

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN PERENCANAAN ELEMEN STRUKTUR DAN PERHITUNGAN RAB PELAT LANTAI BETON KONVENSIONAL DAN PELAT BONDEK PADA PROYEK PEMBANGUNAN KLENTENG HO TEK CHENG SIN DI MANADO

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Studi Pada
Program Studi Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Angelina Theresia Fiona Manurung
NIM. 12 012 025

Dosen Pembimbing

Seska Nicolaas, ST,MT
NIP.19710216 200003 2 001

Ir. Karel Manginsihi, MT
NIP. 19621023 199303 1 001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

2016

LEMBAR PENGESAHAN SEMINAR

Yang bertandatangan dibawah ini, dosen pembimbing dan Koordinator Tugas Akhir. Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa

Nama : Angelina Theresia Fiona Manurung

Nim : 12 012 025

Telah menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul

PERBANDINGAN PERENCANAAN ELEMEN STRUKTUR DAN PERHITUNGAN RAB PELAT LANTAI BETON KONVENSIONAL DAN PELAT BONDEK PADA PROYEK PEMBANGUNAN KLENTENG HO TEK CHENG SIN DI MANADO

Selanjutnya telah diterima dan dapat diseminarkan

Manado, Agustus 2016

Dosen Pembimbing

Seska Nicolaas, ST, MT

NIP.19710216 200003 2 001

Ir. Karel Manginsihi, MT

NIP. 19621023 199303 1 001

Disetujui

Koordinator Tugas Akhir

Ir. Julius E. Tenda, MT

NIP.19620711 199403 1 001

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelat beton bertulang atau pelat konvensional adalah struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Plat konvensional umumnya tersusun atas komponen plat lantai, balok anak, balok induk dan kolom.

Perancangan struktur plat lantai konvensional merupakan unsur yang penting pada pembangunan suatu gedung agar dapat menghasilkan struktur yang kuat, kaku dan ekonomis. Perencanaan yang tepat dalam sebuah bangunan merupakan hal yang sangat penting karena harus sesuai dengan fungsi bangunan dan mempertimbangkan estetika bangunan dan keamanan struktural.

Pada pembangunan sebuah gedung, rencana anggaran biaya dihitung setelah perhitungan konstruksi bangunan. Hal tersebut terkait dalam pemilihan desain dan bahan yang digunakan dalam perencanaan konstruksi bangunan gedung tersebut. Rencana anggaran biaya proyek bangunan gedung disusun secara seoptimal dan seefisien mungkin dengan mutu dan kualitas yang tetap terjamin.

Konstruksi bangunan gedung bertingkat terdiri atas struktur atas dan struktur bawah, elemen pelat merupakan bagian dari struktur atas dan merupakan elemen kaku. Pada beberapa elemen bangunan gedung ada yang memiliki biaya besar dan salah satunya yaitu pada elemen pelat, namun elemen tersebut masih dapat dioptimalisasi dengan cara pengefisienan kembali. Oleh karena itu diperlukan rencana anggaran biaya alternatif.

Aspek pembiayaan material, waktu pelaksanaan, proses pelaksanaan, aspek waste, dan aspek pengadaan material yang akan menjadi pusat perhatian untuk dilakukannya analisa kembali. Hal tersebut memunculkan beberapa alternatif yang dijadikan dasar pemikiran untuk melakukan kajian yang sifatnya tidak mengoreksi kesalahan-kesalahan

yang dibuat perencana maupun mengoreksi perhitungannya namun lebih mengarah pembuatan rencana anggaran biaya untuk mendapatkan perbandingan pelat beton konvensional dan pelat bondek pada proyek pembangunan Klenteng Ho Tek Cheng Sin yang memiliki berat sendiri yang lebih ringan, efisien dan ekonomis namun dapat mendukung dan memikul beban yang bekerja serta tidak mengurangi kekuatan pelat lantai selama usia bangunan. Oleh karena itu penulis mengambil judul *“Perencanaan Elemen Struktur Pelat dan Perbandingan Perhitungan RAB Antara Pelat Lantai Beton Konvensional dan Pelat Bondek pada Proyek Pembangunan Klenteng Ho Tek Cheng Sin di Manado”*.

1.2 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Mendesain kembali pelat beton konvensional dan membandingkan dengan pelat bondek pada proyek pembangunan Klenteng Ho Tek Cheng Sin di Manado.
- b. Menghitung Rencana Anggaran dan Biaya pelat beton konvensional dan membandingkan dengan pelat bondek yang diperlukan pada proyek pembangunan Klenteng Ho Tek Cheng Sin di Manado.

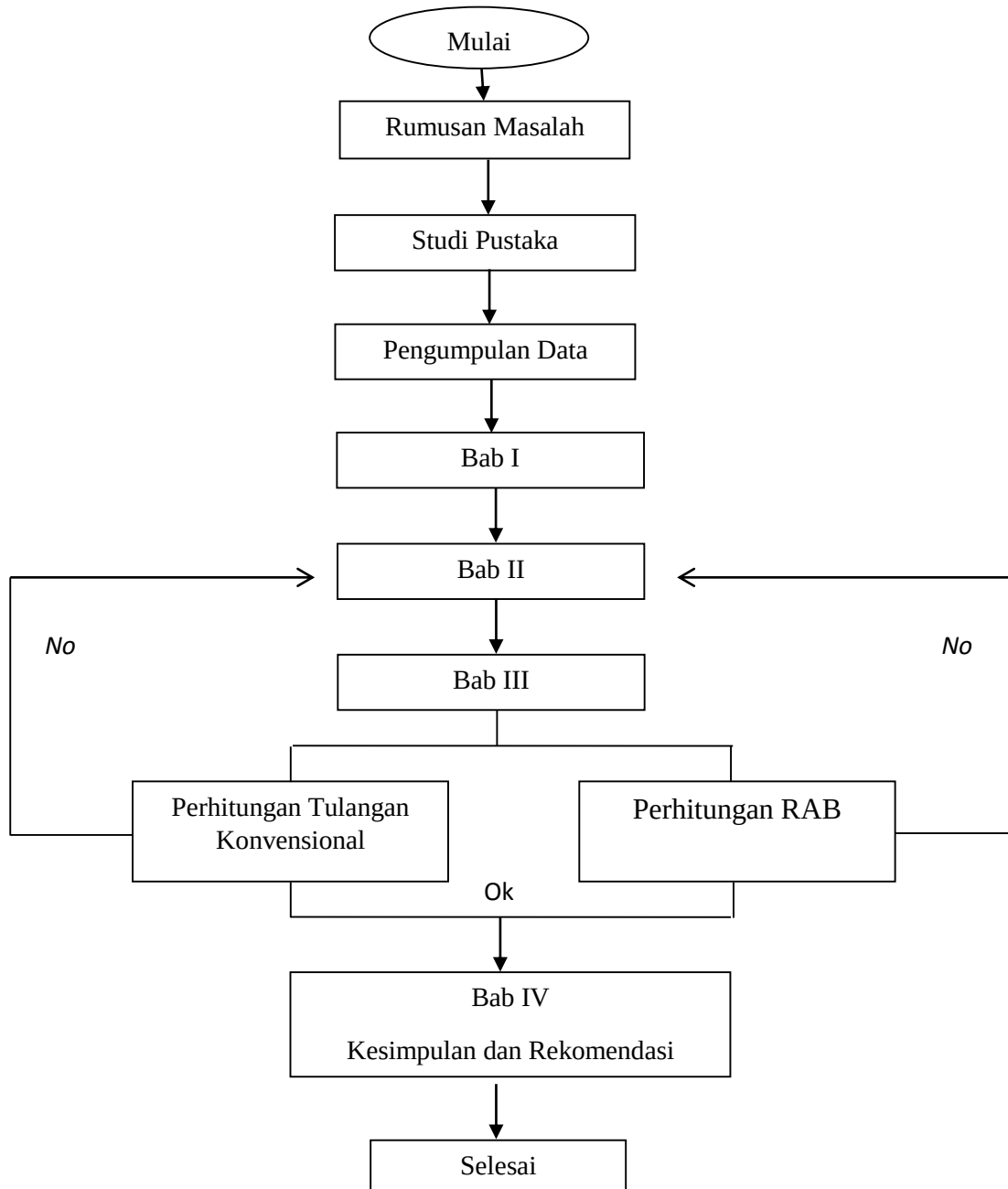
1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, pembatasan masalah yang diambil yaitu sebagai berikut :

- a. Perhitungan pelat lantai konvensional menggunakan *”Koefisien Momen”*
- b. Perhitungan RAB yang diperlukan antara pelat lantai konvensional dengan pelat metal menggunakan harga satuan tahun 2015.

1.4 Metodologi Penelitian

Untuk mencapai tujuan dari penulisan tugas akhir ini, maka metode yang dilakukan antara lain seperti kajian ilmiah dari sumber bacaan diinternet, observasi langsung yang dilakukan diproyek selama mengikuti PKL, pengumpulan data dari proyek Pembangunan Klenteng Ho Tek Cheng Sin di Manado. Berikut ini dilampirkan diagram alir metodologi penulisan tugas akhir. dilampirkan diagram alir metodologi penulisan tugas akhir.



Gambar 1.1 Diagram Alir Pola Kerja Urutan Penyusunan Tugas Akhir

1.5 Sistematika Penulisan

Agar memudahkan penulisan Tugas Akhir ini maka harus diperlukan sistematika penulisan sehingga pada penulisan ini dapat terarah dengan baik, dan disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, tujuan dan manfaat, pembatasan masalah, metode penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menguraikan tentang tinjauan pustaka atau teori yang menjelaskan pekerjaan-pekerjaan yang terdapat di BAB III.

BAB III PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang pembahasan dari judul yang diambil.

BAB IV PENUTUP

Merupakan bagian penutup yang berisi tentang kesimpulan dan rekomendasi

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pelat Beton Bertulang

2.1.1 Pengenalan Pelat

Yang dimaksud dengan pelat beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horisontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatife sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang atau lebar bidangnya. Pelat beton bertulang ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma atau unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal.

Pelat beton bertulang banyak digunakan pada bangunan sipil, baik sebagai lantai bangunan, lantai atap dari suatu gedung, lantai jembatan maupun lantai pada dermaga. Beban yang bekerja pada pelat umumnya diperhitungkan terhadap beban gravitasi (beban mati dan beban hidup). Beban tersebut mengakibatkan momen lentur. Oleh karena itu pelat juga direncanakan terhadap beban lentur (seperti pada kasus balok). Guna pelat lantai adalah sebagai berikut :

1. Memisahkan ruang bawah dan ruang atas.
2. Sebagai tempat berpijak penghuni dilantai atas.
3. Untuk menempatkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah.
4. Meredam suara dari ruang atas maupun dari ruang bawah.
5. Menambah kekakuan bangunan pada arah horizontal.

Pelat lantai harus direncanakan dengan kaku, rata, lurus dan waterpas (mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring) agar terasa enak untuk tempat berpijak kaki. Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh beban yang harus didukung, besar lendutan yang diijinkan, lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung, bahan konstruksi dari pelat lantai. Pada pelat lantai hanya diperhitungkan adanya beban tetap saja (penghuni, perabotan, berat lapis tegel, berat sendiri pelat) yang bekerja secara tetap dalam waktu yang lama. Sedang beban tak terduga seperti beban

gempa, beban angin dan getaran tidak diperhitungkan. Bahan untuk pelat lantai dapat dibuat dari beberapa bahan :

1. Kayu
2. Beton
3. Baja

Pelat lantai dari baja umumnya hanya untuk bangunan gudang, bengkel atau bangunan khusus yang dapat dipesan jadi dari suatu perusahaan baja atau bengkel besi dan tidak dibahas dalam buku Konstruksi Bangunan Gedung Bertingkat Rendah.

1. Pelat Lantai Kayu

Pelat lantai kayu umumnya dibuat dari rangkaian kayu umumnya dibuat dari rangkaian papan kayu yang disatukan menjadi kesatuan yang kuat, sehingga membentuk bidang yang injak yang luas. Ukuran lebar papan umumnya 20-30 cm. Tebal papan dapat dipilih ukuran 2-3 cm, dengan jarak balok-balok pendukung antara 60-80cm. Ukuran balok berkisar 8/12 cm, 8/14 cm, 10/14 cm untuk bentangan 3-3,5 m. Balok-balok kayu ini dapat diletakkan diatas pasangan bata atau ditopang oleh balok beton. Bahan kayu yang dipakai harus mempunyai berat jenis antara 0,6-0,8 (t/m^3), atau dari jenis kayu kelas II. Beberapa keuntungan dan kerugian pelat lantai kayu.

- Keuntungan

1. Harga relatif murah, biaya bangunan rendah
2. Mudah dikerjakan, pekerjaan cepat selesai
3. Beratnya ringan, menghemat ukuran pondasi

- Kerugian

1. Hanya untuk konstruksi bangunan sederhana dengan beban ringan
2. Bukan peredam suara yang baik
3. Sifat bahan “permeable” (rembes air)

4. Mudah terbakar
5. Tidak dapat dipasang tegel
6. Dimakan serangga dan mudah rusak oleh cuaca yang berubah-ubah.

2. Pelat Lantai Beton Konvensional

Pelat lantai beton umumnya dicor ditempat, bersama-sama balok penumpu dan kolom pendukungnya. Dengan demikian akan diperoleh hubungan yang kuat yang menjadi satu kesatuan, hubungan ini disebut jepit-jepit. Pada pelat lantai beton dipasang tulangan baja pada kedua arah , tulangan silang, untuk menahan momen tarik dan lenturan. Untuk mendapatkan hubungan jepit-jepit, tulangan pelat lantai harus dikaitkan kuat pada tulangan balok penumpu. Perencanaan dan hitungan pelat lantai dari beton bertulang, harus mengikuti persyaratan yang tercantum dalam buku SNI beton 1991. Beberapa persyaratan tersebut antara lain :

- a. Pelat lantai harus mempunyai tebal sekurang-kurangnya 12 cm, sedang untuk pelat atap sekurang-kurangnya 7 cm.
- b. Harus diberi tulangan silang dengan diameter minimum 8mm dari baja lunak atau baja sedang.
- c. Pada pelat lantai yang tebalnya lebih dari 25cm harus dipasang tulangan rangkap atas bawah.
- d. Jarak tulangan pokok yang sejajar tidak kurang dari 2,5cm dan tidak lebih dari 20cm atau dua kali tebal pelat, dipilih yang terkecil.
- e. Semua tulangan pelat harus terbungkus lapisan beton tebal minimum 1cm, untuk melindungi baja dari karat, korosi atau kebakaran.
- f. Bahan beton untuk pelat harus dibuat dari campuran 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil + air, bila untuk lapis kedap air dibuat dari campuran 1 semen : 1 ½ pasir : 2 ½ kerikil + air secukupnya.

- Keuntungan

1. Mampu mendukung beban yang besar
2. Merupakan isolasi suara yang baik
3. Tidak dapat terbakar dan dapat dibuat lapis kedap air
4. Dapat dipasang tegel untuk keindahan lantai
5. merupakan bahan yang kuat dan awet.

- Kerugian

1. Membutuhkan waktu lamadari mulai pendatangan, pemotongan sampai merakit.
2. Memerlukan waktu untuk membuat bekisting pelat
3. Harga lebih mahal
4. Memerlukan kendaraan panjang yang bisa menampung 12 m panjang besi
5. Lebih banyak menggunakan kawat bendrat

Untuk menghindari lenturan yang besar, maka bentangan pelat lantai jangan dibuat terlalu lebar, untuk ini dapat diberi balok-balok sebagai tumpuan yang juga berfungsi menambah kekauan pelat. Bentangan pelat yangbbesar juga akan menyebabkan pelat menjadi terlalu tebal dan jumlah tulangan yang dibutuhkan menjadi banyak, berarti berat bangunan akan menjadi besar dan harga persatuan akan menjadi mahal. Bentangan pelat lantai yang banyak dipakai adalah : 3x3, 3x4, 3x5, 3 ½ x4, 3x4 ½ , dan 4x4 (dalam permeter persegi). Untuk memperoleh bentangan pelat ini dapat diatur jarak-jarak kolom dan balok portalnya, dan apabila diperlukan dapat diberi balok anak.

2.2 Pelat Bondek

Bondek adalah geladak baja galvanis yang memiliki daya tahan tinggi dan berfungsi ganda dalam konstruksi plat beton, yakni sebagai peyangga permanen juga sebagai penulangan searah positif. Kekuatan tarik leleh minimum pelat baja ini adalah 550 MPa. Tebal pelat standar adalah

0,70 mm BMT dengan pilihan tebal yang lain 1,00 dan 1,2 mm BMT. Penggunaan bondek akan memberikan keuntungan bagi struktur secara keseluruhan karena penghematan dalam penggunaan *formwork* dan beton. Bondek antara lain berfungsi sebagai lantai kerja sementara, sebagai bekisting tetap dan tulangan positif. (Aiman, 2014)

Pemasangan panel Smartdek pada pelat beton diletakkan melintang (pada arah memendek). Pada umumnya panel diletakkan minimum $\pm 2,5$ cm kedalam bekisting balok. Pelat-pelat lantai dan atap yang terdiri dari panel-panel lantai baja (*steeldeck panels*), yang berfungsi baik sebagai cetakan maupun sebagai tulangan bagi beton yang terletak di atasnya, telah banyak dipakai pada bangunan-bangunan yang rangka utamanya terdiri dari konstruksi baja atau konstruksi komposit. Perencanaan pelat seperti ini dalam beberapa cara berbeda dengan perencanaan dari pelat lantai beton bertulang yang memakai tulangan yang bersirip permukaannya. Satu hal yang perlu dicatat ialah bahwa luas penampang dari lantai baja yang berfungsi sebagai tulangan ini didistribusikan pada sebagian dari tinggi pelat melalui suatu cara yang bergantung pada bentuk dari lantai baja tersebut. Hal yang lebih penting lagi ialah kenyataan bahwa keberhasilannya lantai baja tersebut berfungsi sebagai perkuatan pelat seluruhnya tergantung pada kemampuan ikatan antara kedua material tersebut pada permukaan pertemuannya. Seperti juga halnya pada batang tulangan yang berfungsi sebagai penulangan, biasanya bahan-bahan ikatan kimiawi saja tidak cukup untuk dapat menjamin terbentuknya lekatan yang kuat. Berdasarkan alasan ini, untuk memperkuat ikatan tersebut dipakai berbagai-bagai alat yang dikenal dengan sebutan alat penyalur gaya geser. Pada kebanyakan kasus, alat-alat ini terdiri dari tonjolan-tonjolan yang mempunyai jarak antara yang dekat sekali. Alat-alat ini bekerja dalam cara yang sama seperti fungsi dari batang bersirip dalam memperbesar kekuatan lekatnya. Disamping itu alat ini juga harus mampu melawan kecenderungan terpisahnya lantai baja dan beton dalam arah vertikal. Tonjolan-tonjolan dapat melakukan tugas ini dengan jalan dimiringkan kearah horizontal, sehingga dapat memikul kedua gaya horizontal (ikatan) dan gaya-gaya vertikal (gaya yang berusaha memisahkan baja dan beton). Pada jenis lantai baja lainnya, pada bagian dari atas rusuk-rusuk lantai tersebut dilas kawat-kawat baja dalam arah transversal dengan jarak antara yang dekat sekali sehingga dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

Pada saat dibebani pelat-pelat lantai dengan baja komposit ini akan mengalami keruntuhan lentur melalui suatu cara yang tidak banyak berbeda dibandingkan dengan keruntuhan lentur dari

pelat-pelat biasa, atau melalui hilangnya ikatan antara lantai baja tersebut dengan beton. Keadaan ini dikenal sebagai keruntuhan lekatan geser, dan justru kekuatan lekat geser inilah yang menjadi suatu problem khusus dari pelat-pelat komposit.

2.3 Wiremesh

Wiremesh merupakan material jaring kawat baja pengganti tulangan pada pelat yang fungsinya sama sebagai tulangan. Pada *wiremesh* selain memiliki kekuatan yang sama namun dari segi pemasangan lebih praktis dan murah dibandingkan dengan tulangan konvensional. Keuntungan utama dalam menggunakan Jaringan Kawat Baja Las BRC adalah mutunya yang tinggi dan konsisten yang terjamin bagi perencana, pemilik dan pemborong, di bandingkan dengan cara penulangan pelat lainnya. Karena semua kawat di tarik dan di uji dengan seksama, mutu bahan yang di pakai telah terjamin. Proses penarikan kawat tersebut akan menghasilkan kawat dengan penampang yang sangat merata. Keseragaman yang sama itu tidak akan mungkin terdapat pada batang-batang canaian panas (besi beton) ketika kawat di las kedalam jaringan kawat baja las BRC, ia di dudukan tepat pada tempatnya, jadi jaringan akan selalu dilengkapi dengan jumlah kawat yang benar. Dengan demikian, perencanaan terjamin dan penelitian di tempat kerja dapat dikurangi.

Untuk membuat pelat yang ringan, tipis tetapi kuat yaitu dengan menggunakan tulangan baja berupa kawat baja las/*wiremesh* Penggunaan tulangan baja ini dimaksudkan untuk memperbesar kuat lentur pelat karena kawat baja ini mempunyai kuat tarik yang tinggi dan berbentuk seperti jala yang sangat memudahkan pada saat pemasangan, serta harga relatif lebih murah dan material lebih ringan. Mutu yang tinggi dari Jaringan Kawat Baja Las BRC memungkinkan yang di tetapkan sebelumnya. memenuhi standart kelas U-50, menghasilkan penghematan biaya yang sangat berarti. Dengan menggunakan tegangan ijin yang di usulkan sebesar 2.900 kg/cm tersebut. kita dapat memperoleh penghematan sampai separuh dari banyaknya penulangan. Dengan Perhitungan Harga Per kg jaringan kawat baja las BRC yang lebih tinggi, biasanya tetap terdapat penghematan biaya yang cukup berarti pada kebanyakan proyek. Selain penghematan, juga waktu pasang dihematkan, karena Jaringan Kawat Baja La BRC di serahkan di tempat kerja dengan kawat telah di lastepat pada jarak-jarak yang di tetapkan sebelumnya.

Adapun keunggulan - keunggulan *wiremesh* untuk plat lantai beton: (brosur smartdeck,2011).

1. Mudah dan cepat dalam pemasangan. *Boundeck* langsung berfungsi juga sebagai bekisting permanen yang siap di cor dalam waktu singkat. Efisiensi waktu dan kemajuan pekerjaan dapat dipercepat karena waktu untuk pembuatan dan pembongkaran bekisting sudah tidak diperlukan lagi. Pekerjaan pembesian dibagian yang mengalami tarik, dapat direduksi atau bahkan dihilangkan karena telah digantikan fungsinya oleh *boundeck*.
2. Mengurangi pemakaian perancah dan tiang-tiang penyangga sehingga lebih menghemat biaya dalam pelaksanaanya.
3. *Boundeck* dapat secara langsung digunakan sebagai plafond.
4. Ketahanannya terhadap kebakaran lebih baik dan lolos uji kelenturan serta pembebanan.
5. Dapat dipesan sesuai kebutuhan dan memberikan platform kerja yang aman.
6. Dapat dipasang pada konstruksi baja maupun beton.

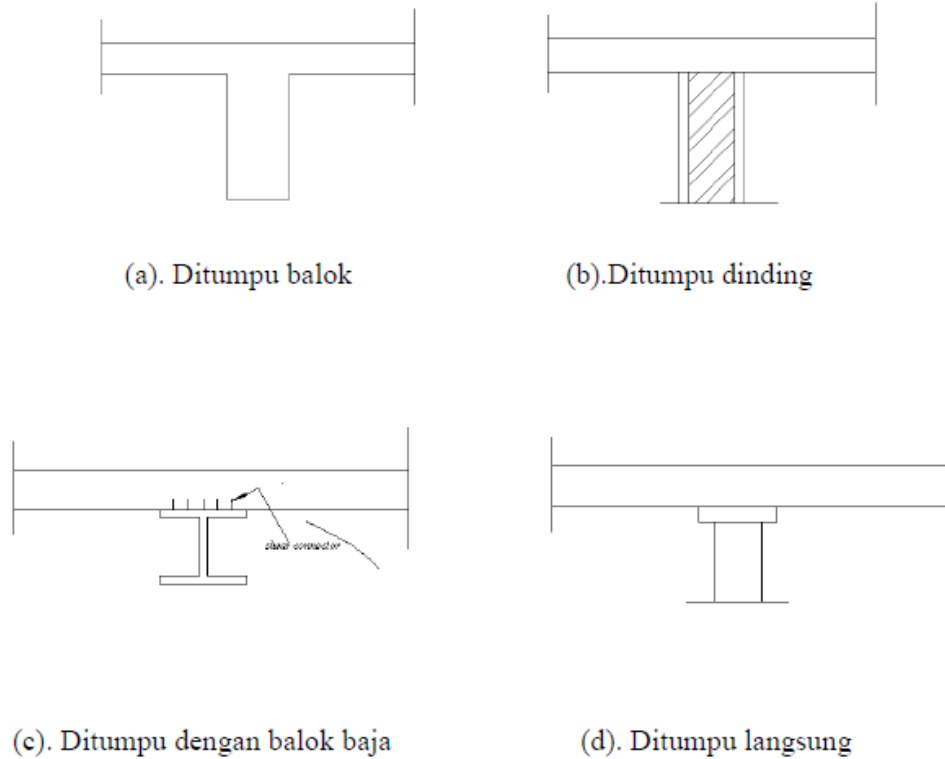
Tabel 2.1 Spesifikasi Tulangan Wiremesh

Wiremesh	Diameter (mm)	Actual Weight (gr/mm)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Batas Ulur (N/mm ²)	Elongation (%)
M4	4	15,45	Min 490	Min 400	Min 8 %
M5	4,7	21,33	Min 490	Min 400	Min 8 %
M5	4,5	19,55	Min 490	Min 400	Min 8 %
M6	5,7	31,37	Min 490	Min 400	Min 8 %
M6	5,5	29,2	Min 490	Min 400	Min 8 %
M7	6,7	43,34	Min 490	Min 400	Min 8 %
M7	6,5	40,79	Min 490	Min 400	Min 8 %
M8	7,7	57,24	Min 490	Min 400	Min 8 %
M8	7,5	54,31	Min 490	Min 400	Min 8 %
M9	8,7	73,07	Min 490	Min 400	Min 8 %
M9	8,5	69,75	Min 490	Min 400	Min 8 %
M10	9,7	90,84	Min 490	Min 400	Min 8 %
M10	9,5	87,13	Min 490	Min 400	Min 8 %
M11	10,7	110,53	Min 490	Min 400	Min 8 %
M11	10,5	106,44	Min 490	Min 400	Min 8 %
M12	11,7	132,16	Min 490	Min 400	Min 8 %
M12	11,5	127,68	Min 490	Min 400	Min 8 %

Perusahaan yang pertama kali mengenalkan tulangan wiremesh ke dunia konstruksi adalah PT. LIONMESH PRIM Tbk. Wiremesh adalah jaringan baja tulangan, yang pada tiap titik pertemuan kawatnya dilas listrik untuk mendapatkan “ *Shear Resistant* ”, khususnya digunakan untuk penulangan beton. **Wiremesh** dapat diproduksi dalam ukuran standard (lihat daftar) atau ukuran khusus sesuai permintaan para ahli konstruksi bangunan. Kawat baja yang digunakan adalah dari mutu U-50 dengan tegangan leleh karakteristik 5000 kg/cm^2 yang sangat menguntungkan bila dibandingkan dengan baja tulangan biasa yang mempunyai tegangan leleh karakteristik 2400 kg/cm^2 , sedangkan tegangan geser minimum tiap titik las adalah 2500 kg/cm^2 . Proses pembuatannya dilakukan dengan menggunakan mesin buatan Swiss yang mutakhir. Penulangan beton dengan menggunakan “ Welded Reinforcing Steel Mesh “ ini telah digunakan secara meluas di Malaysia dan Singapura sejak 30 tahun yang lalu, sedangkan di Jerman sudah sejak 50 tahun yang lalu.

2.4 Tumpuan Pelat

Untuk merencanakan pelat beton bertulang yang perlu dipertimbangkan tidak hanya pembebanan saja, tetapi juga jenis perletakan dan jenis penghubung di tempat tumpuan. Kekakuan hubungan antar pelat dan tumpuan akan menentukan besar momen lentur yang terjadi pada pelat. Untuk bangunan gedung, umumnya pelat tersebut ditumpu oleh balokbalok secara monolit, yaitu pelat dan balok dicor bersama-sama (Gambar 2.a) sehingga menjadi satu-kesatuan, seperti yang disajikan pada gambar-gambar berikut. Kemungkinan lainnya, yaitu pelat didukung oleh dinding-dinding bangunan (Gambar 2.b), atau oleh balok-balok baja dengan sistem komposit (Gambar 2.c), atau bahkan didukung oleh kolom secara langsung tanpa balok yang dikenal dengan pelat cendawan (Gambar 2.d)



Gambar 2.1 Tumpuan Pelat

2.4.1 Jenis Perletakan Pelat Pada Balok

Kekakuan hubungan antara pelat dengan konstruksi pendukungnya (balok) menjadi salah satu bagian dari perencanaan pelat. Ada 3 jenis perletakan pada balok, yaitu sebagai berikut :

1) Terletak bebas

Keadaan ini terjadi jika pelat diletakkan begitu saja diatas balok, atau antara pelat dan balok tidak dicor bersama-sama, sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut. Pelat yang ditumpu oleh tembok juga termasuk dalam kategori terletak bebas.

2) Terjepit elastis

Keadaan ini terjadi jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, tetapi ukuran balok tetap kecil, sehingga balok tidak cukup kuat untuk mencegah terjadinya rotasi pelat.

3) Terjepit penuh

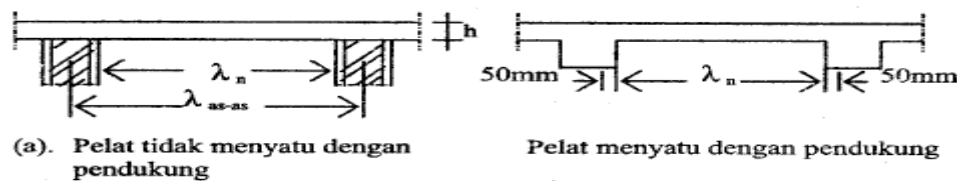
Keadaan ini terjadi jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, dan ukuran balok cukup besar, sehingga mampu untuk mencegah terjadinya rotasi pelat.

2.5 Perencanaan Tulangan Pelat

2.5.1 Pertimbangan Dalam Perhitungan Tulangan

Pada perencanaan pelat beton bertulang (Asroni 2010), perlu diperhatikan beberapa persyaratan / ketentuan sebagai berikut :

1. Pada perhitungan pelat, lebar pelat diambil 1m ($b=1000\text{mm}$)
2. Panjang bentang (λ)
 - a. Pelat yang tidak menyatu dengan struktur pendukung (lihat gambar. 2 (a)):
 $\lambda = \lambda_n + h$ dan $\lambda \leq \lambda_{as-as}$
 - b. Pelat yang menyatu dengan struktur pendukung (lihat gambar 2 (b)):
 Jika $\lambda_n \leq 3\text{m}$, maka $\lambda = \lambda_n$
 Jika $\lambda_n > 3\text{m}$, maka $\lambda = \lambda_n + 2.50\text{mm}$



Gambar 2.2 Penentuan Panjang Bentang

Sumber. Asroni 2010

3. Tebal minimum pelat $\alpha_m = \alpha$ rata-rata, α
 - a. Untuk pelat satu arah, tebal minimal pelat dapat dilihat pada tabel 3
 - b. Untuk pelat dua arah, tebal minimal pelat bergantung pada $\alpha_m = \alpha$ rata-rata. α adalah rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur pelat dengan rumus sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{E_{cb}/I_b}{E_{cp}/I_p}$$

4. Tebal pelat tidak boleh kurang dari ketentuan tabel 2.3 yang bergantung pada tegangan tulangan f_y . Nilai f_y pada tabel dapat diinterpolasi.

Tabel. 2.2 Tinggi (h) Minimal Balok Non Pratekan atau Pelat Satu Arah Bila Lendutan Tidak Dihitung

Komponen Struktur	Tinggi minimal			
	Dua tumpuan	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang akan rusak karena lendutan yang besar			
Pelat solid satu arah	L/20	L/24	L/28	L/10
Balok atau pelat jalur satu arah	L/16	L/18,5	L/21	L/8

Sumber. Asroni 2010

Tabel 2.3 Tabel Minimal Pelat Tanpa Balok Intertor

Tegangan Leleh f_y (Mpa)	Tanpa Penebalan			Dengan Penebslan		
	Panel Luar		Panel Dalam	Panel Luar		Panel Dalam
	Tanpa Balok Pinggir	Dengan Balok Pinggir		Tanpa Balok Pinggir	Dengan Balok Pinggir	
300	$\Lambda_n f33$	$\Lambda_n f36$	$\Lambda_n f36$	$\Lambda_n f36$	$\Lambda_n f40$	$\Lambda_n f40$
400	$\Lambda_n f30$	$\Lambda_n f33$	$\Lambda_n f33$	$\Lambda_n f33$	$\Lambda_n f36$	$\Lambda_n f36$
500	$\Lambda_n f28$	$\Lambda_n f31$	$\Lambda_n f31$	$\Lambda_n f31$	$\Lambda_n f34$	$\Lambda_n f34$

Sumber. Asroni 2010

5. Tebal selimut beton minimal untuk batang tulangan $D \leq 36$, tebal selimut beton ≥ 20 mm. Untuk batang tulangan $D44 - D56$, tebal selimut beton ≥ 40 mm.
6. Jarak bersih antar tulangan $s \geq D$ dan $s \geq 25$ mm
7. Jarak maksimal tulangan (as ke as)

Tulangan Pokok :

Pelat 1 arah : $s \leq 3.h$ dan $s \leq 450$ mm

Pelat 2 arah : $s \leq 2.h$ dan $s \leq 450$ mm

Tulangan Bagi :

$S \leq 5.h$ dan $s \leq 450$ mm

8. Luas tulangan minimal pelat

a. Tulangan pokok

$f'_c \leq 31,36\text{MPa}$, $A_s \geq (1,4/f_y) \cdot b \cdot d$ dan

$f'_c > 31,36\text{MPa}$, $A_s \geq \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot f_y} \cdot b \cdot d$

b. Tulangan bagi/tulangan susut

Untuk $f_y \leq 300\text{ MPa}$, maka $A_{sb} \geq 0,002 \cdot b \cdot h$

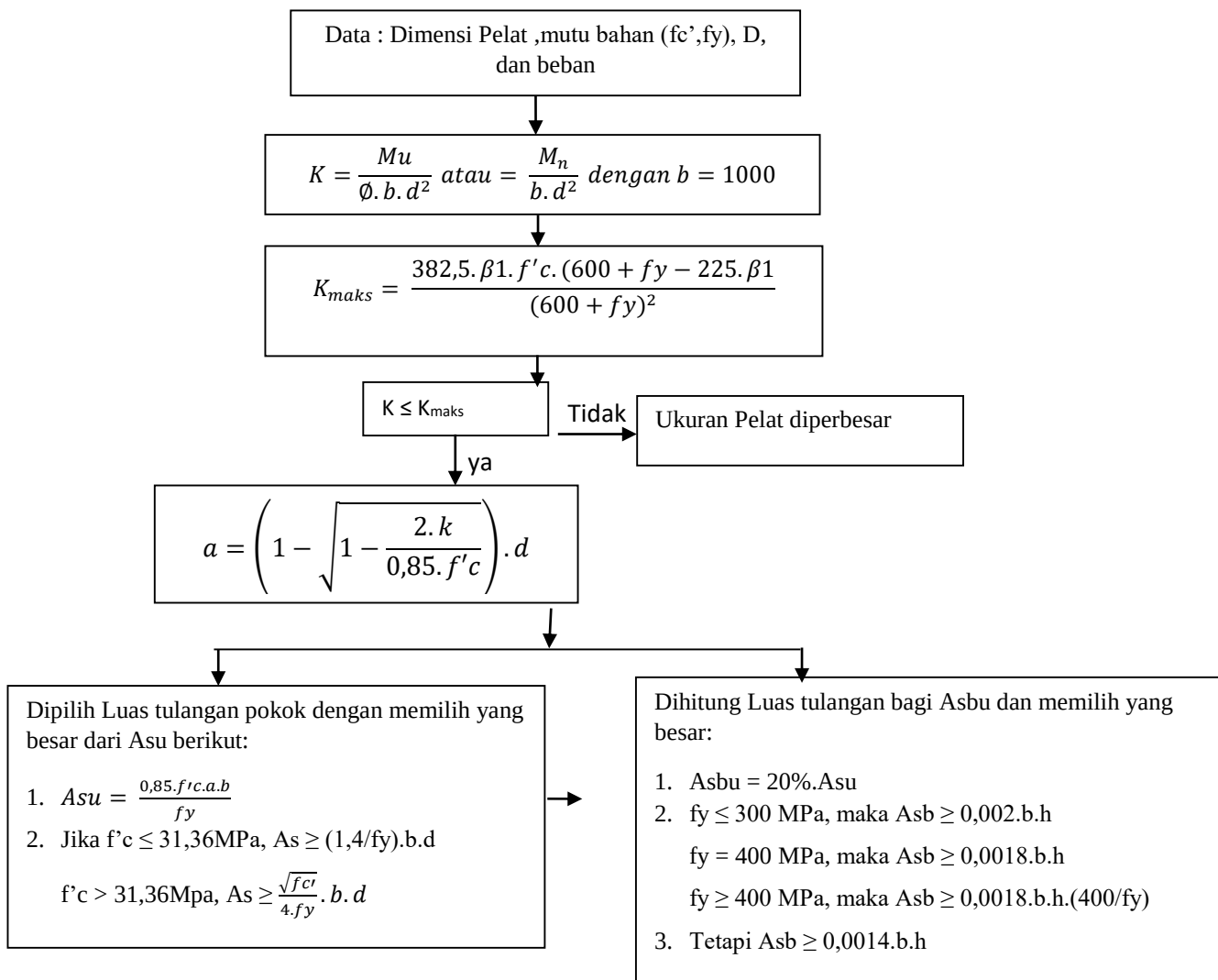
Untuk $f_y = 400\text{ MPa}$, maka $A_{sb} \geq 0,0018 \cdot b \cdot h$

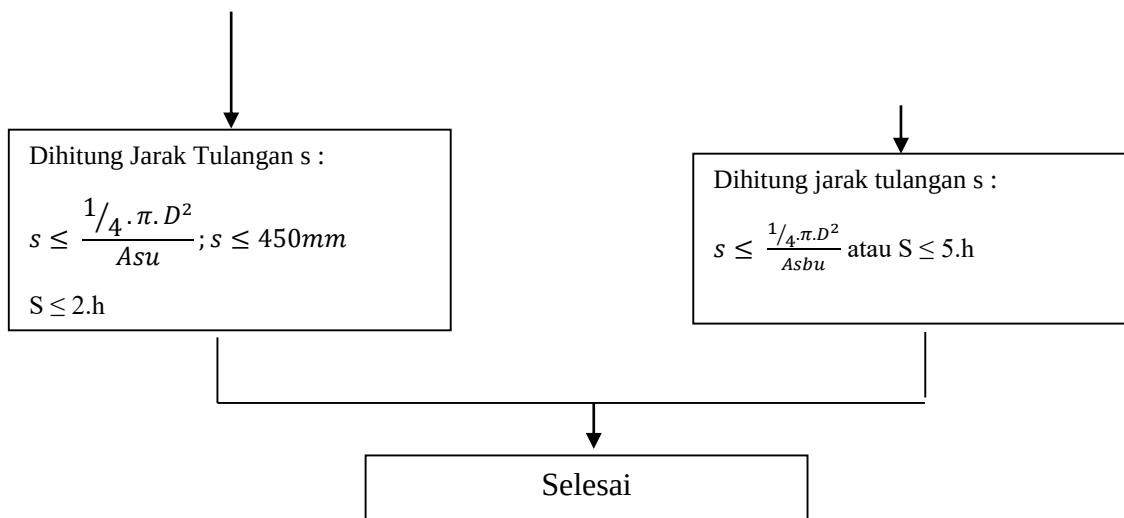
Untuk $f_y \geq 400\text{ MPa}$, maka $A_{sb} \geq 0,0018 \cdot b \cdot h \cdot (400/f_y)$

Tetapi $A_{sb} \geq 0,0014 \cdot b \cdot h$

2.5.2 Skema Hitungan Pelat

Untuk mempermudah dalam perhitungan penulangan pelat ([Asroni 2010](#)), berikut ini dijelaskan tentang rumus-rumus sebagai dasar perencanaan. Skema hitungan tersebut yaitu:





Gambar 2.3 Skema Hitungan Tulangan Pelat

Sumber. Asroni 2010

Keterangan Notasi :

- h = tebal plat
- d = jarak dari serat tekan terluar terhadap titik berat tulangan tarik, mm
- ds = jarak dari serat tarik terluar kepusat tulangan tarik, mm
- b = lebar plat 1000 mm
- D = diameter tulangan
- fc' = mutu beton
- fy = mutu baja
- K = Koefisien friksi wobble permeter panjang tendon prategang
- a = tinggi blok tegangan pesegi ekuivalen seperti yang didefinisikan dalam 12.2(7(1))
- Asu = luas tulangan pokok
- Asb = luas tulangan bagi
- S = jarak penulangan

2.6 Sistem Penulangan Pelat

Sistem perencanaan tulangan pelat pada dasarnya dibagi menjadi 2 macam, yaitu sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok satu arah (selanjutnya disebut pelat satu arah/*one way slab*) dan system perencanaan pelat dengan tulangan pokok dua arah (disebut pelat dua arah/*two way slab*).

2.6.1 Penulangan pelat satu arah

Pada bangunan bangunan beton bertulang, suatu jenis lantai yang umum dan dasar adalah tipe konstruksi pelat balok-balok induk (gelagar). Dimana permukaan pelat itu dibatasi oleh dua balok yang bersebelahan pada sisi dan dua gelagar pada kedua ujung. Pelat satu arah adalah pelat yang panjangnya dua kali atau lebih besar dari pada lebarnya, maka hampir semua beban lantai menuju ke balok-balok dan sebagian kecil saja yang akan menyakur secara langsung ke gelagar). Kondisi pelat ini dapat direncanakan sebagai pelat satu arah dengan tulangan utama sejajar dengan gelagar atau sisi pendek dan tulangan susut atau suhu sejajar dengan balok-balok atau sisi panjangnya. Permukaan yang melendut dari sistem pelat satu arah mempunyai kelengkungan tunggal. Sistem pelat satu arah dapat terjadi pada pelat tunggal maupun menerus, asal perbandingan panjang bentang kedua sisi memenuhi.

2.6.2 Penulangan pelat dua arah

Pelat dengan tulangan pokok dua arah ini akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah. Contoh pelat dua arah adalah pelat yang ditumpu oleh empat sisi yang saling sejajar. Karrena momen lentur bekerja pada dua arah, yaitu searah dengan bentang I_x dan bentang I_y , maka tulangan pokok juga dipasang pada 2 arah yang saling tegak lurus (bersilangan), sehingga tidak perlu tulangan bagi. Tetapi pada pelat didaerah tumpuan hanya bekerja momen lentur satu arah saja, sehingga untuk daerah tumpuan ini tetap dipasang tulangan pokok dan tulangan bagi.

Dengan cara serupa, bidang vertikal EF dan HG menghasilkan rangka dalam arah y.

Tabel 2.4 Baja Tulangan

No.	Penamaan	Diameter Nominal (mm)	Luas Penampang	Berat Nominal (Kg/m)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)
1	P 6	6	0,2827	0,222	400
2	P 8	8	0,5027	0,395	400
3	P 10	10	0,7854	0,619	400
4	P 12	12	1,131	0,888	400
5	P 14	14	1,539	1,21	400
6	P 16	16	2,011	1,58	400
7	P 19	19	2,835	2,23	400
8	P 22	22	3,801	2,98	400
9	P 25	25	4,909	3,85	400
10	P 28	28	6,158	4,83	400
11	P 32	32	8,042	6,31	400

2.7 Beban Yang Bekerja pada Pelat

2.7.1 Beban Mati

Beban mati merupakan semua berat sendiri gedung dan segala unsur tambahan yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut. Sesuai SNI 1727:2013, yang termasuk beban mati adalah seperti dinding, lantai, atap, plafon, tangga dan *finishing*.

2.7.2 Beban Hidup

Beban hidup ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan oleh gedung dan dapat di ganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Menurut (Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung, 1983).

2.8 Perkiraan Biaya

Perkiraan biaya dibedakan dari anggaran dalam hal perkiraan biaya terbatas pada tabulasi biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan tertentu proyek ataupun proyek keseluruhan. Sedangkan anggaran merupakan perencanaan terinci perkiraan biaya dari bagian atau keseluruhan kegiatan proyek yang dikaitkan dengan waktu (time-phased). Definisi perkiraan biaya menurut National Estimating Society – USA adalah seni memperkirakan (the art of approximating) kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu. Perkiraan biaya di atas erat hubungannya dengan analisis biaya, yaitu pekerjaan yang menyangkut pengkajian biaya kegiatan-kegiatan terdahulu yang akan dipakai sebagai bahan untuk menyusun perkiraan biaya. Dengan kata lain, menyusun perkiraan biaya berarti melihat masa depan, memperhitungkan dan mengadakan prakiraan atas hal-hal yang akan dan mungkin terjadi. Sedangkan analisis biaya menitik beratkan pada pengkajian dan pembahasan biaya kegiatan masa lalu yang akan dipakai sebagai masukan. Dalam usaha mencari pengertian lebih lanjut perihal perkiraan biaya, maka penting untuk diperhatikan hubungannya dengan disiplin cost engineering. Definisi cost engineering menurut AACE (The American Association of Cost Engineer) adalah area dari kegiatan engineering di mana pengalaman dan pertimbangan engineering dipakai pada aplikasi prinsip-prinsip teknik dan ilmu pengetahuan di dalam masalah perkiraan biaya dan pengendalian biaya. Estimasi analisis ini merupakan metode yang secara tradisional dipakai oleh estimator untuk menentukan setiap tarif komponen pekerjaan. Setiap komponen pekerjaan dianalisa kedalam komponen-komponen utama tenaga kerja, material, peralatan, dan lain-lain. Penekanan utamanya diberikan faktor-faktor 12 proyek seperti jenis, ukuran, lokasi, bentuk dan tinggi yang merupakan faktor penting yang mempengaruhi biaya.

2.9 Rencana Anggaran

Biaya Material Rencana anggaran biaya adalah biaya suatu bangunan atau biaya proyek. Sedangkan rencana anggaran biaya material adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahanmaterial yang digunakan pada bangunan atau proyek tersebut. Anggaran biaya material pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan. Biaya (anggaran) adalah jumlah dari masing-masing

hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan. Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut :

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

Penyusunan anggaran biaya material yang dihitung dengan teliti, didasarkan atau didukung oleh gambar bestek. Gambar bestek adalah gambar lanjutan dari uraian gambar Pra Rencana, dan gambar detail dasar dengan skala (PU = Perbandingan Ukuran) yang lebih besar. Gambar bestek merupakan lampiran dari uraian dan syarat-syarat (bestek) pekerjaan.

2.9.1 Biaya Material

Menyusun perkiraan biaya pembelian material amat kompleks, mulai dari membuat spesifikasi, mencari sumber sampai kepada membayar harganya. Terdapat berbagai alternatif yang tersedia untuk kegiatan tersebut, sehingga bila kurang tepat menanganinya mudah sekali membuat proyek menjadi tidak ekonomis. Harga bahan yang dipakai biasanya harga bahan di tempat pekerjaan, jadi sudah termasuk biaya angkutan, biaya menaikkan dan menurunkan, pengepakan, penyimpanan sementara di gudang, pemeriksaan kualitas dan asuransi.

2.9.2 Volume / kubikasi pekerjaan

Volume suatu pekerjaan ialah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan. Dibawah ini diberikan beberapa contoh sebagai berikut :

- a. Volume pondasi batu kali = 25 m³
- b. Volume atap = 140 m²
- c. Volume lisplank = 28 m
- d. Volume angker besi = 40 kg

e. Volume kunci tanam = 17 buah

Dari contoh di atas dapat diketahui dengan jelas bahwa satuan masing-masing volume pekerjaan, seperti volume pondasi batu kali 25 m³, atap 140 m², lisplank 28 m, angker besi beton 40 kg dan kunci tanam 17 buah, bukanlah volume dalam arti sesungguhnya melainkan volume dalam satuan, kecuali volume pondasi batu kali 25 m³ yang merupakan volume sesungguhnya. Masing-masing volume di atas mempunyai pengertian sebagai berikut :

- Volume pondasi batu kali dihitung berdasarkan isi, yaitu panjang x luas penampang yang sama;
- Volume atap dihitung berdasarkan luas, yaitu jumlah luas bidang-bidang atap, seperti segitiga, persegipanjang, trapezium, dan sebagainya;
- Volume lisplank dihitung berdasarkan panjang atau luas;
- Volume angker besi dihitung berdasarkan berat, yaitu jumlah panjang angker x berat/m;
- Volume dikunci dihitung berdasarkan jumlah banyaknya kunci.

2.9.3 Harga Satuan

Pekerjaan Harga satuan pekerjaan ialah jumlah harga bahan berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapat di pasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Satuan Bahan. Setiap bahan atau material mempunyai jenis dan kualitas tersendiri. Hal ini menjadi harga material tersebut beragam. Untuk itu sebagai patokan harga biasanya didasarkan pada lokasi daerah bahan tersebut berasal dan sesuai dengan harga patokan dari pemerintah. Misalnya untuk harga semen harus berdasarkan kepada harga patokan semen yang ditetapkan. Untuk menentukan harga bangunan dapat diambil standar harga yang berlaku di pasar atau daerah tempat proyek dikerjakan sesuai dengan spesifikasi dari dinas PU setempat Daftar Harga Satuan Bahan.