

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN
STEEL DECK DAN BAJA TULANGAN KONVENSIONAL PADA
PEKERJAAN PELAT LANTAI PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG
KANTOR BPD YOGYAKARTA**



Disusun oleh:

FAQIH USMAN 00 511 326

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2008

AKHIR
LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS
ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN
STEEL DECK DAN BAJA TULANGAN KONVENSIONAL PADA
PEKERJAAN PELAT LANTAI PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG
KANTOR BPD YOGYAKARTA



Telah diperiksa dan disetujui oleh,

Ir. H. Faisol AM, MS
Dosen Pembimbing

Tgl. 08-mei-2008

“Allah satu-satunya tempat bergantung”

(QS Al – Ikhlas : 2)

“Tak ada yang lebih setia menepati janji daripada Allah.”

(QS At Taubah : 111)

“ Sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidup dan matiku hanyalah untuk Allah, penguasa semesta alam tiada sekutu bagi-Nya, dan demikian itulah yang diperintahkan kepadaku dan aku adalah orang yang pertama-tama menyerahkan diri kepada Allah.”

(QS Al An’am : 162-163)

“Sesungguhnya Allah tiada mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(QS Ar-Ra’du : 11)

“Hendaklah ada diantaramu kelompok yang selalu mengajak kepada kebajikan, memerintahkan kepada yang makruf dan mencegah dari kemungkaran, Mereka itulah orang – orang yang bakal mencapai kebahagiaan.”

(QS Ali Imran : 104)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dedicate to ;

My UnConditional Love

Ayah & Ibu Ku

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Alkhamdulillahirobbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala taufiq, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penyusun berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir dengan judul ” **Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Penggunaan Steel Deck Dan Baja Tulangan Konvensional Pada Pekerjaan Pelat Lantai Pembangunan Gedung Kantor BPD Yogyakarta**” merupakan penelitian dengan menggunakan data proyek yang telah dilaksanakan di Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat menempuh jenjang strata satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Terselesainya Tugas Akhir ini, penyusun banyak memperoleh saran, nasehat, gagasan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini perkenankanlah penyusun menghaturkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Ir.H. Faisol AM, MS., selaku Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir yang telah banyak memberikan masukan, kritikan, bimbingan dan solusi,
2. Zaenal Arifin ST, MT., selaku Dosen Tamu Penguji I
3. Ir. Hj. Tuti Sumarningsih ST, MT. , selaku Dosen Tamu Penguji II
4. Ir.H. Tadjuddin BM Aris, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir sebelumnya yang telah banyak memberikan masukan, bimbingan dan arahan.
5. Orangtua, kakak, adik, dan seluruh anggota keluarga yang dengan tulus ikhlas mendoakan dan memberikan semangat, dorongan moral maupun materi selama menempuh pendidikan hingga terselesainya Tugas Akhir ini.

6. Adienku tersayang yang dengan tulus ikhlas selalu mendoakan dan memberikan semangat.
7. Feri Irawan ST, dan Jauhari atas segala dukungan dan bantuanya.
8. Ir. Moch. Arif Toto dan Mas Fajar selaku Konsultan Manajemen Konstruksi yang telah banyak membantu dalam pengamatan dan penelitian dilapangan.
9. Semua pihak yang telah banyak membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan segala keikhlasan moral maupun materi dan tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu, penyusun mendoakan semoga amal kebbaikannya mendapat balasan yang sepadan.

Penyusun menyadari bahwa penelitian yang sekaligus Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan yang dikarenakan keterbatasan penyusun baik secara keilmuan maupun secara pengalaman penelitian. Oleh karena itu penyusun mengaharapkan segala kritik, saran, masukan, ataupun komentar yang membangun sehingga hasil penelitian ini menjadi lebih baik lagi.

Pada akhirnya laporan penelitian yang sekaligus Tugas Akhir ini diharapkan bermanfaat dalam memberikan informasi keilmuan maupun pengetahuan kepada penyusun dan kepada semua pihak. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan bagi semua pihak yang dengan ikhlas membantu, membimbing dan mengarahkan hingga selesainya penelitian dan Tugas Akhir ini dengan imbalan pahala yang setimpal, *amiina ya robbal'alamiin*.

Wabillahittaufiq wal hidayah, Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Pebruari 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR PUSTAKA	xvi
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.1.1 Kharisma Dewi dan Aisyiyah Parruliniawati, 2005.....	5
2.1.2 Agung Wahyu Sadono dan Edy Endro Purwono, 2003	6
2.1.3 Erik Ismunandar dan Edi Sapto Nugroho, 2004	6
2.2 Keaslian Penelitian	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	8
3.1 Pelat	8
3.1.1 Definisi Pelat.....	8
3.1.2 Jenis-jenis Pelat.....	8

3.1.3 Perencanaan Pelat.....	13
3.2 Rencana Anggaran Biaya.....	24
3.2.1 Definisi RAB.....	24
3.2.2 Macam Rencana Anggaran Biaya.....	25
3.2.3 Tujuan Penyusunan RAB.....	25
3.2.4 Data-data Yang Diperlukan Dalam Pembuatan RAB.....	26
3.2.5 Komponen Biaya Rencana Anggaran.....	28
3.2.6 Langkah dan Proses Membuat RAB.....	33
3.3 Time Schedule.....	35
3.3.1 Tinjauan Umum.....	35
3.3.2 Data Yang Diperlukan Dalam Pembuatan Time Schedule.....	36
3.3.3 Langkah dan Cara Membuat Time Schedule.....	37
3.3.4 Diagram Balok/Batang.....	38
3.3.5 Diagram Keseimbangan Garis.....	39
3.3.6 Kurva-S.....	40
3.3.7 Diagram Jaringan Kerja.....	42
BAB IV METODA PENELITIAN.....	45
4.1 Subjek dan Objek Penelitian.....	45
4.2 Variabel Data.....	45
4.3 Pengumpulan Data.....	46
4.4 Metode Analisis.....	46
4.4.1 Analisis Anggaran Biaya.....	46
4.4.2 Analisis Waktu Pelaksanaan.....	47
4.5 Bagan Alur Penelitian.....	48
BAB V ANALISIS DATA.....	51
5.1 Data Proyek.....	51
5.1.1 Data Umum.....	51
5.1.2 Gambar Rencana.....	51

5.2 Pekerjaan Pelat Dengan Menggunakan Steel Deck	54
5.2.1 Biaya Pelaksanaan.....	54
5.2.2 Waktu Pelaksanaan	56
5.3 Analisis Pelat Dengan Menggunakan Tulangan Konvensional	57
5.3.1 Gambar Rencana	57
5.3.2 Perencanaan Pelat.....	60
5.3.3 Anggaran Biaya.....	67
5.3.4 Rencana Waktu	75
5.4 Perbandingan Steel Deck dan Baja Tulangan Konvensional Pada Pekerjaan Pelat Lantai	77
5.4.1 Perbandingan Biaya	81
5.4.2 Perbandingan Waktu	97
BAB VI PEMBAHASAN.....	99
6.1 Perbandingan Biaya	99
6.1.1 Perbandingan Biaya Bahan	99
6.1.2 Perbandingan Biaya Upah.....	104
6.1.3 Perbandingan Biaya Alat.....	107
6.1.4 Perbandingan Biaya Pekerjaan.....	111
6.2 Perbandingan Waktu	114
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	116
7.1 Kesimpulan	116
7.2 Saran – saran	117

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Koefisien Momen PBB 1971	17
3.2	Spesifikasi Material Smartdek	21
3.3	Propertis Smartdek	22
3.4	Panjang Bentang Bebas Dukungan	23
Tabel 5.1	Cutting List Smartdek	52
5.2	Perhitungan Tulangan Pelat Lantai Tipe-1	63
5.3	Tulangan Pelat Lantai Baja Tulangan Konvensional	64
5.4	Rekapitulasi Tulangan Pelat Lantai	66
5.5	Rekapitulasi Tulangan Pelat Kantilever	66
5.6	Daftar Harga Bahan	67
5.7	Daftar Harga Upah	67
5.8	Volume Tulangan Pelat Lantai	69
5.9	Volume Tulangan Pelat Kantilever	70
5.10	Volume Bekisting Pelat Lantai	72
5.11	Volume Bekisting Pelat Kantilever	72
5.12	Volume Beton Pelat Lantai	73
5.13	Volume Beton Pelat Kantilever	73
5.14	Rekapitulasi Anggaran Biaya	75
5.15	Durasi Pekerjaan Pelat Lantai	77
5.16	Perbedaan Berat Bahan Pembesian	78
5.17	Kebutuhan bahan Pelat Lantai-3 Gedung BPD	79
5.18	Perbandingan Kebutuhan Bahan Pelat Lantai-3 Gedung BPD Steel Deck dan Baja Tulangan Konvensional	80
5.19	Perbandingan Biaya Bahan Pelat Lantai-3 Steel Deck dan Baja Tulangan Konvensional	84
5.20	Perbandingan Biaya Upah Pelat Lantai-3 Steel Deck dan Baja Tulangan Konvensional	88
5.21	Perbandingan Biaya Alat Pelat Lantai-3 Steel Deck dan Baja Tulangan Konvensioanl	91

5.22	Perbandingan Biaya Pekerjaan Pelat Lantai-3 Steel Deck dan Baja Tulangan Konvensional.....	95
-------------	---	----

Tabel 6.1	Perbandingan Kebutuhan bahan Pembesian Per-m ² Pelat Lantai	100
6.2	Perbandingan Biaya Bahan Pembesian Per-m ² Pelat Lantai.....	100
6.3	Perbandingan Bahan Stootwerk dan Bekisting Per-m ² Pelat Lantai	101
6.4	Perbandingan Biaya Bahan Stootwerk dan Bekisting Per-m ² Pelat Lantai	101
6.5	Perbandingan Kebutuhan Bahan dan Harga Bahan Beton Cor Ready Mix K-375 Untuk Pelat Lantai	102
6.6	Perbandingan Biaya Bahan Beton Ready Mix Per-m ² Pelat Lantai.....	102
6.7	Perbandingan Biaya Bahan Per-m ² Pelat Lantai.....	102
6.8	Perbandingan Total Biaya Bahan Per-m ² Pelat Lantai	103
6.9	Selisih Biaya Bahan Per-m ² Pelat Lantai	103
6.10	Perbandingan Biaya Upah Pembesian Per-m ² Pelat Lantai	105
6.11	Perbandingan Biaya Upah Stootwerk dan Bekisting Per-m ² Pelat Lantai.....	105
6.12	Perbandingan Biaya Upah Pengecoran Ready Mix Per-m ² Pelat Lantai	105
6.13	Perbandingan Biaya Upah Untuk Sub-Item Pekerjaan Per-m ² Pelat Lantai	105
6.14	Perbandingan Total Biaya Upah Per-m ² Pelat Lantai	106
6.15	Selisih Biaya Upah Per-m ² Pelat Lantai.....	106
6.16	Perbandingan Biaya Alat Pembesian Per-m ² Pelat Lantai.....	108
6.17	Perbandingan Biaya Alat Pengecoran Per-m ² Pelat Lantai.....	108
6.18	Perbandingan Biaya Alat Untuk Sub-Item Pekerjaan Per-m ² Pelat Lantai	109
6.19	Perbandingan Total Biaya Alat Per-m ² Pelat Lantai.....	109
6.20	Selisih Biaya Alat Per-m ² Pelat Lantai	110
6.21	Perbandingan Biaya Bahan, Biaya Upah, dan Biaya Alat Pekerjaan Pembesian Per-m ² Pelat Lantai	111

6.22	Perbandingan Biaya Total Pekerjaan Pembesian Per-m ² Pelat Lantai	111
6.23	Perbandingan Biaya Bahan, Biaya Upah, dan Biaya Alat Pekerjaan Stootwerk dan Bekisting Per-m ² Pelat Lantai	111
6.24	Perbandingan Biaya Total Pekerjaan Stootwerk dan Bekisting Per-m ² pelat lantai	112
6.25	Perbandingan Biaya Bahan, Biaya Upah, dan Biaya Alat Pekerjaan Pengecoran Per-m ² Pelat Lantai	112
6.26	Perbandingan Biaya Total Pekerjaan Pengecoran Per-m ² Pelat Lantai	112
6.27	Perbandingan Total Pekerjaan Per-m ² Pelat Lantai	112
6.28	Selisih Biaya Pekerjaan Per-m ² Pelat Lantai	113
6.29	Selisih Total Waktu Penyelesaian Pelat Lantai-3	115
6.30	Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Pelat Lantai antara Baja Tulangan Konvensional dan Steel Deck	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Tinjauan Beban Pelat Satu Arah	13
Gambar 3.2	Penulangan Pelat Satu Arah	14
Gambar 3.3	Tulangan Pelat Satu Arah.....	15
Gambar 3.4	Berbagai Keadaan Tumpuan Pelat Dua Arah	17
Gambar 3.5	Tulangan Pelat Dua Arah	18
Gambar 3.6	Distribusi Beban Pelat ke Balok	18
Gambar 3.7	Potongan Memanjang Pelat	21
Gambar 3.8	Profile dan Dimensi Smartdek	21
Gambar 3.9	Ilustrasi Penggunaan Perancah dan Bekisting.....	22
Gambar 3.10	Instalasi Panel Smartdek Pada Konstruksi Beton	23
Gambar 3.11	Langkah Pembuatan Rencana Anggaran Biaya.....	34
Gambar 3.12	Skema Perhitungan RAB dengan Analisa BOW	35
Gambar 3.13	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Borongan.....	35
Gambar 3.14	Contoh Bagan Balok.....	39
Gambar 3.15	Diagram Keseimbangan Garis.....	40
Gambar 3.16	Contoh Kurva-S	41
Gambar 5.1	Perencanaan Tulangan Pelat Lantai Steel Deck.....	52
Gambar 5.2	Perencanaan Tulangan Pelat Lantai Konvensional	64
Gambar 5.3	Profile dan Dimensi Smartdek	78
Gambar 6.1	Diagram Perbandingan Biaya Bahan Per- m^2 Pelat Lantai.....	103
Gambar 6.2	Diagram Perbandingan Biaya Upah Per- m^2 Pelat Lantai	106
Gambar 6.3	Diagram Perbandingan Biaya Alat Per- m^2 Pelat Lantai.....	109
Gambar 6.4	Diagram Perbandingan Biaya Pekerjaan Per- m^2 Pelat Lantai.....	113
Gambar 6.5	Diagram Perbandingan Waktu Penyelesaian Pelat Lantai-3 Proyek Pembangunan Gedung Kantor BPD Yogyakarta.....	114

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I** Kartu Peserta Tugas Akhir
- Lampiran II** Gambar Rencana Pelat Lantai-3 Proyek Pembangunan Gedung Kantor BPD Yogyakarta
- Lampiran IV** Laporan Harian Pekerjaan Pelat Lantai-3 Proyek Pembangunan Gedung Kantor BPD Yogyakarta
- Lampiran V** Gambar Pembagian Blok Pelat Lantai-3 Menggunakan Baja Tulangan Konvensional
- Lampiran VII** Perhitungan Tulangan Pelat Lantai Tipe-2, Tipe-3, Tipe-4 Dan Tipe-5
- Lampiran VIII** Area Pelaksanaan Pekerjaan Pelat Lantai-3 Menggunakan Baja Tulangan Konvensional
- Lampiran IX** Tabel Perbandingan Kebutuhan Bahan Per-Blok Pelat Lantai-3 Proyek Pembangunan Gedung BPD Yogyakarta Antara Steel Deck Dan Baja Tulangan Konvensional
- Lampiran X** Tabel Perbandingan Biaya Per-Blok Pelat Lantai-3 Proyek Pembangunan Gedung BPD Yogyakarta Antara Steel Deck Dan Baja Tulangan Konvensional
1. Biaya Bahan
 2. Biaya Upah
 3. Biaya Alat
 4. Biaya Pekerjaan

ABSTRAK

Dewasa ini telah dikenal salah satu alternatif baja dalam teknologi ketekniksipilan khususnya pada pekerjaan tulangan pelat lantai yaitu Steel Deck yang merupakan inovasi dan pengembangan tulangan pelat lantai konvensional. Bila dibandingkan dengan baja tulangan konvensional pekerjaan Steel Deck lebih praktis dan mudah dalam pengaplikasiannya, namun secara kualitatif dan kuantitatif belum dapat diketahui secara pasti, sehingga penulis mencoba melakukan kajian perbandingan penggunaan Steel Deck dan baja tulangan konvensional dengan parameter komparasi waktu dan biaya terhadap batasan mutu yang sama pada satu kasus proyek.

Pemakaian Steel Deck dalam pekerjaan pembesian pelat lantai menggunakan jenis baja lempengan berupa gelagar profile-W yang mencakup seluruh luasan lempengan. Pemakaian Steel Deck dapat meminimalkan pekerjaan bekisting dan penggunaan bahan beton pada pekerjaan pengecoran daripada pembuatan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional. Dari perbedaan bahan pembuatan pelat lantai antara Steel Deck dan baja tulangan konvensional akan dilakukan perbandingan biaya dan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai.

Dari hasil analisis biaya dan waktu pekerjaan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta didapatkan perbedaan biaya per- m^2 pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional terhadap per- m^2 pekerjaan pelat lantai menggunakan Steel Deck sebesar Rp. 13,922.5 dengan rasio perbandingan biaya pekerjaan pelat lantai menggunakan Steel Deck adalah 105,638% biaya pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional sedangkan perbedaan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 menggunakan Steel Deck terhadap penyelesaian menggunakan baja tulangan konvensional adalah 18 hari dengan rasio perbandingan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai menggunakan Steel Deck adalah 10% waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional. Sehingga diketahui waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 menggunakan Steel Decking Profile 90% lebih cepat dibandingkan menggunakan baja tulangan konvensional.

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini akan menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta batasan masalah.

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi pada bidang konstruksi ketekniksipilan, telah dilakukan beberapa penelitian dan riset sebagai upaya menemukan alternatif baru dan pengembangan hal-hal yang telah dipergunakan sebelumnya. Dewasa ini telah dikenal salah satu alternatif baja dalam teknologi ketekniksipilan khususnya pada pekerjaan tulangan pelat lantai yaitu *Steel Deck* yang merupakan inovasi dan pengembangan tulangan pelat lantai konvensional. Metode ini cukup aplikatif, terbukti dengan banyak permintaan dari praktisi konstruksi di lapangan.

Terdapat beberapa merek pabrikan *Steel Deck* yang beredar dipasaran jasa konstruksi Indonesia, seperti *Bondex*, *Smartdek*, dan *Floordeck*. Pada dasarnya tidak terdapat perbedaan prinsipil yang signifikan, namun setiap pabrikan melakukan inovasi tertentu sebagai karakteristik masing-masing produk. Yang dimaksud *Steel Deck* adalah lempengan baja dengan ketebalan tertentu dan di desain sedemikian rupa sehingga memiliki fungsi perkuatan pada pelat lantai untuk menahan gaya tarik sebagaimana tulangan baja konvensional. Dalam pengaplikasian *Steel Deck* dapat disesuaikan dengan kondisi pada tiap-tiap proyek, dikarenakan pabrikasi *Steel Deck* dapat dilakukan berdasarkan denah pelat lantai sehingga efisiensi dan efektifitasnya dapat di optimalkan. Berbeda dengan baja tulangan konvensional dimana dilakukan pembentukan seperti pemotongan dan pembengkokkan secara manual di lapangan yang dapat memungkinkan terjadinya penyimpangan dan kesalahan.

Kecenderungan para praktisi untuk lebih percaya tingkat akurasi sistem pebrikasi seperti halnya *Steel Deck* dikarenakan pengendalian mutu produk dapat dilakukan dengan baik. Bila dibandingkan dengan baja tulangan konvensional pekerjaan *Steel Deck* lebih praktis dan mudah dalam pengaplikasiannya, namun secara kualitatif dan kuantitatif belum dapat diketahui secara imfilisit mana yang lebih menguntungkan dengan parameter pembanding terpadu antara biaya, mutu dan waktu.

Dalam memberikan perbandingan objektif antara *Steel Deck* dengan tulangan baja konvensional tidak dapat dilakukan secara parsial pada kedua komponen tersebut saja, namun harus terintegrasi pada pekerjaan pelat secara menyeluruh. Hal ini disebabkan dalam penerapan *Steel Deck* atau baja tulangan konvensional akan berimplikasi pada pekerjaan-pekerjaan lain, sehingga hal ini harus diikut sertakan dalam membandingkan kedua metode tersebut.

Untuk memberikan alternatif pertimbangan dalam penggunaan *Steel Deck* atau baja tulangan konvensional diperlukan kajian ilmiah dengan parameter komparasi yang terukur, untuk itu penulis mencoba melakukan kajian perbandingan penggunaan *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional dengan parameter komparasi waktu dan biaya terhadap batasan mutu yang sama pada satu kasus proyek.

1.2 Rumusan Masalah

Pada pelaksanaan konstruksi bangunan gedung telah di temukan alternatif baru untuk pekerjaan tulangan pelat lantai dengan menggunakan *Steel Deck*. Dari keadaan tersebut didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah terdapat perbedaan biaya pada pekerjaan pelat lantai antara penggunaan baja tulangan konvensional dengan *Steel Deck*?
2. Bagaimanakah efektifitas penggunaan *Steel Deck*, atau lebih efektifkah baja tulangan konvensional berdasarkan perbandingan biaya dan waktu pada pengaplikasiannya terhadap suatu proyek?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui perbedaan biaya dan rasio perbandingannya terhadap pekerjaan pelat lantai antara *Steel Deck* dengan baja tulangan konvensional pada pembangunan gedung proyek BPD Yogyakarta.
2. Mengetahui perbedaan waktu dan rasio perbandingannya terhadap pekerjaan pelat lantai antara penggunaan *Steel Deck* dengan baja tulangan konvensional pada proyek BPD Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain adalah :

1. Menambah bahan pertimbangan berupa bahasan ilmiah bagi praktisi dan akademisi dalam memilih penggunaan *Steel Deck* atau baja tulangan konvensional.
2. Menjadi acuan untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut yang memiliki relevansi terhadap penelitian ini.
3. Memberikan penilaian objektif terhadap efektifitas penggunaan *Steel Deck* atau baja tulangan konvensional.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari terjadinya penyimpangan, laporan penelitian ini ditulis dengan topik dan tujuan yang telah ditetapkan maka perlu adanya batasan permasalahan sebagai berikut ini.

1. Data yang digunakan adalah data proyek konstruksi pembangunan gedung BPD Yogyakarta.
2. Pengolahan data menggunakan MS Excel.
3. Penelitian hanya menitik beratkan pada perbandingan efektifitas waktu dan biaya pelaksanaan dalam penggunaan *Steel Deck* atau baja tulangan konvensional.

4. Perbandingan kedua metode penulangan pelat dilakukan berdasarkan keseluruhan pekerjaan pelat secara terintegrasi.
5. Sebagai perbandingan *Steel Deck* dengan baja tulangan konvensional digunakan *Steel Deck SMARTDEK*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini sangat dibutuhkan pustaka yang mendukung pencapaian tujuan penelitian, sehingga akan diperoleh suatu hasil yang akurat serta dapat dijadikan pedoman dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang akan terjadi. Tinjauan pustaka tersebut diambil dari hasil-hasil penelitian yang sudah dilakukan.

2.1 Penelitian Sebelumnya

Dari penelitian terdahulu yang telah dilakukan terdapat beberapa diantaranya yang mempunyai relevansi terhadap penelitian yang akan penulis lakukan, yang kemudian menjadi tinjauan pustaka bagi penulis dalam melaksanakan penelitian ini.

2.1.1 Kharisma Dewi dan Aisyiyah Parruliniawati, 2005

Dari laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Biaya Dan Waktu Dengan Kombinasi Metode PDM Dan PERT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Layanan Terpadu Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta)”**. Dalam penelitian ini analisa pada proyek pembangunan gedung kantor pusat layanan terpadu fakultas teknik Universitas Negeri Yogyakarta ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar perubahan biaya dan waktu antara metode yang digunakan di proyek tersebut dengan kombinasi metode PDM dan PERT. Data yang didapatkan dianalisis dengan program *Microsoft Project 2000* dan kemudian mengganti durasi *Bar-Chart* dengan menggunakan data durasi PERT, kemudian di hitung biaya upah tenaga kerja berdasarkan komposisi SDM dan biaya *Overhead*.

Pada *Bar-Chart* durasi penyelesaian proyek selama 330 hari, sedangkan PDM memerlukan durasi penyelesaian proyek selama 270 hari. Sehingga selisih waktunya adalah 60 hari. Biaya total proyek pada *Bar-Chart* sebesar Rp. 608.202.000,00, sedangkan dengan menggunakan PDM didapatkan

biaya total proyek sebesar Rp. 517.085.000,00. Sehingga didapatkan selisih biaya total sebesar Rp.91.117.000,00 (14,98%) dibandingkan dengan *Bar-Chart*.

2.1.2 Agung Wahyu Sadono dan Edy Endro Purwono, 2003

Pada penelitian yang berjudul “**Studi Komparasi Biaya dan Waktu Pelaksanaan Antara Perancah Bambu dan Scaffolding**”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan scaffolding pada proyek pembangunan pasar wonogiri sebenarnya telah tepat jika ditinjau dari segi biaya maupun waktu pelaksanaan. Dari segi waktu pelaksanaan, perancah scaffolding memerlukan waktu 165 hari, lebih cepat 48 hari dari perancah bambu. Dari segi biaya, perancah scaffolding membutuhkan biaya Rp 334.000.032,00, sedangkan perancah bambu membutuhkan biaya Rp 291.104.324,00. Meskipun perancah bambu lebih murah, namun dengan selisih waktu pelaksanaan yang cukup lama tersebut, tentu biaya proyek secara keseluruhan akan bertambah, sehingga biaya penggunaan perancah bambu dapat lebih mahal dari perancah scaffolding. Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, ternyata penggunaan perancah scaffolding akan lebih murah dan cepat jika dilaksanakan dengan 8 tahap. Dengan 8 tahap, perancah scaffolding membutuhkan biaya Rp 278.100.032,00 dan waktu pengerjaan selama 144 hari, sedangkan perancah bambu membutuhkan biaya Rp 291.104.324,00 dan waktu pengerjaannya 211 hari.

2.1.3 Erik Ismunandar dan Edi Sapto Nugroho, 2004

Pada penelitian yang berjudul “**Perbandingan Analisa Pembiayaan Pekerjaan Berdasarkan Analisa BOW, Harga Borongan Dan Analisa Langsung**” metode penelitian ini mencakup studi literatur, wawancara dan observasi. literatur yang digunakan adalah sumber-sumber yang digunakan sebagai pedoman atau acuan pembandingan terhadap data-data proyek. Observasi yang dilakukan adalah pada pekerjaan galian tanah pondasi, galian tanah footplat, urugan pasir bawah pondasi, urugan tanah kembali, beton lantai kerja, footplat P, footplat P1, balok sloof, kolom K0 dan kolom K, yang dilaksanakan pada proyek gedung aula Kunungan Jakarta. Wawancara adalah bagian dari metode pengumpulan data, sebagai pelengkap dari hasil pengamatan pada

proyek yang ditinjau. Perbandingan biaya antara analisa borongan dan analisa langsung adalah berkisar antara 13 %- 68 % dari biaya analisa borongan sehingga keuntungan yang diperoleh pemborong cukup besar.

Ada beberapa item pekerjaan pada analisa langsung yang lebih tinggi dari analisa BOW yaitu untuk urugan pasir pada pekerjaan tanah dan untuk sloof pada pekerjaan beton, namun hal ini tidak berpengaruh pada keuntungan secara komulatif atau keseluruhan. Jika dikumulatikan setiap item-item pekerjaan yang diteliti maka dapat dilihat selisih yang besar dari tiap kelompok pekerjaan. Total keuntungan yang didapat pelaksana proyek untuk item-item yang ditinjau adalah Rp. 503.948.140,72 atau sebesar 29 % dari analisa BOW, harga borongan dan analisa langsung, dapat disimpulkan bahwa analisa BOW menghasilkan harga satuan pekerjaan yang cenderung lebih mahal dari harga borongan dan analisa langsung. Analisa langsung mempunyai nilai harga satuan pekerjaan yang paling rendah sehingga layak dijadikan pedoman harga satuan pekerjaan.

2.2 Keaslian Penelitian

Pada penelitian akan dilakukan studi komparasi biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan pelat lantai dengan menggunakan *Steel Deck* dengan baja tulangan konvensional, sedangkan pada penelitian sebelumnya yang seperti penulis tampilkan diatas menggunakan subjek dan objek penelitian berbeda dalam membandingkan biaya dan waktu pelaksanaan. bahkan pekerjaan yang digunakan sebagai objek penelitian yang dilakukan sangat berbeda, mengingat steel deck merupakan hal baru dalam dunia konstruksi, menyakinkan kita bahwa belum pernah dilakukan penelitian serupa sebelumnya.

Dalam penelitian ini penulis membatasi ruang lingkup penelitian pada studi kasus proyek pembangunan gedung BPD yogyakarta, sebagai sampel perbandingan, sehingga dapat diyakini dan dipertanggung jawabkan bahwa penelitian yang akan dilakukan dengan judul **“Analisis Perbandingan Waktu Dan Biaya Penggunaan *Steel Deck* Dan Baja Tulangan Konvensional Pada Pekerjaan Plat Lantai Proyek Pembangunan Gedung Kantor BPD Yogyakarta**“ adalah hal baru yang terjamin keasliannya.

BAB 111

LANDASAN TEORI

3.1. PELAT

3.1.1. Definisi Pelat

Pelat merupakan sebuah bidang datar yang lebar, biasanya mempunyai arah horizontal dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar atau mendekati sejajar. Pelat ditumpu oleh gelagar atau balok (biasanya menjadi satu kesatuan dengan gelagar tersebut) oleh dinding pasangan batu atau dinding beton bertulang, oleh batang-batang struktur baja, secara langsung oleh kolom-kolom atau tertumpu secara menerus oleh tanah (George W. & Arthur H. N.,1993). Terdapat beragam jenis atau pengelompokan pelat dengan kategori dan tujuan tertentu, berikut ini beberapa jenis pelat yang dikenal dilapangan:

3.1.2. Jenis – Jenis Pelat

A. Berdasarkan Tipe Pelat

1. Sistem Lantai Pelat Slab

Pelat beton bertulang yang langsung ditumpu oleh kolom-kolom tanpa balok-balok, disebut sistem *Pelat slab*. Sistem ini digunakan bila bentang tidak besar dan intensitas beban tidak terlalu berat, misalnya pada bangunan apartemen atau hotel. Sistem Pelat slab tanpa balok, memungkinkan ketinggian struktur yang minimum, fleksibilitas pemasangan saluran penghawaan buatan (AC) dan alat-alat penerangan. Dengan ketinggian antar lantai minimum, tinggi kolom-kolom dan pemakaian partisi relatif berkurang. Untuk bangunan perumahan, pelat tersebut juga dapat berfungsi sebagai langit-langit

2. Sistem Lantai Grid

Sistem lantai grid dua-arah (*waffle system*) memiliki balok-balok yang saling bersilangan, dengan jarak yang relatif rapat dan menumpu Pelat atas yang tipis. Sistem ini dimaksudkan mengurangi berat sendiri Pelat,

dan dapat didesain sebagai Pelat slab atau Pelat dua-arah, tergantung bentuk konfigurasinya. Sistem ini dinilai efisien untuk bentangan antara 9 hingga 12 meter.

3. Sistem Lajur Balok

Sistem ini serupa dengan sistem balok-Pelat, tetapi menggunakan balok-balok dangkal yang lebih lebar. Sistem ini semakin banyak diterapkan pada bangunan yang mementingkan tinggi antar lantai. Balok lajur tidak perlu dihubungkan dengan kolom interior atau kolom eksterior. Pelat diantara balok lajur dapat didesain sebagai elemen yang memiliki momen inersia bervariasi dengan memperhitungkan penebalan balok.

4. Sistem Pelat dan Balok

Sistem ini terdiri dari slab menerus yang ditumpu balok-balok monolit yang umumnya ditempatkan pada jarak sumbu 3,0 m hingga 6,0 m. Tebal pelat tersebut ditetapkan berdasarkan pertimbangan struktur yang biasa yang biasanya mencakup aspek keamanan terhadap bahaya kebakaran.

B. Berdasarkan Bahan (Material)

1. Pelat Beton

Disebut sebagai pelat beton bila menggunakan material agregat campuran beton sebagai komponen utama pembentuk pelat. Dikenal istilah beton bertulang yang berarti terdapat baja tulangan perkuat sebagai antisipasi gaya tarik yang menjadi kelemahan dari beton. Pelat jenis ini paling banyak digunakan dengan dasar pertimbangan mutu, biaya, kemudahan pengerjaan serta ketersediaan bahan material yang relatif mudah didapatkan.

2. Pelat Baja

Yang dimaksud pelat baja adalah suatu bidang datar yang terdiri lempengan baja sebagai komponen utamanya, pelat jenis ini masih jarang digunakan, pertimbangan nilai ekonomis menjadi alasan

utamanya. Namun pada kondisi dan tujuan tertentu seperti bangunan militer atau pabrik dan industri tertentu seperti kilang minyak atau industri zat kimia berbahaya dan mudah terbakar lainnya memilih pelat dengan bahan baja sebagai persyarat mutu untuk kepentingan produksi mereka. Tidak menutup kemungkinan pula bahan baja akan digunakan sebagai pelat lantai pada bangunan biasa di masa-masa yang akan datang, bila terjadi pergeseran nilai ekonomis dan fungsi baja.

3. Pelat Kayu

Penggunaan kayu sebagai bahan pelat semakin jarang dan langka, selain umur guna yang relatif pendek dan daya dukung yang lebih lemah dari beton atau baja, nilai ekonomisnya pun tidak mendukung. Namun pada beberapa bangunan budaya atau hotel dan tempat wisata yang mengedepankan estetika atau untuk mempertahankan kesan suanana tertentu sering dijumpai penggunaan kayu sebagai pelat atau bahkan komponen lain pada struktur bangunan.

C. Berdasarkan Fungsi Pelat Pada Bangunan

1. Pelat Atap

Pelat atap merupakan bidang datar pada bangunan yang berhadapan langsung dengan alam terbuka (tidak terlindung), pada pelat jenis ini direncanakan menahan beban yang lebih kecil namun lebih kedap air. Pada bangunan gedung bertingkat atau ruko sering dijumpai pelat yang berfungsi sebagai atap, yang secara bentuk dan perencanaan tidak jauh berbeda dengan pelat-pelat pada umumnya.

2. Pelat Lantai

Pelat lantai atau slab merupakan jenis pelat yang direncanakan untuk sebagai fungsi lantai, yang memiliki komponen beban hidup (*live load*) berdasarkan fungsi bangunan sebagai pertokoan, kantor, perpustakaan, masjid dan lain-lain. Pelat dengan jenis fungsi lantai paling banyak aplikasinya dilapangan dan merupakan kriteria utama pelat. Dasar utama metode perencanaan pelat juga mengacu pada pelat

jenis ini, yang disesuaikan dan dikembangkan untuk berbagai kondisi lainnya.

3. Pelat Kantilever

Kantilever merupakan jenis pelat dengan yang bertumpu hanya pada salah satu sisi saja sedangkan sisi-sisi lainnya terletak bebas tanpa tumpuan, sehingga diperlukan perencanaan khusus terutama terhadap momen yang bekerja. Pelat jenis ini memiliki bentang yang relatif pendek. Pada berbagai tipe bangunan kantilever berfungsi juga untuk mengoptimalkan ruang yang dapat diperoleh dari suatu desain bangunan atau untuk fungsi keindahan (arsitektural).

D. Berdasarkan Arah Tumpuan

1. Pelat Satu Arah

Pelat satu-arah adalah pelat yang hanya ditumpu pada dua sisi yang saling berhadapan, ataupun pelat yang ditumpu pada ke-empat sisinya tetapi $L_y / L_x > 2$, sehingga hampir seluruh beban dilimpahkan pada sisi pendek. Di dalam desain ataupun analisis, satu satuan lajur pelat yang membentang diantara kedua tumpuan dapat dianggap sebagai suatu balok dengan lebar satu satuan dan tinggi h sesuai dengan tebal pelat. Pada pelat satu arah, tulangan yang dipasang untuk menahan momen juga berguna untuk menahan dan mendistribusikan retak akibat susut dan perbedaan suhu. Pelat biasanya ditumpu oleh gelagar atau balok beton bertulang (dan biasanya pelat dicor menjadi suatu kesatuan dengan gelagar tersebut), oleh dinding pasangan batu atau dinding beton bertulang, oleh batang-batang struktur baja, secara langsung oleh kolom-kolom, atau tertumpu secara menerus oleh tanah.

Cara pendekatan untuk menghitung momen dan geser dapat digunakan untuk perencanaan pelat satu-arah, bila ketentuan berikut ini dipenuhi :

- 1) Minimum terdapat dua bentang.
- 2) Panjang bentang lebih kurang sama, dengan ketentuan bahwa bentang terpanjang dari dua bentang yang bersebelahan tidak berbeda 20% dari bentang yang pendek.
- 3) Beban yang bekerja merupakan beban terbagi rata.
- 4) Intensitas beban hidup tidak lebih dari 3 kali beban mati/unit.
- 5) Komponen strukturnya prismatis.

2. Pelat Dua Arah

Pelat dua-arah adalah pelat yang hanya ditumpu pada ke-empat sisinya dengan perbandingan bentang panjang terhadap bentang pendek bekisar antara 1,0 hingga 2,0. Ada empat metode dasar untuk menganalisis pelat jenis ini, yang termuat di dalam peraturan-peraturan standar, yaitu metode koefisien momen, metode desain langsung, metode portal ekivalen dan metode garis leleh.

Penempatan tulangan pada sistem pelat dua-arah, sesuai dengan sifat beban dan kondisi tumpuannya, harus memenuhi ketentuan berikut:

- 1) Luas tulangan pada masing-masing arah harus dihitung berdasarkan nilai momen pada penampang kritis, tetapi luas tulangan minimum untuk menahan susut dan suhu harus terpenuhi.
- 2) Jarak antar tulangan pada penampang kritis tidak boleh lebih besar dari tebal pelat, kecuali untuk konstruksi pelat seluler atau pelat berusuk.
- 3) Tulangan momen positif yang tegak lurus terhadap suatu tepi yang tidak menerus dari bentang tepi harus dilanjutkan sampai ke tepi pelat dan harus tertanam ke dalam balok spandrel, kolom, atau dinding paling sedikit 150 mm.
- 4) Tulangan momen negatif yang tegak lurus terhadap suatu tepi yang tidak menerus harus dibengkokkan, diberikan kait atau jangkar, ke dalam balok spandrel, kolom, atau dinding agar kemampuan menahan momen dipenuhi.

3.1.3. Perencanaan Pelat

a. Dasar – Dasar Perencanaan Pelat

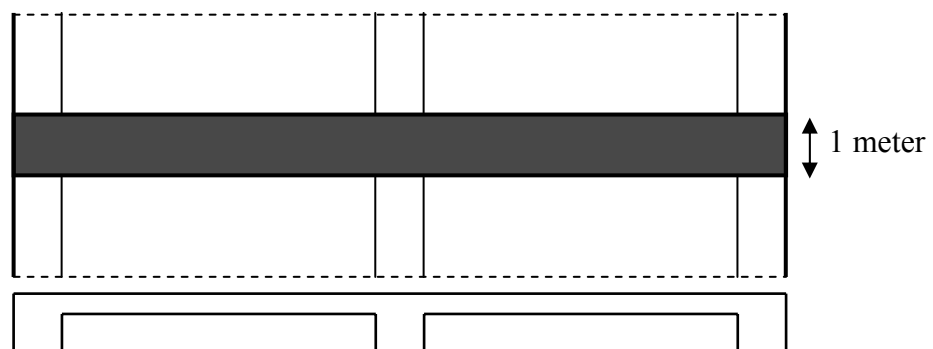
Perencanaan yang cermat, teliti dan sistematis merupakan unsur yang penting dalam keberhasilan pembangunan. Pada tahap perencanaan ini segala sesuatu ditentukan berdasarkan data-data yang diperoleh di lapangan dan berpedoman pada aturan-aturan yang berlaku.

Peraturan yang dipergunakan sebagai dasar perencanaan struktur khususnya pelat meliputi :

1. Tata cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.
2. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI 1984).
3. Peraturan Pembebanan untuk Gedung 1983.
4. Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia 1982.
5. Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.
6. Peraturan Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung 1983.

b. Pelat Satu Arah

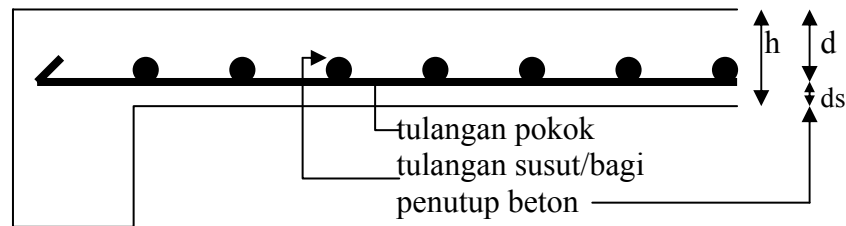
Pelat satu-arah adalah pelat yang hanya ditumpu pada dua sisi yang saling berhadapan atau pun pelat yang ditumpu pada ke-empat sisinya tetapi $L_y/L_x > 2$, sehingga hampir seluruh beban dilimpahkan pada sisi pendek. Perencanaan pelat satu-arah dapat dilakukan sebagaimana balok persegi dengan tinggi balok tersebut adalah setebal pelat dan lebar satu satuan (umumnya 1 meter).



Gambar 3.1 Tinjauan Beban Pelat Satu-Arah

Beban merata umumnya mempunyai satuan kN/m^2 , tetapi karena dalam perhitungan ditinjau dengan $b = 1 \text{ m}$, maka satuan beban menjadi kN/m . Tulangan pokok pelat satu-arah dipasang $\perp$ dukungan. Menurut SK-SNI, untuk pelat satu-arah harus dipasang juga tulangan susut/ suhu/ pembagi dengan arah $\perp$ tulangan pokok.

1. Penulangan dan Desain Pelat Satu-Arah



Gambar 3.2 Penulangan Pelat Satu-Arah

Menurut SK-SNI, tebal penutup beton:

- 1) Permukaan tidak terbuka/ berhubungan langsung dengan cuaca luar dan tidak kontak langsung dengan tanah

$$\text{Tulangan} \leq D_{36} \quad \rightarrow P_b \geq 20 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan } D_{44}-D_{56} \quad \rightarrow P_b \geq 40 \text{ mm}$$

- 2) Permukaan terbuka terhadap cuaca luar atau berhubungan dengan tanah

$$\text{Tulangan } D_{19}-D_{50} \quad \rightarrow P_b \geq 50 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan} \leq D_{16} \quad \rightarrow P_b \geq 40 \text{ mm}$$

- 3) Permukaan yang kontak langsung dengan tanah $\rightarrow P_b \geq 70 \text{ mm}$

Tebal pelat (h) terlentur satu-arah tergantung besar momen lentur, defleksi dan kuat geser yang dituntut. SK-SNI memberikan tebal minimum pelat satu-arah yang dikaitkan dengan bentang pelat, beton normal ($w_c = 23 \text{ kN/m}^3$) dan baja BJTD-40, sebagai berikut:

- 1) $h = L/20 \rightarrow$ dua tumpuan
- 2) $h = L/24 \rightarrow$ satu ujung menerus
- 3) $h = L/20 \rightarrow$ kedua ujung menerus
- 4) $h = L/20 \rightarrow$ kantilever

- 5) Jika mutu baja bukan BJTD-40, dikalikan faktor : $\left\{0,4 + \frac{f_y}{700}\right\}$
- 6) Sedangkan untuk beton ringan dikalikan faktor : $\{1,65 - 0,005 \times w_c\}$

2. Baja Tulangan dan Luas Tulangan

- 1) Luas tulangan pokok A_s harus memenuhi: $\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$

Bila: $\rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\min}$ dan:

- a) $1,33 \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\min}$ maka digunakan $\rho_{\text{perlu}} = \rho_{\min}$
- b) $1,33 \rho_{\text{perlu}} > \rho_{\min}$ maka digunakan $\rho_{\text{perlu}} = 1,33 \rho_{\text{perlu}}$
- 2) Selain itu, untuk menjaga terhadap susut harus dipenuhi: $A_s \geq A_{\text{sst}}$,
dimana luas tulangan susut minimum:

- a) BJTD – 30 $\rightarrow A_{\text{sst}} = 0,0020.b.h$
- b) BJTD – 40 $\rightarrow A_{\text{sst}} = 0,0018.b.h$
- c) BJTD > 40 $\rightarrow A_{\text{sst}} = 0,0018.b.h \frac{400}{f_y} > 0,0014.b.h$

- 3) Jarak tulangan maksimum (pusat ke pusat)

- a) Tulangan pokok : 3 h atau 500mm
- b) Tulangan susut : 5 h atau 500mm

- 4) Penulisan tulangan pelat: **Px – s** atau **Dx – s**

dengan x : diameter tulangan dan

s : jarak tulang pusat ke pusat

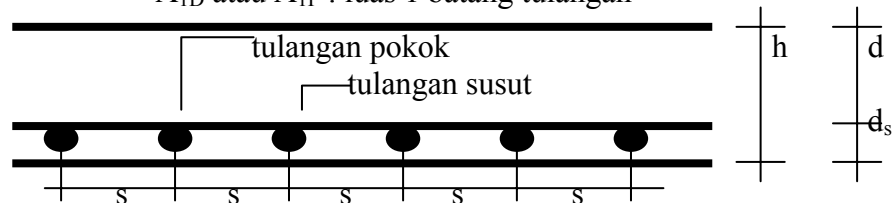
D : baja tulangan deformasian

P : baja tulangan polos

Jarak tulangan pusat ke pusat : $s \leq \frac{A_{1D} \times 1000}{A_s}$ atau $s \leq \frac{A_{1P} \times 1000}{A_s}$

Dimana A_s : luas tulangan diperlukan

A_{1D} atau A_{1P} : luas 1 batang tulangan



Gambar 3.3 Tulangan Pelat satu-arah

Pelat satu-arah umumnya direncanakan dengan rasio tulangan tarik jauh lebih rendah dari $\rho_{maks} = 0,75 \rho_b$. Karena disamping penghematan penggunaan baja tulangan, dengan tinggi yang optimal dapat dihindari defleksi yang berlebihan.

c. Pelat Dua Arah

Besar momen yang bekerja pada pelat dua-arah dengan berbagai kondisi perletakan dan kontinuitas tepi secara matematis sukar diperoleh secara tepat. Untuk penyederhanaan beberapa peraturan beton menetapkan koefisien momen untuk berbagai kondisi. Besar momen lentur dalam arah bentang pendek dan bentang panjang:

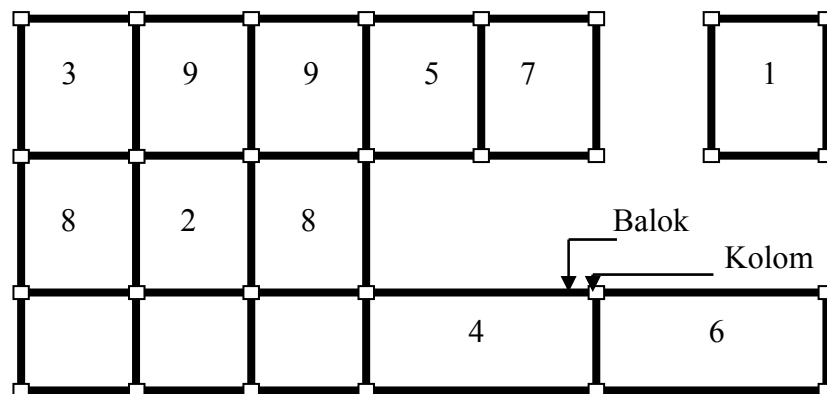
$$M = 0,001 \cdot x \cdot w_u \cdot L_x^2$$

w_u : beban merata

x : koefisien momen yang tergantung kondisi tumpuan dan L_y/L_x

Kondisi tepi dapat dianggap terletak bebas, terjepit elastis atau terjepit penuh, dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Jepit penuh terjadi bila pelat merupakan satu kesatuan monolit dengan balok pemikul yang relatif sangat kaku, sehingga pelat tidak dapat berputar akibat pembebanan.
- 2) Jepit elastis terjadi bila pelat merupakan kesatuan monolit dengan balok yang relatif tidak terlalu kaku, sesuai dengan kekakuannya memungkinkan pelat mengalami rotasi.
- 3) Sedangkan apabila pelat menumpu diatas balok atau tembok atau tertanam dalam tembok, harus dianggap sebagai tepi yang terletak bebas.



Gambar 3.4 Berbagai keadaan tumpuan pelat dua-arah

- a) Panel 1 : keempat tepinya tidak menerus
- b) Panel 2 : keempat sisinya menerus
- c) Panel 3 : dua sisi tidak menerus
- d) Panel 4 : kedua sisi pendek menerus.

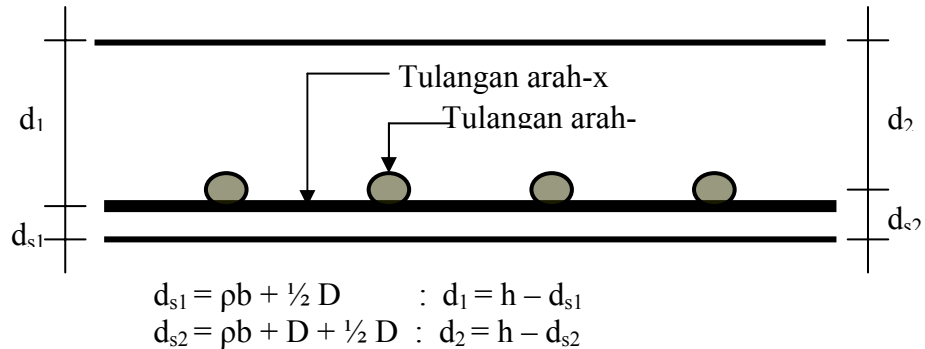
Nilai koefisien momen dapat diperoleh dari Peraturan Beton Bertulang Indonesia N1-2 1971, contoh seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Koefisien Momen PBI 1971

	L_y / L_x	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
	M_{lx}	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100
	M_{ly}	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37
	$M_{lx} = -M_{lx}$	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62
	M_{ly}	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35
	$-.M_{ty}$	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35
	$M_{lx} = -M_{lx}$	48	55	61	67	71	76	79	82	84	86	88
	M_{ly}	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	49
	$-.M_{ty}$	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	49
	M_{lx}	22	28	34	41	48	55	62	68	74	80	85
	M_{ly}	51	57	62	67	70	73	75	77	78	79	79
	$.M_{ty}$	51	57	62	67	70	73	75	77	78	79	79
	$M_{lx} = -M_{tx}$	51	54	57	59	60	61	62	62	63	63	63
	M_{ly}	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10
dst.												

- Terletak bebas
- Menerus atau terjepit elastis

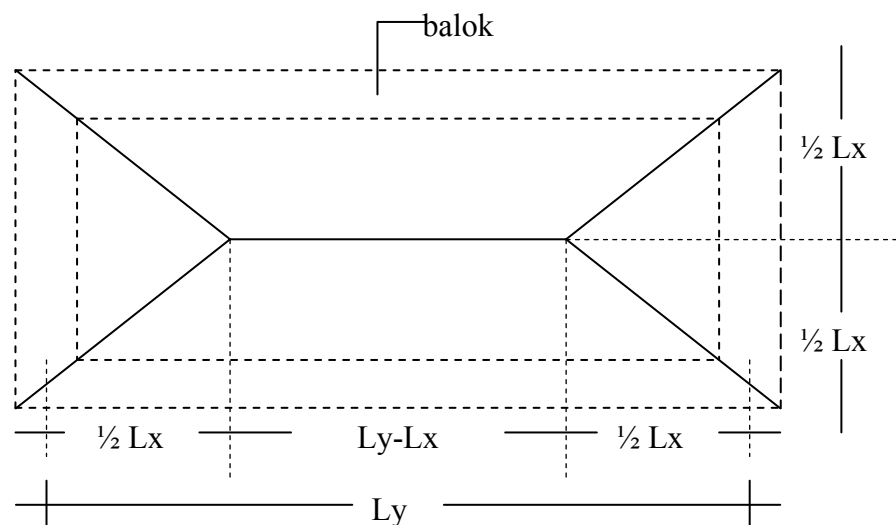
Pada pelat dua arah, tulangan momen positif untuk kedua arah di pasang saling tegak lurus karena momen positif arah bentang pendek (arah X) lebih besar dari arah bentang panjang (arah Y), maka **tulangan bentang pendek diletakkan pada lapis bawah** agar memberikan **d (tinggi manfaat) yang besar**.



Gambar 3.5 Tulangan Pelat dua-arah

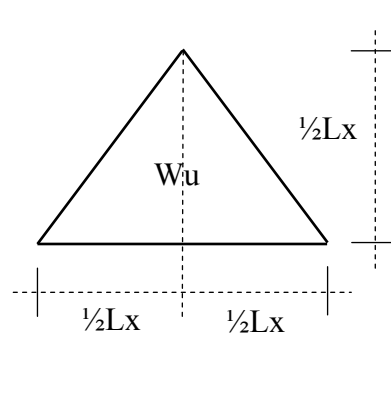
d. Distribusi beban pelat ke balok

Sedang untuk tumpuan (tulangan momen negatif), karena tulangan untuk arah bentang panjang terletak satu bidang dengan tulangan arah bentang pendek, berarti d untuk kedua arah tersebut sama besar. Pada tumpuan terletak bebas, maka momen negatif / tumpuan sama dengan 0, dalam perencanaan direncanakan menerima momen tak terduga sebesar $1/3$ momen lapangan arah yang bersangkutan.



Gambar 3.6 Distribusi Beban Pelat ke Balok

1) Bentang pendek



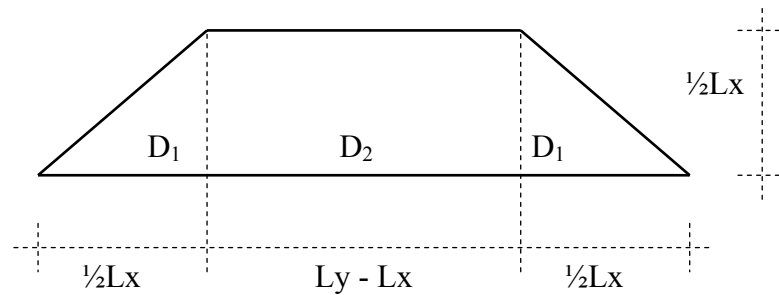
$$D = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} L_x \cdot L_x \cdot w_u \right] = \frac{1}{8} \cdot w_u \cdot L_x^2$$

$$M_{\text{maks}} = D \frac{1}{2} L_x - D \left[\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} L_x \right]$$

$$M_{\text{maks}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot L_x - \frac{1}{6} \cdot D \cdot L_x = \frac{1}{3} \cdot D \cdot L_x$$

$$M_{\text{maks}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{8} \cdot w_u \cdot L_x^2 \cdot L_x = 0,0417 \cdot w_u L_x^3$$

2) Bentang panjang



$$D_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} L_x \cdot \frac{1}{2} L_x \cdot w_u \quad ; \quad D_2 = \frac{1}{2} \cdot L_x \cdot [L_y - L_x] w_u$$

$$D = D_1 - \frac{1}{2} D_2 = \frac{1}{8} \cdot w_u \cdot L_x^2 - \frac{1}{4} \cdot w_u \cdot L_x [L_y - L_x] = \frac{1}{8} \cdot w_u \cdot L_x^2 [2 \cdot L_y - L_x]$$

$$D = 0,125 \cdot w_u \cdot L_x [2 \cdot L_y - L_x]$$

$$M_{\text{maks}} = D \cdot \frac{L_y}{2} - D_1 \cdot \left[\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} L_x + \frac{1}{2} (L_y - L_x) \right] - \frac{D_2}{2} \cdot \frac{1}{4} (L_y - L_x)$$

$$M_{\text{maks}} = \left\{ \frac{1}{8} w_u L_x [2 L_y - L_x] \right\} \frac{L_y}{2} - \frac{1}{8} w_u L_x^2 \left[\frac{1}{6} L_x + \frac{1}{2} (L_y - L_x) \right]$$

$$- \frac{1}{2} L_x (L_y - L_x) w_u \cdot \frac{1}{4} (L_y - L_x)$$

$$M_{\text{maks}} = \left[\frac{1}{8} \cdot L_x^2 \cdot L_y - \frac{1}{12} \cdot L_x^3 \right] w_u$$

$$M_{\text{maks}} = 0,0417 \cdot w_u \cdot L_x^2 \cdot [3 \cdot L_y - 2 L_x]$$

Menurut SK-SNI, tebal pelat dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya adalah :

$$h = \frac{L_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 5\beta \left[\alpha_m - 0,12 \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]} \dots\dots\dots (a)$$

$$h = \frac{L_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta} \dots\dots\dots (b)$$

$$h = \frac{L_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36} \dots\dots\dots (c)$$

Dimana tebal pelat (h) yang diperoleh dari persamaan (a) tidak boleh kurang dari yang diperoleh dari persamaan (b), tetapi tidak perlu lebih dari persamaan (c). Dalam segala hal, tebal minimum pelat tidak boleh kurang dari:

- a) Untuk $\alpha_m < 2,0$120 mm
- b) Untuk $\alpha_m \geq 2,0$90 mm

Dengan :

β : rasio bersih L_y terhadap L_x

α_m : nilai rata-rata dari α untuk semua balok dari tepi suatu panel

a : tinggi balok tekan ($\beta_1 \cdot x$).

L_n : panjang bentang bersih dalam arah memanjang dari konstruksi dua-arah diukur dari muka-ke-muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka-ke-muka balok atau tumpuan kasus lain.

e. **Steel Deck**

Pada perencanaan pelat *Steel Deck* tetap mengacu pada dasar-dasar perencanaan pelat konvensional, yang menjadi perbedaan prinsipnya adalah bentuk baja sebagai komponen pendukung gaya tarik dan momen akibat gaya tarik. Pada *Steel Deck* menggunakan jenis baja lempengan yang

mencakupi seluruh luasan pelat, sedangkan pada pelat konvensional menggunakan baja batangan arah-x dan arah-y yang disusun pada luasan pelat tersebut.. Secara deskriptif dapat dilihat pada ilustrasi gambar berikut:



a. pelat konvensional

b. pelat decking

Gambar 3.7 Potongan Memanjang Pelat

Steel Deck jenis Smartdek terbuat dari baja tegangan tinggi G550, dengan proses pabrikasi moderen yang dilapisi seng dan dikrom mengkilat sehingga terlindung dari korosi, sedangkan pada permukaannya terdapat beberapa timbunan 3mm (emboss) yang berfungsi meningkatkan kelekatan (adhesi) antara campuran beton dan *profile decking*. Spesifikasi material *Steel Deck* dapat dilihat pada table berikut :

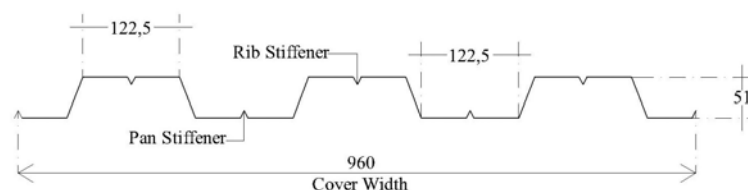
Tabel 3.2 Spesifikasi Material Smartdek

Thickness (BMT*)	Coating Mass (total of both sides)	Yield Strength	International Standard
0.70 mm	275g/m ²	550 Mpa	AS 1397 BS EN 10147
1.00 mm		550 Mpa	
1.20 mm		450 Mpa	

*BMT (Base Metal Thicknees)

sumber : Brosur Produk **PT. BlueScope Lysaght Indonesia

Dimensi dan profil hasil pabrikasi Smartdek memiliki lebar efektif 960 mm yang terdapat cekungan dan cembungan *pan Stiffener* pada lembah dan *rib Stiffener* pada gunungan, dengan dua jenis join berbeda pada kedua ujungnya (*male-female ribs*) berfungsi sebagai pengunci sambungan antar profil Smartdek. Satu unit Smartdek terdiri dari 3 pan selebar 122,5 mm dengan ketinggian 51 mm berupa gelagar profil-W Secara detail profil Smartdek dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut:



Gambar 3.8 Profil dan Dimensi Smartdek

Dari desain bentuk profil Smartdek berupa gelagar profil-W memungkinkan untuk penghematan penggunaan beton cor untuk pekerjaan pelat lantai. Sehingga dapat mempengaruhi biaya dalam penggunaan beton cor yang dibutuhkan.

Sedangkan dari material bahan diketahui propertis Smartdek yang meliputi luasan, inersia, modulus, dan berat jenis, data propertis tersebut menjadi acuan perhitungan kekuatan dalam perencanaan. Smartdek juga telah diuji ketahanannya terhadap desak, tarik dan panas bahkan juga dilakukan *composite slab test* yang merupakan pengujian terpadu hasil komposisi beton bersama profil Smartdek. Secara lengkap terdapat pada tabel dibawah ini:

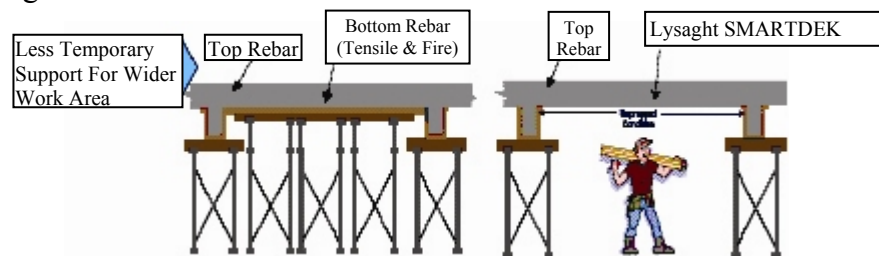
Tabel 3.3 Propertis SMARTDEK

	Unit	Symbol	Base Metal Thickness - BMT (mm)		
			0.70	1.0	1.20
Area	mm ² /mm	A	889.69	1143.75	1523.96
Inersia Momen	mm ⁴ /m	Lx ¹	409687.50	526562.50	701979.17
Section Modulus	mm ³ /m	Zx ¹	15156.25	19479.17	25958.33
Mass	Kg/m ²		7.38	10.34	12.33

**sumber : Brosur Produk PT. BlueScope Lysaght Indonesia

Dalam perhitungan kekuatan dukungan pelat Smartdek untuk menganalisis jenis dan ketebalan *decking*, dilakukan menggunakan piranti perhitungan SUPRACADD yang memiliki lisensi terbatas pada PT. BlueScope Lysaght Indonesia.

Berdasarkan surat rekomendasi Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia (HAKI) No.111-03/II-02/VI/2003, menyatakan bahwa software Design SUPRACADD telah memenuhi kaidah-kaidah teknik yang benar dan dapat digunakan.



Gambar 3.9 Ilustrasi Penggunaan Perancah dan Bekisting

Ilustrasi gambar diatas menyatakan bahwa dengan menggunakan Smartdek dapat dikurangi jumlah penggunaan perancah yang juga memberikan ruang lebih bagi keleluasaan pekerjaan lain bahkan untuk bekisting pelat dapat ditiadakan.

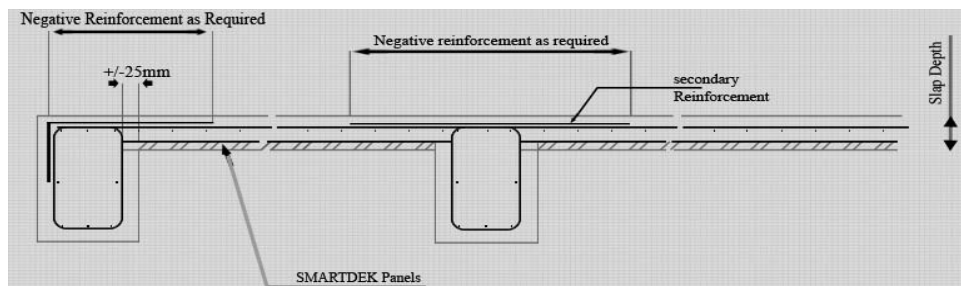
Karena pada panjang bentang tertentu *Steel Deck* cukup kuat untuk menopang berat beton cornya sendiri. Selain dapat mempercepat pekerjaan pelat itu sendiri, kemudahan yang ditimbulkan pada pengaplikasian Smartdek juga dapat meningkatkan produktifitas pada pekerjaan lainnya. Berikut ini tabel jarak bentang bebas tumpuan pada pekerjaan Smardek.

Tabel 3.4 Panjang Bentang Bebas Dukungan

Span Type		Single			Continuous End			Continuous Interior		
	BMT(mm)	0.7	1.0	1.2	0.7	1.0	1.2	0.7	1.0	1.2
Slab Thickness (mm)	100	2380	2740	2800	2640	3410	3200	2640	3280	3200
	110	2310	2630	2780	2550	3320	3110	2550	3170	3110
	120	2230	2570	2700	2470	3230	3020	2470	3070	3020
	130	2170	2500	2620	2400	3150	2930	2400	2990	2930
	140	2110	2430	2560	2330	3080	2850	2330	2900	2850
	150	2060	2370	2500	2270	3000	2770	2270	2800	2770
	160	2010	2330	2440	2210	2930	2700	2210	2710	2700
	170	1960	2260	2390	2160	2850	2640	2140	2630	2640
	180	1920	2230	2340	2110	2790	2580	2080	2550	2580
	200	1840	2150	2180	2030	2670	2470	1870	2300	2470

sumber : Brosur Produk **PT. BlueScope Lysaght Indonesia

Pada proses instalasi panel Smartdek seperti contoh gambar dibawah, ± 25 mm panel Smartdek menyatu dengan balok tumpuan pelat agar diperoleh rigridsitas antara balok dan pelat. Sedangkan untuk tulangan negatif (*mesh*) dan tulangan torsi (tumpuan) pada balok direncanakan seperti halnya pada tulangan konvesional.



Gambar 3.10 Instalasi Panel SMARTDEK pada Konstruksi Beton

Sangat disayang belum ada peraturan standar nasional yang telah disesuaikan dengan keadaan dan kondisi Indonesia, sejauh ini perencanaan profil Smartdek masih mengacu pada AS 1397 dan BS EN 10147. Secara umum kaidah-kaidah yang digunakan dapat diterima dan diaplikasikan di Indonesia dengan beberapa penyesuaian.

3.2. RENCANA ANGGARAN BIAYA

3.2.1 Definisi RAB

Menurut John W.Niron (Pedoman Praktis Anggaran dan Borongan, 1990), *rencana* adalah himpunan himpunan planning termasuk detail/penjelasan dan tata cara pelaksanaan pembuatan sebuah bangunan, dan *anggaran* adalah perkiraan/hitungan biaya suatu bangunan didasarkan RKS dan gambar bestek, sedangkan *biaya* adalah jenis/besarnya pengeluaran berkolasi terhadap borongan yang tercantum pada persyaratan terlampir. Maka definisi dari rencana anggaran biaya adalah merencanakan suatu bangunan dalam bentuk dan manfaat penggunaannya serta besarnya biaya yang digunakan dan susunan-susunan dalam bidang administrasi maupun pelaksanaan kerja dibidang administrasi maupun pelaksanaan kerja dibidang teknik.

Anggaran suatu bangunan/proyek adalah analisis biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja didasarkan perhitungan, dan biaya lainnya yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan proyek tersebut. Biaya adalah jumlah dari tiap-tiap hasil perkalian volume dengan harga satuan pekerjaan di proyek tersebut, jadi anggaran biaya merupakan harga bangunan yang perlu dianalisis secara cermat, tepat, dan memiliki tingkat efektifitas yang tinggi. Anggaran biaya proyek akan berbeda pada tiap kondisi dan suatu daerah, dikarenakan disparitas harga bahan dan upah tenaga kerja.

Penaksiran anggaran biaya adalah proses perhitungan volume pekerjaan, harga dari berbagai macam bahan dan upah pekerjaan yang terjadi pada suatu proyek pada periode waktu tertentu. Rumusan tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut :

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan})$$

(Bachtiar Ibrahim, Rencana dan Estimasi Real of Cost, 1993)

3.2.2 Macam Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya di perlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi, sehingga diperoleh biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Dalam menyusun RAB dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

a Anggaran Biaya Kasar (Taksiran)

Yaitu rencana anggaran biaya yang perhitungannya hanya di dasarkan pada luas bangunan dikalikan harga satuan per m² nya. Rencana anggaran biaya kasar dipergunakan untuk mengetahui anggaran biaya proyek secara cepat. Harga satuan yang didasarkan pada kelas, tipe, dan wilayah disusun oleh masing-masing daerah tingkat II, sebagai pedoman untuk penentuan estimasi biaya proyek-proyek pemerintah.

b Rencana Anggaran Biaya Terperinci

Rencana anggaran biaya terperinci di hitung berdasarkan volume tiap jenis pekerjaan dikalikan harga satuan tiap jenis pekerjaan yang ada pada proyek tersebut, sehingga diperoleh rencana anggaran biaya total untuk seluruh proyek. Dengan cara menghitung volume dan harga dari seluruh pekerjaan yang harus dilaksanakan, pekerjaan dapat diselesaikan secara tepat waktu dan memuaskan. Rencana anggaran biaya terperinci dibagi menjadi dua :

1. Metode harga satuan, dimana seluruh harga satuan dan volume tiap jenis-jenis pekerjaan di hitung.
2. Metode harga seluruhnya, dimana volume dari bahan yang dipakai dihitug beserta tenaga kerjanya kemudian dikalikan dengan harga masing-masing lalu dijumlahkan seluruhnya.

3.2.3 Tujuan Penyusunan RAB

a Bagi Pemilik Proyek

- 1) Sebagai parameter dalam penggunaan dan penyediaan alokasi dana.

- 2) Sebagai ukuran kelayakan proyek dari aspek keuangan
- 3) Sebagai sarana evaluasi proyek tersebut
- 4) Sebagai penentu besaran pajak dan asuransi

b Bagi Perencana Manajemen Konstruksi / MK

- 1) sebagai bahan analisa dan studi komparatif perencanaan proyek yang lainnya
- 2) Sebagai sarana pemilihan alternatif suatu proyek (luasan atau batasan penggunaan tipe dan kualitas bahan)

c Bagi Kontraktor

- 1) Sebagai pedoman dalam pelelangan dan pengajuan penawaran atau tender.
- 2) Sebagai standarisasi modal / dana yang perlu disediakan
- 3) Sebagai pedoman penyediaan bahan, alat, tenaga, dan waktu untuk pelaksanaan / time schedule suatu proyek

Dalam kondisi sesungguhnya pembuatan rencana anggaran biaya (RAB) di buat sebelum proyek tersebut dilaksanakan, karena masih merupakan biaya kasar / perkiraan, dan bila proyek tersebut telah selesai kemudian di susun rencana anggaran biaya (RAB). Rencana anggaran pelaksanaan merupakan biaya riil dari suatu proyek tersebut, dan rencana anggaran biaya umumnya dibuat oleh :

- a) Instansi Pemerintah
- b) Kontraktor
- c) Konsultan Perencana

3.2.4 Data Yang Diperlukan Dalam Pembuatan RAB

Data-data yang diperlukan dalam pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB) antara lain :

a Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)

Rencana Kerja dan syarat-syarat adalah peraturan, syarat-syarat, dan spesifikasi pelaksanaan suatu pekerjaan bangunan, yang mengikat dan diuraikan sedemikian rupa, sehingga menjadi jelas dan mudah untuk

dipahami, dan digunakan untuk menentukan spesifikasi bahan dan syarat-syarat teknis.

b Gambar Rencana

Gambar rencana adalah gambar akhir (final) dan gambar detail dasar dengan skala perbandingan ukuran yang lebih besar. Gambar rencana merupakan lampiran dan uraian syarat-syarat (RKS) pekerjaan. Adapun gambar rencana terdiri dari :

1) Gambar situasi, yang terdiri dari :

- a) Rencana letak bangunan
- b) Rencana halaman
- c) Rencana jalan dan pagar
- d) Rencana garis batas tanah

2) Gambar denah

Gambar denah melukiskan gambar tampak setinggi $\pm 1,00$ m dari lantai, sehingga gambar pintu dan jendela terlihat dengan jelas, sedangkan bovenlich di gambar dengan garis putus-putus. Pada denah juga di gambar garis atap dengan garis putus-putus lebih tebal dan jelas sesuai dengan bentuk atap.

3) Gambar potongan

Gambar potongan terdiri dari potongan melintang dan membujur menurut keperluannya. Untuk menjelaskan letak dan kedudukan suatu konstruksi, pada gambar potongan harus tercantum elevasi dari lantai

4) Gambar pandangan

Pada gambar pandangan tidak tercantum ukuran lebar maupun tinggi bangunan, tetapi lengkap dengan dekorasi yang direncanakan

5) Gambar detail konstruksi

Gambar detail konstruksi terdiri dari :

- a) Gambar konstruksi beton bertulang.
- b) Gambar konstruksi kayu.

c) Gambar konstruksi baja.

d) Lengkap dengan ukuran dan perhitungan konstruksinya.

c Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi dari pekerjaan, jadi volume suatu pekerjaan bukanlah merupakan volume (isi) sesungguhnya, melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan.

d Harga Satuan Pekerjaan

Yang dimaksud dengan harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapat dari pasaran, kemudian dikumpulkan dalam satu daftar yang disebut daftar harga satuan bahan. Upah tenaga kerja diperoleh dari lokasi, kemudian dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan upah.

Harga satuan bahan dan upah tenaga kerja akan berbeda di setiap daerah, jadi dalam menyusun daftar satuan harga, yang dipakai adalah harga pasaran pada daerah tersebut.

3.2.5 Komponen Biaya Rencana Anggaran

a. Biaya Konstruksi

Biaya konstruksi adalah biaya yang dikeluarkan sebelum dan saat pelaksanaan, serta setelah proyek selesai atau biaya yang dikeluarkan selama tahapan kegiatan proyek. Biaya konstruksi merupakan bagian dari biaya proyek yaitu biaya yang digunakan untuk kelangsungan hidup proyek agar mencapai tujuan dan sasaran yang di capai. Setiap kegiatan dalam proyek memerlukan biaya, namun demikian secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi :

- 1) Pembuatan *budgeting* dan *programing*
- 2) Site plan.
- 3) Desain.

- 4) Manajemen proyek.
- 5) Konstruksi.
- 6) Perijinan.
- 7) Pengadaan barang.
- 8) Pembayaran bunga kredit selama berlangsungnya proyek.

b. Biaya Material

Material adalah besarnya jumlah bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan (*Bahtiar Ibrahim, 1993*). Biaya material adalah umlah biaya yang diperlukan di lokasi pekerjaan yang ditentukan oleh harga setempat, mencakup biaya angkutan, biaya menaikkan dan menurunkan material, pengepakan, penyimpanan sementara pemeriksaan kualitas serta asuransi. Biaya material meliputi komponen penunjang dari material yang digunakan, antara lain :

1) Harga Material

Banyak macam dan jenis material yang digunakan, tergantung proyek bangunan yang bersangkutan. Biasanya material berupa : pasir, semen, batu bata, batu kali, besi tulangan, genteng dan sebagainya. Macam dan jenis bahan ini terbagi sesuai dengan fungsi dan karakteristiknya, maka harganya berlainan. Hal ini akan berdampak pada penyusunan anggaran biaya.

2) Manajemen Material

Pentingnya suatu manajemen material yang harus dilaksanakan untuk mencegah terjadinya keterlambatan selesainya suatu pekerjaan proyek yang diakibatkan oleh kekurangan bahan dalam pelaksanaan proyek atau adanya barang yang tidak cocok dengan pemakaian.

c. Biaya Peralatan

Pengangkutan bahan untuk proyek konstruksi kadang-kadang memerlukan pembiayaan cukup besar yang dilakukan dengan tenaga manusia, dengan alat berat, atau kombinasi keduanya. Dalam

pengangkutan bahan dengan alat harus diperhatikan kapasitas sebenarnya dari alat angkut yang biasanya 80 % dari kapasitas angkutnya. Hal ini disebabkan adanya variasi pada muatan dan cara memuatnya, dan kecepatan bergerak.

d. Biaya Operasional Peralatan

Khususnya dalam mempercepat penyelesaian proyek besar peralatan memegang peranan penting, maka penyediaan alat untuk penunjang suatu pekerjaan akan menambah anggaran biaya. Sehingga perlu dipikirkan bagaimana penyediaan peralatan tersebut agar proyek berjalan lancar. Biaya yang diperlukan oleh alat berat lebih besar dibandingkan dengan alat ringan, karena alat berat yang digunakan memerlukan biaya operasional antarlain yaitu :

1) Biaya Operator

Biaya ini terdiri dari biaya untuk membayar gaji operator pajak, asuransi, dan lainnya. Jumlah jam kerja mesin pertahun berpengaruh besar terhadap upah operator, dalam keadaan normal upah operator perjam harus diperhitungkan dalam biaya operasional mesin perjam harus lebih besar daripada upah perjam sesungguhnya. Hal ini karena jam hadir operator lebih besar daripada jam kerja mesin disebabkan adanya servis peralatan, pengisian bahan bakar, perbaikan dan sebagainya terhadap alat tersebut.

2) Biaya Bahan Bakar

Biaya ini merupakan pengeluaran untuk sumber tenaga sebagai penggerak peralatan yang dapat berupa tenaga listrik, bensin, solar dan bahan bakar lain. Biaya pemakaian tiap jenis bahan bakar ini untuk tiap peralatan berbeda sesuai dengan efektifitas pemakaian bahan bakar.

3) Biaya Pemeliharaan

Biaya ini sangat tergantung pada operator dalam mengoperasikan alat berat. Panjang atau pendeknya usia pada alat tergantung dari cara memelihara alat tersebut, yang pada dasarnya alat berat setiap

tahunnya kondisi maupun harganya akan turun 20 % ang seiring disebut dengan *depreciation rate* 20 %.

4) Biaya Perbaikan dan Penggantian

Alat yang digunakan untuk menunjang pelaksanaan suatu pekerjaan dalam proyek pembangunan, mempunyai masa/waktu kelayakan dalam penoperasiannya. Kesempurnaan alat akan membantu kinerja suatu proyek pembangunan., maka apabila alat yang digunakan mengalami kerusakan akan mengeluarkan biaya yang mempengaruhi anggaran biaya pada proyek pembangunan tersebut.

e. Biaya Tenaga Kerja

Faktor utama yang akan menentukan biaya tenaga kerja dalam pekerjaan konstruksi adalah:

- 1) Uang dan harga yang berhubungan dengan upah perjam, tunjangan tambahan, asuransi upah dan perpajakan serta premi upah.
- 2) Produktivitas pekerja yaitu banyaknya pekerjaan yang dapat dilaksanakan oleh seorang pekerja dalam suatu periode tertentu. Pengalaman dan usia pekerja sangat berpengaruh pada produktivitas tenaga kerja.

Apabila upah dan komponen uang lainnya dapat bertahan dengan konstan selama jangka waktu suatu pekerjaan, maka produktivitas justru dapat berubah-ubah.

Penetapan biaya tenaga kerja disebabkan adanya berbagai kondisi yang mempengaruhi serta menentukan tingkat produktivitas kelompok atau individu.

Beberapa faktor yang berpengaruh dalam biaya tenaga kerja yaitu :

1. Jenis tenaga kerja

Tenaga kerja menurut jenisnya biasanya dibagi menjadi lima kelompok bagian yaitu : pekerja yang belum terlatih, pekerja terlatih, tukang dan mandor, kepala tukang serta pekerja yang melayani alat berat.

2. Waktu kerja

Dalam penentuan waktu kerja perlu diperhatikan jangka waktu kontrak kerja dan kerja lembur.

- 1) Pengaruhnya disebabkan oleh adanya resiko tidak memperoleh pekerjaan, oleh karena itu semakin pendek jangka waktu kontrak kerja semakin meningkat pula tuntutan upah yang lebih besar.
- 2) Dihitung dari lama waktu kerja yang melebihi waktu kerja siang hari (6-7 jam), yang besarnya upah ditentukan sendiri sesuai peraturan setempat. Biasanya pekerjaan yang diluar jam kerja disebut lembur.

3. Lokasi pekerjaan

Untuk lokasi pekerjaan dapat dibedakan menjadi dua hal yang mencakup pekerjaan ditempat datar dan pekerjaan ditempat tinggi.

4. Persaingan tenaga kerja dan kepadatan penduduk.

Tingkat kepadatan penduduk disuatu daerah akan menimbulkan persaingan tenaga kerja yang sifatnya lebih stabil dibandingkan akibat adanya pembangunan yang besar.

5. Jenis pekerjaan

Jenis pekerjaan sesuai dengan rencana kerja proyek pembangunan menurut item-item yang sudah ditentukan.

6. Tenaga kerja pendatang

Biasanya pekerja yang mempunyai keahlian khusus seperti tukang keramik, tukang listrik, tukang las, yang dipinjam dari perusahaan lain pihak peminjam atau didatangkan dari tempat lain daerah maka harus membayar upah pekerja yang sesuai dan juga membayar ganti rugi kepada perusahaan yang mempunyai ikatan kerja dengan pekerja tersebut apabila meminjam dari perusahaan lain. Pada suatu proyek yang mengalami kekurangan tenaga kerja, maka ada gejala upah naik dan menarik tenaga kerja daerah lain yang upahnya lebih rendah.

Beberapa jenis pekerja pendatang antara lain yaitu :

1) Tenaga kerja datang sendiri.

Tenaga kerja datang atas kemauan sendiri atau datang atas inisiatif pemborong dengan upah maksimum sama dengan standar upah tenaga kerja setempat.

2) Tenaga kerja yang didatangkan

Tenaga kerja yang sengaja didatangkan oleh proyek atau pemborong dengan persetujuan proyek karena tenaga kerja yang tersedia tidak mencukupi, dengan upah sama dengan standar upah pekerja setempat ditambah ongkos angkut pulang-pergi dan biaya penampungan sementara.

3) Tenaga kerja yang didatangkan secara khusus

Tenaga yang sangat dibutuhkan secara khusus oleh proyek dengan persetujuan proyek dan ijin daerah asal dan tempat pekerja tersebut dengan upah pekerja sama dengan standar ditambah ongkos pulang-pergi, biaya penampungan dan tunjanganlainnya.

3.2.6 Langkah Dan Proses Membuat RAB

a. Langkah Pembuatan RAB

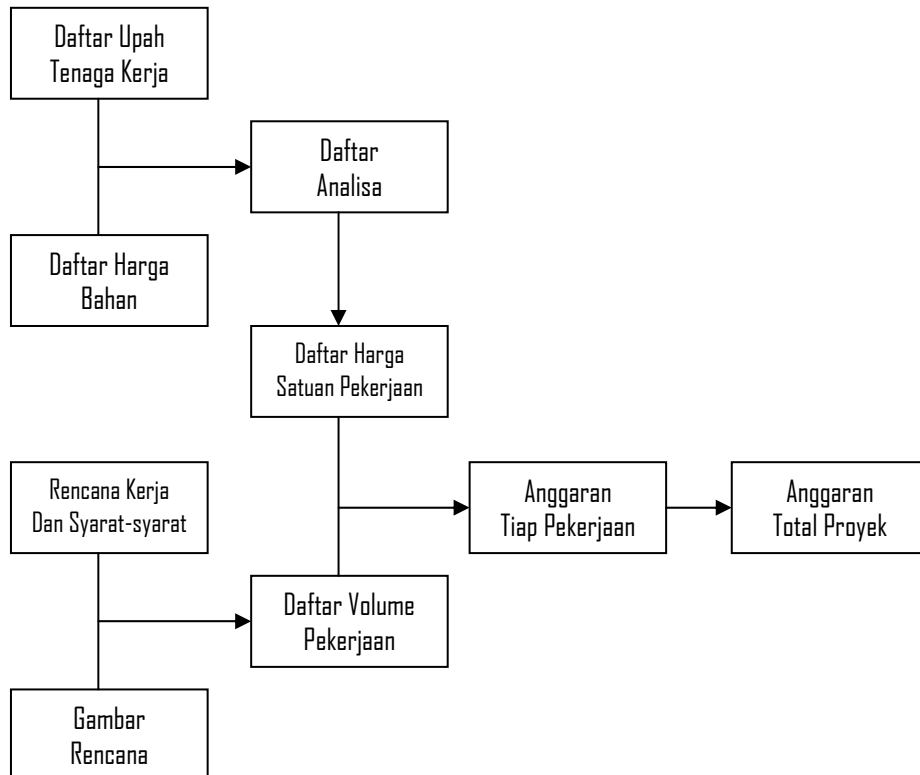
Yang perlu dilakukan dalam membuat RAB suatu proyek adalah sebagai berikut :

- 1) Mengumpulkan data tentang harga bahan dan upah tenaga kerja
- 2) Menyusun data-data tentang harga bahan dan upah tenaga kerja, sehingga menjadi sebuah daftar harga.
- 3) Mengumpulkan data gambar proyek dan spesifikasinya.
- 4) Membuat daftar volume pekerjaan dari data gambar proyek yang spesifikasinya sudah jelas.
- 5) Menyusun perhitungan harga satuan untuk tiap pekerjaan.
- 6) Membuat rekapitulasi dari masing-masing jenis pekerjaan, sehingga diperoleh harga nominal proyek. Kemudian dengan menambah jasa

pemborong/kontraktor ($\pm 10\%$ dari jumlah nominal) dan PPN $\pm 10\%$ maka diperoleh jumlah total anggaran penawaran.

7) Menyusun biaya total proyek.

Adapun urutan dan langkah cara membuat RAB dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:

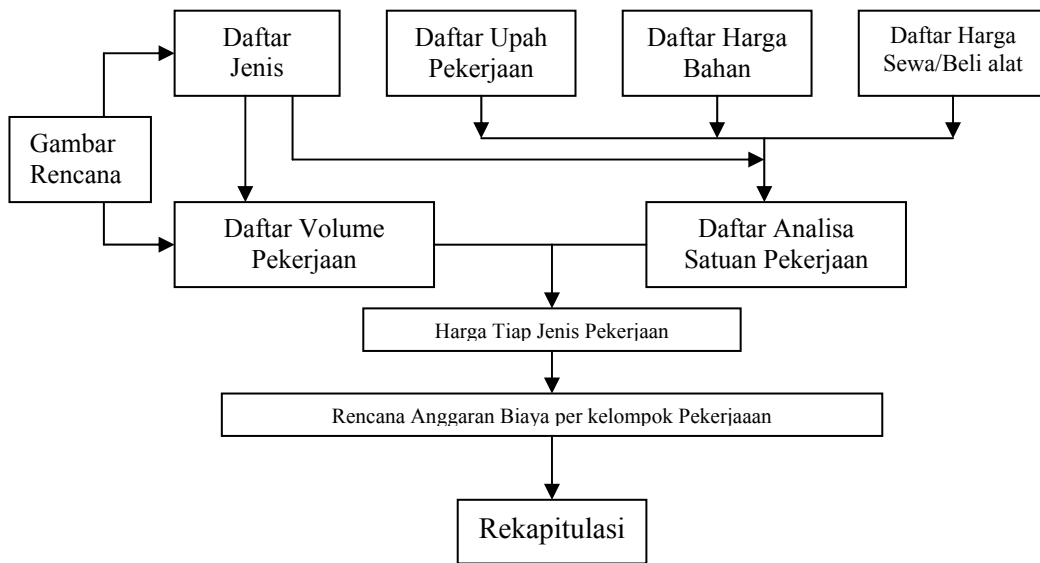


Gambar 3.11 Langkah Pembuatan Rencana Anggaran Biaya

b. Proses pembuatan RAB

Proses perhitungan pada merencanakan anggaran biaya pada suatu proyek mencakup dua hal yaitu proses perhitungan anggaran biaya menggunakan sistim analisa BOW dan proses perhitungan rencana anggaran biaya pekerjaan borongan atau lumpsum

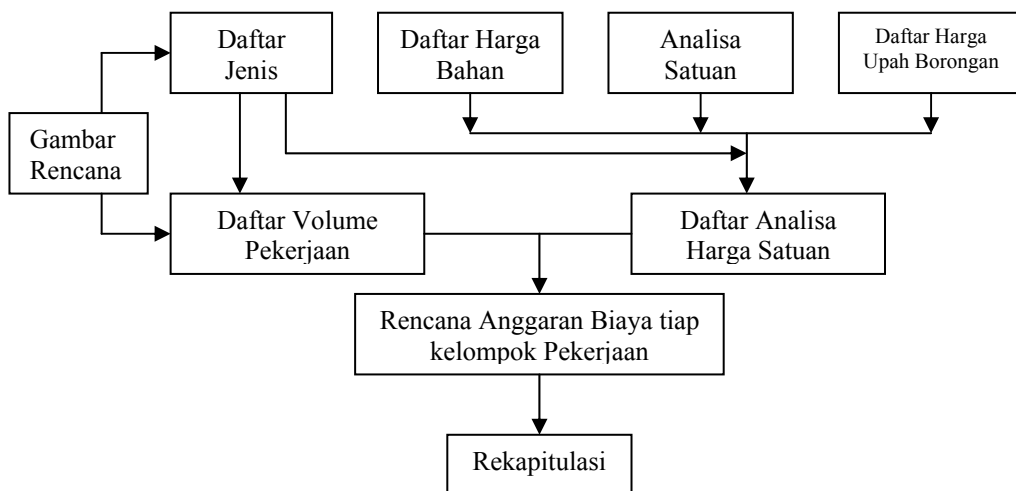
- 1) Proses perhitungan rencana anggaran biaya BOW dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.12 Skema Perhitungan RAB Dengan Analisa BOW

(** Sumber : John W Niron, *Rencana Anggaran Biaya Bangunan*, Jakarta 1992)

- 2) Proses Perhitungan rencana anggaran biaya pekerjaan borongan atau lumpsum dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.13 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Borongan

(** Sumber : John W Niron, *Rencana Anggaran Biaya Bangunan*, Jakarta 1992)

3.3. TIME SCHEDULE

3.3.1 Tinjauan Umum

Rencana waktu (*time schedule*) merupakan pembagian waktu secara rinci dari masing-masing kegiatan/jenis pekerjaan pada suatu proyek konstruksi, mulai dari pekerjaan awal sampai pekerjaan akhir (*finishing*). Dalam penerapan

rencana kerja harus dilakukan analisa waktu dengan mempelajari tingkahlaku pelaksanaan kegiatan sehingga dapat ditetapkan skala prioritas pada setiap tahap pekerjaan.

Dalam rencana kerja akan terlihat uraian pekerjaan secara terperinci, waktu mulai dan waktu akhir dari masing-masing kegiatan tersebut serta lama waktunya (durasi), dan tampak juga hubungan antara masing-masing kegiatan/jenis pekerjaan dengan waktu mencakup lamanya, waktu mulai dan waktu akhir. Tujuan dan manfaat pembuatan rencana kerja secara umum adalah sebagai berikut :

- 1) Mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu bagian dari proyek atau proyek secara menyeluruh.
- 2) Mengetahui hubungan antara pekerjaan satu dengan pekerjaan lain.
- 3) Penyediaan dana atau keuangan.
- 4) Sebagai alat dalam pelaksanaan.
- 5) Sebagai alat koordinasi dari pimpinan.
- 6) Pengukuran, penilaian, dan evaluasi.
- 7) Pengendalian waktu penyelesaian.
- 8) Penyediaan tenaga kerja alat dan material.

3.3.2 Data Yang Diperlukan Dalam Pembuatan Time Schedule

Secara garis besar data yang diperlukan guna menunjang pembuatan rencana kerja adalah sebagai berikut :

1) Data Tenaga Kerja

Data ini berkaitan dengan masalah besaran dan harga satuan pekerjaan yang mana data ini sangat mempengaruhi terhadap prestasi produk pekerjaan. Data ini berkaitan dengan jumlah (kuantitas) dan keahlian (kualitas) untuk menyelesaikan pekerjaan

2) Data Peralatan

Voleme besaran pekerjaan sangat berpengaruh dan berkaitan dengan peralatan, yaitu hasil suatu pekerjaan/prestasi dipengaruhi oleh alat dan tenaga.

3) Data Material

Bahan atau material berkaitan dengan persediaan (jumlah), kelancaraan (transportasi) dan harga yang akan berpengaruh terhadap waktu dan harga satuan.

4) Gambar Rencana dan Bestek

Gambar rencana dan bestek berpengaruh dalam perhitungan besaran pekerjaan, harga satuan, jumlah harga, dan waktu penyelesaian suatu pekerjaan.

5) Data keterkaitan dan hubungan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lain diperoleh dari lapangan dan pengamatan.

3.3.3 Langkah Dan Cara Membuat Time Schedule

Langkah-langkah dalam rencana kerja adalah sebagai :

1. Menyediakan dan mempelajari data yang berpengaruh terhadap rencana kerja.
2. Menentukan hubungan keterkaitan atau ketergantungan antar pekerjaan (pekerjaan yang mendahului, sesudahnya atau pekerjaan yang bebas). Didalam menentukan ketergantungan antara kegiatan-kegiatan/rutinitas/pekerjaan harus diketahui sifat-sifat ketergantungannya. Ada beberapa alasan yang menyebabkan sifat ketergantungan antara dua aktivitas.

1) Ketergantungan atas dasar logika

Secara logika hubungan antara kedua kegiatan memang harus terjadi. Misalnya, fondasi batu kali boleh dipasang, bila galian sudah selesai dilaksanakan. Jadi secara logika mulainya pemasangan fondasi tergantung pada pekerjaan galian

2) Ketergantungan atas pertimbangan sumber daya (alat).

Pada proyek besar, banyak aktivitas yang memerlukan alat yang sejenis. Atas pertimbangan pemanfaatan alat maka aktivitas itu dikerjakan secara berurutan (seri) tidak secara paralel.

3) Ketergantungan karena metode pelaksanaan.

Ketergantungan antara dua aktivitas akan terjadi karena metode pelaksanaan, yaitu dengan membagi aktivitas menjadi beberapa tahap. Aktivitas berikutnya dilaksanakan tidak harus menunggu aktivitas sebelumnya selesai selesai seluruhnya.

4) Hitung besaran pekerjaan, harga satuan dan jumlah harga tiap pekerjaan.

5) Menentukan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dipengaruhi oleh volume pekerjaan, tingkat kesulitan, tenaga, alat, material, metoda kerja, dan sebagainya.

6) Gambaran dalam bentuk tabel atau diagram hubungan antara item pekerjaan dan jangka waktu penyelesaian, serta volume/bobot dari pekerjaan yang ada.

Dengan demikian rencana kerja (*time schedule*) sudah dapat dibuat dan waktu penyelesaian proyek sudah dapat dihitung/ditentukan. Rencana kerja yang dikenal atau sering digunakan dalam proyek konstruksi ada beberapa jenis, diantaranya : (*KBK Manajemen konstruksi UII, 2001*).

a) Diagram balok/batang (*Barchar/Ganttchart*).

b) Diagram garis keseimbangan (*Line Balance Diagram*).

c) Kurva-S

d) Diagram jaringan kerja (*Network Diagram*).

3.3.4 Diagram Balok/Batang (*Barchart/Ganttchart*)

Bagan balok dikembangkan oleh Henry L. Grantt pada waktu perang dunia I, merupakan rencana kerja yang paling sederhana dan sering digunakan pada proyek konstruksi karena tidak terlalu rumit dan mudah dipahami. Waktu mulai dan waktu akhir tiap pekerjaan dapat dilihat dari skala waktu horisontal yang tertera diatas diagram, panjang dari batang menunjukkan durasi dari suatu pekerjaan (*Michael T.Callahan, dkk, 1992*). Diagram batang secara grafis menguraikan suatu proyek yang terdiri dari kumpulan tugas atau kegiatan yang telah dirumuskan dengan baik.

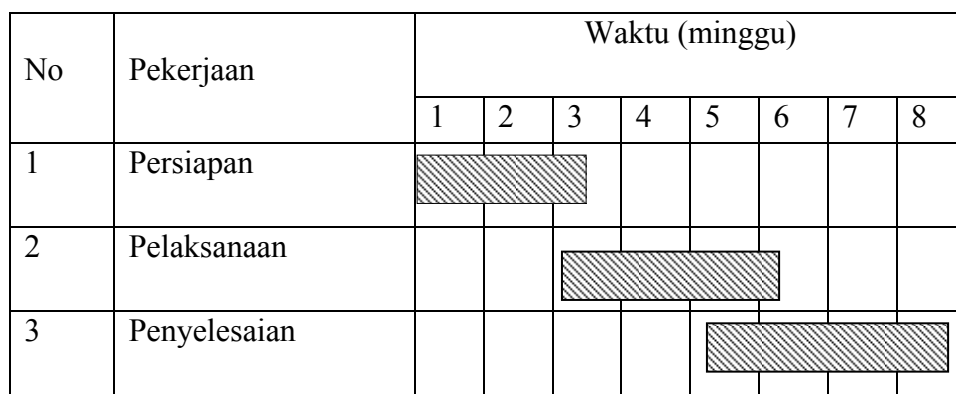
Bentuk rencana kerja ini terdiri dari arah vertikal yang menunjukkan jenis pekerjaan dan arah horizontal yang menunjukkan jangka waktu yang dibutuhkan oleh setiap pekerjaan, yaitu waktu mulai dan waktu akhir, juga secara tidak langsung menunjukkan bobot atau nilai dari suatu kegiatan tersebut. Kemajuan pekerjaan yang sering diungkapkan sebagai prestasi pekerjaan pada suatu saat ditunjukkan oleh besarnya bobot aktual kumulatif dari kegiatan atau beberapa kegiatan.

Beberapa keuntungan pemakaian bagan balok adalah sebagai berikut :

- a) Mudah pembuatannya .
- b) Mudah pembacaannya.
- c) Sangat cocok untuk kegiatan yang sederhana.

Sedangkan kelemahan dari pemakaian bagan balok diantaranya :

- a) Kurang memberi gambaran dari ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan lain.
- b) Tidak dapat diketahui kegiatan mana yang kritis.
- c) Sulit dimonitor penyimpangan pada pertengahan kegiatan.
- d) Tidak dapat mengetahui adanya tenggang waktu untuk kegiatan yang tidak kritis.
- e) Sulit untuk menyusun kaitan antara kegiatan yang bersifat kompleks pada proyek yang berukuran menengah atau besar.

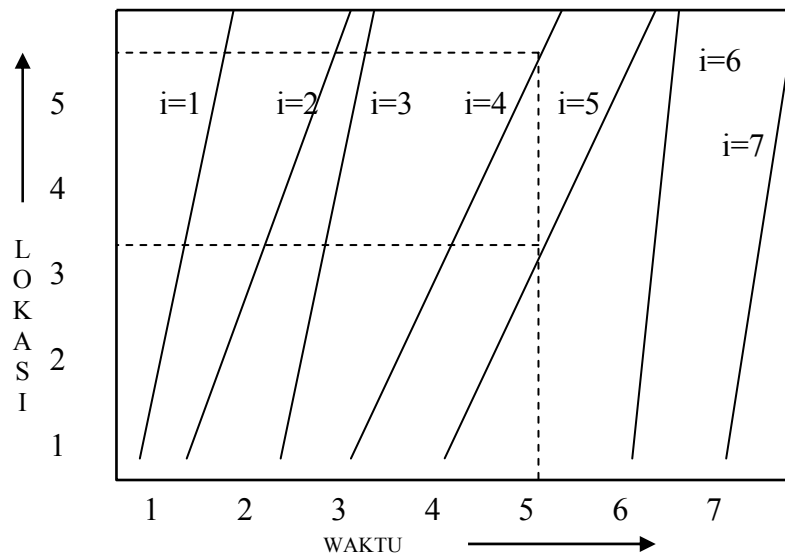


Gambar 3.14 Contoh Bagan Balok

3.3.5 Diagram Keseimbangan Garis (*Line Balance Diagram*)

Rencana kerja ini disusun dengan menggunakan garis-garis keseimbangan yang menunjukkan keseimbangan antara lokasi (ordinat) pekerjaan dengan

waktu (absis) dari tiap-tiap pekerjaan. Rencana kerja ini biasa digunakan untuk proyek jalan raya, perumahan, gedung bertingkat/bangunan yang tipikal serta proyek-proyek yang memiliki pengulangan pekerjaan yang sama.



Gambar 3.15 Diagram Keseimbangan Garis

Satuan waktu dapat digunakan dalam jam, hari, minggu atau bulan tergantung dari level jadwal kerja yang direncanakan, sedangkan yang dimaksud dengan lokasi adalah ukuran produksi yang tergantung dari tipe proyeknya. Garis miring (i) pada gambar adalah aktivitas atau kegiatan, sedangkan sudut kemiringannya menunjukkan tingkat produksi terhadap waktu.

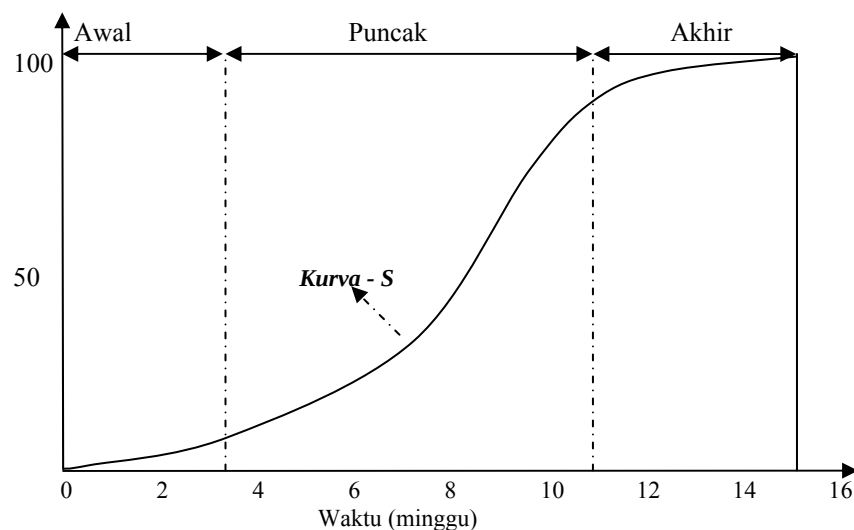
3.3.6 Kurva-S

Kurva-S adalah pengembangan dan penggabungan dari diagram batang dan *Hannum Curve*, kurva-S digunakan untuk menggambarkan dan mengungkapkan nilai-nilai kuantitas dalam hubungannya dengan waktu. Kurva-S menggambarkan secara kumulatif kemajuan pelaksanaan proyek, kriteria ataupun ukuran kemajuan proyek yang dapat berupa bobot prestasi pelaksanaan atau produksi, nilai uang yang dibelanjakan, jumlah kuantitas atau volume pekerjaan, penggunaan sumber daya, jam, tenaga kerja dan masih banyak lagi.

Kurva-S dibuat dengan sumbu-X menunjukkan parameter waktu sedangkan sumbu-Y sebagai nilai kumulatif persentase (%) bobot pekerjaan. Kurva ini disebut sebagai kurva-S karena berbentuk huruf S, hal ini disebabkan :

1. Pada tahap awal kurva agak landai, hal ini disebabkan pada tahap awal kegiatan proyek relatif sedikit dan kemajuan awalnya bergerak lambat.
2. Diikuti kegiatan yang bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama. Pada tahap ini terdapat banyak kegiatan proyek yang dikerjakan dengan volume kegiatan yang lebih banyak.
3. Pada tahap akhir kecepatan kemajuan menurun dan berhenti pada titik akhir dimana semua kegiatan proyek telah selesai.

% Penyelesaian Fisik



Gambar 3.16 Contoh Kurva-S

Secara umum kurva-S dapat digunakan dalam hal :

- 1) Analisis kemajuan proyek secara keseluruhan.
- 2) Analisis kemajuan untuk satu unit pekerjaan atau elemen-elemennya.
- 3) Untuk menyiapkan rancangan produksi gambar, menyusun pengajuan pembelian bahan material, penyiapan alat maupun tenaga.
- 4) Analisis dana proyek.

Kurva-S sangat berfaedah untuk dipakai sebagai laporan bulanan yang diajukan kepada manajer pelaksana pengendalian karena kurva ini dapat dengan jelas menunjukkan kemajuan proyek dalam bentuk yang mudah dipahami.

3.3.7 Diagram Jaringan Kerja (*Network Diagram*)

Network Diagram adalah suatu rencana kerja yang disusun berdasarkan urutan-urutan kegiatan dari semua pekerjaan sedemikian rupa sehingga tampak keterkaitan pekerjaan satu dengan pekerjaan yang lain. Rencana kerja dengan diagram jaringan kerja ini biasanya digunakan pada proyek-proyek besar dengan aktifitas pekerjaan yang cukup banyak dan rumit. Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dipandang sebagai suatu langkah penyempurnaan *Barchart* karena dapat mengetahui antara lain lama perkiraan waktu penyelesaian proyek, kegiatan bersifat kritis dan mampu membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis.

Suatu jaringan kerja yang tersusun dengan benar akan memberikan gambaran dari suatu proyek dan sarana komunikasi yang efektif tentang kemajuan pelaksanaan proyek bagi semua pihak yang terkait. Untuk menyusun *Network Diagram* harus melalui tahapan sebagai berikut :

1. Pembuatan

- 1) Menginventarisasi kegiatan proyek menjadi kegiatan-kegiatan (pekerjaan). Beberapa pertanyaan yang akan membantu dalam penyusunan urutan kegiatan untuk menyusun *Network Planing PDM*, antara lain :
 - a) Kegiatan apa yang dimulai lebih dahulu dan apa kegiatan berikutnya
 - b) Adakah kegiatan-kegiatan yang berlangsung sejajar
 - c) Perlukah kegiatan tertentu menunggu yang lain
- 2) Menentukan hubungan ketergantungan antar kegiatan, yang secara logis menurut ketergantungan tersebut. Dikenal 4 konstrain yaitu : SS, FS, SF, FF.
- 3) Membuat denah node sesuai jumlah kegiatan dengan kurun waktu yang bersangkutan, menghubungkan node-node tersebut dengan anak panah sesuai dengan ketergantungan dan konstrain selanjutnya menyelesaikan diagram PDM dengan melengkapi simbol yang diperlukan.

- 4) Mengaloksaikan data-data tiap kegiatan yang meliputi lama kegiatan (jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan), biaya dan sumber daya yang akan dikendalikan. Ada 2 faktor penentu lama kegiatan yaitu faktor teknis (volume pekerjaan, sumber daya, rungan, jam kerja) dan faktor non teknis (cuaca, hari libur, hari kerja perminggu).
- 5) Analisis waktu dan sumber daya. Analisis waktu yaitu mempelajari tingkah laku pelaksanaan kegiatan selama penyelenggaraan proyek. Tujuan analisis waktu yaitu untuk mengetahui saat mulai paling awal (ES), saat mulai paling akhir (LS), saat selesai paling awal (EF), dan saat selesai paling akhir (LF), mengidentifikasi kegiatan kritis, jalur kritis, dan waktu penyelesaian proyek serta cadangan waktu. Sedangkan analisis sumber daya yaitu mengetahui tingkat kebutuhan sumber daya sehingga persiapan sumber daya selalu dalam kegiatan siap pakai.
- 6) Diinventarisasikan batasan-batasan yang tidak boleh dilanggar baik mengenai waktu maupun distribusi penggunaan sumber daya.
- 7) Memecahkan persoalan yang timbul akibat tidak sesuainya kegiatan ideal dengan batasan yang masih berlaku.

2. Pemakaian

Bila pembuatan telah selesai, maka Network Diagram yang telah jadi tersebut digunakan pada proses pelaksanaan proyek dengan cara melaporkan kemajuan proses pelaksanaan tiap kegiatan dalam bentuk berdasarkan cadangan waktu.

3. Perbaikan

Perbaikan dilakukan karena tidak tepatnya asumsi yang dipakai pada saat pembuatan karena suatu alasan misalnya kurang informasi dari data awal proyek tersebut. Pada proses perbaikan tidak seluruh kegiatan ditinjau, hanya yang mempunyai kaitan dengan perubahan asumsi dan yang dipengaruhi oleh perubahan tersebut. Setelah tersusun jaringan kerja barulah dihitung total waktu penyelesaian proyek. Disini harus

hati-hati karena total waktu penyelesaian proyek umumnya tidak sama dengan total jumlah kurun waktu masing-masing komponen kegiatan, karena sering terjadi adanya kegiatan yang dapat dilaksanakan dalam waktu bersamaan (tumpang tindih).

Rencana kerja ini berupa jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatan dan urutan peristiwa yang ada selama penyelenggaraan proyek. Dengan diagram jaringan kerja dapat segera dilihat kaitan suatu kegiatan dengan kegiatan-kegiatan lainnya, sehingga bila sebuah kegiatan terlambat maka dengan segera dapat dilihat kegiatan apa saja yang dipengaruhi oleh keterlambatan tersebut dan berapa besar pengaruhnya. Diagram jaringan kerja ada tiga macam yang bisa dipakai, yaitu : (*KBK Manajemen Konstruksi UII, 2001*)

- a) CPM (*Critical Path Method*)
- b) PDM (*Precedence Diagram Method*)
- c) PERT (*Programme Evaluation and Review Technique*)

BAB IV

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu aturan atau tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban dari rumusan masalah dengan berorientasi pada tujuan yang ingin dicapai dalam batasan masalah yang telah ditentukan sebelumnya.

4.1 Subjek dan Objek Penelitian

Dalam penelitian diperlukan penyaringan sumber sampel data untuk mengurangi interferen data dalam upaya mengoptimalkan output yang akan dihasilkan. Maka adapun subjek dan objek penelitian ada sebagai berikut :

- A. Subjek penelitian adalah proyek pembangunan kantor BPD Yogyakarta.
- B. Objek penelitian adalah pekerjaan pelat lantai-3 pada proyek pembangunan kantor BPD Yogyakarta yang menggunakan *Steel Deck* dengan perbandingan pekerjaan pelat lantai dengan menggunakan baja tulangan konvensional.

Pemilihan subjek didasarkan pada pertimbangan tingkat perbedaan pekerjaan dan nilai proyek yang harus dalam interval wajar untuk dibandingkan, serta memperhatikan perbedaan-perbedaan non teknisnya. Dari subjek yang digunakan akan dilakukan studi komparasi berdasarkan objek pengamatan sebagaimana diuraikan diatas dalam parameter biaya, dan waktu. Objek penelitian yang dipilih memiliki kompetensi untuk dibandingkan, selain berlaku netral pada subjek penelitian juga memiliki kontribusi seimbang pada masing-masing objek.

4.2 Variabel Data

Variabel adalah sifat yang dimiliki oleh individu sebagai contoh yang berbeda antara satu (kelompok) individu dengan (kelompok) yang lain (Supraman, Sugiarto 1993). Sedangkan variabel data adalah menemukan variabel-variabel yang akan diukur dengan menentukan data yang dibutuhkan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Variabel data terdiri atas variabel bebas (*independent*) dan variabel terikat (*dependent*). Pada penelitian ini yang menjadi :

a Variabel bebas (*independent*) adalah :

1. Rencana Kerja dan Syarat (RKS) yang diperoleh dari dokumen proyek yang meliputi :
 - 1) Spesifikasi bahan
 - 2) Spesifikasi alat
2. Gambar Rencana
3. Daftar Harga Bahan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum
4. Daftar Harga Upah diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum
5. Daftar Upah Borongan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum
6. Koefisien bahan, tenaga dan alat (SNI dan Non SNI) diperoleh dari literatur

b Variabel terikat (*dependet*) adalah :

1. Volume Pekerjaan
2. Harga Satuan Pekerjaan
3. Rencana Anggaran Biaya Komponen – Komponen Pekerjaan
4. Rencana Waktu Pelaksanaan Komponen – Komponen Pekerjaan

4.3 Pengumpulan Data

Data merupakan keterangan yang memberi gambaran tentang suatu persoalan. Pengumpulan data ini didapatkan dari konsultan perencana berupa data-data di proyek dan beberapa data tambahan berupa informasi dari praktisi.

4.4 Metode Analisis

4.4.1 Analisis Anggaran Biaya

Setelah menganalisa rencana anggaran biaya dilakukan perbandingan rencana anggaran pekerjaan pelat lantai dengan *Steel Deck* terhadap anggaran biaya pekerjaan pelat lantai tulangan konvensional. Perbandingan anggaran dinyatakan dalam variabel biaya dengan notasi C yang dapat dirumuskan secara matematis sebagai berikut :

$$C_{\text{pelat konvensional}} = \text{RAB}_{\text{pelat}} / \text{Volume}_{\text{pelat}}$$

$$C_{\text{steel deck}} = \text{RAB}_{\text{steel deck}} / \text{Volume}_{\text{steel deck}}$$

Dari C diketahui selisih anggaran biaya antara pelat dengan *Steel Deck* dan tulangan konvensional, yaitu :

$$\Delta C = C_2 - C_1$$

Keterangan : ΔC : Selisih anggaran biaya

C_2 : biaya termahal (terbesar)

C_1 : biaya termurah (terkecil)

Maka didapatkan rasio perbandingan biaya (RC) pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional. RC dinyatakan dalam persen yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{RC}_{\text{Steel Deck}} = \frac{[C_{\text{Steel Deck}}]}{[C_{\text{Baja Tulangan Konvensional}}]} \times 100\%$$

$$\text{RC}_{\text{Baja Tulangan Konvensional}} = \frac{[C_{\text{Baja Tulangan Konvensional}}]}{[C_{\text{Steel Deck}}]} \times 100\%$$

Dimana : RC : Rasio Perbandingan dan C : biaya Total Pelat Lantai

4.4.2 Analisis Waktu Pelaksanaan

Setelah merencanakan masing-masing waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai dengan Smartdek dan pekerjaan pelat lantai dengan tulangan konvensional, dilakukan perbandingan waktu antara keduanya. Perbandingan waktu dinyatakan dalam variabel produktivitas dengan notasi P yang dapat dirumuskan secara matematis sebagai berikut :

$$P = \frac{V}{T} \text{ (m}^3\text{/hari)}$$

Keterangan :

P : Produktivitas harian pekerjaan pelat lantai

V : Volume pekerjaan pelat lantai (m³)

T : Waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai (hari)

Maka di dapat selisih (Δt) sebagai berikut :

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

Keterangan : Δt : Selisih waktu (hari)

t_2 : waktu terlambat

t_1 : waktu tercepat

Dari Δt diketahui selisih produktivitas antara pelat lantai *Steel Deck* dan pelat lantai baja tulangan konvensional, yang bila dibandingkan terhadap waktu terlambat (t_2) penyelesaian pekerjaan pelat lantai maka diperoleh persentase produktivitas (kinerja) waktu tercepat penyelesaian pekerjaan pelat lantai dengan rumusan matematis sebagai berikut :

$$\frac{[\Delta t]}{[t_2]} \times 100\%$$

Keterangan :

Δt : Selisih waktu (hari)

t_2 : Waktu terlambat

Adapun rasio perbandingan (RP) waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung BPD Yogyakarta terhadap waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 menggunakan baja tulangan konvensional antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional yang dinyatakan dalam persen dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$RP_{\text{Steel Deck}} = \left[\frac{[t_{\text{Steel Deck}}]}{[t_{\text{Baja Tulangan Konvensional}}]} \right] \times 100\%$$

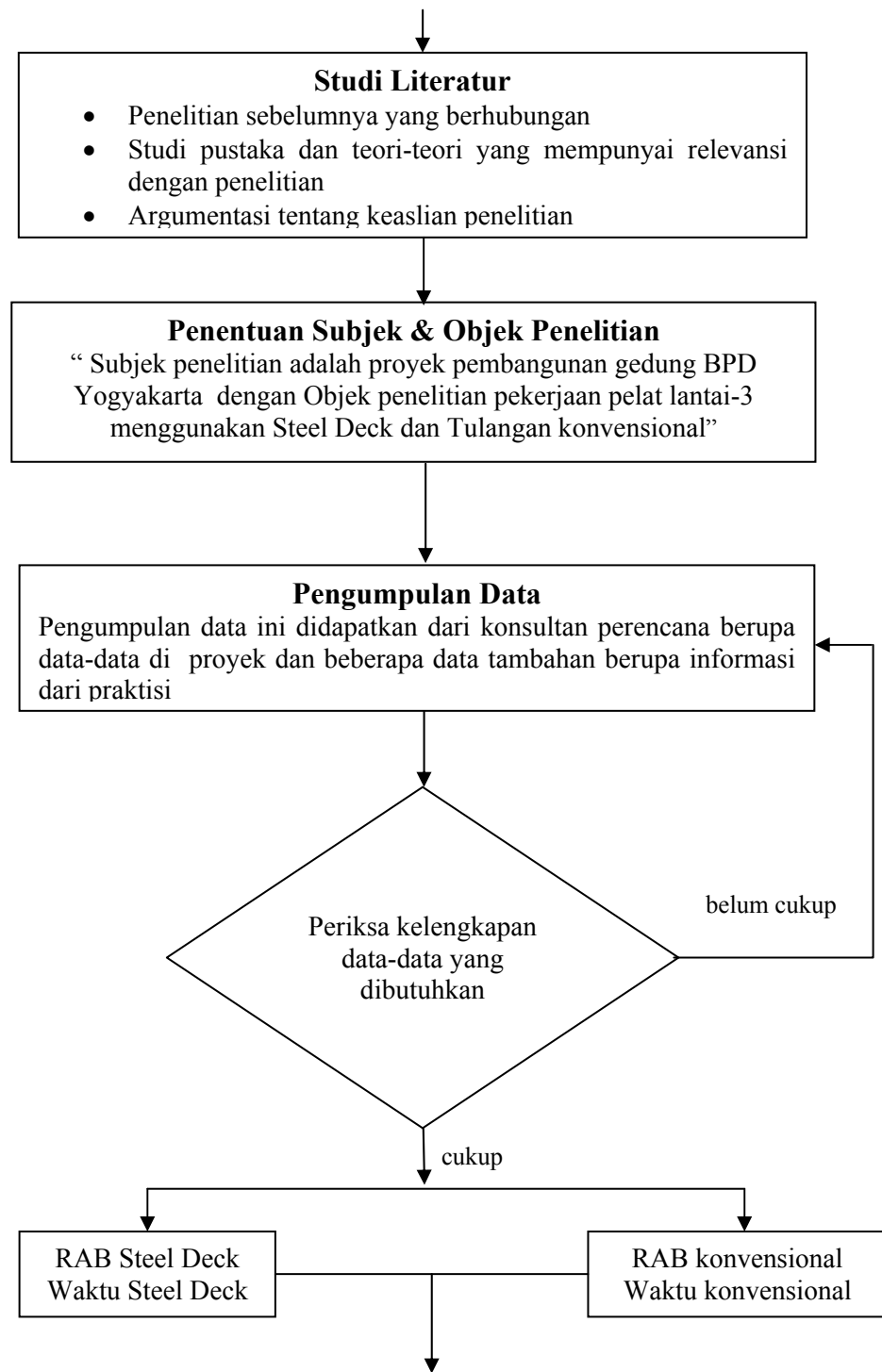
Dimana : RP : Rasio Perbandingan waktu

t : Waktu Penyelesaian

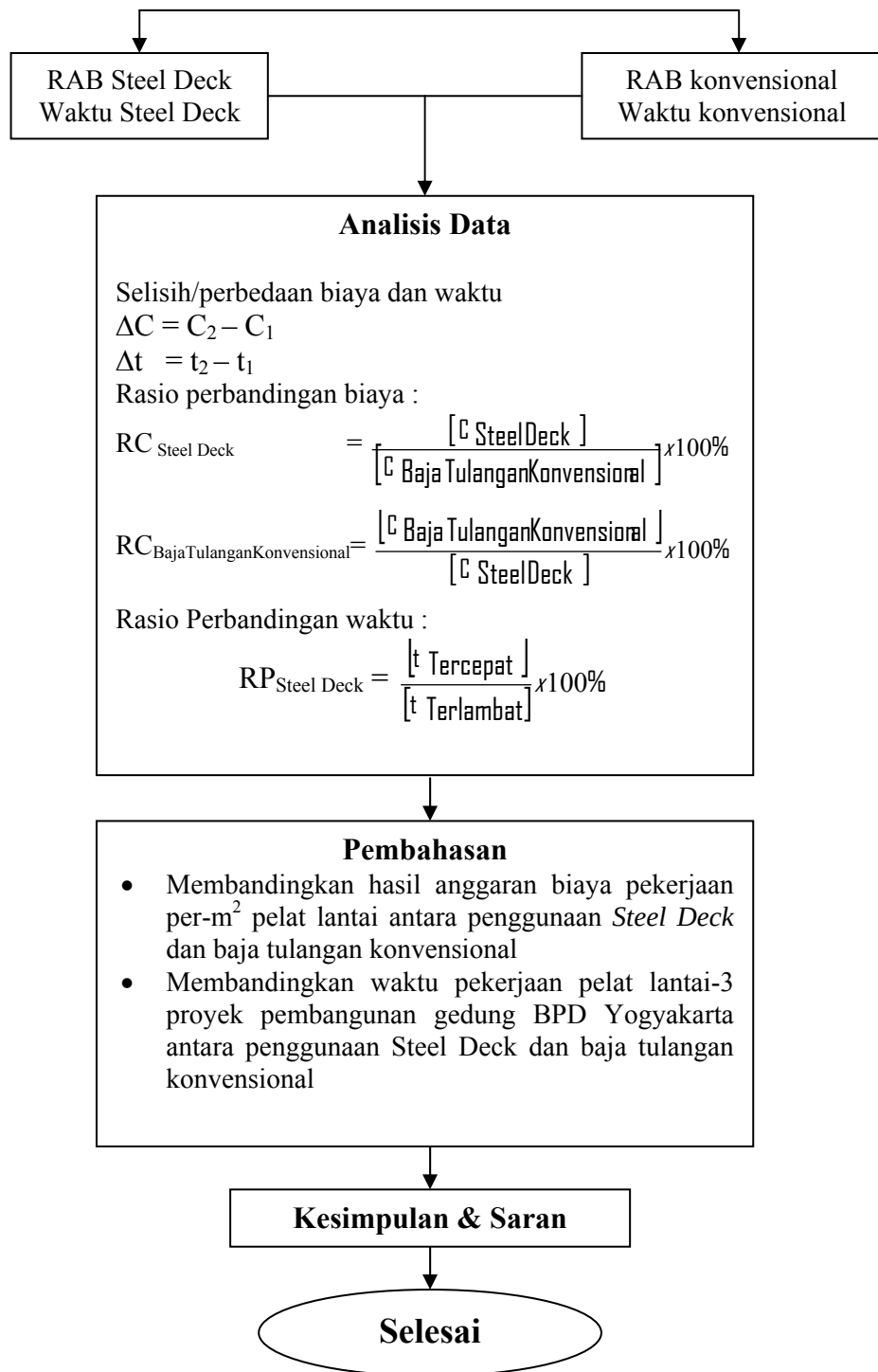
4.5 Bagan Alur Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian diperlukan langkah-langkah atau kerangka penelitian untuk mencapai tujuan penelitian. Langkah-langkah penelitian digambarkan pada bagan alur di halaman berikut :

Mulai



~ bersambung kehalamam ...50



BAB V

ANALISIS DATA

5.1. Data Proyek

5.1.1 Data Umum

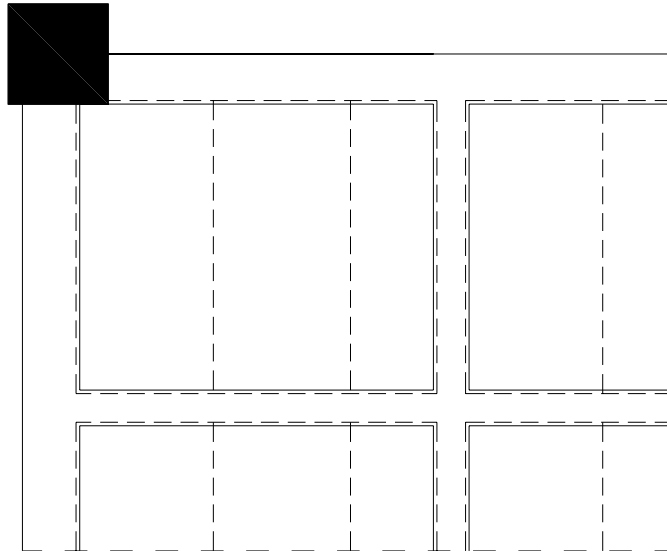
Data yang digunakan adalah data dari proyek peningkatan sarana dan prasarana fisik Bank Pembangunan Daerah Propinsi DIY yaitu Pembangunan Bangunan Gedung kantor BPD DIY Cabang Utama Yogyakarta. Proyek ini terletak di Jl. Tentara Pelajar No: 7 Yogyakarta dengan dibiayai dari Bank BPD DIY Yogyakarta sebagai pemilik proyek (*owner*) pembangunan bangunan gedung ini. Adapun Kontraktor Pelaksana yaitu PT. Pembangunan Perumahan (Persero) dan sebagai Konsultan Engineering PT. CATURBINA GUNAPERSADA serta sebagai Konsultan Manajemen Konstruksi yaitu PT. GANES ENGINEERING CONSULTANT. Sedangkan biaya proyek pada pembangunan bangunan gedung kantor BPD DIY Cabang Utama Yogyakarta berdasarkan nilai kontrak sebesar Rp.20.609.407.000,00.

Data yang dibutuhkan pada analisis ini didapat dari Konsultan Manajemen Konstruksi PT. GANES ENGINEERING CONSULTANT berupa data-data tentang pekerjaan pelat lantai untuk lantai 3 diproyek berdasarkan pekerjaan dilapangan dengan menggunakan *Steel Deck* (Smartdek) yaitu gambar rencana, perhitungan anggaran biaya, serta waktu penyelesaian pada pekerjaan pelat lantai tersebut.

5.1.2 Gambar Rencana

Pada pekerjaan riil dilapangan dengan menggunakan Smartdek yang diperoleh dari konsultan perencana berupa gambar rencana dan gambar kerja (*shop drawing*) direncanakan pembagian blok atau area pada denah lantai-3 dengan mengacu pada luasan terutama arah panjang yang sama untuk kepentingan keseragaman dan kemudahan perencanaan ukuran

cutting list lempengan plat yang akan digunakan dengan tidak memperhatikan arah jepit sisi plat atau jenis kantilever atau pelat biasa.



Gambar 5.1 Perencanaan Tulangan Pelat Lantai Steel Deck

Gambar rencana pelat keseluruhan lantai 3 dapat dilihat pada lampiran, adapun *cutting list* pada pelat lantai tersebut dengan menggunakan *Steel Deck* pada proyek pembangunan gedung kantor BPD yogyakarta dapat dilihat pada tabel di bawah :

Tabel 5.1 *Cuting list SMARTDEK*

Cutting List Standart (L=960 mm)					Cutting List Sisa (L Variant)			
Type (code)	P (mm)	L (mm)	Jml. (lembar)	Area (m ²)	P (mm)	L (mm)	Jumlah (lembar)	Area (m ²)
A	2725	960	20	52.320	2725	245	2	1.335
					2725	555	2	3.025
					2725	880	2	4.796
					2725	705	2	3.842
					2725	365	2	1.989
B	2475	960	26	61.776	2475	340	2	1.683
					2475	805	2	3.985
					2475	555	2	2.747
					2475	880	2	4.356
					2475	705	2	3.490
					2475	365	2	1.807
C	2800	960	13	34.944	2800	340	1	0.952
					2800	805	1	2.254
					2800	555	1	1.554
					2800	880	1	2.464
					2800	705	1	1.974
					2800	365	1	1.022

D	2100	960	13	26.208	2100	340	1	0.714
					2100	580	1	1.218
					2100	220	1	0.462
					2100	555	1	1.166
					2100	880	1	1.848
					2100	705	1	1.481
					2100	365	1	0.767
E	2275	960	11	24.024	2275	340	1	0.774
					2275	220	1	0.501
					2275	555	1	1.263
					2275	880	1	2.002
					2275	705	1	1.604
					2275	365	1	0.830
F	2225	960	10	21.360	2225	220	1	0.490
					2225	555	1	1.235
					2225	880	1	1.958
					2225	705	1	1.569
					2225	365	1	0.812
G	2750	960	10	26.400	2750	730	1	2.008
					2750	880	1	2.008
					2750	555	1	1.526
					2750	880	1	2.420
					2750	705	1	1.939
H	2050	960	12	23.616	2050	605	2	2.481
					2050	880	2	3.608
					2050	705	2	2.891
11	3125	960	1	3.000	3125	290	1	0.906
12	2475	960	1	2.376	2475	290	1	0.718
13	2800	960	1	2.688	2800	290	1	0.812
14	2625	960	1	2.520	2625	290	1	0.761
15	1325	960	1	1.272	1325	290	1	0.384
J	1275	960	1	1.224	1275	565	1	0.720
				283.728				87.559

Area Total Cutting List = 371.287 m²

Dari tabel *cutting list* diatas diketahui ukuran dan jumlah lembar penggunaan lempengan pelat Smartdek, yang kemudian pengerjaannya akan terintegrasi dari keseluruhan harga pemesanan yang proses perhitungannya juga dilakukan oleh pihak supplier.

Dengan adanya perencanaan yang sedemikian rupa dapat diefisienkan bahan dan waktu pengerjaan, sehingga pengaplikasian dilapangan dapat berjalan lancar dan baik. Dari pengamatan yang dilakukan dilapangan pemasangan lempengan relatif praktis dan mudah dengan menggunakan tukang yang juga tidak banyak serta dapat diselesai dalam satu hari untuk keseluruhan pekerjaan pada pelat lantai-3 yang kemudian langsung dapat dilanjutkan dengan pengecoran.

5.2. Pekerjaan Pelat Dengan Menggunakan Steel Deck

5.2.1 Biaya Pelaksanaan

Dalam pengerjaan pembuatan pelat lantai dengan menggunakan *Steel Deck* diketahui dilapangan tidak diperlukan adanya pekerjaan pembesian dilapangan karena bahan pabrikasi, dan pekerjaan bekisting pada pelat lantai tersebut juga diabaikan, tetapi pada pekerjaan pelat lantai dengan menggunakan *Steel Deck* cukup menggunakan Stoot Werk, maka terdapat pekerjaan pembuatan dan pemasangan stootwerk. Sedangkan pekerjaan pengecoran pelat lantai menggunakan *Steel Deck* sama dengan pekerjaan pengecoran pelat lantai dengan menggunakan baja tulangan konvensional, yaitu dalam pengecoran pelat lantai menggunakan Ready Mix dengan kekuatan ultimate 30 mpa.

Dari pengamatan dilapangan (proyek) untuk pekerjaan pelat lantai dengan menggunakan *Steel Deck* secara garis besar ada beberapa tahap yaitu pembuatan atau pemasangan Stoot Werk, pemasangan *Steel Deck* beserta End stop, pemasangan tulangan wiremesh kemudian pekerjaan pengecoran.

Adapun analisa harga satuan pada masing-masing pekerjaan diatas yang diperoleh dari proyek pembangunan gedung kantor BPD DIY sebagai berikut :

1. Pekerjaan Steel Deck (Smartdek)

1 M² PASANG Steel Deck

1.100	M ²	Steel Deck	@ Rp.	113250	= Rp.	124,575
1.000	M ²	End Stop	@ Rp.	10000	= Rp.	10,000
Sub Jumlah						134,575.00
0.007	Oh	Tk.Besi	@ Rp.	30000	= Rp.	210.00
0.0007	Oh	Kep. Tukang Besi	@ Rp.	35000	= Rp.	24.50
0.007	Oh	Pekerja	@ Rp.	25000	= Rp.	175.00
0.0003	Oh	Mandor	@ Rp.	32500	= Rp.	9.75
Sub Jumlah						419.25
0%	lot	Alat	@ Rp.	0	= Rp.	0
Jumlah Total					= Rp.	134,994.25

2. Pekerjaan Pemasangan Wiremesh

1 M² PASANG WIREMESH

1.05	M ²	Wiremesh P8-100	@ Rp.	31750	= Rp.	33,337.50
0.00666		Bendrat	@ Rp.	8600	= Rp.	57.33
				<i>Sub Jumlah</i>		33,394.83
0.00551	Kg	Tk.Besi	@ Rp.	30000	= Rp.	165.27
0.00055	Oh	Kep. Tukang Besi	@ Rp.	35000	= Rp.	19.28
0.00551	Oh	Pekerja	@ Rp.	25000	= Rp.	137.73
0.00024	Oh	Mandor	@ Rp.	32500	= Rp.	7.67
				<i>Sub Jumlah</i>		329.95
0%	lot	Alat	@ Rp.	0	= Rp.	0
				Jumlah Total = Rp.		33,724.78

3. Pekerjaan Pemasangan Stoot Werk

1 M² PASANG STOOT WERK (*stoot dan papan 2x pakai = 50%*)

9.000	bh	Kayu Dolken/Stoot (2x pakai = 50%)	@ Rp.	5000	= Rp.	22.500,00
0.016	M ³	'Papan Meranti 2 x 20 (2x pakai = 50%)	@ Rp.	1650000	= Rp.	13.200,00
0.500	Kg	Paku	@ Rp.	8500	= Rp.	4.250,00
					<i>Sub Jumlah</i>	<i>39,950.00</i>
0.150	Oh	Pekerja	@ Rp.	25000	= Rp.	3.750,00
0.200	Oh	Tukang Kayu	@ Rp.	30000	= Rp.	6000,00
0.020	Oh	Kepala Tukang	@ Rp.	35000	= Rp.	700,00
4 0.017	Oh	Mandor		32500	= Rp.	552,50
					<i>Sub Jumlah</i>	<i>11,002.50</i>
* 0 %		Alat				0
					Jumlah	= Rp. 50.952,50
					(Dianggap dua kali pakai) Jumlah Total	= Rp. 25.476,25

4. Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai

1 M³ COR BETON READY MIX MUTU 300

1.000	M ³	Beton Ready Mix	@ Rp.	486000	= Rp.	486.000
				<i>Sub Jumlah</i>		<i>486.000</i>
2.500	Kg	Pekerja	@ Rp.	25000	= Rp.	62.500
0.250	Oh	Tk.Batu ½ terampil	@ Rp.	25000	= Rp.	6.250
0.100	Oh	Kep. Tukang	@ Rp.	32500	= Rp.	3.250
0.010	Oh	Mador	@ Rp.	32500	= Rp.	325
				<i>Sub Jumlah</i>		<i>72,325.00</i>
0.045	lot	Alat	@ Rp.	558325	= Rp.	25.124,63
				Jumlah Total		= Rp. 583.449,63

5.2.2 Waktu Pelaksanaan

~terlampir~

Dari pengamatan pembuatan pelat lantai dengan menggunakan *Steel Deck* (Smartdek) pada proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta sangatlah cepat, dikarenakan *Steel Deck* adalah bahan pabrikan sehingga waktu yang digunakan untuk pekerjaan pembesian menggunakan *Steel Deck* hanyalah pemasangan palanja kombidek yang dipesan dengan luasan yang dibutuhkan. Pada pembuatan pelat lantai menggunakan *Steel Deck* juga tidak terdapat pekerjaan pembuatan bekisting melainkan hanya pekerjaan stootwerk yang lebih efektif. Sedangkan pengecoran pada pelat lantainya menggunakan ready mix yang dilakukan bersamaan dengan pengecoran pada balok yang ada.

Analisa perbandingan pelat lantai yang dilakukan hanya terhadap pekerjaan pelat lantai 3 pada proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta maka pengamatan dan data tentang pekerjaan pelat lantai di proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta hanyalah pada pekerjaan pelat lantai 3.

Dari laporan harian pekerjaan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta, diketahui bahwa waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan pelat lantai-3 dengan menggunakan *Steel Deck* (Smartdek) adalah kurang dari 1 minggu (2 hari).

Dengan mencermati laporan harian serta pengamatan langsung pekerjaan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta diketahui bahwa pekerjaan pelat lantai-3 tersebut dilakukan secara terintegrasi dengan pekerjaan balok (pabrikan bekisting balok, pemasangan bekisting balok, penulangan balok) dengan jumlah keseluruhan pada pekerja, tukang dan mandor yang didapat dari laporan harian proyek berjumlah 103 orang..

5.3. Analisis Pelat Dengan Menggunakan Tulangan Konvensional

5.3.1 Gambar Rencana

~terlampir~

Perencanaan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta menggunakan baja tulangan konvensional berdasarkan gambar rencana dan gambar kerja (*shop drawing*) denah pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta dilapangan yang menggunakan *Steel Deck*, dengan tidak mengubah gambar rencana dan gambar kerja (*shop drawing*) pelat lantai yang diperoleh dari konsultan perencanaan proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta. Dari gambar terdapat bagian pelat lantai dan pelat kantilever yang kemudian dilakukan pengelompokan pelat lantai yaitu pembagian blok terhadap pelat lantai dan pelat kantilever untuk memudahkan perencanaan tulangan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional. Pengelompokan pelat lantai dan pelat kantilever dengan pembagian blok dari gambar rencana sebagai berikut :

A. Pelat Lantai

Blok I

BLOK 5B-4C	Ly	Lx	Luas
BLOK 5B-4C 1	2825	x 2425	6850625
BLOK 5B-4C 2	2825	x 2750	7768750
BLOK 5B-4C 3	2825	x 2425	6850625
BLOK 5B-4C 4	2675	x 2425	6486875
BLOK 5B-4C 5	2675	x 2750	7356250
BLOK 5B-4C 6	2675	x 2425	6486875

Luas Blok I = 41,80 m²

Blok II

BLOK 5C-4D	Ly	Lx	Luas
BLOK 5C-4D 1	2425	x 2425	5880625
BLOK 5C-4D 2	2425	x 2750	6668750
BLOK 5C-4D 3	2425	x 2425	5880625
BLOK 5C-4D 4	2750	x 2425	6668750
BLOK 5C-4D 5	2750	x 2750	7562500
BLOK 5C-4D 6	2750	x 2425	6668750
BLOK 5C-4D 7	2575	x 2425	6244375
BLOK 5C-4D 8	2575	x 2750	7081250
BLOK 5C-4D 9	2575	x 2425	6244375

Luas Blok II = 58,90 m²

Blok III

BLOK 4C-3D	Ly	Lx	Luas
BLOK 4C-3D 1	2425	x 2050	4971250
BLOK 4C-3D 2	2425	x 2225	5395625
BLOK 4C-3D 3	2425	x 2175	5274375
BLOK 4C-3D 4	2750	x 2050	5637500
BLOK 4C-3D 5	2750	x 2225	6618750
BLOK 4C-3D 6	2750	x 2175	5981250
BLOK 4C-3D 7	2575	x 2050	5278750
BLOK 4C-3D 8	2575	x 2225	5729375
BLOK 4C-3D 9	2575	x 2175	5600625

Luas Blok III = 59.98 m²

Blok IV

BLOK 4B-3C	Ly	Lx	Luas
BLOK 4B-3C 1	2450	x 2050	5022500
BLOK 4B-3C 3	3050	x 2050	6252500
BLOK 4B-3C 4	3050	x 2225	6786250
BLOK 4B-3C 5	3050	x 2175	6633750

Luas Blok IV = 24.69 m²

Blok V

BLOK 3B-2C	Ly	Lx	Luas
BLOK 3B-2C 1	2600	x 2700	7020000
BLOK 3B-2C 2	2750	x 2700	7425000

Luas Blok V = 14,45 m²

Blok VI

BLOK 3C-2D	Ly	Lx	Luas
BLOK 3C-2D 1	2425	x 2700	6547500
BLOK 3C-2D 2	2750	x 2700	7425000
BLOK 3C-2D 3	2575	x 2700	6952500

Luas Blok VI = 20.92 m²

Blok VII

BLOK 2C-1D	Ly	Lx	Luas
BLOK 2C-1D 1	2475	x 2000	4950000
BLOK 2C-1D 2	2475	x 2000	4950000
BLOK 2C-1D 3	2750	x 2000	5500000
BLOK 2C-1D 4	2750	x 2000	5500000
BLOK 2C-1D 5	2575	x 2000	5150000
BLOK 2C-1D 6	2575	x 2000	5150000

Luas Blok VII = 31,20 m²

Blok VIII

BLOK 6B-5C	Ly	Lx	Luas
BLOK 6B-5C 1	1475	x 1225	1806875
BLOK 6B-5C 2	3075	x 2675	8225625
BLOK 6B-5C 3	3075	x 2675	8225625

Luas Blok VIII = 18,26 m²

Blok IX

BLOK 6C-5D	Ly	Lx	Luas
BLOK 6C-5D 1	2425	x 2675	6486875
BLOK 6C-5D 2	2425	x 2675	6486875
BLOK 6C-5D 3	2750	x 2675	7356250
BLOK 6C-5D 4	2750	x 2675	7356250
BLOK 6C-5D 5	2575	x 2675	6888125
BLOK 6C-5D 6	2575	x 2675	6888125

Luas Blok IX = 41,46 m²

B. Kantilever**Blok X**

TIPE A	Ly	Lx	Luas
TIPE A-1	1250	x 2425	3031250
TIPE A-2	1250	x 2750	3437500
TIPE A-3	1250	x 2425	3031250
TIPE A-4	1250	x 2050	2562500
TIPE A-5	1250	x 2225	2781250

Luas Blok X = 14,84 m²

Blok XI

TIPE B	Ly	Lx	Luas
TIPE B-1	3075	x 1225	3766875
TIPE B-2	2425	x 1225	2970625
TIPE B-3	2750	x 1225	3368750
TIPE B-4	2575	x 1225	3154375

Luas Blok XI = 13,26 m²

Blok XII

TIPE C	Ly	Lx	Luas
TIPE C-1	1300	x 1225	1592500
TIPE C-2	1300	x 2675	3477500
TIPE C-3	1300	x 2675	3477500
TIPE C-4	1300	x 2425	3152500
TIPE C-5	1300	x 2750	3575000
TIPE C-6	1300	x 2425	3152500
TIPE C-7	1300	x 2050	2665000
TIPE C-8	1300	x 2225	2892500
TIPE C-9	1300	x 2175	2827500

Luas Blok XII = 26,81 m²

Luas Total Pelat dan Kantilever = 356590000 mm² = 356.59m²

Luas total pekerjaan pelat untuk pekerjaan pelat dengan tulangan baja konvensional sebagaimana diuraikan diatas tidak memperhitungkan balok tapi hanya mencakupi luasan efektif permukaan pelat. Dimana pekerjaan balok dianggap sebagai bagian berbeda terhadap pekerjaan pelat.

Meskipun dalam proses pengecoran dilakukan secara bersamaan namun dalam perhitungan kebutuhan beton dilakukan terpisah.

5.3.2. Perencanaan Pelat

A. Pelat Lantai

Pada perhitungan perencanaan pelat lantai 3 proyek gedung kantor BPD Yogyakarta berdasarkan SK-SNI dan nilai koefisien momen yang dapat diperoleh pada Peraturan Beton Bertulang Indonesia NI-2 1971 dengan melihat kondisi tepi pada gambar rencana terkecuali pelat kantilever pada lantai 3 gedung kantor BPD Yogyakarta maka terdapat 5 macam tipe yaitu :

- 1) Dua sisi tegak lurus menerus atau terjepit elastis
- 2) Dua sisi panjang menerus
- 3) Dua sisi pendek menerus
- 4) Tiga sisi menerus
- 5) Empat sisi menerus

Perhitungan Beban

a. Beban Mati (qd)

1. Plat	: $0,12 \times 24 \text{ KN/m}^3$	= $2,88 \text{ KN/m}^2$	
2. Lapisan pasir	: $0,03 \times 18 \text{ KN/m}^3$	= $0,54 \text{ KN/m}^2$	
3. Keramik	: $0,01 \times 24 \text{ KN/m}^3$	= $0,24 \text{ KN/m}^2$	
4. Spesi	: $0,02 \times 24 \text{ KN/m}^3$	= $0,48 \text{ KN/m}^2$	
			————— +
Beban Total (qd)		= $4,14 \text{ KN/m}^2$	

b. Beban Hidup (ql)

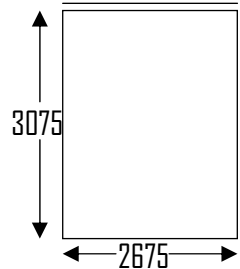
Fungsi bangunan untuk gedung kantor = $2,50 \text{ KN/m}^2$

c. Beban Ultimate (w_u)

$$w_u = 1,2 qd + 1,6 ql$$
$$= (1,2 \times 4,14) + (1,6 \times 2,50) = 8,968 \text{ KN/m}^2$$

Pelat Lantai Tipe 1

1. Perhitungan Momen



$$\begin{aligned}f'_c &= 30 \text{ Mpa} \\f_y &= 240 \text{ Mpa} \\L_y &= 3075 \text{ mm} \\L_x &= 2675 \text{ mm} \\ \frac{L_y}{L_x} &= \frac{3,075}{2,675} = 1,15\end{aligned}$$

Berdasarkan koefisien momen PBBI 1971 untuk pelat dengan didapatkan harga :

	1,10	1,20	1,15
$Ml_x = -Mt_x$	48	55	51,5
$Ml_y = -Mt_y$	48	50	49

sehingga didapatkan

$$\begin{aligned}Ml_x = -Mt_x &= 0,001 \times w_u \times l_x^2 \times cl_x \\ &= 0,001 \times 8,968 \times (2,675)^2 \times 51,5 = 3,304 \text{ KNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Ml_y = -Mt_y &= 0,001 \times w_u \times l_x^2 \times ct_x \\ &= 0,001 \times 8,968 \times (2,675)^2 \times 49 = 3.144 \text{ KNm}\end{aligned}$$

Digunakan tulangan polos Ø 10mm $\rightarrow A_1 = 78,540 \text{ mm}^2$

Tinggi manfaat : lapangan arah x $= h - ds$

$$= 120 - (20 + (0,5 \times 10))$$

$$= 95 \text{ mm}$$

lapangan arah y $= h - ds$

$$= 120 - (20 + (0,5 \times 10) + 10)$$

$$= 85 \text{ mm}$$

tumpuan arah x dan y $= 95 \text{ mm}$

2. Perhitungan Tulangan

Tulangan Mt_y

$$Mu = 3,144 \text{ KNm}$$

$$\Phi = 0,8$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,144}{0,8} = 3,931 \text{ KNm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{3,931 \times 10^6}{1000 \times 95^2} = 0,436 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} = \frac{240}{0,85 \times 30} = 9,412$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right] \\ &= \frac{1}{9,412} \times \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,412 \times 0,436}{240}} \right] = 0,00183 \end{aligned}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f'_c}{f_y} = \frac{0,85 \times 30}{240} = 0,10625$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,106 = 0,07969$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$1,33 \rho_{\text{perlu}} = 1,33 \times 0,00238 = 0,00323$$

$$\rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{min}} \text{ dan } 1,33 \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{min}} ; \text{ maka}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{min}} = 0,00583$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,00583 \times 1000 \times 95 = 554,167 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S \leq \frac{A_1 \times b}{A_s} = \frac{78,540 \times 1000}{554,167} = 141,726 \text{ mm}$$

Pakai tulangan P₁₀ – 140

$$A_s^1 = \frac{A_1 \times b}{S} = \frac{78,540 \times 1000}{140} = 561,000 \text{ mm}^2 > A_s = 554,167 \text{ mm}^2$$

Maka untuk tulangan lapangan arah y dipakai **P10 – 140**

3. Tulangan Susut

$$\begin{aligned} h &= 120 \text{ mm} \quad ; \quad A_{\text{susut}} = 0,002 \times b \times h \\ &= 0,002 \times 1000 \times 120 = 240 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan polos Ø 8mm → A₁ = 50,265 mm²

$$S \leq \frac{A_1 \times b}{A_{\text{susut}}} = \frac{50,265 \times 1000}{240} = 209,438 \text{ mm}$$

Maka untuk tulangan susut dipakai **P8 – 200**

Tabel 5.2 Perhitungan Tulangan Pelat Lantai Tipe-1

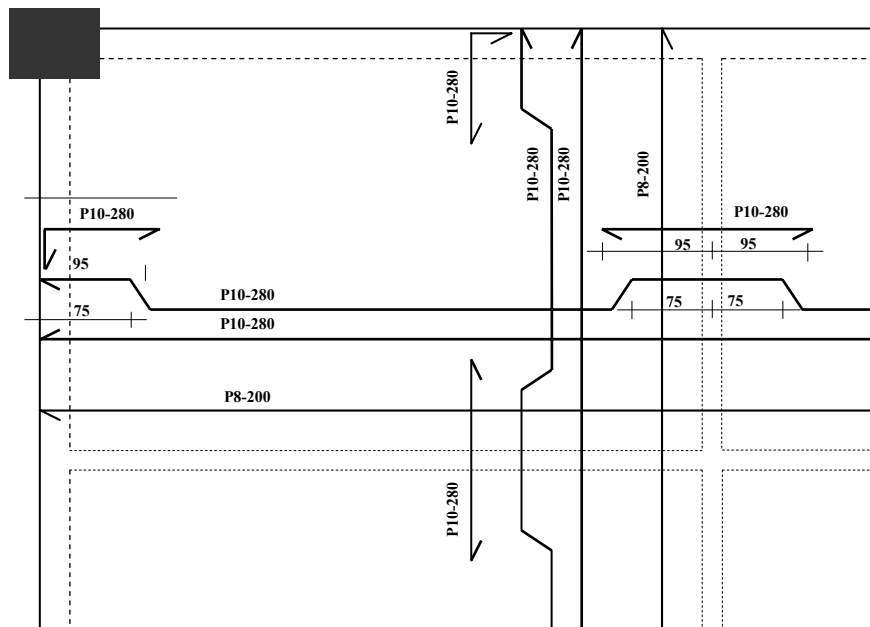
		Mlx	Mtx	Mly	Mty
f'_c	Mpa	30	30	30	30
f_y	Mpa	240	240	240	240
h	mm	120	120	120	120
L_y	m	3.075	3.075	3.075	3.075
L_x	m	2.675	2.675	2.675	2.675
L_y/L_x		1.15	1.15	1.15	1.15
W_u	kNm/m ²	8.968	8.968	8.968	8.968
c		51.5	51.5	49	49
M	kNm/m'	3.305	3.305	3.144	3.144
M_u	kNm/m'	3.305	3.305	3.144	3.144
M_n	kNm/m'	4.131	4.131	3.931	3.931
d	mm	95	95	85	95
R_n	Mpa	0.458	0.458	0.544	0.436
m		9.412	9.412	9.412	9.412
ρ_{perlu}		0.00192	0.00192	0.00229	0.00183
ρ_b		0.10625	0.10625	0.10625	0.10625
ρ_{max}		0.07969	0.07969	0.07969	0.07969
ρ_{min}		0.00583	0.00583	0.00583	0.00583
$1,33 \rho_{perlu}$		0.00256	0.00256	0.00305	0.00243
ρ_{pakai}		0.00583	0.00583	0.00583	0.00583
$A_{tul pakai}$	mm ²	78.54	78.54	78.54	78.54
A_s	mm ²	554.167	554.167	495.833	554.167
S_{pokok}	mm	141.726	141.726	158.400	141.726
S_{pakai}	mm	140.000	140.000	150.000	140.000
A_s'	mm ²	561.000	561.000	523.600	561.000
Tul. Pokok		P10 – 140	P10 – 140	P10 – 150	P10 – 140
A_{sst}	mm ²	Tul. Lapangan	240.000	Tul. Lapangan	240.000
$A_{tul pakai}$	mm ²		50.265		50.265
S_{susut}	mm		209.438		209.438
S_{pakai}	mm		200.000		200.000
Tul. Susut			P8 – 200		P8 – 200

Sedangkan perhitungan tulangan pelat lantai pada tipe yang lain dapat dilihat pada lampiran.

Dari perhitungan masing-masing tipe pelat diperoleh tulangan lapangan dan tulangan tumpuan yang tidak jauh berbeda, sehingga secara umum tulangan dapat diseragamkan untuk kemudahan pengaplikasiannya dilapangan, sehingga diperoleh tulangan untuk semua pelat sebagai berikut:

Tabel 5.3 Tulangan Pelat Lantai Baja Tulangan Konvensional

	Mlx	Mtx	Mly	Mty
Tul. Pokok	P10 - 140	P10 - 140	P10 - 140	P10 - 140
Tul. Susut		P8 - 200		P8 - 200

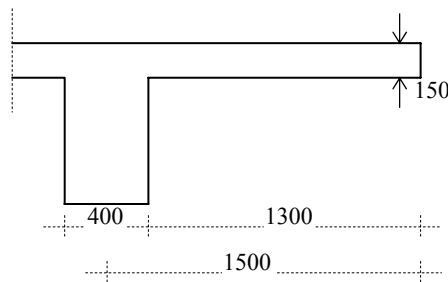


Gambar 5.2 Perencanaan Tulangan Pelat Lantai konvensional

B. Pelat Kantilever

Terdapat 3 tipe kantilver berdasarkan panjang bentang yang dimiliki yaitu 1425 mm, 1450 mm dan 1500 mm. Untuk kemudahan dilapangan ketebalan pelat kantilever direncanakan dengan ketebalan yang sama dengan mengacu pada bagian paling panjang :

$$h = L/10 = 1500 \text{ mm} / 10 = 150 \text{ mm}.$$



berat pelat + beban mati

$$w_D = 0,15 \cdot 24 + 1,5 = 5,1 \text{ kN/m}^2$$

$$w_u = 1,2 \cdot 5,1 + 1,6 \cdot 2,5 = 10,12 \text{ kN/m}^2$$

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot 10,12 \cdot 1,5^2 = 11,385 \text{ kNm/m'}$$

$$M_n = \frac{11,385}{0,80} = 14,231 \text{ kNm/m'}$$

Digunakan tulangan **P10**, penutup beton $p_b = 20 \text{ mm}$, maka :

$$D_s = p_b + \frac{1}{2}D = 20 + \frac{1}{2} \cdot 10 = 25 \text{ mm}, \text{ maka } d = h - D_s = 150 - 25 = 125 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{14,231 \cdot 10^6}{1000 \cdot 125^2} = 0,9108 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] = \frac{1}{9,412} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,412 \cdot 0,9108}{240}} \right] = 0,00386$$

ternyata $\rho < \rho_{min}$, dan $1,33\rho < \rho_{min}$ maka $\rho_{pakai} = \rho_{min} = 0,00583$

$$\text{Luas tulangan pokok } A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,00583 \cdot 1000 \cdot 125 = 728,75 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas tulangan susut } A_{sst} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 150 = 200 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan pokok } s \leq \frac{A_{1D} \times 1000}{A_s} = \frac{78,54 \times 1000}{728,75} = 107,774 \text{ mm}$$

Pakai **P10-100**

$$\text{Jarak tulangan susut } s \leq \frac{A_{1D} \times 1000}{A_s} = \frac{50,265 \times 1000}{200} = 251,325 \text{ mm}$$

Pakai **P8-250**

Dari uraian perhitungan diatas diperoleh tulangan untuk semua pelat lantai

dan kantilever yang terangkum pada tabel berikut ini:

Tabel. 5.4 Rekapitulasi Tulangan Pelat Lantai

Blok	Ly (mm)	Lx (mm)	t (mm)	n	Tulangan Lentur				Susut
					Lapangan		Tumpuan		
					Ly	Lx	Ty	Tx	
1	2825	2425	120	2	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2825	2750	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2675	2425	120	2	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2675	2750	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
2	2425	2425	120	2	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2750	2475	120	3	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2750	2750	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2575	2425	120	2	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
3	2575	2750	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2425	2050	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2425	2225	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2425	2175	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2750	2050	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2750	2225	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2750	2175	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2575	2050	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2575	2225	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
4	2575	2175	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2450	2050	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	3050	2050	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	3050	2225	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
5	3050	2175	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2700	2600	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
6	2700	2700	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2700	2475	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2750	2750	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
7	2700	2575	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2475	2000	120	2	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2750	2000	120	2	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
8	2575	2000	120	2	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	1475	1225	120	1	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
9	3075	2675	120	2	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2675	2425	120	2	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2750	2675	120	2	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
9	2675	2575	120	2	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200
	2675	2575	120	2	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140	P8-200

Tabel. 5.5 Rekapitulasi Tulangan Kantilever

Tipe	P (mm)	L (mm)	M (mm)	n	Tulangan	
					Pokok	Susut
1	1250	2425	150	2	P 10 - 100	P 8 - 250
	1250	2750	150	1	P 10 - 100	P 8 - 250
	1250	2050	150	1	P 10 - 100	P 8 - 250
	1250	2225	150	1	P 10 - 100	P 8 - 250
2	1225	3075	150	1	P 10 - 100	P 8 - 250
	1225	2425	150	1	P 10 - 100	P 8 - 250
	1225	2750	150	1	P 10 - 100	P 8 - 250
	1225	2575	150	2	P 10 - 100	P 8 - 250
3	1300	1225	150	1	P 10 - 100	P 8 - 250
	1300	2675	150	2	P 10 - 100	P 8 - 250
	1300	2425	150	2	P 10 - 100	P 8 - 250
	1300	2750	150	1	P 10 - 100	P 8 - 250
	1300	2050	150	1	P 10 - 100	P 8 - 250
	1300	2225	150	1	P 10 - 100	P 8 - 250
	1300	2175	150	1	P 10 - 100	P 8 - 250

5.3.3. Anggaran Biaya

A. Daftar Harga Bahan dan Upah

Sebagai acuan dalam perhitungan anggaran biaya daftar harga bahan dan upah pada pekerjaan pelat lantai dengan menggunakan tulangan baja konvensional selain mengambil kesamaan harga pada proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta, juga digunakan daftar harga bahan dan upah berdasarkan Peraturan Gubernur No.32 Tahun 2006 tentang Standarisasi Harga Barang dan Jasa Daerah Istimewa Yogyakarta.

Daftar Harga Bahan

Tabel 5.6 Daftar Harga Bahan

Bahan	Satuan	Harga
Besi Beton	Kg	Rp. 6500
Kawat Bendrat	Kg	Rp. 8600
Rangka (Kayu Meranti 5/7)	M ³	Rp. 1350000
Paku 2"-5"	Kg	Rp. 8500
Minyak bekisting	Lt	Rp. 4150
Balok Kayu Borneo	M ³	Rp. 1350000
Plywood tebal 9 mm	Lbr	Rp. 66500
Kayu dolken dia 8-10/4m	Btg	Rp. 5000
Ready Mix K-375	M ³	Rp. 486000

Daftar Harga Upah

Tabel 5.7 Daftar Harga Upah

Upah	Sat.	Harga
Tukang Batu	Oh	Rp. 30000
Kepala Tukang Batu	Oh	Rp. 32500
Tukang Besi	Oh	Rp. 30000
Kepala Tukang Besi	Oh	Rp. 35000
Tukang Kayu	Oh	Rp. 30000
Kepala Tukang Kayu	Oh	Rp. 35000
Pekerja	Oh	Rp. 25000
Mandor	Oh	Rp. 32500

B. Perhitungan Volume Pekerjaan

1. Pekerjaan Pembesian (tulangan)

Jumlah Tulangan

$L_y = 2825$ mm dengan tulangan P10-140, maka diperoleh

$$\text{Tulangan lapangan } (L_y) = 1 + \frac{2825}{140} = 21,18 \cong 21$$

$$\text{Tulangan tumpuan } (T_y) = 1 + \frac{2825}{140} = 21,18 \cong 21$$

$L_x = 2425$ mm dengan tulangan P10-140, maka diperoleh

$$\text{Tulangan lapangan } (L_x) = 1 + \frac{2425}{140} = 18,32 \cong 18$$

$$\text{Tulangan tumpuan } (T_x) = 1 + \frac{2425}{140} = 18,32 \cong 18$$

Tulangan susut menggunakan P8-200, maka diperoleh

$$\text{Susut arah-y } (S_y) = 1 + \frac{2825}{200} = 15,13 \cong 15$$

$$\text{Susut arah-x } (S_x) = 1 + \frac{2425}{200} = 13,13 \cong 13$$

Berat Tulangan

Untuk tulangan P10 mempunyai konversi $0,62 \text{ kg/m'}$ sedangkan tulangan P8 = $0,37 \text{ kg/m'}$. Sehingga dapat dihitung berat tulangan yang dibutuhkan. Dengan langkah perhitungan yang sama dilakukan pada semua pekerjaan kantilever dan pelat lantai.

Secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 5.8 dan 5.9 pada halaman berikut, yang menguraikan perhitungan volume pekerjaan pembesian tulangan dimana diperoleh berat tulangan total untuk pekerjaan kantilever dan pelat lantai adalah 5060.33Kg

TABEL 5.8 VOLUME TULANGAN PELAT LANTAI

TABEL 5.9 VOLUME TULANGAN KANTILEVER

2. Pekerjaan Bekisting

$L_y = 2825 \text{ mm}$ dan $L_x = 2425 \text{ mm}$, maka diperoleh :

$$\text{luasan bekisting} = 2825 \times 2425 \times 10^{-6} = 6.85 \text{ m}^2$$

Dengan cara perhitungan yang sama dilakukan perhitungan volume pekerjaan bekisting pada semua pekerjaan kantilever dan pelat lantai. Dengan proses perhitungan seperti diatas dilakukan perhitungan volume pekerjaan bekisting yang dapat dilihat pada tabel 5.10 dan 5.11 dimana diperoleh volume total pekerjaan bekisting untuk pekerjaan kantilever dan pelat lantai adalah : $373,98 \text{ m}^2$

3. Pekerjaan Beton Cor (Ready Mixed)

$L_y = 2825 \text{ mm}$ dan $L_x = 2425 \text{ mm}$, dengan tebal pelat = 120 mm maka diperoleh :

$$\text{volume beton} = 2825 \times 2425 \times 120 \times 10^{-9} = 0.82 \text{ m}^3$$

Dengan cara perhitungan yang sama dilakukan perhitungan volume pekerjaan beton pada semua pekerjaan kantilever dan pelat lantai. Dengan proses perhitungan seperti diatas dilakukan perhitungan volume pekerjaan beton yang dapat dilihat pada tabel 5.12 dan 5.13 dimana diperoleh volume total pekerjaan beton untuk pekerjaan kantilever dan pelat lantai adalah : $42,79 \text{ m}^3$

Adapun detail perhitungan volume pekerjaan bekisting dan beton yang terangkum pada tabel 5.10 sampai dengan 5.13 yang dapat dilihat pada halaman berikut :

C. Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan

Dengan mengacu pada koefisien standar nasional indonesia dengan beberapa modifikasi sesuai keadaan dilapangan, dilakukan perhitungan harga satuan pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting dan pekerjaan beton cor ready mix mutu 30 mpa sebagai berikut:

1. Pekerjaan Pembesian (tulangan)

1 KG PEMBESIAN DENGAN BESI POLOS / BESI ULIR

1.05	Kg	Besi Beton	@ Rp.	6500	= Rp.	6825	
0.015	Kg	Kawat Bendrat	@ Rp.	8600	= Rp.	129	
						<i>Sub Jumlah</i>	6954,00
0.007	Oh	Tkg. Besi	@ Rp.	30000	= Rp.	210	
0.0007	Oh	Kep. Tkg besi	@ Rp.	35000	= Rp.	24.50	
0.007	Oh	Pekerja	@ Rp.	25000	= Rp.	175	
0.0003	Oh	Mandor	@ Rp.	32500	= Rp.	9.75	
						<i>Sub Jumlah</i>	419,25
17.5%	lot	Faktor Alat					73.37
						Jumlah	= Rp. 7446,62

2. Pekerjaan Bekisting

1 M2 PASANG BEKESTING UNTUK PLAT LANTAI

0.04	M3	Kayu terentang (3xpakai)	@ Rp.	1350000	= Rp.	18000	
0.4	Kg	paku 2"-5"	@ Rp.	8500	= Rp.	3400	
0.2	Lt	Minyak bekisting (Solar)	@ Rp.	4150	= Rp.	830	
0.015	M3	Kayu meranti (3xpakai)	@ Rp.	1350000	= Rp.	6750	
0.35	Lbr	Playwood 9 mm (3xpakai)	@ Rp.	66500	= Rp.	7758.3	
6	Btg	Kayu dolken (3xpakai)	@ Rp.	5000	= Rp.	10000	
						<i>Sub Jumlah</i>	46,738.3
0.33	Oh	Tkg. kayu	@ Rp.	30000	= Rp.	9900	
0.033	Oh	Kep. Tkg kayu	@ Rp.	35000	= Rp.	1155	
0.32	Oh	Pekerja	@ Rp.	25000	= Rp.	8000	
0.006	Oh	Mandor	@ Rp.	32500	= Rp.	195	
						<i>Sub Jumlah</i>	19,250.0
0 %	lot	Faktor Alat					0.0
						Jumlah	= Rp. 65,988.3

3. Pekerjaan Beton Cor (Ready Mixed)

1 m³ Beton Cor (Ready Mixed) K-375 = Rp. 486.000,00

Jumlah = Rp. 486.000,00

1 M³ COR BETON READY MIX MUTU 30 Mpa

1.00	Kg	Beton Mutu 300	@ Rp.	486000	= Rp.	486000	
						<i>Sub Jumlah</i>	486,000
1.5	Oh	Pekerja	@ Rp.	25000	= Rp.	37500	
0.2625	Oh	Tkg. Batu	@ Rp.	30000	= Rp.	7875	
0.02625	Oh	Kep. Tkg Batu		35000		853.13	
0.75	Oh	Mandor	@ Rp.	32500	= Rp.	24375	
						<i>Sub Jumlah</i>	70,603.13
100%	lot	Faktor Alat					70,603.13
						Jumlah	= Rp. 627,206.25

D. Rekapitulasi Anggaran Biaya

Dari harga satuan dan volume pekerjaan diperoleh jumlah harga untuk masing – masing item pekerjaan yang dari rekapitulasinya diketahui anggaran biaya keseluruhan pekerjaan pelat lantai.

Tabel. 5.14 Rekapitulasi Anggaran Biaya

SATUAN KERJA : PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR BPD
 PEKERJAAN : PELAT LANTAI 3
 LOKASI : Jl. Tentara Pelajar No: 07 Yogyakarta
 TAHUN : 2007

NO	ITEM PEKERJAAN	VOL	SAT	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
I	II	III	IV	V	VI
I.	PEKERJAAN PEMBESIAN	5060.329	kg	7446,62.00	37,682,337.71
II.	PEKERJAAN BEKISTING	356.590	m ²	65,988.33	23,530,779.78
III.	PEKERJAAN BETON COR	42.791	m ³	627,206.25	26,838,657.20
JUMLAH					88,051,774.69

5.3.4 Rencana Waktu

A. Produktifitas

Dari koefisien tenaga pada perhitungan harga satuan pekerjaan serta berdasarkan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pekerjaan pelat lantai-3 pada proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta maka dapat diketahui besaran produktifitas pekerja dengan komposisi jumlah pekerja per satuan volume pekerjaan untuk setiap harinya, dengan asumsi 8 jam kerja per-hari

Pembesian

Dari HSP diketahui untuk menyelesaikan 1 Kg pembesian/hari dibutuhkan:

0.007	Tukang Besi	x1430	10	Tukang Besi
0.0007	Kepala Tukang Besi		1	Kep.Tukang Besi
0.007	Pekerja		10	Pekerja
0.0003	Mandor		1	Mandor

dengan komposisi 10 tukang, 10 pekerja dan 1 kepala tukang dan mandor dapat menyelesaikan 1430 kg pembesian perhari.

Bekisting

Dari HSP diketahui untuk menyelesaikan 1 m² bekisting/hari termasuk pekerjaan bongkar dan pasang dibutuhkan:

0.33	Tukang Kayu	x24.3	8	Tukang Kayu
0.033	Kepala Tukang Kayu		1	Kep.Tukang Kayu
0.32	Pekerja		8	Pekerja
0.006	Mandor		1	Mandor

dengan komposisi 8 tukang, 8 pekerja dan 1 kepala tukang dan mandor dapat menyelesaikan 24,3 m² bekisting perhari.

Sedangkan untuk pekerjaan pengecoran menggunakan beton ready mix mutu K-375 dengan jumlah keseluruhan pekerja pelat lantai yang ada.

B. Durasi dan Tenaga Kerja

Pada perhitungan durasi atau waktu penyelesaian pada pekerjaan pelat lantai dengan menggunakan tulangan baja konvensional terdapat 6 area yang diambil dari paling belakang perencanaan pelat lantai 3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta (*Terlampir*). Area yang dikelompokkan bertujuan agar hasil pekerjaan dapat dimaksimalkan dari segi mutu dan keefektifitasannya pada sub pekerjaan pengecoran.

Dengan perhitungan produktifitas tenaga untuk setiap sub-item pekerjaan diatas, maka didapatkan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 menggunakan baja tulangan konvensional sebagai berikut :

Tabel. 5.15 Durasi Pekerjaan Pelat Lantai

AREA	Volume		Produktifitas		Tukang	Pekerja	Kep.Tkg	Mandor	Total	Durasi (hari)
Pekj. Pembesian										
Area 1	114.33	kg	1430	kg/hari	10	10	1	1	22	0.08
Area 2	956.49	kg	1430	kg/hari	10	10	1	1	22	0.67
Area 3	1694.36	kg	1430	kg/hari	10	10	1	1	22	1.18
Area 4	1277.21	kg	1430	kg/hari	10	10	1	1	22	0.89
Area 5	528.58	kg	1430	kg/hari	10	10	1	1	22	0.37
Area 6	489.36	kg	1430	kg/hari	10	10	1	1	22	0.34
Jumlah										3.5
Pekj. Bekisting										
Area 1	14.85	m ²	24.3	m ² /hari	8	8	1	1	18	0.61
Area 2	66.68	m ²	24.3	m ² /hari	8	8	1	1	18	2.74
Area 3	120.08	m ²	24.3	m ² /hari	8	8	1	1	18	4.94
Area 4	88.41	m ²	24.3	m ² /hari	8	8	1	1	18	3.64
Area 5	35.37	m ²	24.3	m ² /hari	8	8	1	1	18	1.45
Area 6	31.20	m ²	24.3	m ² /hari	8	8	1	1	18	1.28
Jumlah										15
Pek. Pengecoran										
Area 1	3.14	m ²	Beton Pabrikasi (Ready Mix)						1	
Area 2	8.36	m ²							1	
Area 3	15.58	m ²							1	
Area 4	11.83	m ²							1	
Area 5	4.24	m ²							1	
Area 6	3.74	m ²							1	
Total										19.5

Dari perhitungan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai pada tabel durasi diatas, maka didapat pembulatan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai dengan menggunakan baja tulangan konvensional selama 20 hari

5.4. Perbandingan Steel Deck Dan Baja Tulangan Konvensional Pada Pekerjaan Pelat Lantai

Pada pekerjaan pembesian untuk pelat lantai sangat jelas perbedaan antara menggunakan *Steel Deck* dan tulangan konvensional karena pada bagian inilah prinsip perbedaan diantara kedua metode pembesian yang digunakan. Dari perbedaan tersebut berimplikasi pada bahan dan metode pekerjaan tentunya juga pada jumlah tenaga yang dipekerjakan.. *Steel Deck* menggunakan lempengan plat dengan lebar standar 960mm dengan berat 7,83 Kg/m² dan P8-100 untuk tulangan wiremesh dengan berat tulangan P₈ adalah 0.37 Kg/m'.

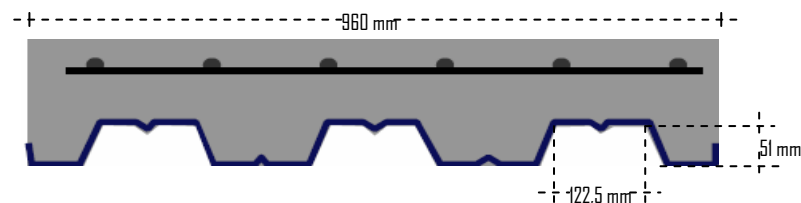
Sedangkan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional dengan ketebalan yang sama hanya menggunakan tulangan polos dengan perhitungan yang telah dijelaskan pada analisis perencanaan pelat.

Untuk masing-masing berat bahan yang digunakan pada perencanaan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung BPD DIY antara *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.16 Perbedaan Berat Bahan Pembesian

<i>Steel Deck</i>	<i>Baja Tulangan Konvensional</i>
Smartdek 7,83 Kg/m ²	Besi Tulangan P ₁₀ 0,62 Kg/m'
Wiremesh P ₈ 0.37 Kg/m'	Besi Tulangan P ₈ 0,37 Kg/m'

Yang menjadi catatan khusus pada proses pengecoran adalah volume beton cor yang digunakan. Pada pekerjaan pelat dengan menggunakan *Steel Deck* terdapat reduksi beton pada bagian gunung lempengan plat.



Gambar 5.3 Profile Dan Dimensi Smartdek

Dari gambar diatas dapat diperhitungkan jumlah reduksi volume beton cor pada penggunaan smartdek per m' (960mm x 1000mm)

Tebal pelat (h) : 120 mm

Volume : $(960 \times 1000 \times 120) \times 10^{-9} = 0,1152 \text{ m}^3$

Reduksi : $((51 \times 122,5 \times 1000) \times 10^{-9}) \times 3 = 0,0187 \text{ m}^3$

% Reduksi : $\frac{0,0187}{0,1152} \times 100\% = 16,23\%$

Dari perhitungan reduksi beton diatas bahwa bahan beton cor pelat lantai dengan menggunakan Smartdek terdapat reduksi 16.23% per-m³ dari bahan cor pelat lantai dengan menggunakan baja tulangan konvensional. Sehingga dalam perbandingan per-m² pelat lantai dengan tebal 120 mm adalah :

$$\begin{aligned}
 1 \text{ m}^3 &= 0.12 \text{ m}^2 \\
 &= 0.12 - 16.23\% \\
 &= 0.100524 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Maka dalam perhitungan volume beton cor yang dibutuhkan pada proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta dengan kelebihan pembesian menggunakan smartdek tersebut dengan ketebalan pelat lantai 120 cm hanya dianggap ketebalan pelat lantai 100.524 cm (0.100524 m).

Adapun kebutuhan bahan keseluruhan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta dan perbandingan kebutuhan bahan untuk pelat lantai-3 tersebut antara *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional dapat dilihat pada tabel 5.17 dan tabel 5.18 dibawah ini :

Tabel 5.17 Kebutuhan Bahan Pelat Lantai-3 Gedung BPD

Pelat Lantai						
BLOK	Luas (m²)	Tebal Lantai (mm)	Smartdek (m²)	Wiremesh (m²)	Bekisting (m²)	Cor Beton (m³)
1	41.800	120	43.439	43.439	43.439	4.202
2	58.900	120	61.225	61.225	61.225	5.921
3	49.988	120	52.140	52.140	52.140	5.025
4	24.695	120	25.710	25.710	25.710	2.482
5	14.445	120	14.988	14.988	14.988	1.452
6	20.925	120	21.725	21.725	21.725	2.104
7	31.200	120	32.595	32.595	32.595	3.136
8	18.258	120	18.976	18.976	18.976	1.835
9	41.463	120	43.055	43.055	43.055	4.168
Total	301.673	120	313.852	313.852	313.852	30.325
Pelat Kantilever						
TIPE	Luas (m²)	Tebal Lantai (mm)	Smartdek (m²)	Wiremesh (m²)	Bekisting (m²)	Cor Beton (m³)
A	14.844	120	15.763	15.763	15.763	1.492
B	13.261	120	13.781	13.781	13.781	1.333
C	26.813	120	27.891	27.891	27.891	2.696
Total	54.917	120	57.435	57.435	57.435	5.521
Luas Pelat Lantai dan Pelat Kantilever (m²)		Tebal Lantai (mm)	Smartdek (m²)	Wiremesh (m²)	Bekisting (m²)	Cor Beton (m³)
356.59		120	371.29	371.29	371.29	35.85

5.4.1 Perbandingan Biaya

Pada luasan dan volume pembuatan pelat lantai 3 pembangunan gedung kantor Bank BPD Yogyakarta yang sama yaitu dengan luasan 356.59 m^2 serta volume pelat lantainya 42.79 m^3 dengan ketebalan pelat 0.12 m , dari analisa sebelumnya terdapat perbedaan kebutuhan.

Sehingga perbandingan biaya antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional pada luasan total pelat lantai 356.59 m^2 , sebagai berikut :

A. Perbandingan Biaya Bahan

Dari Tabel 5.17, dan Tabel 5.18 tentang kebutuhan bahan pelat lantai-3 untuk masing-masing pekerjaan pembuatan pelat lantai, menunjukkan adanya perbedaan kebutuhan bahan antara *Steel Deck* dengan baja tulangan konvensional. Sehingga mempengaruhi biaya bahan, biaya upah, biaya alat serta biaya pekerjaan pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional. Perhitungan biaya dengan contoh blok I :

$$\text{Luas} = 41.80 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 41.80 \text{ m}^2 \times 0.12 \text{ m} \\ &= 5.016 \text{ m}^3\end{aligned}$$

1. Pembesian

a) *Steel Deck*

Pada pelaksanaan dilapangan untuk pekerjaan pelat lantai dengan luasan 41.800 m^2 dibutuhkan bahan *Steel Deck* serta wiremesh seluas 43.439 m^2 . Dengan diketahui biaya bahan *Steel Deck* dan wiremesh pada analisa harga satuan yang diperoleh dari proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta, Maka dapat diketahui anggaran biaya bahan untuk pelat lantai blok I adalah :

Harga Bahan/m² (HSP dari data Proyek) x Kebutuhan Bahan

Smartdek : Rp. 134,575.00 x 43.43875 m² = Rp.5,845,769.78

Wiremesh : Rp. 33,394.83 x 43.43875 m² = Rp 1,450,629.67 +
= Rp.7,296,399.45

b) Baja tulangan konvensional

Dari Tabel 5.18 tentang perbandingan kebutuhan bahan maka dengan volume pelat lantai 41.800 m², dibutuhkan 627,279178 Kg besi. Sehingga dengan biaya bahan pembesian yang terdapat pada perhitungan harga satuan pekerjaan pembesian pelat lantai konvensional maka dapat diketahui anggaran biaya untuk pelat lantai dengan luasan 41.800 m² adalah :

Harga Besi/Kg (HSP Pembesian Konvensional) x Kebutuhan Besi

Rp. 6,954.00 x 627.279178 Kg = Rp.4,362,099.40

2. Bekisting

a) *Steel Deck*

Pada harga satuan pekerjaan pemasangan Stootwerk yang didapat dari data dilapangan diketahui anggaran biaya kebutuhan bahan untuk pembuatan stootwerk sebesar Rp. 19,975.00, Sedangkan luasan yang dibutuhkan adalah satuan luas yang sama dengan kebutuhan *Steel Deck* dan wiremesh. Maka didapatkan biaya bahan pembuatan stootwerk untuk luasan 41.800 m² pelat lantai adalah :

Harga Bahan Stootwerk/m² x Luasan *Steel Deck*

Rp. 19,975.00 x 43.43875 m² = Rp. 867,689.03

b) Baja tulangan konvensional

Biaya bahan pembuatan bekisting yang telah diketahui pada perhitungan harga satuan pada pekerjaan pelat lantai konvensional sebesar Rp. 46,783.33/m². Maka didapatkan biaya bahan bekisting pada contoh blok I dengan luasan 41.800 m² sebagai berikut :

Harga Bahan Bekisting/m² x Luasan pelat lantai

Rp. 46,738.33 x 41.80 m² = Rp. 1,953,662.19

3. Pengecoran

a) *Steel Deck*

Dari gambar 5.3 tentang reduksi volume beton cor telah diketahui ketebalan pelat dalam perhitungan volume beton adalah 0.100524 m. Sehingga biaya bahan adukan beton pada per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dengan harga bahan adukan beton pada analisa harga satuan pekerjaan pengecoran menggunakan *Steel Deck* yang diperoleh dari proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta sebesar Rp. 486000/m³ adalah :

$$\begin{aligned}\text{Volume Beton} &= (41.800 \text{ m}^2 \times 0.100524 \text{ m}) \\ &= 4.2019032 \text{ m}^3 = 4.202 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Rp. } 486000 \times 0.100524 = \text{Rp. } 48,854.664/\text{m}^2$$

maka didapatkan perhitungan biaya bahan adukan beton pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dengan luasan pelat lantai 41.800 m² :

$$\text{Harga Bahan Beton}/\text{m}^2 \times \text{Luasan pelat lantai}$$

$$\text{Rp. } 48,854.664 \times 41.800 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 2,042,124.96$$

b) Baja Tulangan Konvensional

Pada perhitungan harga satuan pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional untuk pekerjaan pengecoran diketahui biaya bahan adukan beton sebesar Rp. 486.000/m³. Sehingga didapatkan biaya bahan adukan beton per-m² pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional dengan ketebalan pelat lantai 0.12 m adalah :

$$\text{Rp. } 486,000.00/\text{m}^3 \times 0.12 \text{ m} = \text{Rp. } 58,320.00$$

Dari biaya bahan adukan beton per-m² pelat lantai diatas, maka didapatkan biaya bahan adukan beton untuk luasan 41.800 m², adalah :

$$\text{Harga Bahan Beton}/\text{m}^2 \times \text{Luasan pelat lantai}$$

$$\text{Rp. } 58,320.00 \times 41.800 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 2,437,776.00$$

Untuk keseluruhan perbandingan biaya bahan pekerjaan pelat lantai-3 antara *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional untuk setiap blok pelat lantai sebagai berikut :

B. Perbandingan Biaya Upah Tenaga

Perbandingan kebutuhan bahan pada pekerjaan pelat lantai antara smartdek dengan baja tulangan konvensional yang berbeda, akan berdampak terhadap pada jumlah tenaga yang dibutuhkan. Cara pengerjaan pembuatan pelat lantai antara pengerjaan menggunakan *Steel Deck* dan pekerjaan menggunakan baja tulangan konvensional yang berbeda menunjukkan kebutuhan tenaga pun yang diperlukan akan berbeda sehingga adanya perbedaan upah tenaga. Perbedaan upah tenaga untuk contoh perhitungan blok I terhadap sub-item pekerjaan pelat lantai antara *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional adalah :

1) Pembesian

a) *Steel Deck*

Pada analisa harga satuan pekerjaan yang diperoleh dari proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta biaya upah pada pemasangan *Steel Deck* (smartdek) sebesar Rp. 419.25/m² dan biaya upah pekerjaan wiremesh sebesar Rp. 329.95/m². Pada luasan blok I pelat lantai (41.800m²) dibutuhkan bahan *Steel Deck* dan wiremesh seluas 43.43875 m². Sehingga didapatkan biaya upah pekerjaan pembesian menggunakan *Steel Deck* pada luasan blok I.

Biaya upah tenaga/m² x Luasan *Steel Deck*/wiremesh yang dibutuhkan

$$\text{Smartdek} : \text{Rp. } 419.25 \times 43.43875 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 18,211.80$$

$$\text{Wiremesh} : \text{Rp. } 329.95 \times 43.43875 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 14,332.62 \quad + \\ = \text{Rp. } 32,544.32$$

b) Baja tulangan konvensional

Pekerjaan pembuatan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional dengan luasan 41.800 m² dibutuhkan 627.279178 Kg, dengan biaya upah tenaga Rp. 419.25/Kg yang terdapat pada perhitungan harga satuan pekerjaan pembesian pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional. Sehingga didapatkan biaya

upah pembesian pelat lantai blok I dengan menggunakan baja tulangan konvensional adalah :

Biaya Upah Tenaga/Kg x Kebutuhan Besi

$$\text{Rp. } 419.25 \times 627.279178 \text{ Kg} = \text{Rp. } 262,986.80$$

2) Bekisting

a) *Steel Deck*

Biaya upah pekerjaan Stootwerk yang diperoleh dari proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta pada analisa harga satuan pekerjaan sebesar Rp. 5,501.25. Dari tabel 5.17 tentang kebutuhan bahan pelat lantai-3 gedung BPD, stootwerk dibutuhkan untuk menopang *Steel Deck* serta wiremesh yang ada, yaitu seluas 43,43875 m² untuk luasan pelat lantai 41.800 m². Maka didapatkan biaya upah pekerjaan pemasangan stootwerk pada pelat lantai blok I untuk luasan pelat 41.800 m² dengan menggunakan *Steel Deck*, yaitu :

Biaya Upah tenaga stootwerk / m² x Luasan smartdek/wiremesh

$$\text{Rp. } 5501.25 \times 43.43875 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 238,967.42$$

b) Baja tulangan konvensional

Pembuatan bekisting untuk pelat lantai dengan menggunakan baja tulangan konvensional lebih besar dibutuhkan biaya bahan dan upah tenaga karena pada pelat lantai baja tulangan konvensional kebutuhan bekisting juga berfungsi menopang berat cor beton. Biaya upah pekerjaan bekisting yang terdapat pada perhitungan harga satuan pekerjaan bekisting pelat lantai dengan menggunakan baja tulangan konvensional sebesar Rp. 19,250.00, Sehingga biaya upah untuk pekerjaan bekisting pelat lantai blok I dengan luasan 41.800 m² menggunakan baja tulangan konvensional adalah :

Biaya Upah tenaga bekisting konvensional / m² x Luasan pelat lantai

$$\text{Rp. } 19,250.00 \times 41.80 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 804,650.00$$

3) Pengecoran

a) *Steel Deck*

Dari analisa harga satuan pekerjaan dari proyek diketahui biaya upah untuk pekerjaan pengecoran pelat lantai menggunakan *Steel Deck* sebesar Rp. 72,325.00/m³ dengan ketebalan pelat lantai 0.100524 m karena terdapat reduksi dari bentuk profile dan dimensi Smartdek. Sehingga diketahui biaya upah pengecoran per-m² pelat lantai adalah :

$$\text{Rp. } 72,325.00/\text{m}^3 \times 0.100524 \text{ m} = \text{Rp. } 7270.398/\text{m}^2$$

Dari perhitungan biaya upah pengecoran menggunakan *Steel Deck* per-m² pelat lantai diatas maka didapatkan biaya upah pekerjaan pengecorannya pada lusan 41.800 m² untuk blok I adalah :

$$\begin{aligned} &\text{Biaya Upah tenaga pengecoran}/\text{m}^2 \times \text{Luasan Pelat Lantai} \\ &\text{Rp. } 7270.398 \times 41.800 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 303,902.64 \end{aligned}$$

b) Baja tulangan konvensional

Dari perhitungan harga satuan pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional diketahui biaya upah pengecoran pelat lantai sebesar Rp. 70,603.13/m³. Maka didapatkan perhitungan biaya upah pekerjaan pengecoran beton per-m² pelat lantai dengan menggunakan baja tulangan konvensional untuk ketebalan pelat lantai 0.12 m, yaitu :

$$\text{Rp. } 70,603.13 \times 0.12 \text{ m} = \text{Rp. } 8472.3756/\text{m}^2$$

Dari biaya upah pekerjaan pengecoran pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional untuk luasan per-m² pelat lantai diatas, sehingga didapatkan biaya upah pekerjaan pengecoran menggunakan baja tulangan konvensional untuk pelat lantai pada blok I dengan luasan 41.800 m² sebagai berikut :

$$\text{Rp. } 8472.3756 \times 41.800 \text{ m}^2 = \text{RP. } 354,145.30$$

Adapun perbandingan biaya upah pada sub-item pekerjaan pelat lantai dengan luasan masing-masing blok antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional terdapat pada tabel 5.20 dibawah ini :

C. Perbandingan Biaya Alat

Faktor alat pada setiap sub item pekerjaan pembuatan pelat lantai sangat mempengaruhi biaya total pada keseluruhan pekerjaan pelat lantai. Hal ini dikarenakan tidak semua pekerjaan mampu dilakukan dengan cara manual supaya memudahkan pekerja atau tenaga.

1) Pembesian

a) *Steel Deck*

Faktor alat pada pekerjaan pembesian pelat lantai dengan menggunakan *Steel Deck* dan wiremesh hanyalah pekerjaan manual. Sehingga faktor alat seperti yang ada pada analisa harga satuan pekerjaan yang diperoleh dari proyek pembangunan gedung BPD Yogyakarta untuk pekerjaan pembesian pelat lantai menggunakan *Steel Deck* sebesar 0% (*Steel Deck* dan wiremesh adalah bahan pabrikan). Maka tidak diperlukan biaya untuk operasional alat (Rp. 0.00)

b) Baja tulangan konvensional

Dari perhitungan harga satuan pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional yang telah dianalisis, terdapat 17.5 % dari upah tenaga per-kg pekerjaan besi. Sehingga biaya alat pekerjaan pembesian pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional dengan luasan 41.800 m² pada blok I, didapatkan besaran biaya alat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} & \text{Biaya alat/kg besi} \times \text{Kebutuhan kg besi} / 41.800 \text{ m}^2 \\ & (\text{Rp.}419.25 \times 17.5 \%) \times 627.279178 \text{ kg} = \text{Rp. } 73.37 \times 627.279 \text{ kg} \\ & = \text{Rp } 46,023.47 \end{aligned}$$

2) Bekisting

Pada pekerjaan pembuatan stootwerk pelat lantai dengan menggunakan *Steel Deck* atau pekerjaan pembuatan bekisting pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional, alat yang digunakan hanyalah alat-alat yang sederhana yang biasa dimiliki tukang (tenaga). Sehingga biaya alat pada pekerjaan stootwerk/bekisting yang terdapat pada analisa harga satuan pekerjaan yang diperoleh dari data proyek pembangunan gedung BPD

Yogyakarta dan analisis perhitungan satuan pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional sebesar 0% (Rp. 0.00)

3) Pengecoran

a) *Steel Deck*

Dari analisa harga satuan pekerjaan pengecoran yang diperoleh dari data proyek pembangunan gedung BPD Yogyakarta, faktor alat adalah 4.5 % dari biaya total pengecoran pelat lantai menggunakan *Steel Deck*, yaitu sebesar Rp. 25,124.63/m³ dengan asumsi ketebalan pelat setinggi 0.100524 m karena reduksi beton yang diperoleh pada penggunaan *Steel Deck*. Maka diketahui biaya alat untuk pekerjaan pengecoran per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah :

$$\text{Rp. } 25,124.63 \times 0.100524 \text{ m} = \text{Rp. } 2,525.628/\text{m}^2$$

Dari biaya alat pekerjaan pengecoran per-m² pelat lantai diatas, maka didapatkan biaya alat pengecoran pelat lantai menggunakan *Steel Deck* pada luasan 41.800 m² untuk blok I dengan ketebalan lantai 0.12 m sebagai berikut :

Biaya alat per-m² x Luasan pelat lantai

$$\begin{aligned} \text{Rp. } 2,525.628 \times 41.800 \text{ m}^2 &= \text{Rp } 2525.628 \times 41.800 \text{ m}^2 \\ &= \text{Rp. } 105,571.25 \end{aligned}$$

b) Baja tulangan konvensional

Dari perhitungan harga satuan pekerjaan pengecoran pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional diketahui faktor alat untuk pekerjaan pengecoran sebesar 100 % dari upah biaya pekerjaan pengecoran, yaitu sebesar Rp.70,603.13/m³. Maka diketahui biaya alat pada pekerjaan pengecoran menggunakan baja tulangan konvensional per-m² pelat lantai dengan ketebalan lantai 0.12 m adalah :

$$\text{Rp. } 70,603.13/\text{m}^3 \times 0.12 \text{ m} = \text{Rp. } 8,472.3756/\text{m}^2$$

Maka didapatkan biaya alat pengecoran untuk luasan pelat lantai 41.800 m² pada blok I adalah :

Biaya Alat per- m² x Luasan pelat lantai

$$\text{Rp. } 8,472.3756 \times 41.800 \text{ m}^2 = \text{Rp } 354,145.30$$

D. Perbandingan Biaya Pekerjaan

Biaya pekerjaan adalah penjumlahan biaya bahan, biaya upah dan biaya alat pada sub item pekerjaan tersebut sehingga dapat dibedakan setiap sub item pekerjaan pembuatan pelat lantai antara menggunakan *Steel Deck* dengan menggunakan baja tulangan konvensional.

Pada perbandingan biaya bahan, biaya upah tenaga dan biaya alat maka didapatkan perbandingan biaya pekerjaan untuk setiap sub item pekerjaan pelat lantai dengan luasan 41.800 m² sebagai berikut :

1) Pekerjaan Pembesian

a) *Steel Deck*

- Biaya bahan pekerjaan

Harga Smartdek	= Rp. 5,845,769.78
Harga Wiremesh	= Rp. 1,450,629.67 +
Jumlah	= Rp. 7,296,399.45

- Biaya upah pekerjaan

Upah tenaga pembesian smartdek	= Rp. 18,211.70
Upah tenaga pembesian wiremesh	= Rp. 14,332.62 +
Jumlah	= Rp. 32,544.32

- Biaya alat pekerjaan

Biaya alat pekerjaan smartdek	= Rp. 0.00
Biaya alat pekerjaan wiremesh	= Rp. 0.00 +
Jumlah	= Rp. 0.00

Total Biaya pekerjaan pembesian	= Rp. 7,296,441.45
	= Rp. 32,544.32
	= Rp. 0.00 +
Jumlah	= Rp. 7,328,943.77

b) Baja tulangan konvensional

- Biaya bahan pekerjaan

Harga Besi 627. 279178 kg	= Rp. 4,362,099.40
---------------------------	--------------------

- Biaya upah pekerjaan
Upah tenaga pembesian = Rp. 262,986.80
 - Biaya alat pekerjaan
Biaya alat pembesian = Rp. 46,023.47
- Total biaya pekerjaan pembesian = Rp. 4,362,099.40
= Rp. 262,986.80
= Rp. 46,023.47 +
- Jumlah = Rp. 4,671,109.67

2) Perbandingan Biaya Bekisting

a) *Steel Deck*

- Biaya bahan pekerjaan stootwerk
Biaya bahan stootwerk = Rp. 867,689.03
 - Biaya upah tenaga pekerjaan stootwerk
Upah tenaga stootwerk = Rp. 238,967.42
 - Biaya alat pekerjaan stootwerk
Biaya alat stootwerk = Rp. 0.00
- Total biaya stootwerk = Rp. 867,689.03
= Rp. 238,967.42
= Rp. 0.00 +
- Jumlah = Rp. 1,106,656.45

b) Baja tulangan konvensional

- Biaya bahan pekerjaan bekisting
Biaya bahan bekisting = Rp. 1,953,662.19
 - Biaya upah tenaga pekerjaan bekisting
Upah tenaga bekisting = Rp. 804,650.00
 - Biaya alat pekerjaan bekisting
Biaya alat bekisting = Rp. 0.00
- Total biaya bekisting = Rp. 1,953,662.19
= Rp. 804,650.00
= Rp. 0.00 +
- Jumlah = Rp. 2,758,312.19

3) Perbandingan biaya pengecoran (*Ready Mix*)

a) *Steel Deck*

- Biaya bahan beton ready mix
Harga bahan beton mutu 300 mpa = Rp. 2,042,124.96
 - Biaya upah tenaga pekerjaan
Upah tenaga cor beton ready mix = Rp. 303,902.64
 - Biaya alat pekerjaan
Biaya alat cor beton ready mix = Rp. 105,571.25
- Total biaya cor readymix mutu 300 mpa = Rp. 2,042,124.96
= Rp. 303,902.64
= Rp. 105,571.25 +
= Rp. 2,451,598.85

b) Baja tulangan konvensional

- Biaya bahan pekerjaan
Harga bahan beton mutu 300 mpa = Rp. 2,437,776.00
 - Biaya upah tenaga pekerjaan
Upah tenaga cor beton ready mix = Rp. 354,145.30
 - Biaya alat pekerjaan
Biaya alat cor beton readymix = Rp. 354,145.30
- Total biaya cor readymix mutu 300 mpa = Rp. 2,437,776.00
= Rp. 354,145.30
= Rp. 354,145.30 +
= Rp. 3,146,066.60

Dari analisa perhitungan perbandingan biaya untuk semua komponen (*biaya bahan, biaya upah, biaya alat*) sub item pekerjaan diatas maka metode pengerjaan pembuatan pelat lantai antara *Steel Deck* dengan baja tulangan konvensional sangat berbeda. Sehingga mempengaruhi biaya untuk setiap pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting dan pekerjaan pengecoran pada pekerjaan pelat lantai.

Adapun perbandingan biaya pekerjaan keseluruhan blok terhadap luasan pelat lantainya dapat dilihat pada tabel 5.22 dihalaman berikut :

E. Perbandingan Total Biaya Pekerjaan Pelat Lantai-3 Pembangunan Gedung Bank BPD Yogyakarta.

Dari tabel 5.22 tentang perbandingan biaya pekerjaan antara *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional untuk pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta maka diperoleh selisih biaya total pekerjaan pelat lantai-3 antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\Delta C &= C_2 (\text{Steel Deck}) - C_1 (\text{Baja Tulangan Konvensional}) \\ &= \text{Rp. } 93,016,408.20 - \text{Rp. } 88,051,780.26 \\ &= \text{Rp. } + 4,964,627.94\end{aligned}$$

Keterangan :

ΔC : Selisih Biaya total pelat lantai-3

C_1 : Biaya termurah (terkecil)

C_2 : Biaya termahal (terbesar)

Perhitungan selisih biaya total pelat lantai-3 antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan diatas, menunjukkan bahwa biaya total pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta menggunakan *Steel Deck* lebih mahal Rp. 4,964,627.94 daripada biaya total pelat lantai-3 menggunakan baja tulangan konvensional.

Adapun perhitungan rasio perbandingan biaya total pekerjaan pelat lantai-3 menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional sebagai berikut :

$$\begin{aligned}RC_{\text{Steel Deck}} &= \frac{[C_{\text{Steel Deck}}]}{[C_{\text{Baja Tulangan Konvensional}}]} \times 100\% \\ &= \frac{[\text{Rp. } 93,016,408.20]}{[\text{Rp. } 88,051,780.26]} \times 100\% = 105,638\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RC_{\text{Baja Tulangan Konvensional}} &= \frac{[C_{\text{Baja Tulangan Konvensional}}]}{[C_{\text{Steel Deck}}]} \times 100\% \\
 &= \frac{[\text{Rp. 88,051,780.26}]}{[\text{Rp. 93,016,408.20}]} \times 100\% = 94,662\%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

RC : Rasio perbandingan biaya total pelat lantai-3

C : Biaya total pekerjaan pelat lantai-3

Dari perhitungan rasio perbandingan biaya total diatas, maka biaya total pekerjaan pelat lantai-3 menggunakan *Steel Deck* adalah 105,638% biaya total pelat lantai-3 menggunakan baja tulangan konvensional. Sedangkan rasio perbandingan biaya total pelat lantai-3 menggunakan baja tulangan konvensional adalah 94,663% biaya total pelat lantai-3 menggunakan *Steel Deck*.

5.4.2 Perbandingan Waktu

Waktu pelaksanaan pekerjaan pelat lantai-3 pada Proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta dengan *Steel Deck* yang diperoleh dari laporan harian pelaksanaan proyek dilapangan lebih cepat (kecil) yakni hanya 2 hari kerja dibandingkan waktu rencana yang diperhitungkan dengan menggunakan tulangan baja konvensional yang membutuhkan waktu 20 hari kerja. Dari perbedaan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional, maka didapatkan selisih waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 antara pelat lantai menggunakan *Steel Decking Profile* dan baja tulangan konvensional dalam rumusan matematis sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \Delta t &= t_2 (\text{Baja Tulangan Konvensional}) - t_1 (\text{Steel Deck}) \\
 &= 20 \text{ hari} - 2 \text{ hari} \\
 &= 18 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

Δt : Selisih waktu (hari)

t_1 : Waktu tercepat

t_2 : Waktu terlambat

Dari selisih waktu maka didapatkan bahwa penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta menggunakan *Steel Deck* lebih cepat 90% dibandingkan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 menggunakan baja tulangan konvensional, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\frac{[\Delta t]}{[t_2]} \times 100\% = \frac{[18 \text{ hari}]}{[20 \text{ hari}]} \times 100\% = 90\%$$

Keterangan :

Δt : Selisih waktu (hari)

t_2 : Waktu terlambat

Dengan rasio perbandingan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung Bank BPD Yogyakarta menggunakan *Steel Deck* (Smartdek) terhadap waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 tersebut bila menggunakan baja tulangan konvensional adalah :

$$\begin{aligned} RP_{\text{Steel Deck}} &= \frac{[t_{\text{Steel Deck}}]}{[t_{\text{Baja Tulangan Konvensional}}]} \times 100\% \\ &= \frac{[2 \text{ hari}]}{[20 \text{ hari}]} \times 100\% = 10\% \end{aligned}$$

Keterangan :

RP : Rasio perbandingan waktu

t : Waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3

BAB VI

PEMBAHASAN

Anggaran biaya total keseluruhan untuk pekerjaan pelat lantai (lantai-3) pada proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta dengan *Steel Deck* lebih mahal (besar) dibandingkan pekerjaan pelat lantai-3 menggunakan tulangan baja konvensional.

Pada luasan dan volume yang sama terhadap pembuatan pelat lantai 3 pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta, yaitu dengan luasan pelat lantai 356.59 m^2 serta volume pelat lantainya 42.79 m^3 dengan ketebalan pelat 0.12 m , dari analisa sebelumnya terdapat perbedaan kebutuhan bahan sehingga mempengaruhi biaya pada masing-masing komponen untuk setiap sub item pekerjaan pembuatan pelat lantai antara pelat lantai dengan menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional, maka didapatkan perhitungan biaya untuk satuan luas per- m^2 pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional.

6.1 Perbandingan Biaya

6.1.1 Perbandingan Biaya Bahan

A. Biaya Bahan Pembesian.

Dari Tabel 5.18 tentang perbandingan kebutuhan bahan untuk masing-masing sub item pekerjaan pembuatan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD yogyakarta, menunjukkan adanya perbedaan kebutuhan bahan antara *Steel Deck* dengan baja tulangan konvensional pada satuan luas dan volume yang sama. Maka dapat dilihat perbandingan bahan pekerjaan pembesian dan pekerjaan pemgecoran antara pelat lantai dengan menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional untuk luasan per- m^2 nya pada tabel kebutuhan bahan di bawah ini :

Tabel 6.1 Perbandingan Kebutuhan Bahan Pembesian
Per-m² Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>			Baja Tul. Konvensional
Pembesian (Kg)		Total (Kg)	Pembesian (Kg)
Steel Deck (1,0412m ²)	Wiremesh (1.0412m ²)	16.63	Besi rata-rata
8.15	8.48		14.190887

Dari tabel 5.19 tentang perbandingan biaya bahan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta pada bab V, didapat biaya bahan untuk pekerjaan pembesian per-m² pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional adalah :

Tabel 6.2 Perbandingan Biaya Bahan Pembesian Per-m² Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>			<i>Biaya Baja Tul. Konvensional</i>
Biaya Pembesian (Rp.)		Total Biaya (Rp.)	Biaya Pembesian (Rp.)
Steel Deck	Wiremesh	174,892.72	Besi rata-rata
140,121.52	34,771.20		98,683.42

B. Biaya Bahan Bekisting

Pekerjaan bekisting pada pembuatan pelat lantai dengan menggunakan *Steel Deck* tidak digunakan, hanya menggunakan Stootwerk. Dari gambar 3.9 tentang ilustrasi penggunaan perancah dan bekisting dijelaskan bahwa lempengan *Steel Deck* dapat langsung dicor karena pada panjang bentang tertentu seperti yang dijelaskan pada tabel 3.4 (panjang bentang bebas dukungan) *Steel Deck* cukup kuat untuk menopang berat beton cornya sendiri.

Dengan analisa harga satuan pekerjaan stootwerk pelat lantai menggunakan *Steel Deck* yang diperoleh dari data proyek lapangan dan perhitungan harga satuan bekisting pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional, serta tabel 5.18 tentang perbandingan kebutuhan bahan pelat lantai-3 gedung BPD *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional

maka, didapatkan perbandingan kebutuhan bahan antara pekerjaan stootwerk dan bekisting untuk per-m² pelat lantai adalah :

Tabel 6.3 Perbandingan Bahan Stootwerk dan Bekisting Per-m² Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i> Stootwerk		Baja Tulangan Konvensional Bekisting	
Bahan	Jumlah	Bahan	Jumlah
Kayu Dolken/Stoot	2.34273375 bh	Kayu terentang (Meranti 5/7)	0.0133 M ³
Papan Meranti (2 x 20)	0.00416486 M ³	Paku 2"-5"	0.4 Kg
Paku	0.26030375 Kg	Minyak bekisting (Solar)	0.2 Lt
		Hanger (Balok Kayu meranti)	0.005 M ³
		Playwood tebal 9`mm	0.11666 Lbr
		Kayu dolken dia 8-10/4m	2 Btg

Perbandingan biaya bahan untuk bekisting/stootwerk per-m² pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional dengan berdasarkan harga bahan yang ada pada masing-masing analisa harga satuan pekerjaan pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional adalah :

Tabel 6.4 Perbandingan Biaya Bahan Stootwerk dan Bekisting Per-m² Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i> Stootwerk			Baja Tulangan Konvensional bekisting		
Bahan	Biaya (Rp.)	Total (Rp.)	Bahan	Biaya (Rp.)	Total (Rp.)
Kayu Dolken/Stoot	11,713.67	20,798.27	Kayu terentang	18,000.00	46,738.33
Papan Meranti	6,872.02		Paku	3,400.00	
Paku	2,212.58		Minyak bekisting	830.00	
			Hanger	6,750.00	
			Playwood	7,758.33	
			Kayu dolken	10,000.00	

C. Biaya Bahan Beton

Untuk bahan adukan beton, diketahui gambar 5.3 pada bab V tentang reduksi volume beton cor, kebutuhan adukan beton pelat lantai menggunakan *Steel Deck* terdapat reduksi 16,23% per- m^3 dari bahan adukan beton pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional dengan ketebalan pelat lantai 0.12 m. Sehingga terdapat perbedaan kebutuhan bahan adukan beton per- m^2 pelat lantai dengan harga bahan beton ready mix K-375 yang sama sebagai berikut :

Tabel 6.5 Perbandingan Kebutuhan Bahan dan Harga Bahan Beton Cor Ready Mix K-375 untuk Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>		Baja Tulangan Konvensional	
Bahan Adukan Beton/ m^2	Harga Bahan (Rp./ m^3)	Bahan Adukan Beton/ m^2	Harga Bahan (Rp./ m^3)
0,100524	486,0000.00	0.120000	486,000.00

Dari tabel 6.5 diatas, maka perbandingan biaya bahan adukan beton per- m^2 pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan menggunakan baja tulangan konvensional adalah :

Tabel 6.6 Perbandingan Biaya Bahan Beton Ready Mix Per- m^2 Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>	Baja Tulangan Konvensional
Rp. 48,854.66	Rp. 58,320.00

D. Total Biaya Bahan Pekerjaan Pelat Lantai

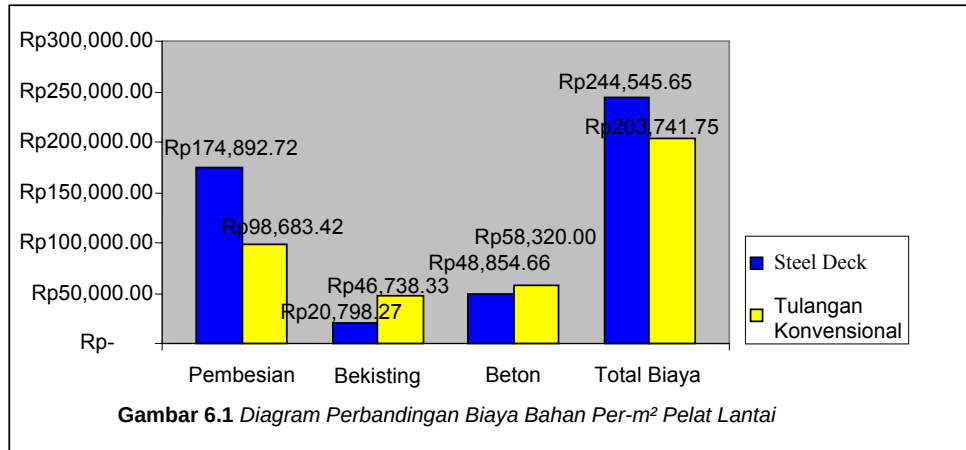
Dari pembahasan sebelumnya tentang perbandingan biaya bahan, antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional maka didapatkan perbedaan biaya bahan total per- m^2 pekerjaan pelat lantai adalah :

Tabel 6.7 Perbandingan Biaya Bahan Per- m^2 Pelat Lantai

Biaya <i>Steel Deck</i> (Rp.)			Biaya Baja Tul. Konvensional (Rp.)		
Pembesian	Stootwerk	Beton	Pembesian	Bekisting	Beton
174,892.72	20,798.27	48,854.66	98,683.42	46,738.33	58,320.00

Tabel 6.8 Perbandingan Total Biaya Bahan Per-m² Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>	Baja Tulangan Konvensional
Rp. 244,545.65	Rp. 203,741.75



Dari diagram diatas maka didapatkan selisih biaya bahan per-m² pembuatan pelat lantai terhadap pekerjaan pembesian, pekerjaan stootwerk dan bekisting, pekerjaan pengecoran, serta total biaya bahan antara pembuatan pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pembuatan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional, sebagai berikut :

Tabel 6.9 Selisih Biaya Bahan Per-m² Pelat Lantai

Uraian Pekerjaan	<i>Steel Deck</i> (Rp.)	Baja Tulangan Konvensional (Rp.)	Selisih Biaya Bahan (Rp.)
Pembesian	174,892.72	98,683.42	+ 76,209.30
Bekisting/Stootwerk	20,798.27	46,738.33	- 25,940.06
Beton cor	48,854.66	58,320.00	- 9,465.34
Total Biaya Bahan	244,545.65	203,741.75	+ 40,803.90

Pada diagram perbandingan biaya bahan per-m² pelat lantai juga didapatkan rasio perbandingan biaya bahan pembesian, bekisting, dan beton cor per-m² pelat lantai antara pembuatan pelat lantai dengan menggunakan *Steel Deck* dan pembuatan pelat lantai dengan menggunakan baja tulangan konvensional.

$$\text{Biaya bahan pembesian Steel Deck} = \frac{[\text{Rp.174,892.72}]}{[\text{Rp.98,683.33}]} \times 100 \% = 177,23 \%$$

$$\text{Biaya bahan bekisting Steel Deck} = \frac{[\text{Rp.20,798.27}]}{[\text{Rp.46,738.33}]} \times 100\% = 42,67\%$$

$$\text{Biaya bahan beton cor Steel Deck} = \frac{[\text{Rp.48,854.66}]}{[\text{Rp.58,320.00}]} \times 100\% = 83,77\%$$

Dari persentase perbandingan biaya bahan pada sub item pekerjaan pelat lantai diatas menunjukkan bahwa :

- a) Biaya bahan pada pekerjaan pembesian per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah 177,23% biaya bahan pekerjaan pembesian per-m² pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.
- b) Biaya bahan pekerjaan bekisting per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah 42,67% biaya bahan pekerjaan bekisting per-m² pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.
- c) Dan biaya bahan pekerjaan pengecoran per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah 83,77% biaya bahan pekerjaan pengecoran per-m² pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.

Sedangkan rasio perbandingan total biaya bahan per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah :

$$\frac{[\text{Rp.244,545.65}]}{[\text{Rp.203,741.75}]} \times 100\% = 120\%$$

Perhitungan diatas menunjukkan bahwa total biaya bahan untuk pekerjaan per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah 120% total biaya bahan pekerjaan per-m² pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.

6.1.2 Perbandingan Biaya Upah

Dari analisis bab V tentang harga satuan pekerjaan, tabel 5.18 perbandingan kebutuhan bahan, dan tabel 5.20 tentang perbandingan biaya upah pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan

baja tulangan konvensional, maka terdapat perbandingan biaya upah setiap sub-item pekerjaan per- m^2 pelat lantai sebagai berikut :

A. Biaya Upah Pembesian

Tabel 6.10 Perbandingan Biaya Upah Pembesian Per- m^2 Pelat Lantai

Steel Deck		Biaya Baja Tul. Konvensional
Biaya Pembesian (Rp.)	Total Biaya (Rp.)	Biaya Pembesian (Rp.)
Steel Deck	780.08	Besi rata-rata
Wiremesh		
436.53		5,949.53
343.55		

B. Biaya Upah Bekisting

6.11 Perbandingan Biaya Upah Stootwerk dan Bekisting Per- m^2 Pelat Lantai

Steel Deck	Baja Tulangan Konvensional
Rp. 5,727.98	Rp. 19,250.00

C. Biaya Upah Pengecoran

Tabel 6.12 Perbandingan Biaya Upah Pengecoran Beton Ready Mix Per- m^2 Pelat Lantai

Steel Deck	Baja Tulangan Konvensional
Rp. 7,270.40	Rp. 8,472.38

D. Total Biaya Upah Pekerjaan Pelat Lantai

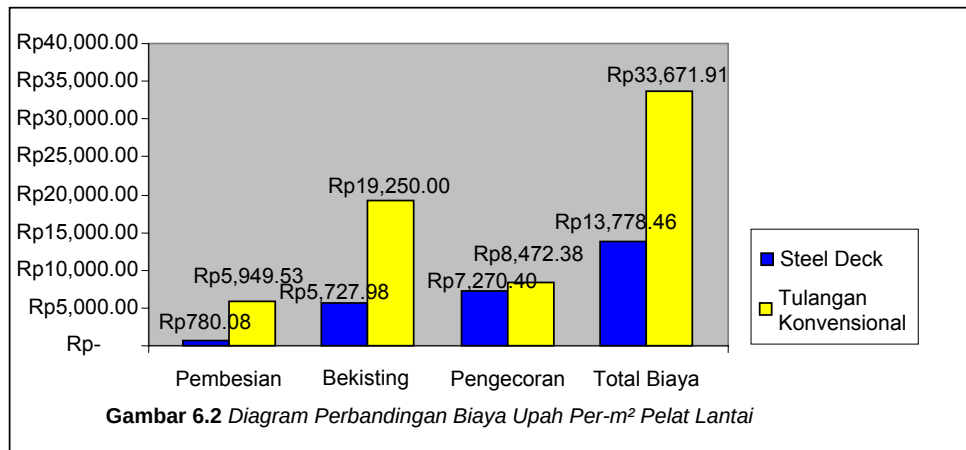
Perbandingan biaya upah pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting dan pengecoran diatas, maka dapat dilihat perbandingan biaya upah untuk setiap sub-item pekerjaan per- m^2 pelat lantai dan total biaya upah pekerjaan per- m^2 pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional sebagai berikut :

Tabel 6.13 Perbandingan Biaya Upah Untuk Sub-item Pekerjaan Per- m^2 Pelat Lantai

Biaya Steel Deck (Rp.)			Biaya Baja Tul. Konvensional (Rp.)		
Pembesian	Stootwerk	Beton	Pembesian	Bekisting	Beton
780.08	5,727.98	7,270.40	5,949.53	19,250.00	8,472.38

Tabel 6.14 Perbandingan Total Biaya Upah Per- m^2 Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>	Baja Tulangan Konvensional
Rp. 13,778.46	Rp. 33,671.91



Dari diagram diatas maka diketahui selisih biaya upah terhadap sub-item dan total pekerjaan per- m^2 pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional. Selisih biaya upah tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6.15 Selisih Biaya Upah Per- m^2 Pelat Lantai

Uraian Pekerjaan	<i>Steel Deck</i> (Rp.)	Baja Tulangan Konvensional (Rp.)	Selisih Biaya Bahan (Rp.)
Pembesian	780.08	5,949.53	- 5,169.45
Bekisting/Stootwerk	5,727.98	19,250.00	+ 13,522.02
Beton cor	7,270.40	8,472.38	- 1,201.98
Total Biaya Upah	13,778.46	33,671.91	- 19,893.45

Adapun rasio perbandingan biaya upah pekerjaan pembuatan pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel deck* dan pelat lantai baja tulangan konvensional adalah :

$$\text{Biaya upah pembesian Steel Deck} = \frac{[\text{Rp.780.08}]}{[\text{Rp.5,949.53}]} \times 100\% = 11,90\%$$

$$\text{Biaya upah bekisting Steel Deck} = \frac{[\text{Rp.5,727.98}]}{[\text{Rp.19,250.00}]} \times 100\% = 29,76\%$$

$$\text{Biaya upah pengecoran Steel Deck} = \frac{[\text{Rp.7,270.40}]}{[\text{Rp.8,472.38}]} \times 100\% = 85,82\%$$

Perhitungan rasio perbandingan biaya upah diatas menunjukan bahwa :

- a) Biaya upah pekerjaan pembesian per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah 11,90% biaya upah pekerjaan pembesian per-m² pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.
- b) Biaya upah pekerjaan bekisting per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah 29,76% biaya upah pekerjaan bekisting per-m² pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.
- c) Biaya upah pekerjaan pengecoran per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah 85,82% biaya upah pekerjaan pengecoran per-m² pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.

Sedangkan rasio perbandingan total biaya upah per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah :

$$\frac{[\text{Rp.13,778.46}]}{[\text{Rp.33,671.91}]} \times 100\% = 40,92\%$$

Dari perhitungan rasio perbandingan total biaya upah diatas, maka diketahui bahwa total biaya upah per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah 40,92% total biaya upah pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional, hal ini menunjukkan bahwa biaya upah pekerjaan pelat lantai menggunakan *Steel Deck* lebih murah dibandingkan biaya upah pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.

6.1.3 Perbandingan Biaya Alat

A. Biaya Alat Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian pelat lantai menggunakan *Steel Deck* tidak mengeluarkan biaya alat, karena pekerjaan pembesiannya (*Steel Deck* dan wiremesh) adalah bahan pabrikasi yang dipesan berdasarkan ukuran yang telah direncanakan, sedangkan pada pekerjaan pembesian pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional, terdapat biaya untuk

mengoperasionalkan alat dalam pabrikasi pembesian baja tulangan dilapangan. Biaya alat untuk pembesian pelat lantai per-Kg menggunakan baja tulangan konvensional adalah 17,5 % dari total biaya upah tenaga pembesian per-Kg yaitu sebesar Rp. 73.37/Kg. Pada pekerjaan pembesian pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional dibutuhkan besi 14,19 Kg/m², sehingga perbandingan biaya alat pekerjaan pembesian antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional dapat dilihat pada tabel perbandingan biaya alat pekerjaan pembesian dibawah ini :

Tabel 6.16 Perbandingan Biaya Alat Pembesian Per-m² Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>	Baja Tulangan Konvensional
Rp. -	Rp. 1,041.19

B. Biaya Alat Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan pembuatan dan pemasangan stootwerk atau bekisting pelat lantai pada pekerjaan pelat lantai menggunakan *Steel Deck* atau pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional tidak mengeluarkan biaya alat (biaya alat = Rp.0), karena alat yang digunakan hanya alat-alat sederhana (manual) yang biasa dimiliki oleh tukang atau pekerja seperti gergaji, palu dan lain-lain.

C. Biaya Alat Pekerjaan Pengecoran

Dari analisa harga satuan untuk pekerjaan pengecoran pelat lantai , tabel 5.18 tentang perbandingan kebutuhan bahan dan tabel 5.21 tentang perbandingan biaya alat pekerjaan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta pada bab V, terdapat perbedaan biaya alat pekerjaan pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional. Adapun perbandingan biaya alat tersebut adalah :

Tabel 6.17 Perbandingan Biaya Alat Pengecoran Per-m² Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>	Baja Tulangan Konvensional
Rp. 2,525.63	Rp. 8,472.38

D. Biaya Total Alat Pekerjaan Pelat Lantai

Perbandingan biaya total alat yang dikeluarkan pada pekerjaan pelat lantai antara pelat lantai yang menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai yang menggunakan baja tulangan konvensional adalah :

Tabel 6.18 Perbandingan Biaya Alat Untuk Sub-item Pekerjaan Per- m^2 Pelat Lantai

Biaya Steel Deck (Rp.)			Biaya Baja Tul. Konvensional (Rp.)		
Pembesian	Stootwerk	Beton	Pembesian	Bekisting	Beton
-	-	2,525.63	1,041.19	-	8,472.38

Sehingga biaya total alat pekerjaan pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional adalah penjumlahan biaya alat pada masing-masing sub-item pekerjaan yang telah diketahui diatas, yaitu :

Tabel 6.19 Perbandingan Total Biaya Alat Per- m^2 Pelat Lantai

Steel Deck	Baja Tulangan Konvensional
Rp. 2,525.63	Rp. 9,513.57

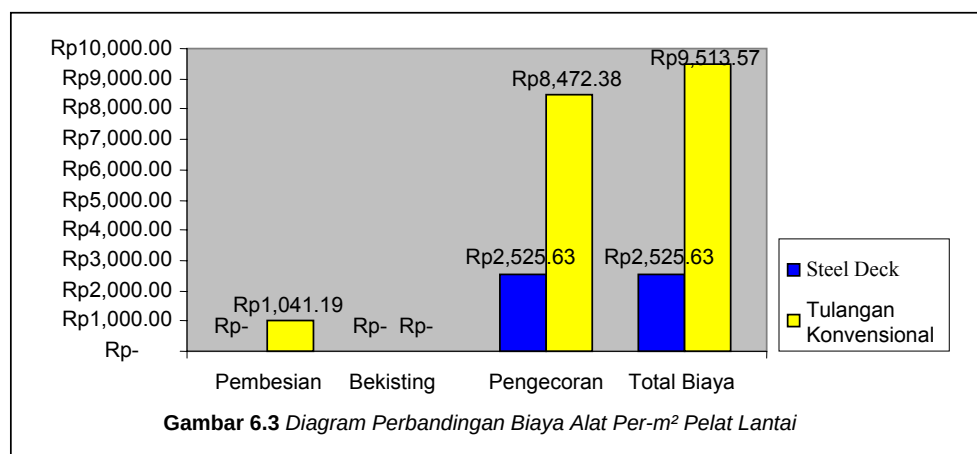


Diagram diatas menunjukkan terdapat selisih biaya alat pada pekerjaan pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional, yaitu :

Tabel 6.20 *Selisih Biaya Alat Per-m² Pelat Lantai*

Uraian Pekerjaan	<i>Steel Deck</i> (Rp.)	Baja Tulangan Konvensional (Rp.)	Selisih Biaya Bahan (Rp.)
Pembesian	-	1,041.19	- 1,041.19
Bekisting/Stootwerk	-	-	-
Pengecoran	2,525.63	8,472.38	- 5,946.75
Total Biaya Alat	2,525.63	9,513.57	- 6,987.94

Dari diagram perbandingan biaya alat per-m² pelat lantai terdapat juga adanya rasio perbandingan terhadap sub-item pekerjaan pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional, yaitu :

Biaya alat pembesian *Steel Deck* = 0 %

Biaya alat bekisting *Steel Deck* = 0 %

Biaya alat pengecoran *Steel Deck* = $\frac{[\text{Rp.}2,525.63]}{[\text{Rp.}8,472.38]} \times 100\% = 29,81\%$

Perhitungan rasio perbandingan diatas menunjukkan bahwa hanya ada rasio perbandingan pada biaya alat pekerjaan pengecoran, yaitu biaya alat pekerjaan pengecoran per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah 29,81% biaya alat pekerjaan pengecoran per-m² pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.

Sedangkan rasio perbandingan biaya alat yang dikeluarkan terhadap keseluruhan pekerjaan pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah $\frac{[\text{Rp.}2,525.63]}{[\text{Rp.}9,513.57]} \times 100\% = 26,56\%$

Sehingga total biaya alat pekerjaan per-m² pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah 26,56% total biaya alat pekerjaan per-m² pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.

Dengan perhitungan dan perbandingan biaya alat pada pembahasan sebelumnya maka diketahui faktor alat yang dibutuhkan dalam pekerjaan pelat lantai menggunakan *Steel Deck* lebih sedikit dibandingkan faktor alat

yang dibutuhkan dalam pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.

6.1.4 Perbandingan Biaya Pekerjaan

Perbandingan biaya pekerjaan adalah penjumlahan dari biaya bahan, biaya upah dan biaya alat yang dikeluarkan terhadap setiap atau masing-masing sub item pekerjaan pelat lantai.

Dari pembahasan perbandingan biaya bahan, biaya upah dan biaya alat sebelumnya pada per- m^2 pekerjaan pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional maka didapat perbandingan biaya pekerjaan untuk sub-item pekerjaan per- m^2 pelat lantai antara pekerjaan pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional, yaitu :

A. Biaya Pekerjaan Pembesian

Tabel 6.21 Perbandingan Biaya bahan, Biaya Upah dan Biaya Alat Pekerjaan Pembesian Per- m^2 Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>			Baja Tulangan Konvensional		
Bahan	Upah	Alat	Bahan	Upah	Alat
Rp174,892.72	Rp780.08	-	Rp98,683.42	Rp5,949.53	Rp1,041.19

Tabel 6.22 Perbandingan Biaya Total Pekerjaan Pembesian Per- m^2 Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>	Baja Tulangan Konvensional
Rp. 175,672.80	Rp. 105,674.14

B. Biaya Pekerjaan Stootwerk dan Bekisting

Tabel 6.23 Perbandingan Biaya bahan, Biaya Upah dan Biaya Alat Pekerjaan Stootwerk dan Bekisting Per- m^2 Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>			Baja Tulangan Konvensional		
Bahan	Upah	Alat	Bahan	Upah	Alat
Rp20,798.27	Rp5,727.98	-	Rp46,738.33	Rp19,250.00	-

Tabel 6.24 Perbandingan Biaya Total Pekerjaan Stootwerk dan Bekisting Per-m² Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>	Baja Tulangan Konvensional
Rp. 26,526.25	Rp. 65,988.33

C. Biaya Pekerjaan Pengecoran

Tabel 6.25 Perbandingan Biaya bahan, Biaya Upah dan Biaya Alat Pekerjaan Pengecoran Per-m² Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>			Baja Tulangan Konvensional		
Bahan	Upah	Alat	Bahan	Upah	Alat
Rp48,854.66	Rp7,270.40	Rp2,525.63	Rp58,320	Rp8,472.38	Rp8,472.38

Tabel 6.26 Perbandingan Biaya Total Pekerjaan Pengecoran Per-m² Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>	Baja Tulangan Konvensional
Rp. 58,650.69	Rp. 75,264.76

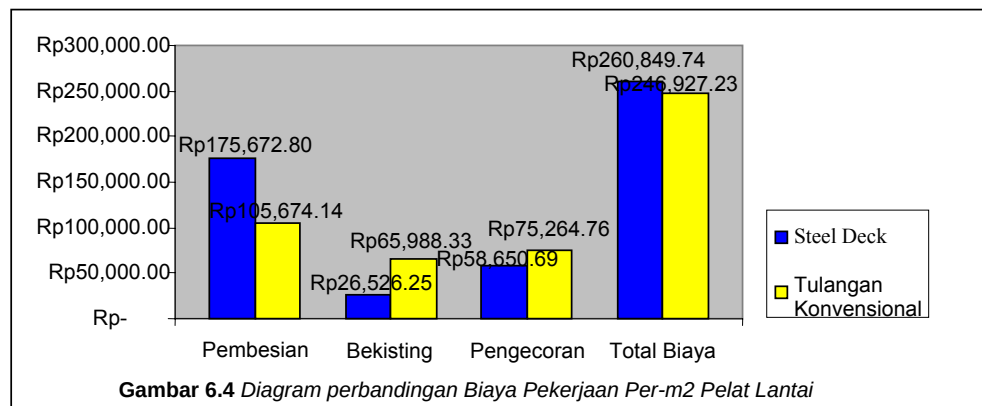
D. Biaya Keseluruhan Pekerjaan Per-m² Pelat Lantai

Dari biaya pekerjaan untuk setiap sub-item pekerjaan diatas maka didapatkan perbandingan biaya total pekerjaan per-m² pelat lantai. Total biaya pekerjaan pelat lantai adalah penjumlahan dari biaya pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting/stootwerk dan biaya pekerjaan pengecoran diatas antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 6.27 Perbandingan Total Pekerjaan Per-m² Pelat Lantai

<i>Steel Deck</i>	Baja Tulangan Konvensional
Rp. 260,849.74	Rp. 246,927.23

Perbandingan biaya masing-masing sub-item dan biaya total pekerjaan per- m² pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional dapat dilihat pada gambar 6.4 tentang diagram biaya pekerjaan biaya per-m² pelat lantai dibawah ini :



Pada diagram perbandingan biaya pekerjaan per-m² pelat lantai diatas menunjukkan adanya selisih biaya pada sub-item dan total keseluruhan pekerjaan per-m² pelat lantai, yaitu :

Tabel 6.28 Selisih Biaya Pekerjaan Per-m² Pelat Lantai

Uraian Pekerjaan	Steel Deck (Rp.)	Baja Tulangan Konvensional (Rp.)	Selisih Biaya Bahan (Rp.)
Pembesian	175,672.80	105,674.14	+ 69,998.66
Bekisting/Stootwerk	26,526.25	65,988.33	- 39,462.08
Pengecoran	58,650.69	75,264.76	- 16,614.07
Total Biaya Pekerjaan	260,849.74	246,927.23	+ 13,922.51

Adapun rasio perbandingan untuk biaya pekerjaan per-m² pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional adalah :

$$\text{Biaya pekerjaan pembesian SteelDeck} = \frac{[\text{Rp.175,672.80}]}{[\text{Rp.105,674.14}]} \times 100\% = 166,24\%$$

$$\text{Biaya pekerjaan bekisting SteelDeck} = \frac{[\text{Rp.26,526.25}]}{[\text{Rp.65,988.33}]} \times 100\% = 40.198\%$$

$$\text{Biaya pekerjaan pengecoran SteelDeck} = \frac{[\text{Rp.58,650.69}]}{[\text{Rp.75,264.76}]} \times 100\% = 77,93\%$$

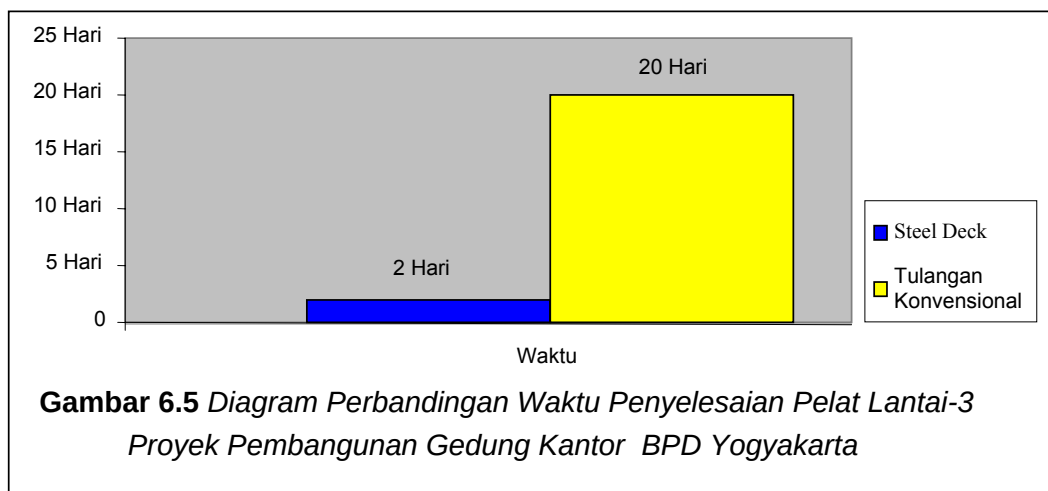
$$\begin{aligned} \text{Biaya total pekerjaan pelat lantai SteelDeck} &= \frac{[\text{Rp.260,849.74}]}{[\text{Rp.246,927.23}]} \times 100\% \\ &= 105,638\% \end{aligned}$$

Persentase rasio perbandingan diatas menunjukkan bahwa :

- 1) Perbandingan Biaya untuk sub item pekerjaan per- m^2 pelat lantai, yaitu perbandingan biaya pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting dan pekerjaan pengecoran menggunakan *Steel Deck* adalah 166,240%, 40,198%, dan 77,926% biaya pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting dan pekerjaan pengecoran pelatlantai menggunakan baja tulangan konvensional.
- 2) Maka perbandingan untuk biaya total keseluruhan pekerjaan per- m^2 pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dari rasio perbandingan diatas adalah 105,638% biaya pekerjaan per- m^2 pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.

6.2 Perbandingan Waktu

Metode pengerjaan pelat lantai yang berbeda antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan baja tulangan konvensional menimbulkan perbedaan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai tersebut. Penelitian pekerjaan pelat lantai-3 pada kasus proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta dengan menggunakan *Steel Deck* menunjukkan penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 lebih cepat, dengan selisih waktu 18 hari dibandingkan penyelesaian pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional.



Tabel 6.29 *Selisih Total Waktu Penyelesaian Pelat Lantai-3*

Jenis Pelat	Luas (m^2)	Waktu (hari)	Selisih (hari)
Tulangan Konvensional	356,59	20	18
Steel Deck		2	

Dari perhitungan selisih waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional pada Bab V tentang analisis perbandingan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta, maka dapat diketahui bahwa waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 dengan menggunakan *Steel Deck* lebih cepat 90% dibandingkan menggunakan baja tulangan konvensional. Dengan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta menggunakan *Steel Deck* adalah 10% waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 menggunakan baja tulangan konvensional. Maka penghematan waktu pengerjaan pelat lantai-3 menggunakan *Steel Deck* relatif besar yang disebabkan bahan pembesian merupakan bahan pabrikasi sedangkan pengerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional dibutuhkan waktu untuk pabrikasi besi baja tulangan dilapangan, terlebih konstribusinya terhadap keseluruhan pekerjaan karena banyak pekerjaan yang mempunyai ketergantungan pada penyelesaian pekerjaan pelat lantai.

Diketuinya perbandingan biaya dan waktu pekerjaan pelat lantai diatas, maka dapat dilihat perbandingan biaya dan waktu pelat lantai antara pelat lantai menggunakan *Steel Deck* dan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional pada tabel berikut :

Tabel 6.30 *Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Pelat Lantai antara Baja Tulangan Konvensional dan Steel Deck*

Jenis Pelat	Biaya (Rp./ m^2)	Waktu Penyelesaian (Luas 356,59 m^2)
Baja Tulangan Konvensional	246,927.23	20 hari
Steel Deck	260,849.73	2 hari

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan akhir dari penelitian dan pengolahan data yang dilakukan sebagaimana telah dianalisis dan dibahas dalam Bab V dan Bab VI, disamping itu bab ini berisi saran-saran yang terkait dengan penelitian

7.1 Kesimpulan

Pada analisis dan pembahasan mengenai hasil penelitian yang telah diuraikan pada Bab V dan Bab VI, maka dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab tujuan-tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Perbedaan biaya pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional terhadap pekerjaan pelat lantai menggunakan *Steel Deck* untuk luasan per-m² pelat lantai sebesar Rp. 13,922.51, dengan rasio perbandingan biaya pekerjaan pelat lantai menggunakan *Steel Deck* adalah 105,638% biaya pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional
2. Perbedaan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 menggunakan *Steel Deck* pada kasus proyek pembangunan gedung kantor BPD Yogyakarta terhadap waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional adalah 18 hari, dengan rasio perbandingan waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai-3 menggunakan *Steel Deck* adalah 10% waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai menggunakan baja tulangan konvensional. Maka diketahui bahwa pekerjaan pelat lantai-3 menggunakan *Steel Deck* 90% lebih cepat.

7.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian maka dapat kami sumbangkan saran-saran berikut ini :

1. Untuk menentukan jenis tulangan yang digunakan (*Steel Deck* / baja tulangan konvensional) hendaknya memperhitungkan orientasi yang ingin dicapai atau mempertimbangkan kendala dan hambatan pada proses pengerjaan diproyek, untuk proyek yang lebih cenderung mengutamakan waktu penyelesaian dan pengerjaan yang praktis pada pekerjaan pelat lantai lebih tepat menggunakan *Steel Deck*.
2. Dalam proyek yang mengutamakan biaya yang lebih ekonomis dan tidak terlalu diburu oleh waktu penyelesaian pekerjaan pelat lantai lebih tepat menggunakan baja tulangan konvensional.