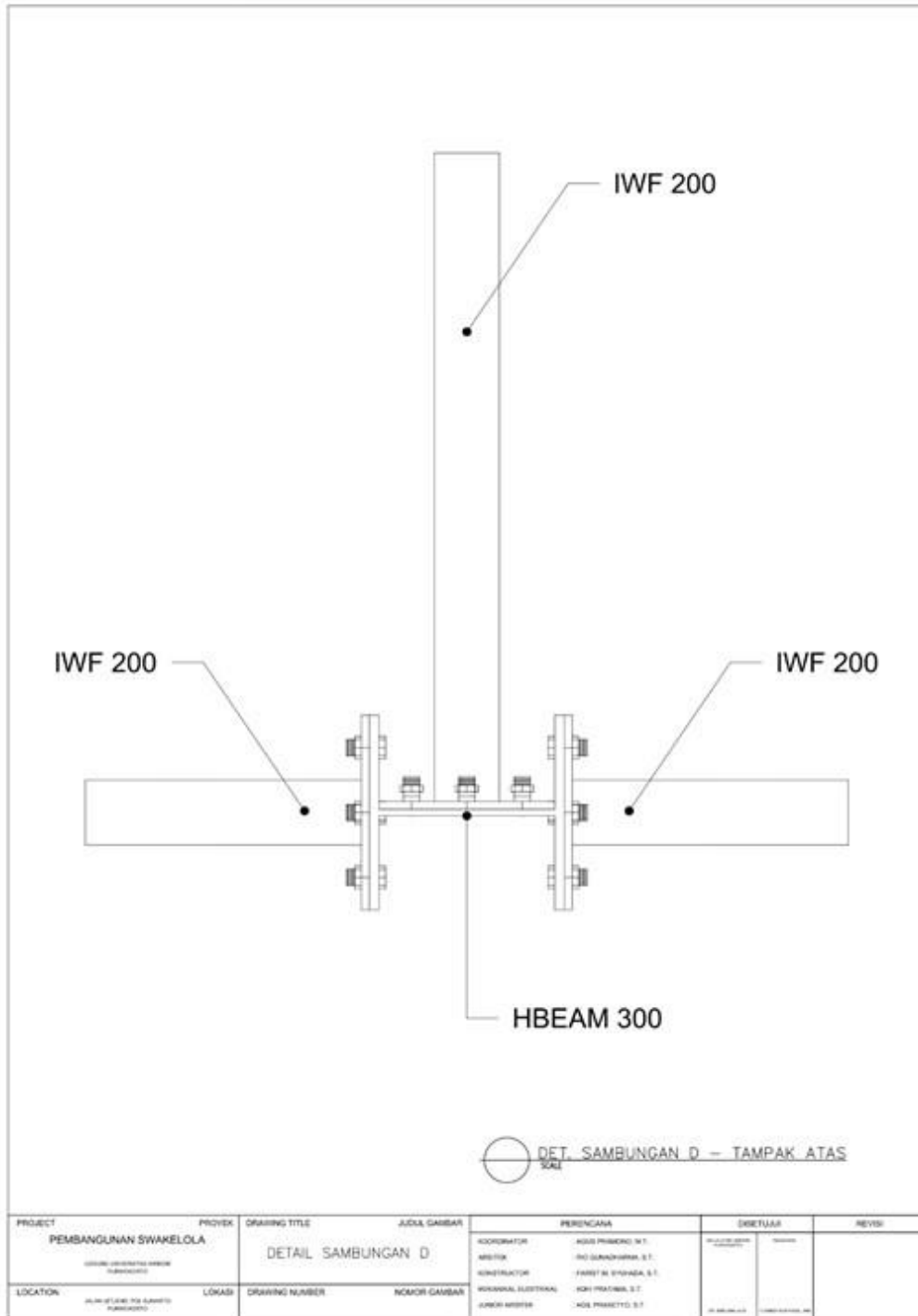




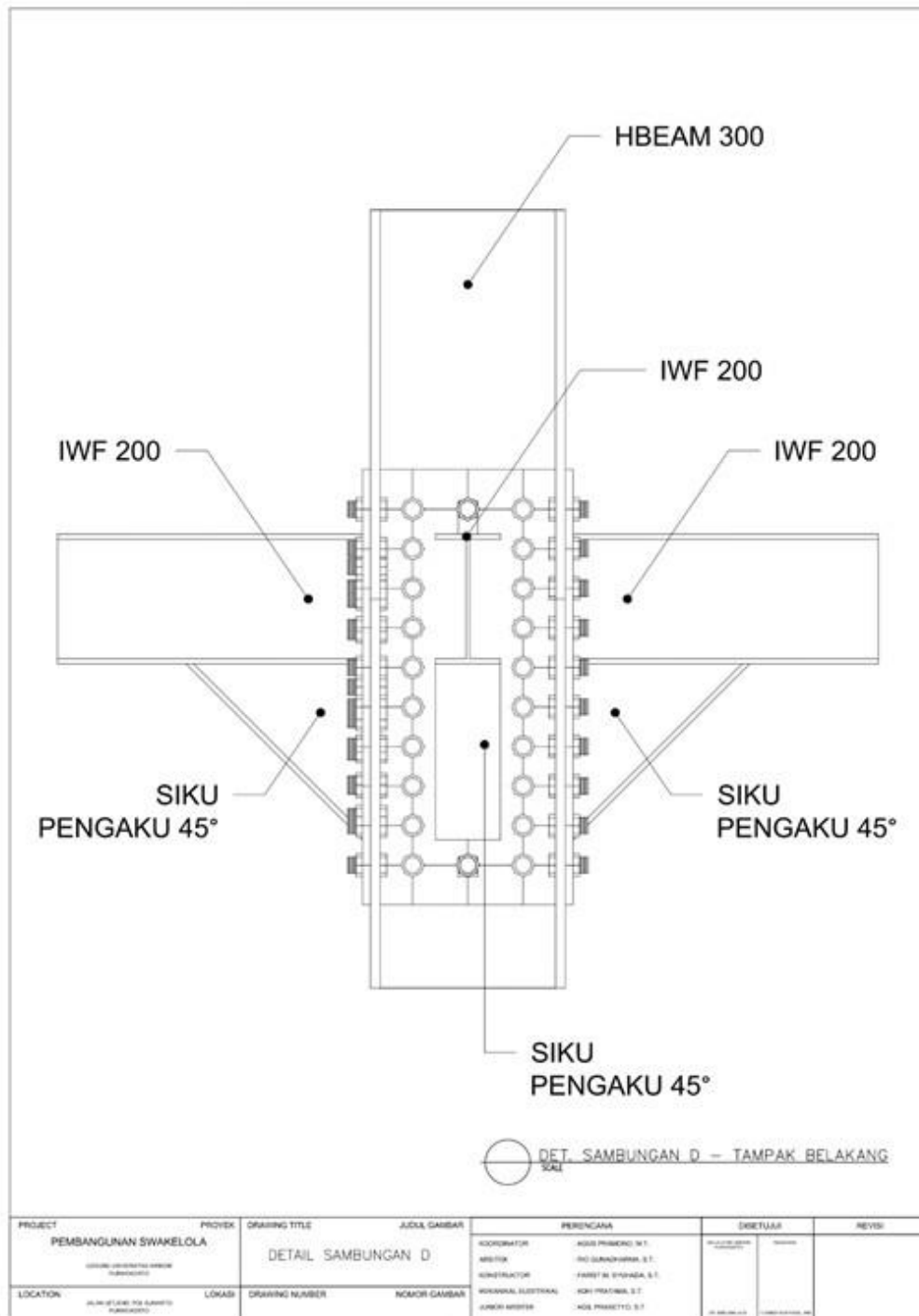
PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DEKUPASI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL SAMBUNGAN C		KOORDINATOR: AGUS PRASENO, S.T. DESAIGNER: AGUS PRASENO, S.T. KONSTRUKTOR: FIKRI AL FIKRI, S.T. INSPEKTOR ELEKTIRAL: AGUS PRASENO, S.T. JUNJUR MESINER: AGUS PRASENO, S.T.		
LOCATION: ALAM PELUKAN TO LAMPUNG PANGKALAN	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR			



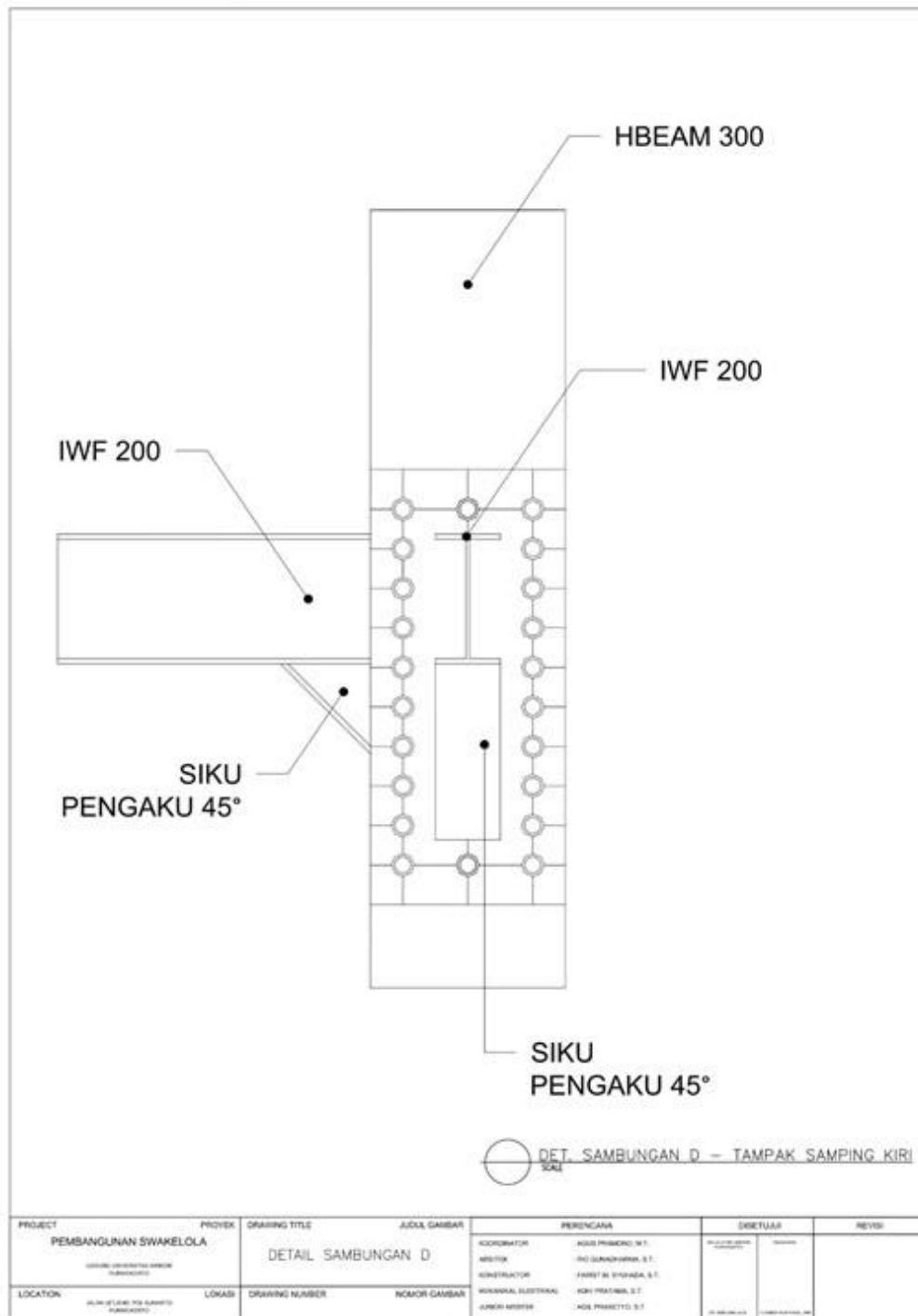


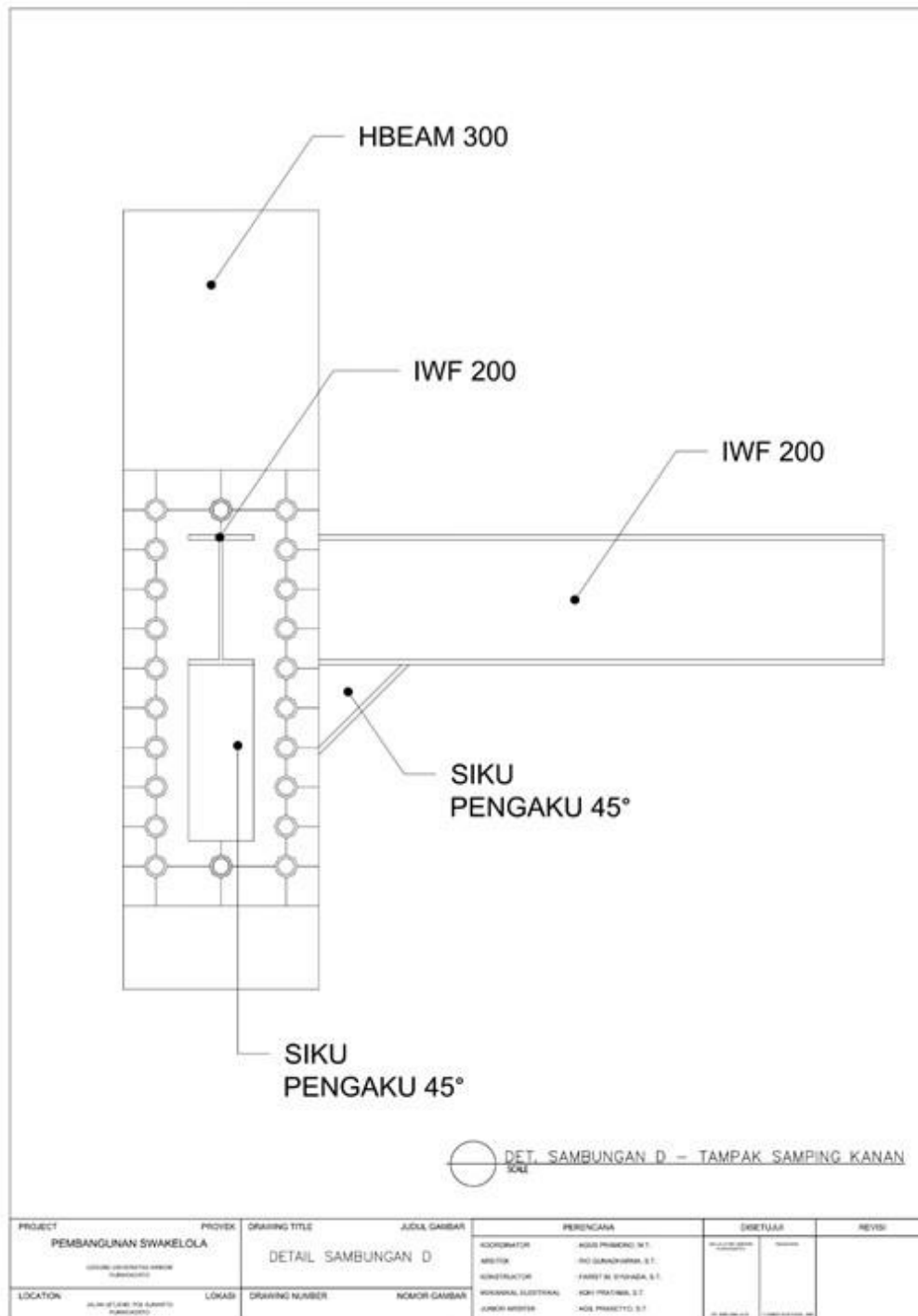


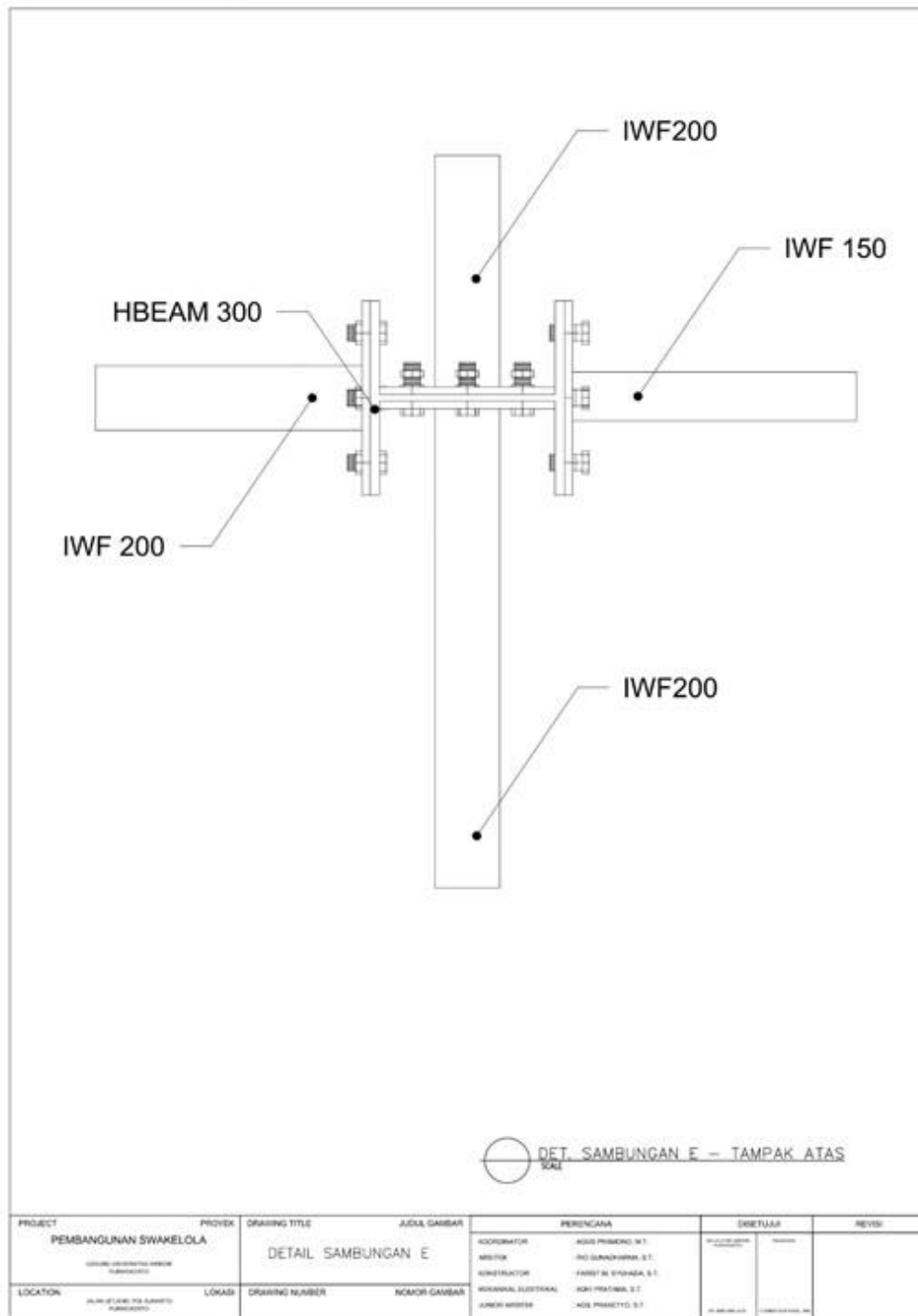
PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DIBUAT	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL SAMBUNGAN D		KOORDINATOR: AGUS PRASETIYO S.T. MELUKA: AGUS PRASETIYO S.T. CONTRACTOR: FIKRI AL FIKRI S.T. KONSULTAN ELEKTORAL: KSI PRATIKA S.T. JURUSAN MESINER: KSI PRASETIYO S.T.		
LOCATION: ALAM ATAS TO ALAM TO PANGKAD	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR			

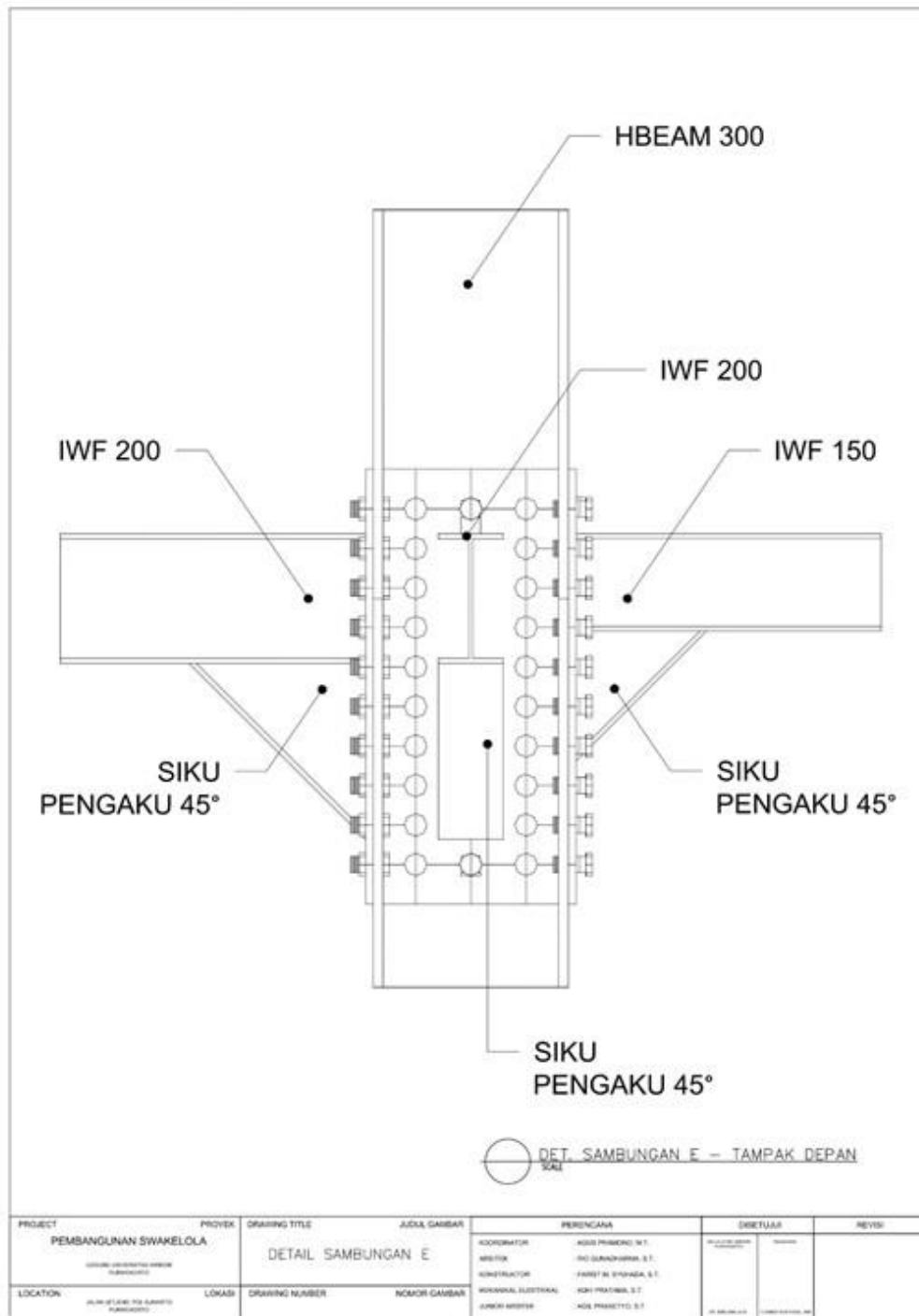


PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DIREKTUR	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL SAMBUNGAN D		KOORDINATOR : AGUS PRASETIYO, S.T.		
				ARSITEK : DR. SUPRIYANTO, S.T.		
				KONSULTAN : FAREZ AL SYAFI'AH, S.T.		
				KONSULTAN ELEKTRIK : RIZKI PRATIWI, S.T.		
				JANUSI ARSITEK : AGUS PRASETIYO, S.T.		
LOCATION	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR			

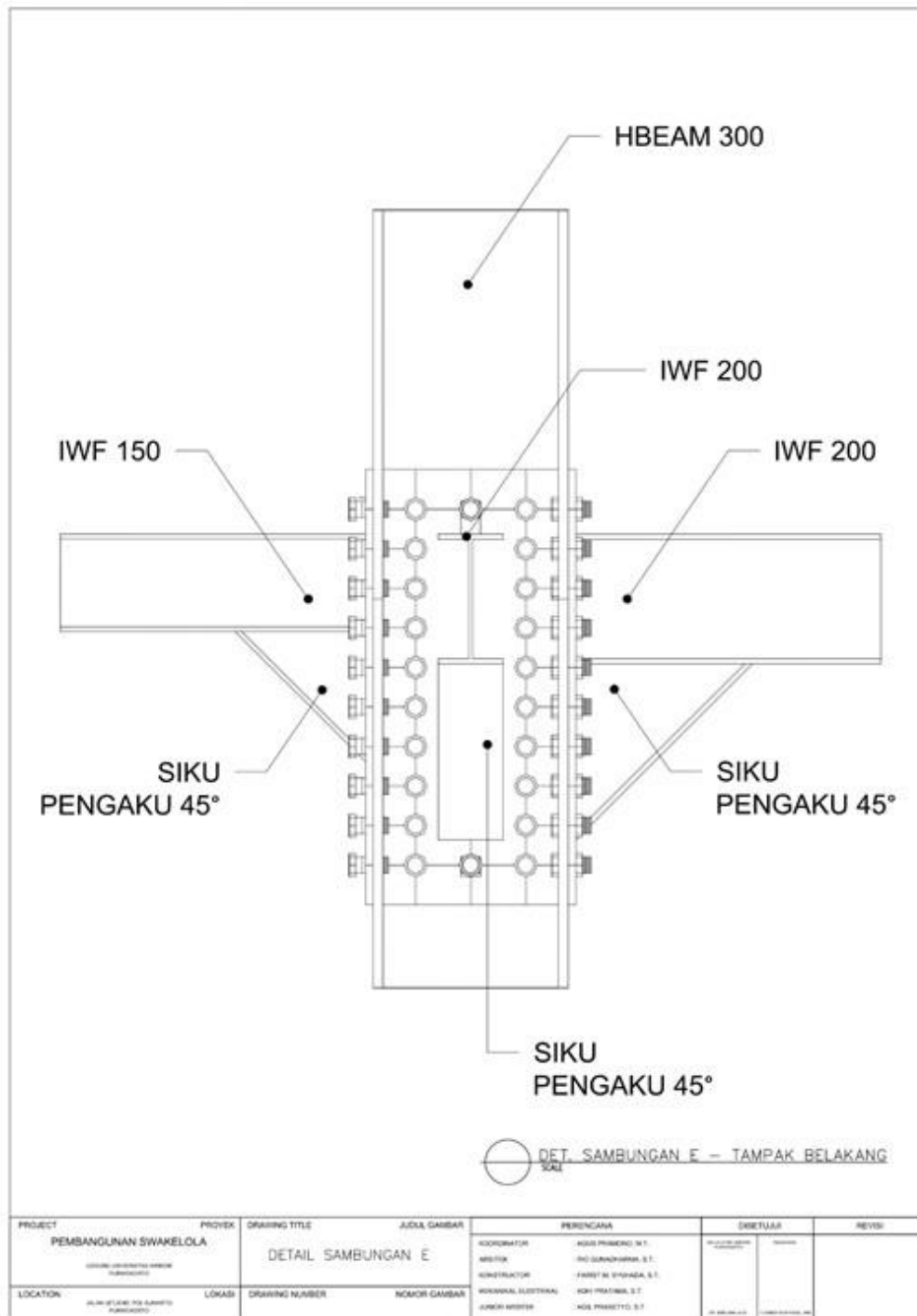




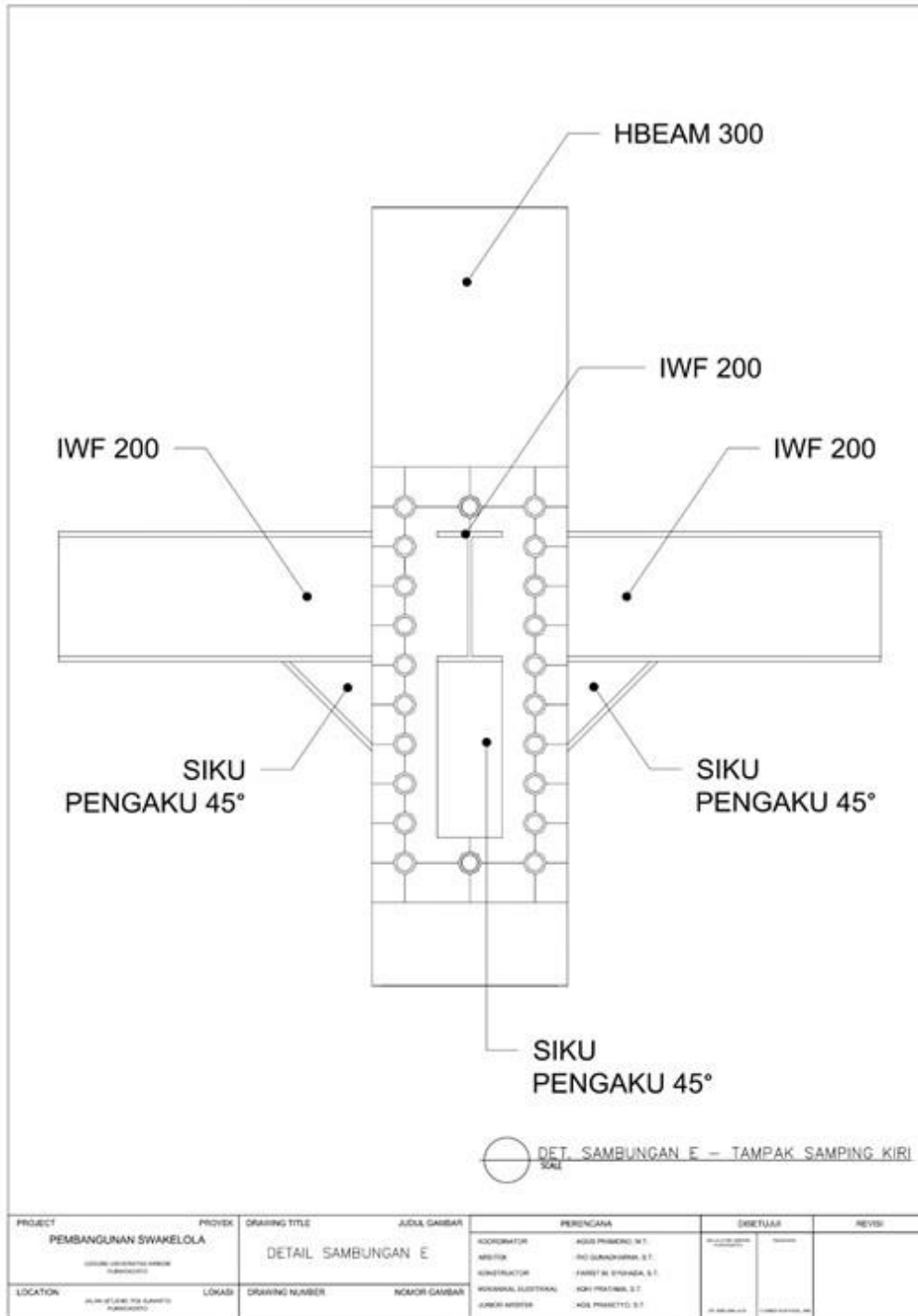


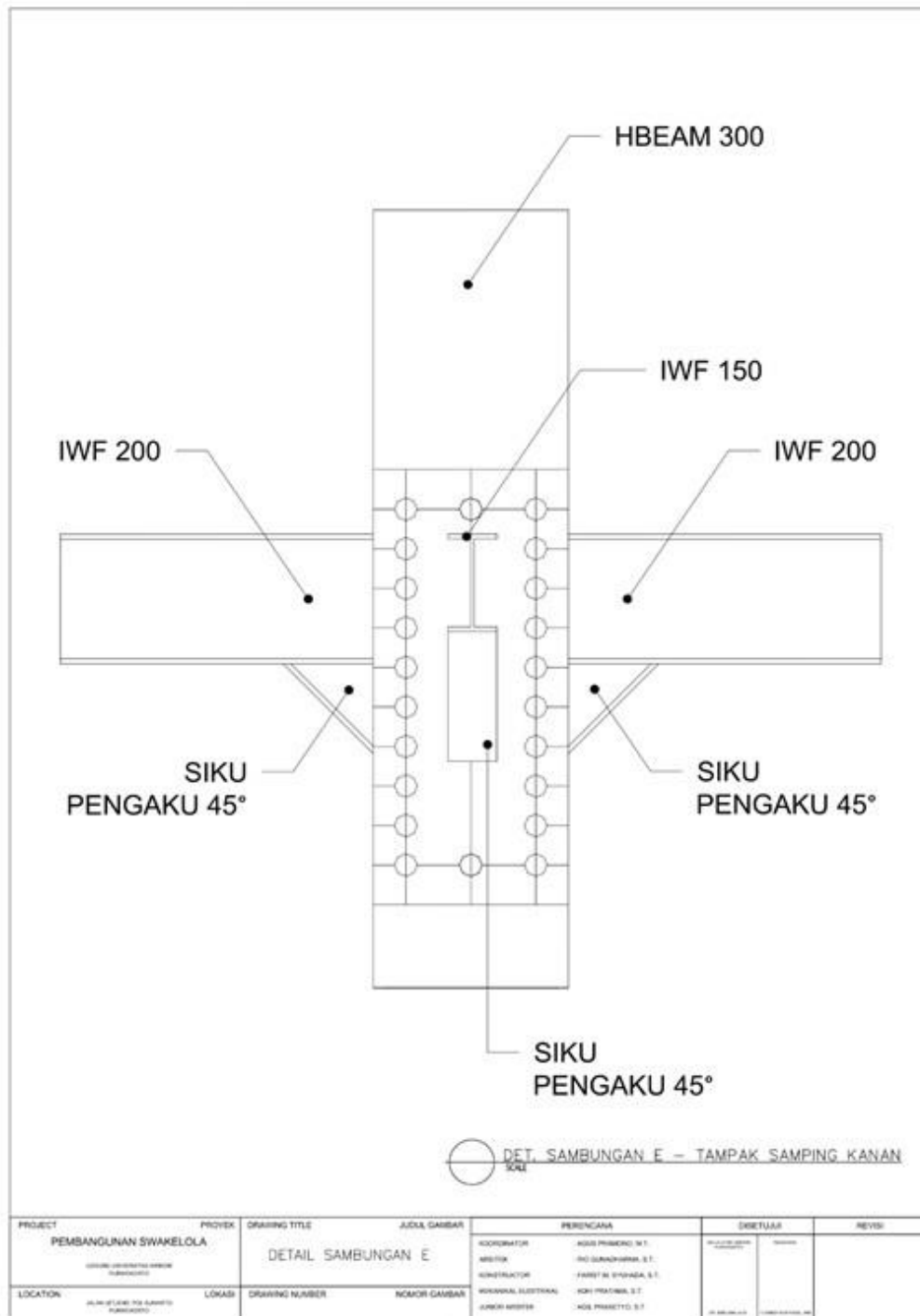


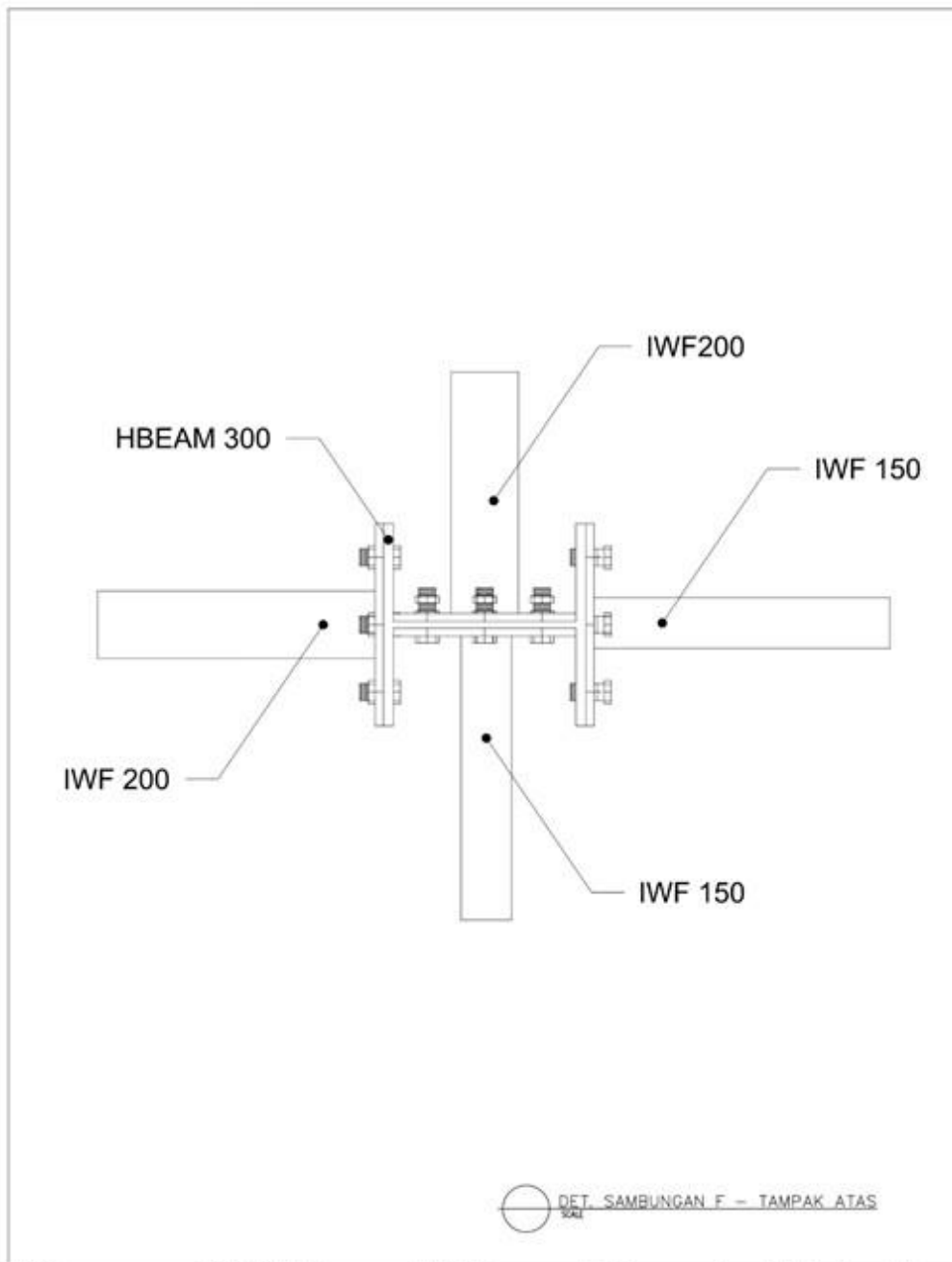
PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	SIKRETLAR	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL SAMBUNGAN E		KOORDINATOR: AGUS PRASENO, S.T. MEREK: AGUS PRASENO, S.T. KONSTRUKTOR: FARREH M. SYAHADA, S.T. KONSULTAN ELEKTRIK: KHI PRATIKA, S.T. JUROR: ANDRIAN		
LOCATION: ALUMETALAN, KOTA SURABAYA	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	KONSULTAN ELEKTRIK: KHI PRATIKA, S.T. JUROR: ANDRIAN		



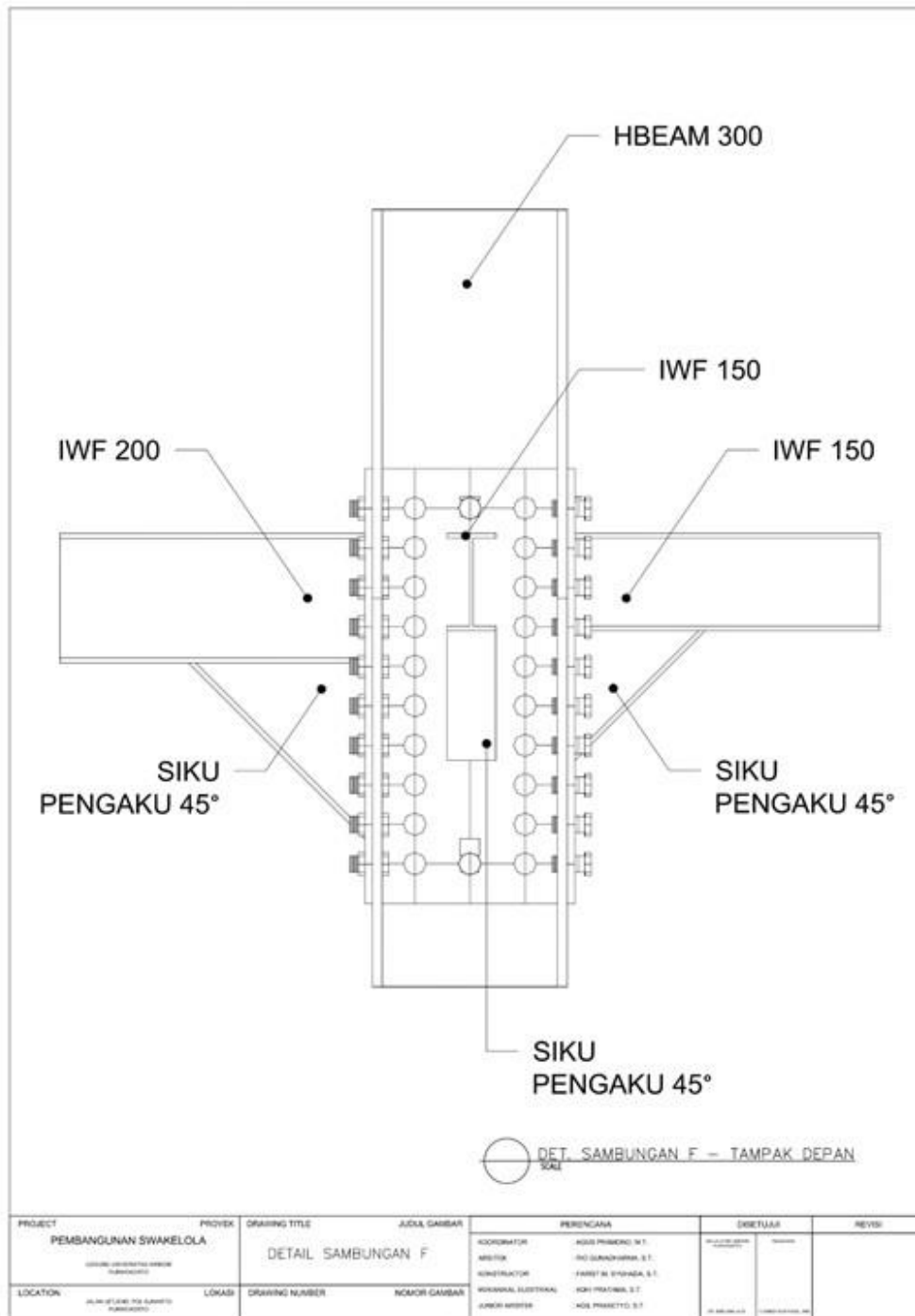
PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISERJAIK	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL SAMBUNGAN E		KOORDINATOR: AGUS PRASETO, S.T. ANALIS: AGUS PRASETO, S.T. KONSTRUKTOR: FAREST AL SYOFANDA, S.T.		
LOCATION: ALUM AT LEAS FOR GARAGE	LOKASI	DRAWING NUMBER	INDAHOR GAMBAR	INSPEKSI ELEKTRIK: IKH PRATIWI, S.T. JURUSAN MESIN: AGUS PRASETO, S.T.		

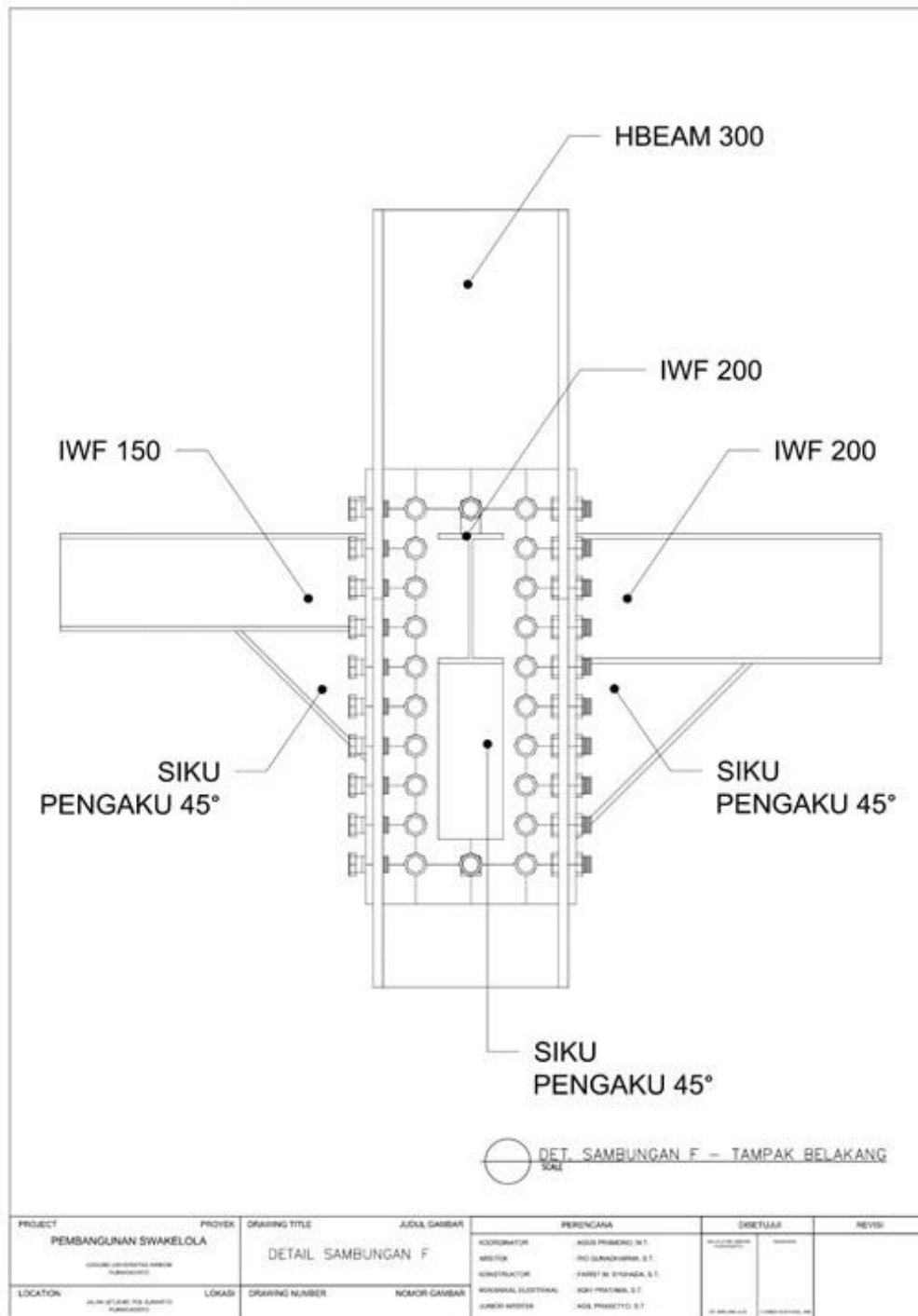


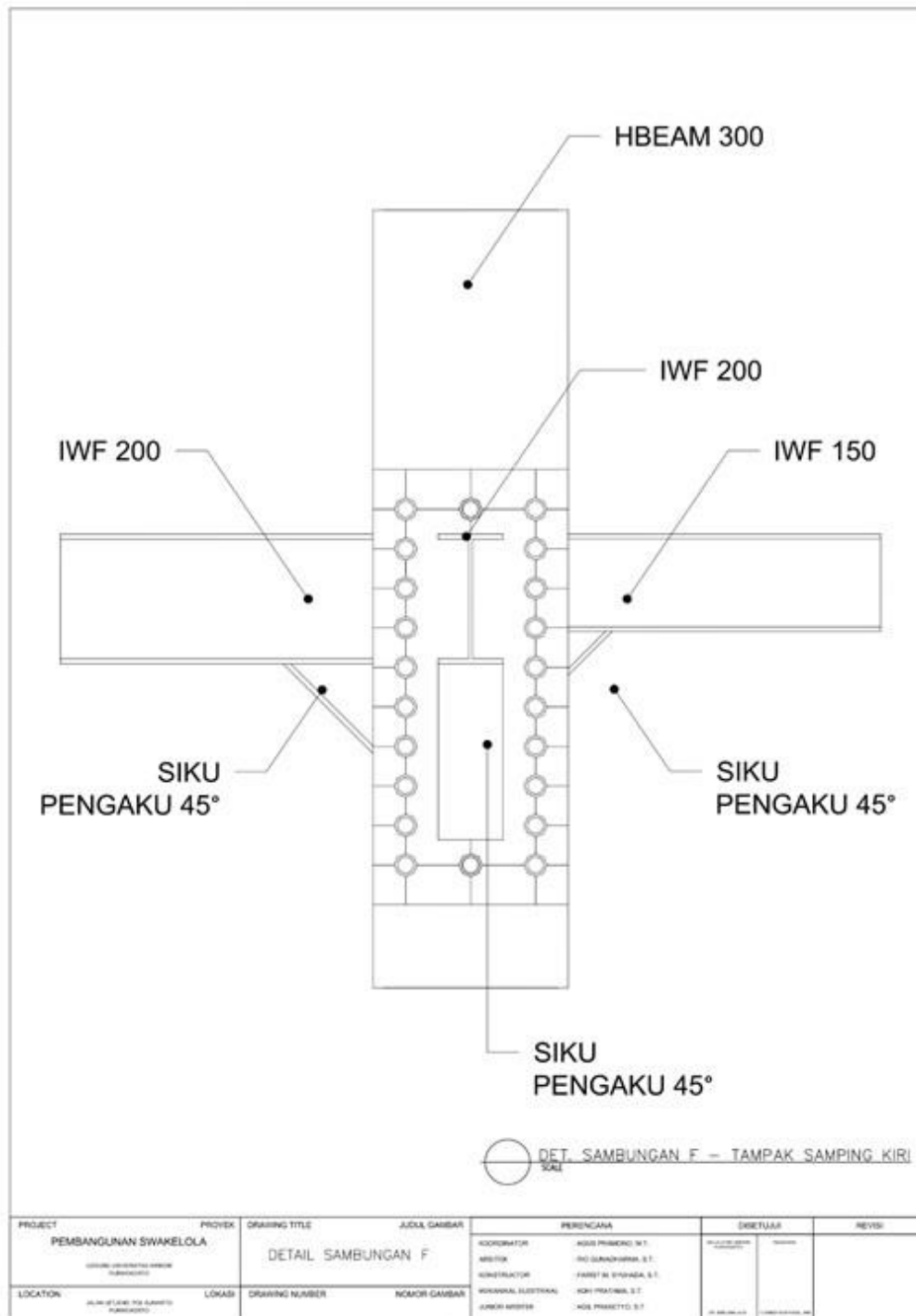


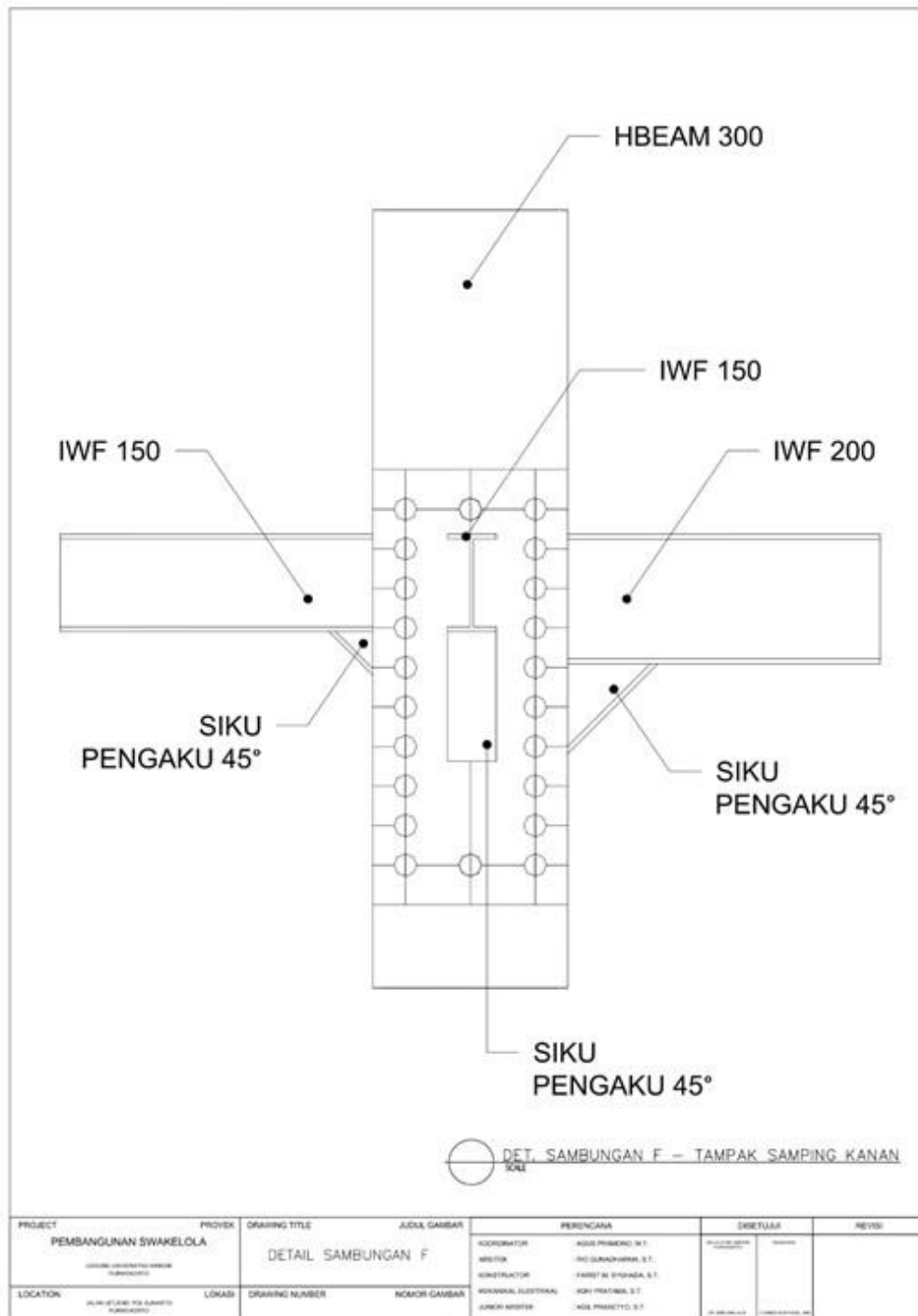


PROJECT PEMBANGUNAN SWAKELOLA	PROYEK LOKASI: GORONTALO BARUK TUBANINGGI	DRAWING TITLE DETAIL SAMBUNGAN F	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DIBUAT OLEH	REVISI
LOCATION JALAN TOLONG FOR GORONTALO PULANGGATI	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	KOORDINATOR INSPEKTOR KONSTRUKTOR MURAHAL ELEKTRIKAL JURUSAN ARSITEK	AGUS PRASENO, S.T. RIZKI GUNAWAN, S.T. FIRDI AL SYAHDA, S.T. NOVI PRADINA, S.T. AGUS PRASEPTO, S.T.	

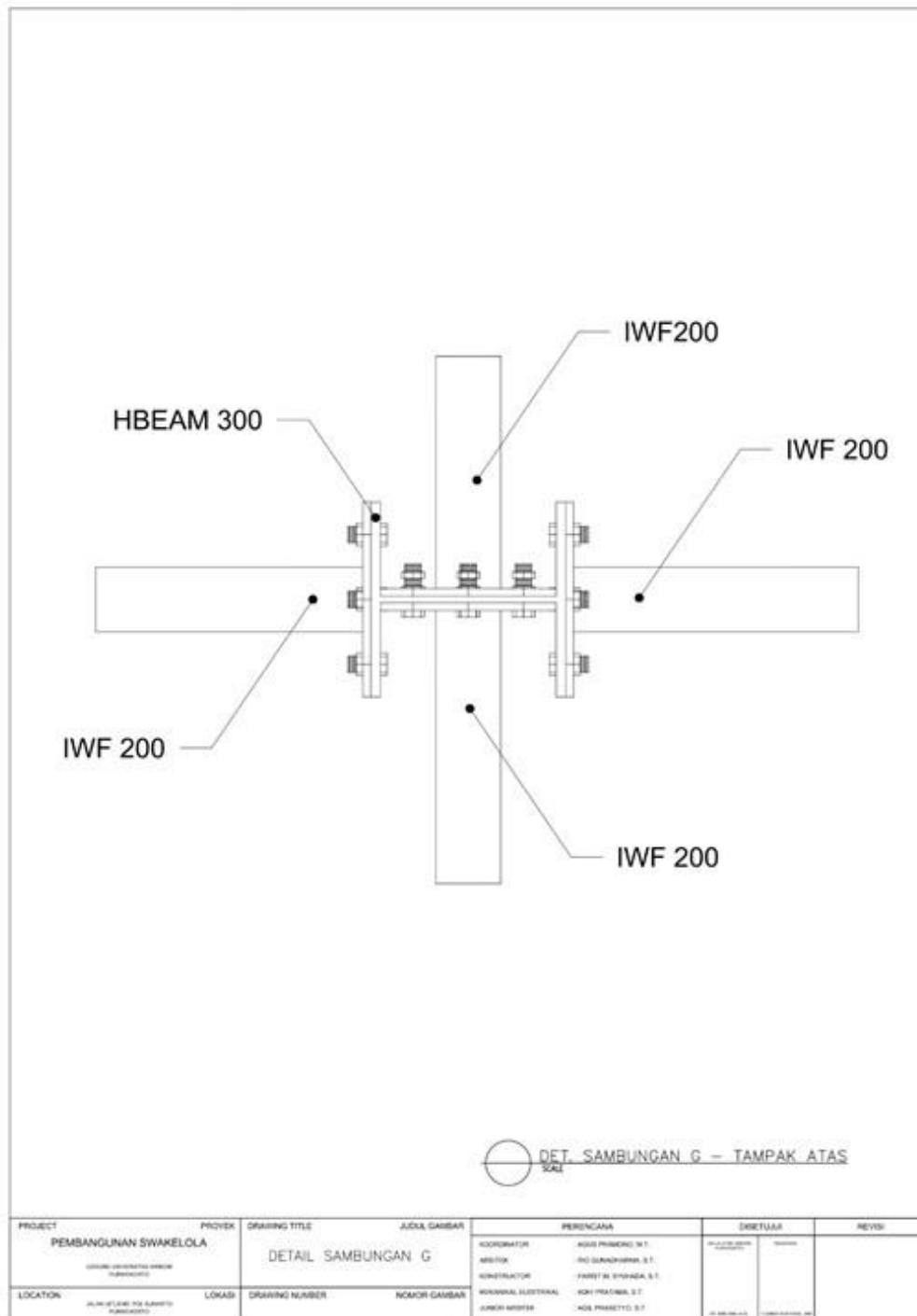




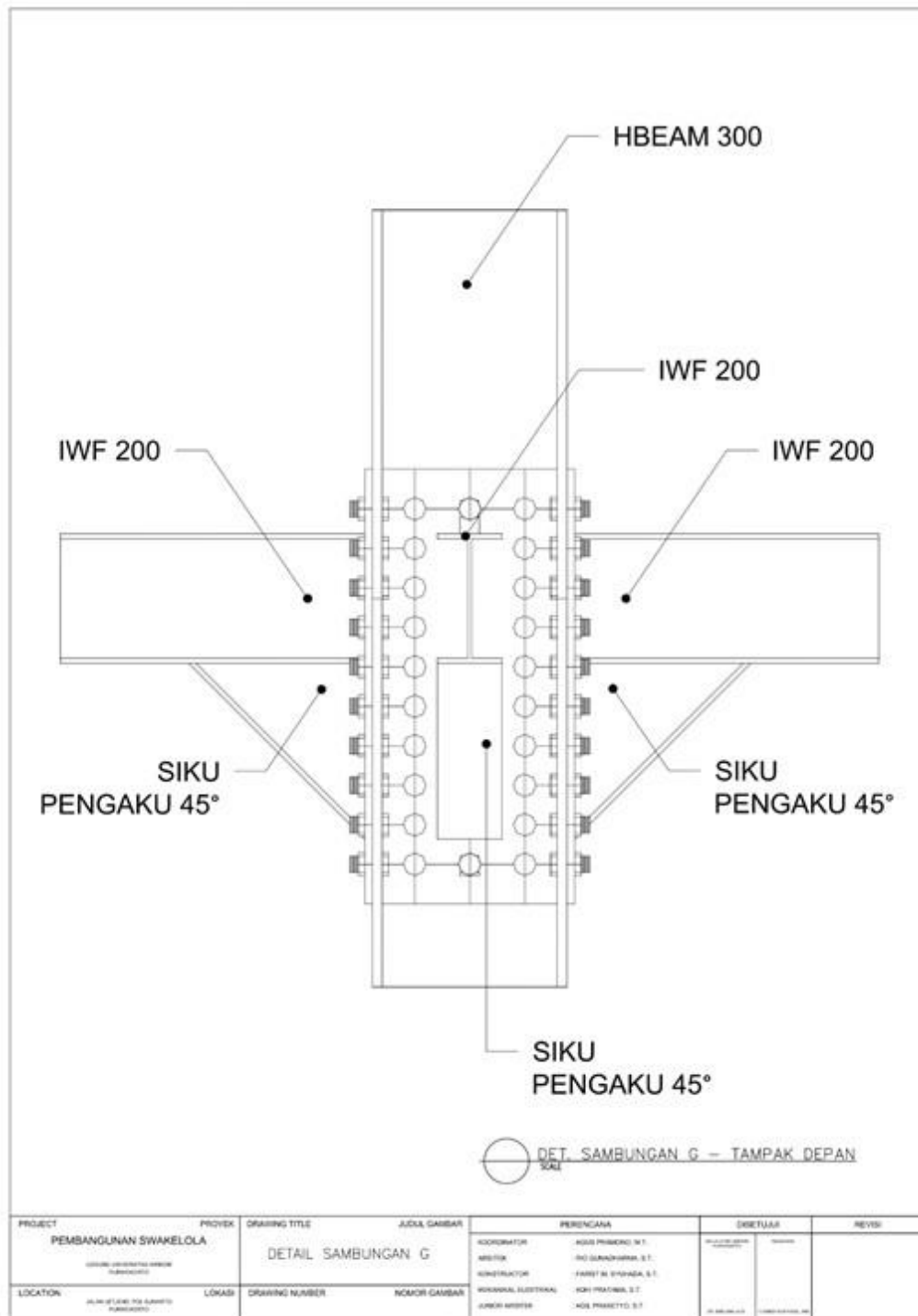


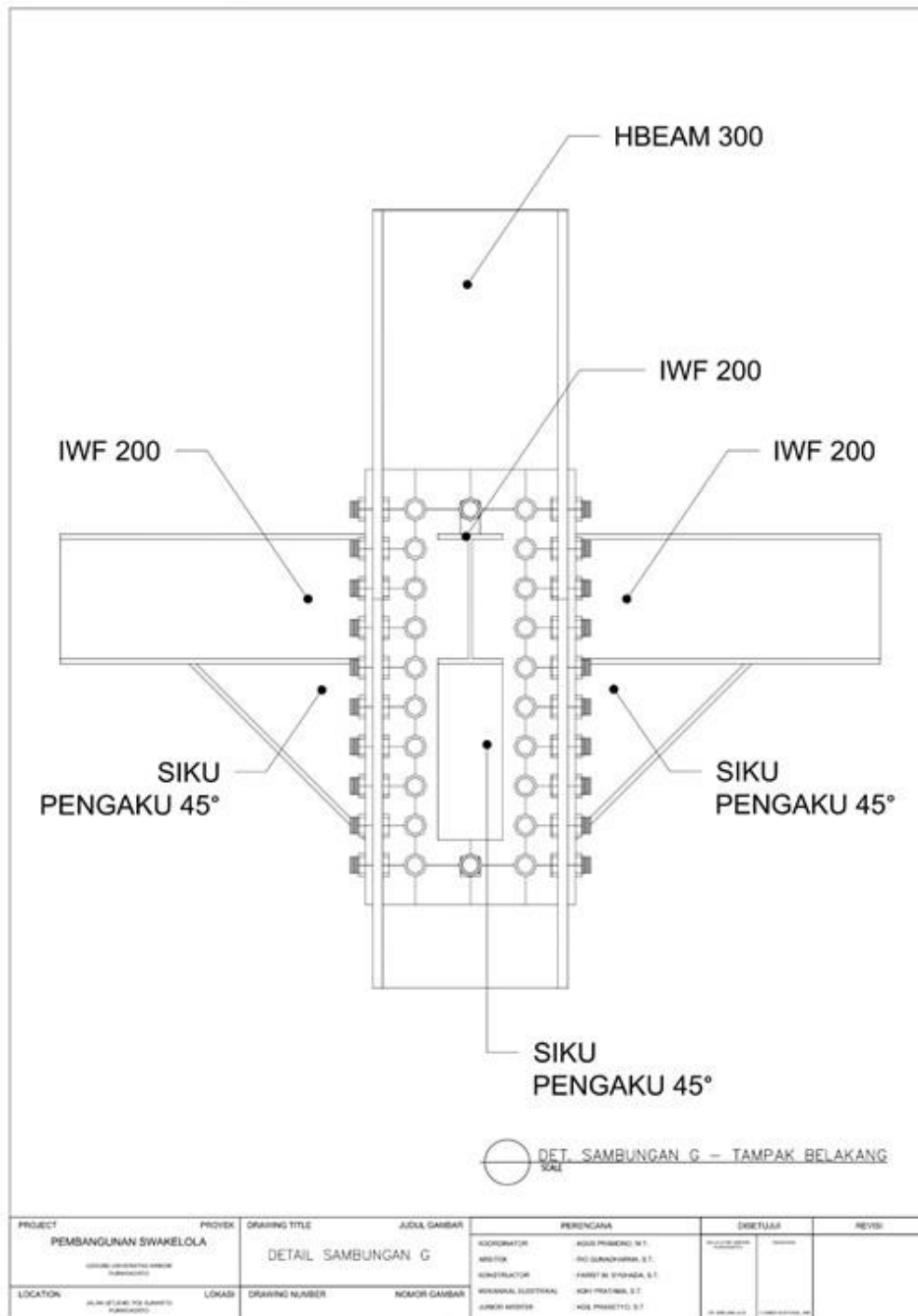


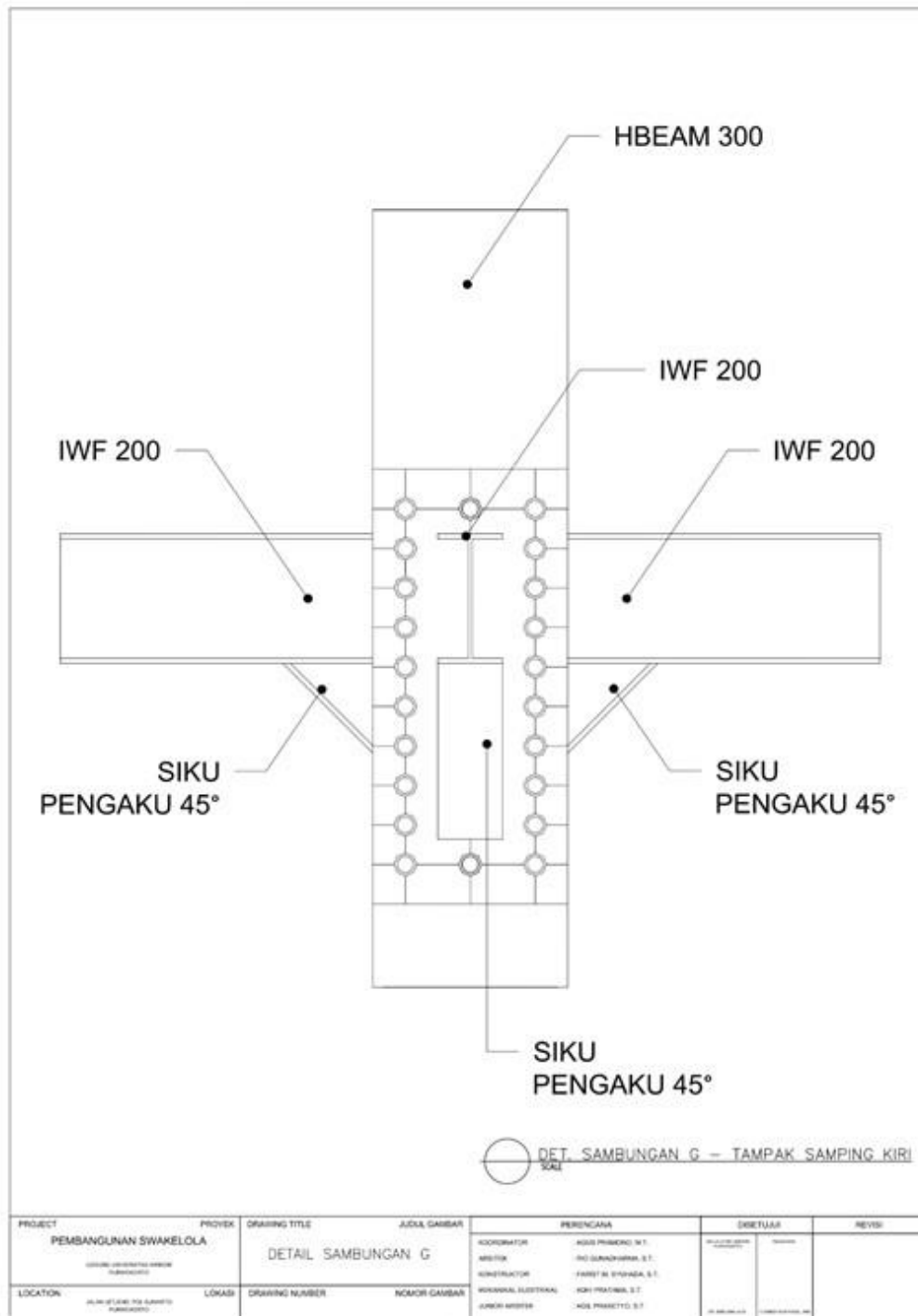
PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISKUSI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL SAMBUNGAN F		KOORDINATOR: AGUS PRASETIYO, S.T. ARSITEK: DR. SURANDHARMA, S.T. KONSTRUKTOR: FAREST AL SYAFI'AH, S.T. MOKHAMMAD ALIUSTIKAL, S.T. JUNIOR ARSITEK: AGUS PRASETIYO, S.T.		
LOCATION	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR			

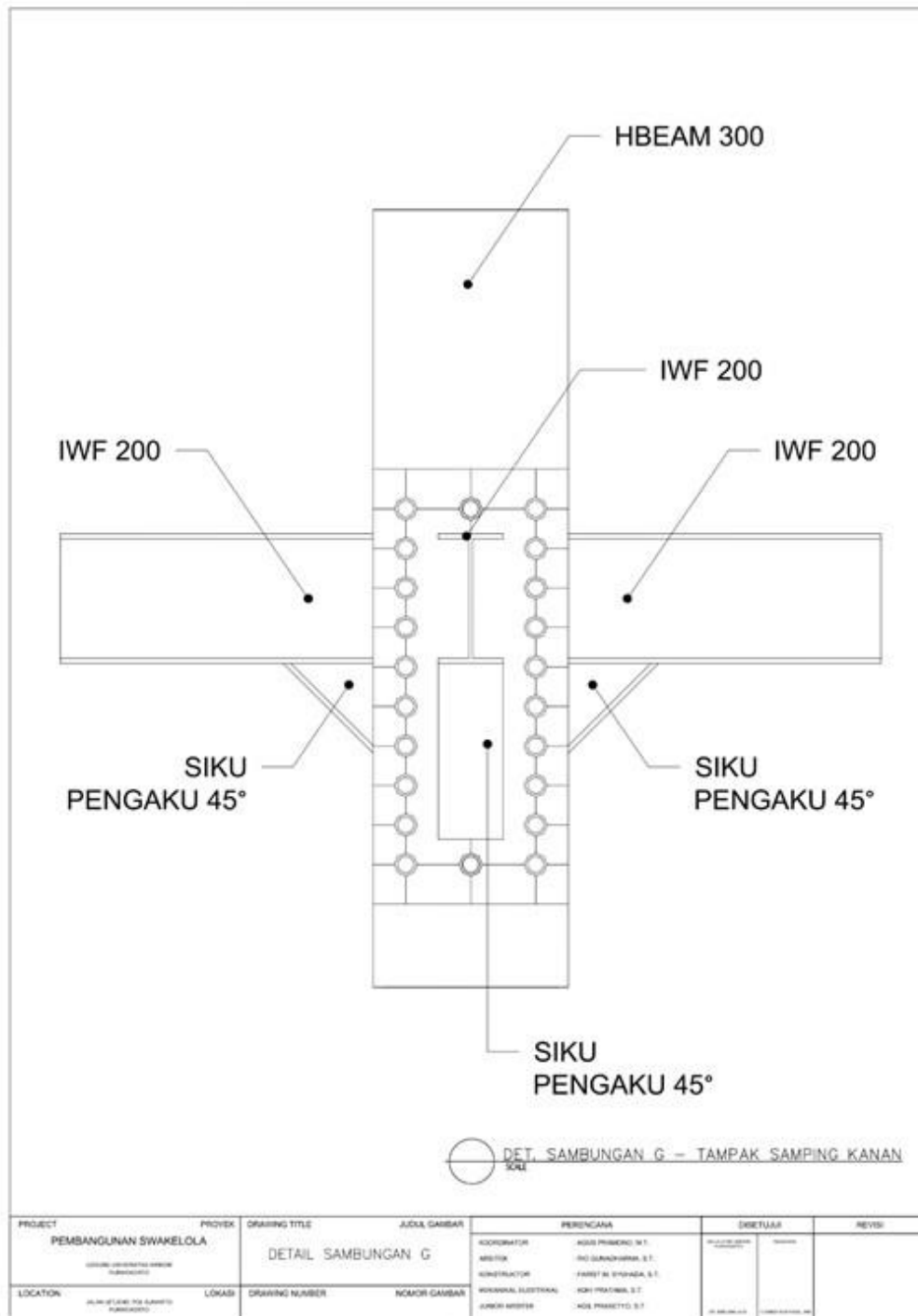


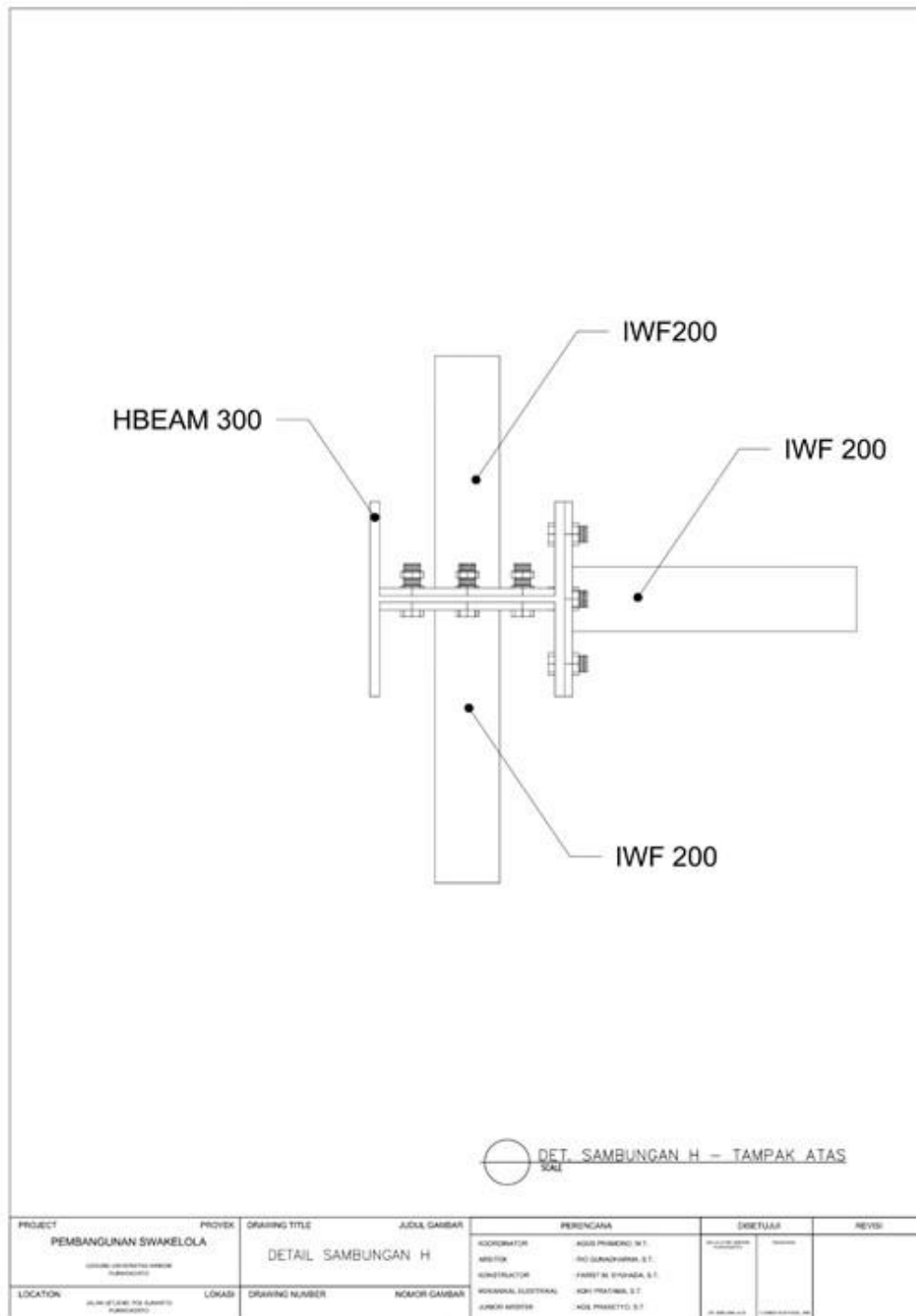
PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DIREKTUR	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL SAMBUNGAN G		KOORDINATOR: AGUS PRASETIYO, S.T. ARSITEK: AGUS PRASETIYO, S.T. KONSTRUKTOR: FAREZ AL SYAHIDA, S.T. MOKSALAH, ILLUSTRIAN: IQRI PRATIWI, S.T. JUNJUR ARSITEK: AGUS PRASETIYO, S.T.		
LOCATION: ALUM LUM PAJARAN	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR			



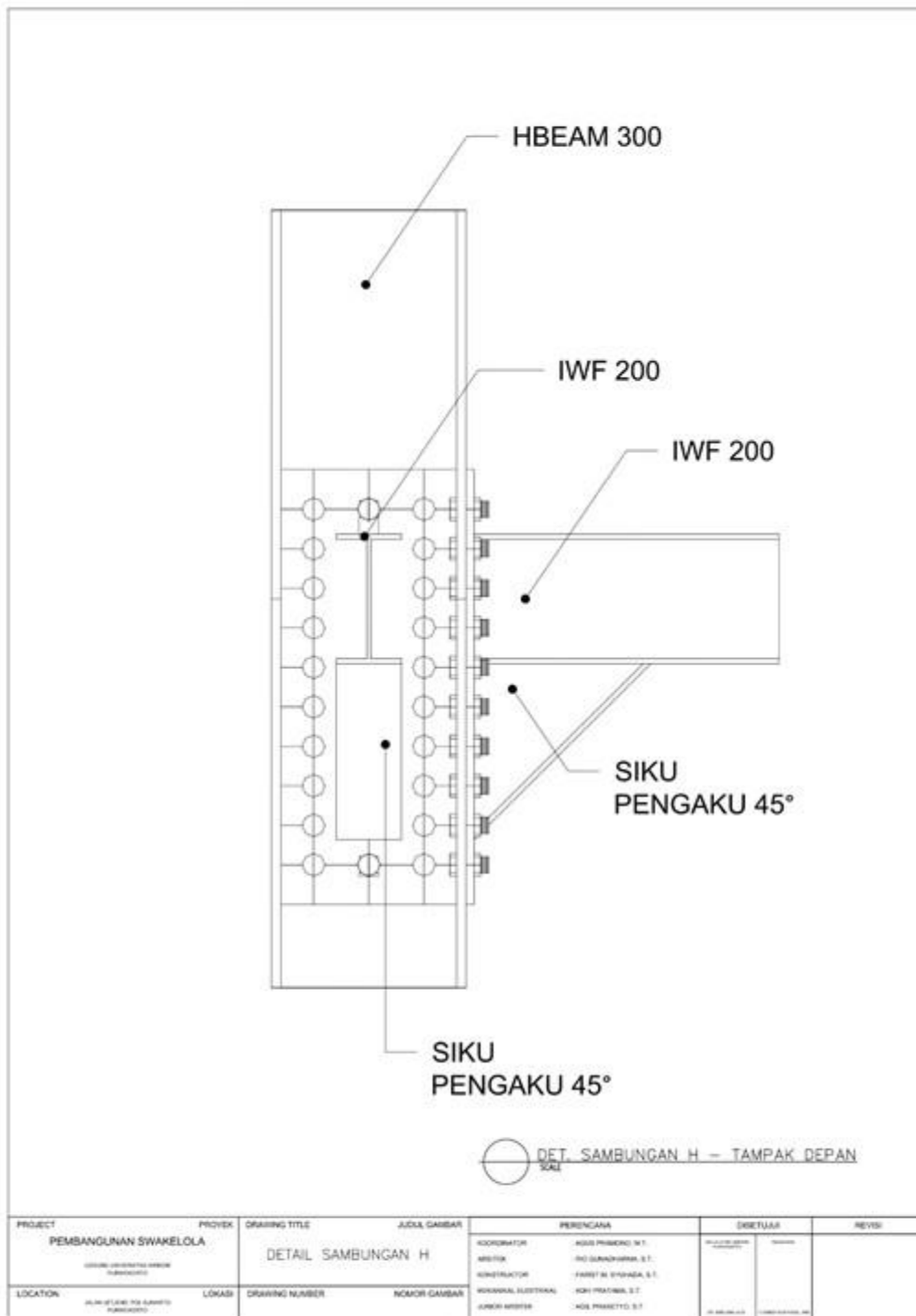


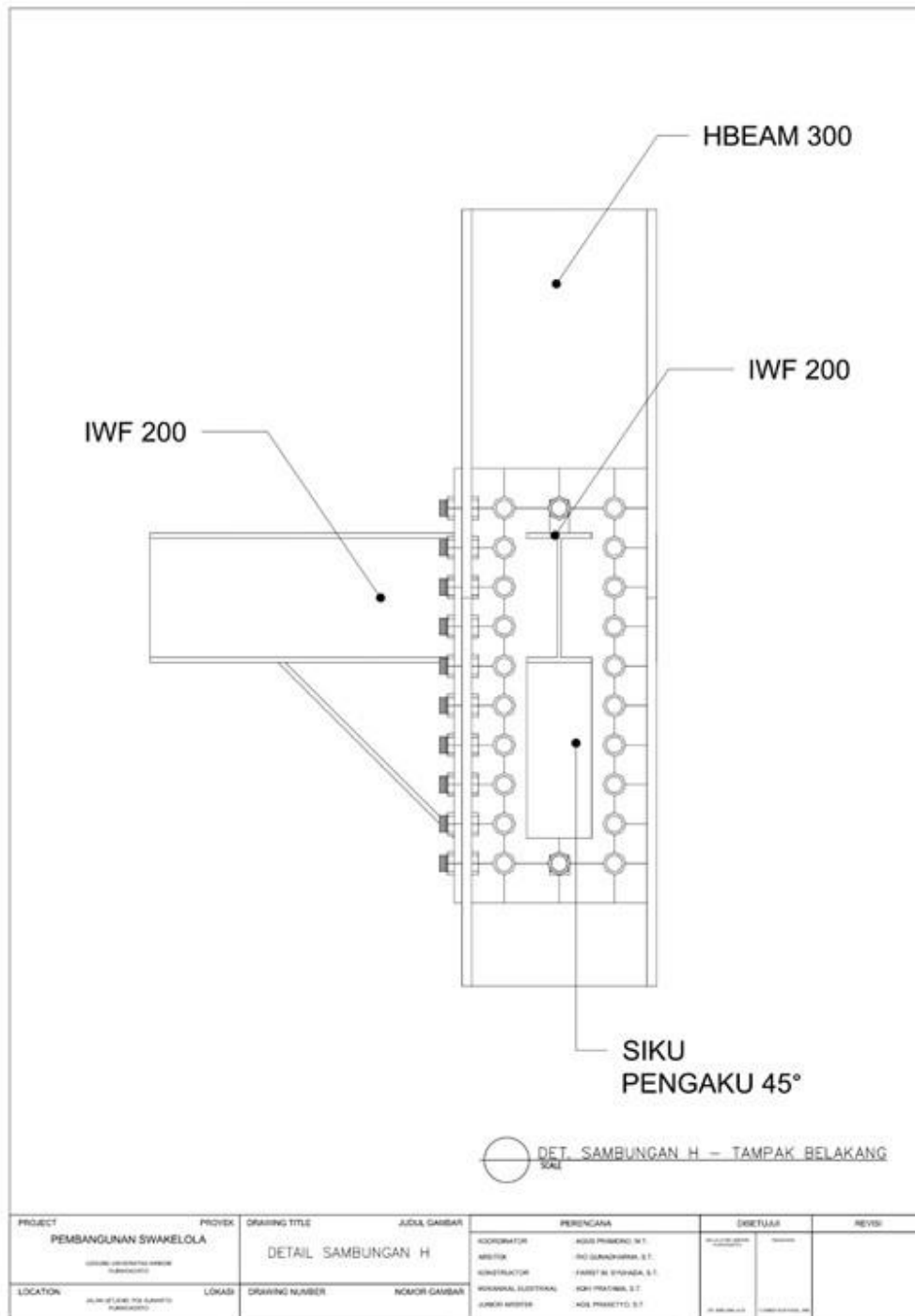


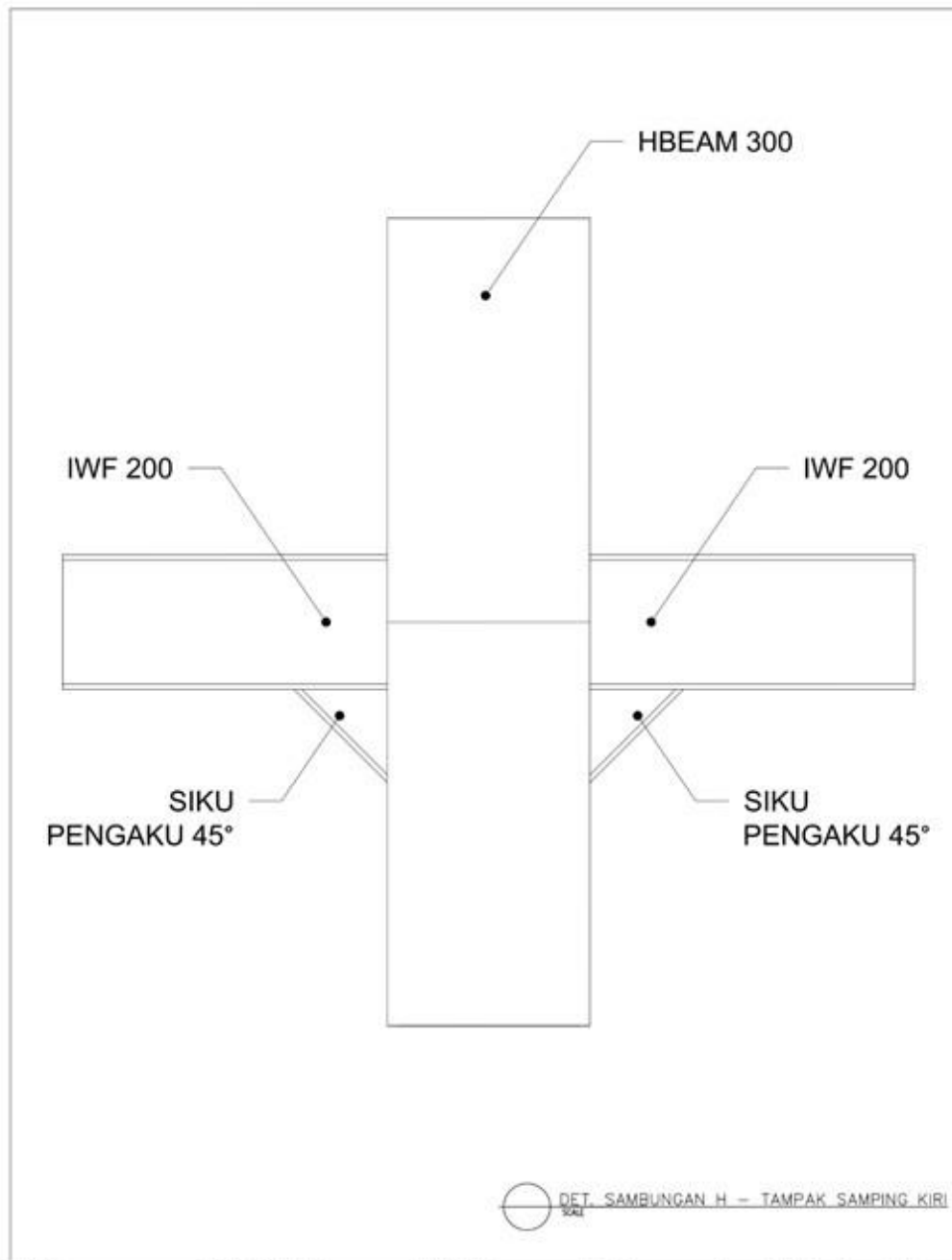




PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DISKUSI	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA		DETAIL SAMBUNGAN H		KOORDINATOR: AGUS PRASETIYO, S.T. ARSITEK: AGUS PRASETIYO, S.T. KONSTRUKTOR: FAREZ AL SYAFIQA, S.T. Mekanikal, Elektrikal: AGUS PRASETIYO, S.T. JARINGAN: AGUS PRASETIYO, S.T.		
LOCATION: ALUMNI LERAK PIA SURABAYA	LOKASI: PANGRANJARAN	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR			

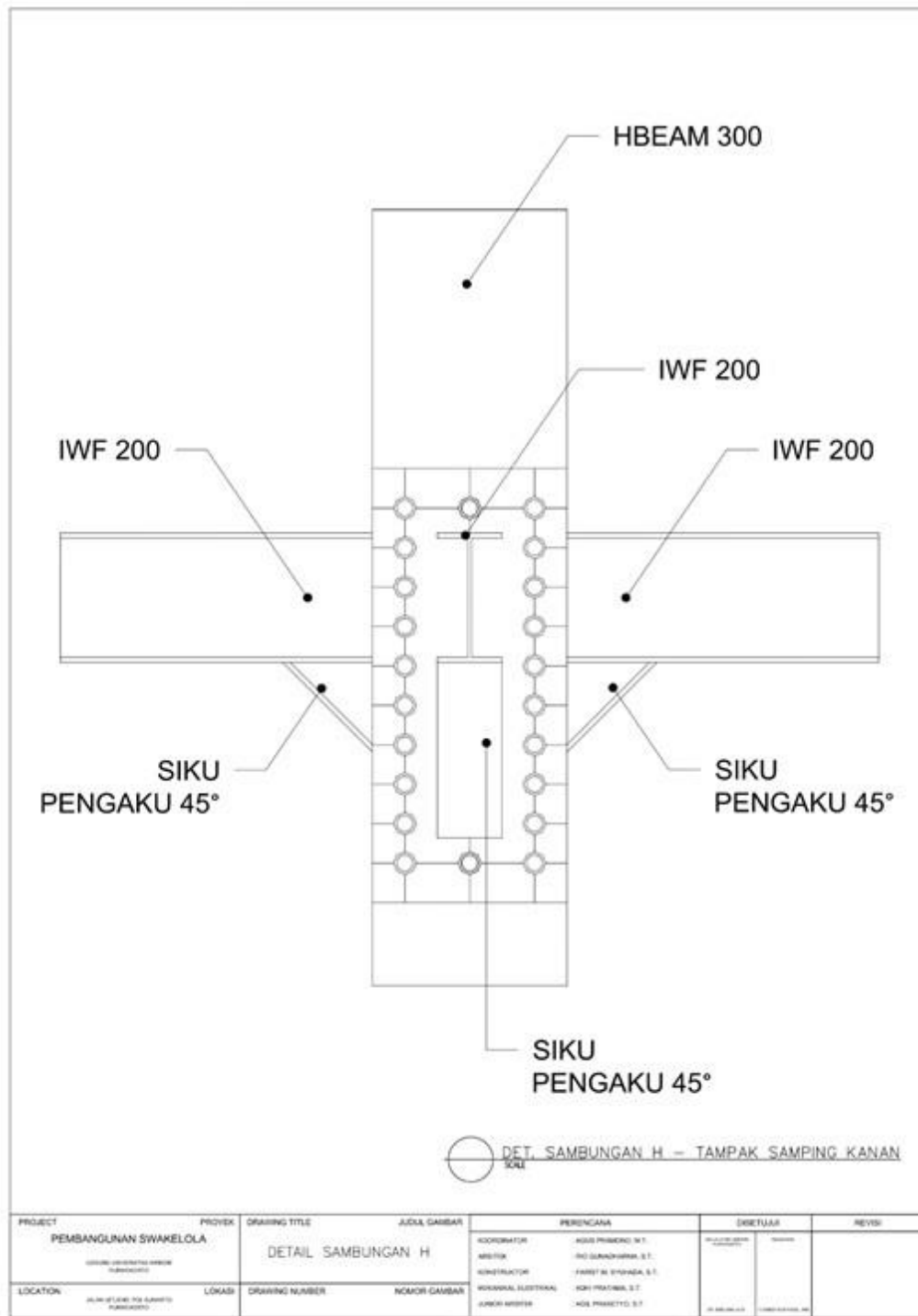


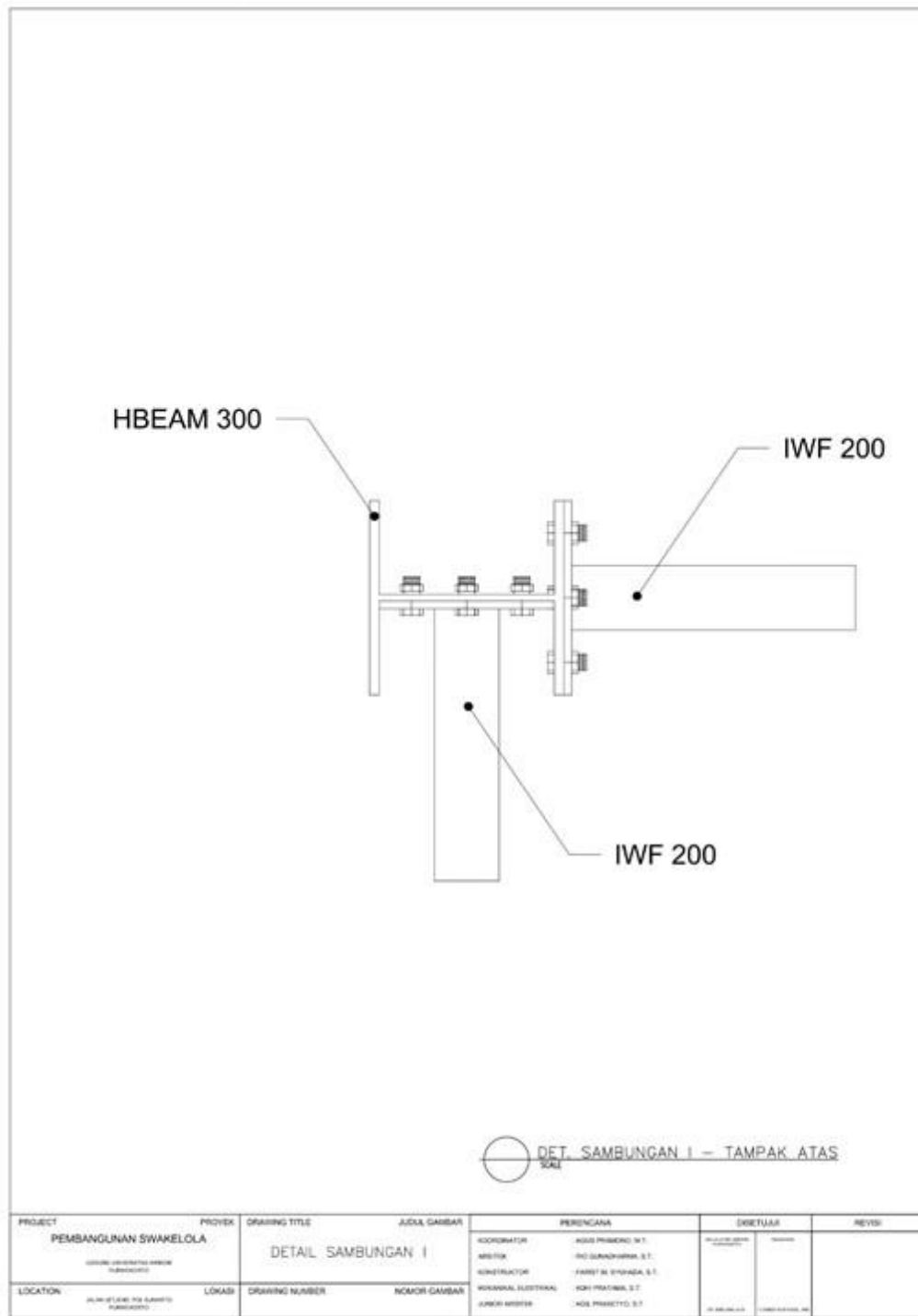


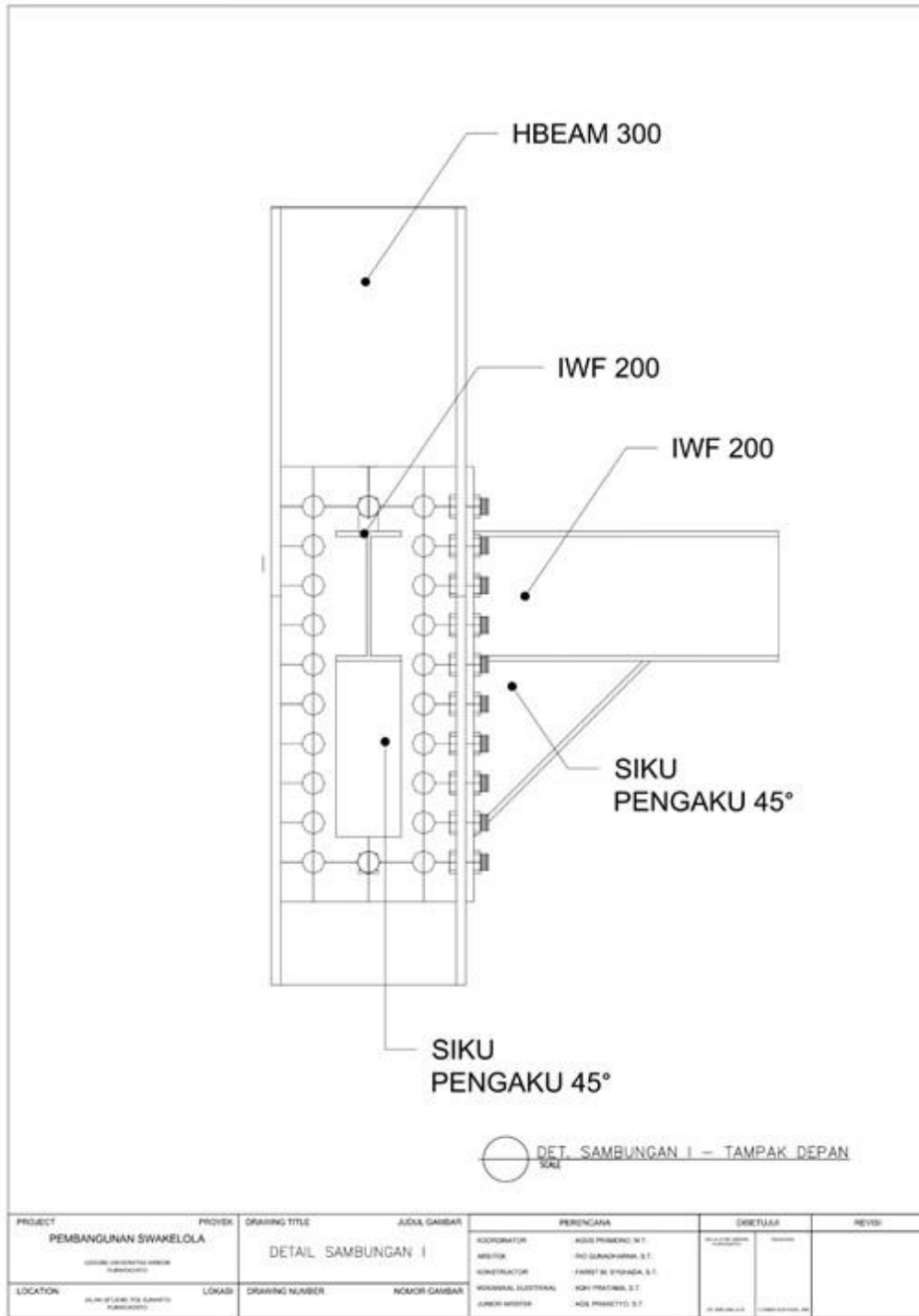


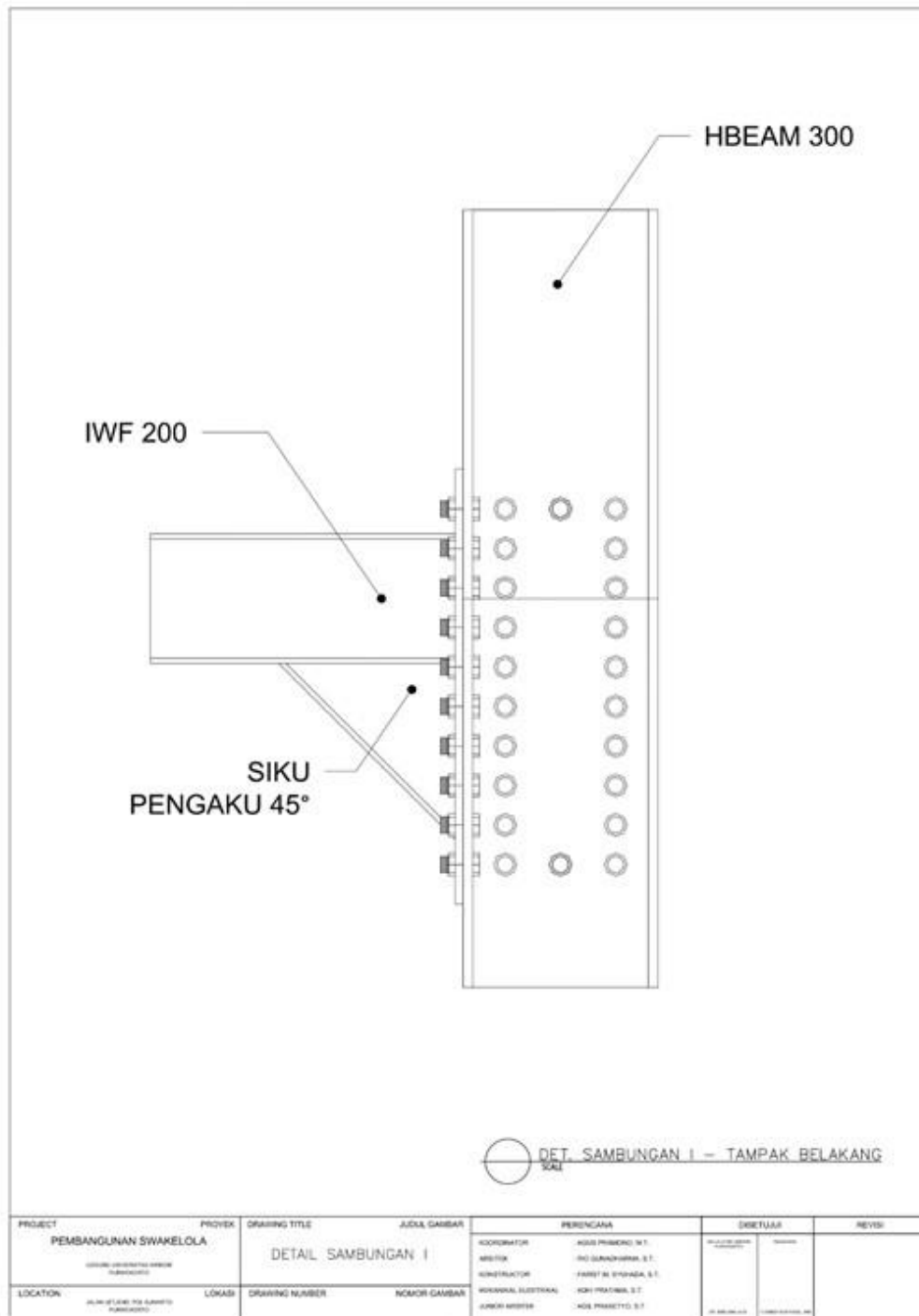
DET. SAMBUNGAN H – TAMPAK SAMPING KIRI

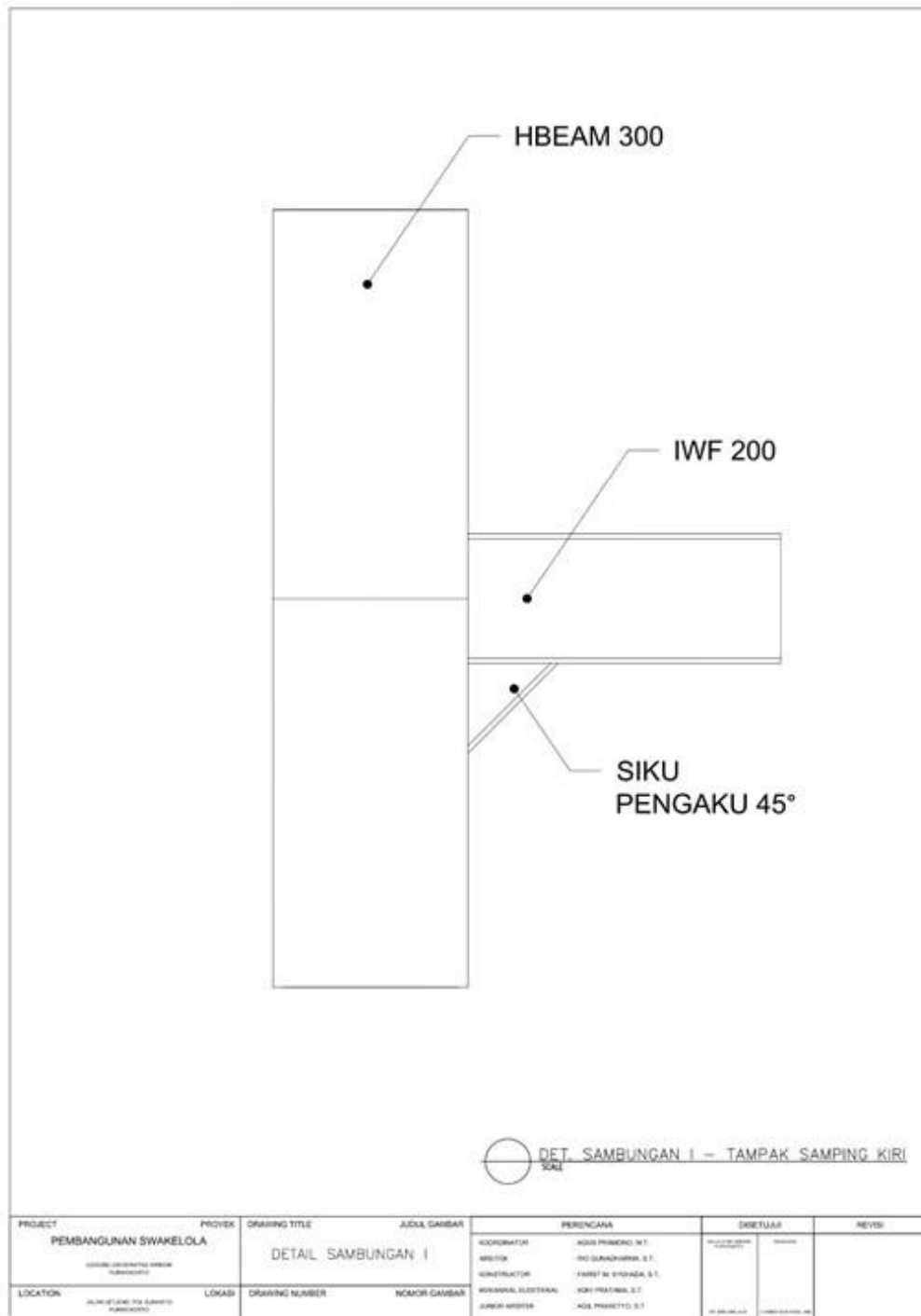
PROJECT PEMBANGUNAN SWAKELOLA	PROYEK PEMBANGUNAN SWAKELOLA	DRAWING TITLE DETAIL SAMBUNGAN H	JUDUL GAMBAR DETAIL SAMBUNGAN H	PERENCANA KORDINATOR: AGUS PRASENO, S.T. SPEKTRIS: AGUS PRASENO, S.T. KONSULTANT: FIKRI AL FATHMA, S.T.	DIBUAT OLEH DITAMBAH OLEH	REVISI
LOCATION JALAN TOL PER KAWASAN PERKOTA	LOKASI JALAN TOL PER KAWASAN PERKOTA	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	KONTRAK ELEKTRIK: KEM PRACANA, S.T. JURUSAN ARSITEK: KEM PRASAKTI, S.T.	DI BUKU GAMBAR DI BUKU GAMBAR	

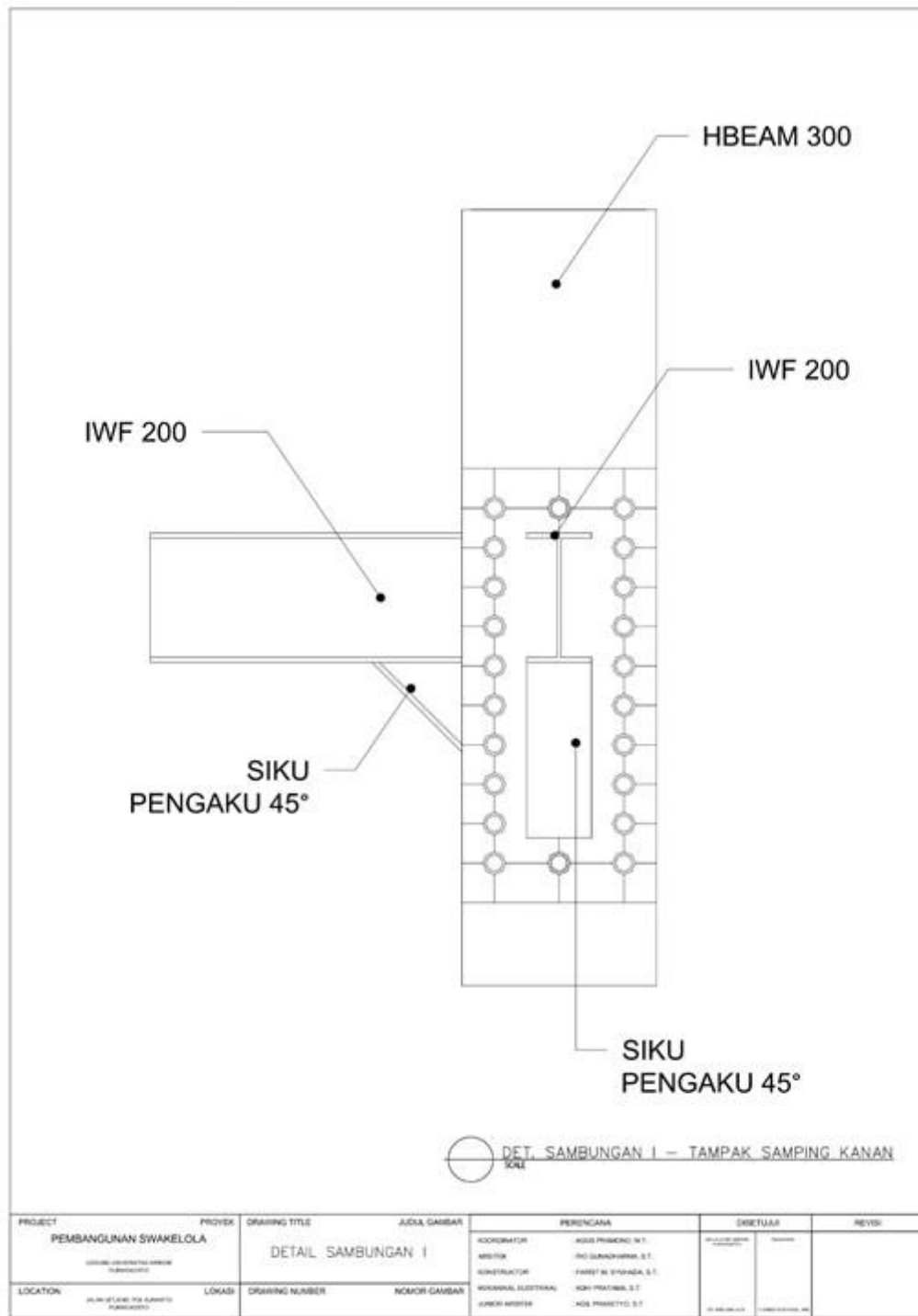


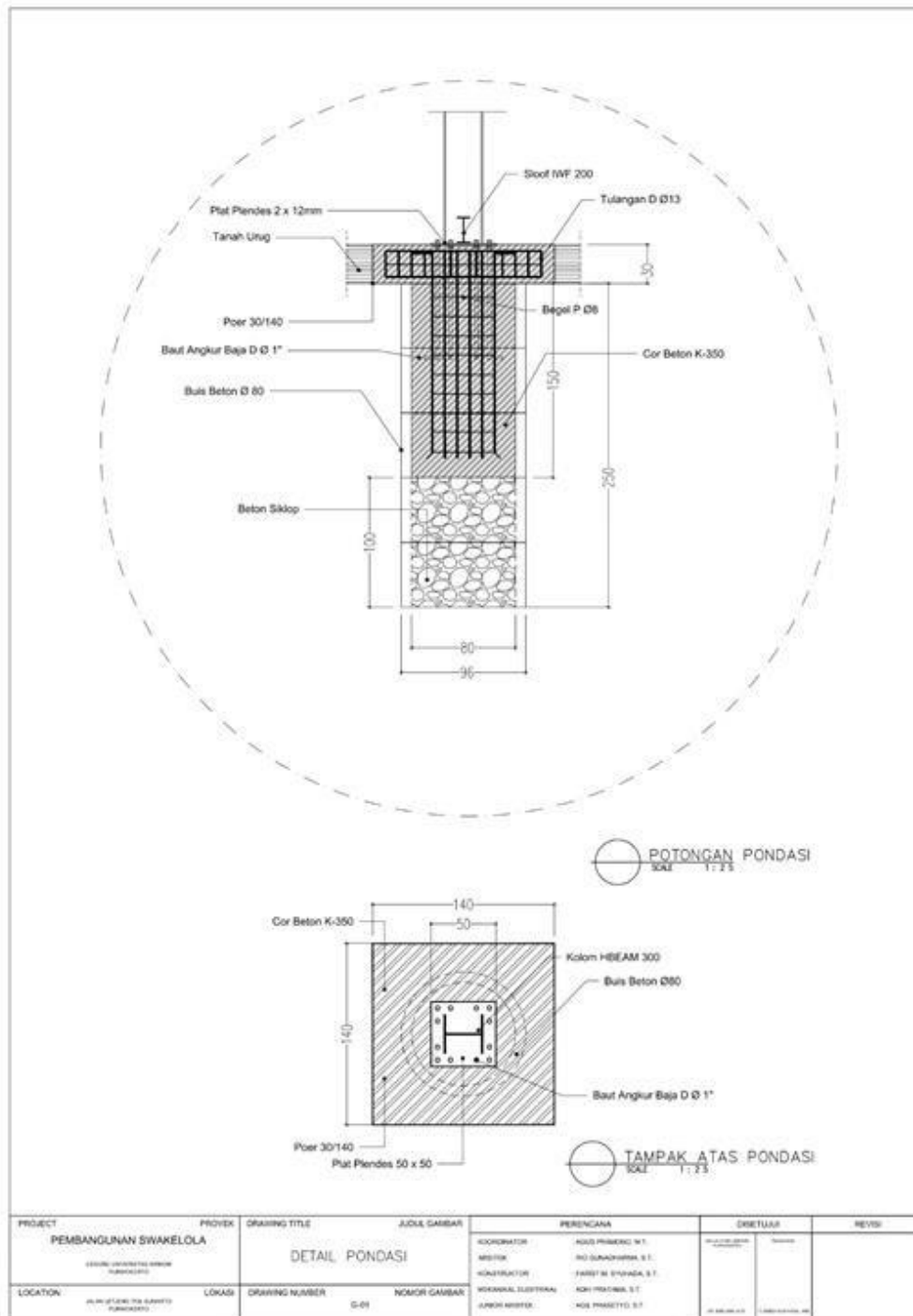












PROJECT	PROYEK	DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR	PERENCANA	DIREKTUR	REVISI
PEMBANGUNAN SWAKELOLA LEMBAGA PENGENDALIAN SWASTA PUNJARAN		DETAIL PONDASI		KOORDINATOR	ALDO PRASENO W.T.	
				REVISOR	INDO SUKANDHARNO S.T.	
LOKASI	LOKASI	DRAWING NUMBER	NOMOR GAMBAR	KONSTRUKTOR	FAHRI W. SUPANDA S.T.	
				KONSULTAN/LESTARIAN	ADI PRATIWI S.T.	
				JURUH METER	AGUS PRASETYO S.T.	