

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Perencanaan merupakan suatu kegiatan yang penting sebelum melaksanakan suatu proyek. Tahapan awal ini dilakukan agar tindakan yang diambil dalam pelaksanaan suatu proyek tidak merugikan pihak yang terkait, oleh karena itu perencanaan dibuat sematang mungkin dan dalam pelaksanaannya diserahkan pada orang atau badan usaha yang berpengalaman dan ahli di bidangnya serta memiliki reputasi atau *background* perusahaan atau instansi yang baik.

Tahap perencanaan merupakan tahap yang sangat penting dalam proses pelaksanaan suatu proyek karena perencanaan berkaitan langsung dengan tahap sebelumnya yaitu *survey* (pengamatan dan penyelidikan), selain itu tahap perencanaan memiliki kaitannya ke depan, yaitu pada pelaksanaan (*construction*), pengoperasian atau pemakaian (*operation*), dan pemeliharaan (*maintenance*). Kegiatan ini sangat penting sebelum memulai sebuah proyek. Perencanaan suatu proyek dibuat secara cermat, detail dan teliti, karena jika terjadi kesalahan pada perencanaan atau urutan proses yang tidak benar dapat menyebabkan kerugian. Perencanaan yang matang sebelum memulai suatu proyek tidak hanya menghemat biaya tetapi juga menghemat waktu dan tenaga untuk lebih efisien.

Pelaksanaan dilapangan seringkali berbeda dengan perencanaan (apa yang telah di rencanakan tidak mungkin 100% sama dengan pelaksanaan di lapangan), oleh karena itu pengalaman kerja pelaksana dilapangan sangat

dibutuhkan sebagai unsur penunjang dalam menghadapi berbagai masalah yang ada dilapangan. Perencanaan dan persiapan yang matang sebelum melaksanakan proyek merupakan tindakan yang seharusnya dilakukan pemilik proyek untuk mengatasi permasalahan yang terjadi dilapangan pada saat proses pelaksanaan.

Perencanaan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a) Konstruksi harus aman dan kuat,
- b) Mutu pekerjaan harus terjaga dengan baik,
- c) Pekerjaan selesai tepat waktu sesuai waktu yang telah direncanakan,
- d) Biaya pelaksanaan seekonomis dan seefisien mungkin.

Perancangan proyek yang baik haruslah didukung dengan komitmen bersama untuk dapat terlaksana secara konsekuen. Untuk itu perlu diadakannya rapat-rapat koordinasi sehingga menghasilkan kesepakatan mengenai mutu yang ingin dicapai bersama.

Perencanaan suatu proyek dilaksanakan dalam beberapa tahap. Tahap pertama yaitu dengan melakukan *survey* dan pemetaan. Untuk dapat melaksanakan *survey* dan pemetaan harus dilakukan dengan perencanaan yang matang. Survei terbagi menjadi dua kategori yaitu survei fisik lahan dan survei kondisi sosial di masyarakat sekitar proyek. Dimana pada survei fisik lahan, surveyor dituntut untuk dapat mengumpulkan informasi yang berhubungan dengan karakteristik lahan tertentu dimana informasinya diperoleh melalui kegiatan observasi lapangan, pengambilan sampel fisik, ataupun pengukuran dilapangan. Untuk jenis pengukurannya sendiri memiliki variasi, diantaranya pengukuran lereng, ketinggian, kerapatan, suhu dan lain-

lain. Semuanya tergantung pada fokus dan tujuan survei itu sendiri. Sedangkan survey sosial biasanya dilakukan dengan melakukan *interview* kepada beberapa atau seluruh masyarakat tertentu yang berada disekitar area proyek yang termasuk dalam kriteria kajian. Baik survei fisik lahan maupun survei sosial keduanya harus sama-sama dilengkapi dengan form kuisisioner survei, yang membedakannya hanyalah untuk survei fisik lahan biasanya diisi oleh surveyor dan untuk survei sosial biasanya diisi oleh surveyor atau diisi langsung dari pihak narasumber (masyarakat).

Tahapan dalam melakukan survey dan pemetaan harus dengan ketelitian dan kecermatan yang baik. Karena pada setiap tahapan survei akan berkaitan dengan tahapan pekerjaan berikutnya yang akan menjadi penentuan kelancaran pelaksanaan pekerjaan berikutnya. Berikut penjabaran tiga tahapan dasar survey:

a) Tahap Pra-*survey*

Pada tahap pra *survey* ini dilakukan perencanaan sebelum *survey* terlebih dahulu. Perencanaan meliputi penentuan metode untuk mencapai hasil, penentuan sampel (metode sampling, jumlah dan sebaran sample), penentuan metode pengambilan data, persiapan alat *survey* dan pekerja *survey*, serta estimasi waktu dan pembiayaan. Segala proses pada tahap ini harus dilakukan dengan teliti karena kesalahan dalam persiapan akan sangat berpengaruh terhadap kelancaran saat *survey* dilakukan.

Dalam proses pelaksanaan pemetaan, *pre-processing* cukup memiliki peranan yang penting. Beberapa *survey* membutuhkan data

sekunder sebagai acuan saat pengambilan data primer berlangsung. Penentuan factor fisik hingga pengolahan data medan atau data area proyek harus dilakukan sebelum kelapangan. Hal ini dilakukan agar pada saat pengambilan data dilapangan optimal maka seluruh data yang tidak dapat diperoleh melalui data sekunder akan diambil saat *survey* lebih dari satu jenis data yang akan diambil untuk digunakan.

b) *Survey* lapangan

Pada tahap *survey* lapangan ini merupakan telah termasuk dalam proses pengambilan data. Surveyor yang bekerja dilapangan akan mengikuti prosedur untuk melakukan pengambilan data berdasarkan titik-titik sampel yang telah ditentukan sebelumnya. *Survey* lapangan bertujuan untuk memperoleh data primer yang dimana merupakan data utama suatu informasi yang akan diproses atau di-petakan untuk melakukan uji akurasi atau validasi proses pada tahap sebelumnya (pra *survey*).

Survey lapangan ini merupakan tahapan dimana terjadinya pengeluaran *cost* yang paling besar, oleh karena itu surveyor harus bisa berjalan sesuai target untuk dapat mengejar waktu dan data yang akan dibutuhkan. Hal-hal yang sebaiknya diperhatikan dalam melakukan *survey* di lapangan adalah sebagai berikut :

1) Pemeriksaan dan pemberian batas lahan

Hal yang harus dilakukan adalah memastikan bahwa lahan yang akan dilaksanakan adalah sesuai dengan lokasi yang telah disebutkan dalam Kontrak dan Sertifikat Tanah yang dimiliki

oleh Owner, karena acuan perletakan bangunan beserta infrastrukturnya harus mengacu pada batas-batas lahan yang benar. Langkah-langkah pemeriksaan dan pemberian batas lahan adalah sebagai berikut:

- Pastikan patok batas lahan pada setiap sudut perimeter lahan yang telah sesuai dengan data Badan Pertanahan Nasional, jika belum memiliki patok dari BPN, sebaiknya meminta pihak ABPN atau pengelola kawasan tersebut untuk dapat memasang patok-patok batas lahan yang sesuai dengan data yang mereka miliki,
- Memberikan tanda dan warna patok yang mencolok agar mudah dilihat, kemudian melindungi patok-patok tersebut dengan parameter yang baik dan mudah dipantau,
- Setelah memastikan semua patok parameter sesuai, menyimpan Berita Acara Joint Survey yang telah disahkan bersama dengan instansi terkait dan Konsultan Pengawas atau Owner untuk menjadi dasar acuan pada seluruh pengukuran selanjutnya,
- Meplot titik batas dan garis perimeternya ke dalam bentuk gambar yang kemudian melakukan *cross check* untuk mengetahui kesesuaian pembatasan lahan.
- Memeriksa luas lahan untuk mengetahui apakah luasan tersebut sesuai dengan sertifikat tanah yang dimiliki Owner,

- Membuat patok-patok *benchmark* yang terhubung dengan seluruh titik sudut parimeter lahan dilokasi yang tidak terganggu selama pelaksanaan proyek berlangsung sehingga menjadi acuan awal pelaksanaan pematokan (*staking out*) pada pembangunan yang dilaksanakan.

2) Pemeriksaan level dan kontur tanah eksisting

Setelah batas lahan sudah dipastikan sesuai, selanjutnya melakukan pemeriksaan level dan kontur tanah eksisting untuk memperoleh data acuan level bangunan serta infrastruktur yang akan dilaksanakan.

Data dari hasil pemeriksaan level dan kontur juga dapat digunakan sebagai perhitungan pekerjaan *cut and fill* serta gealian/urugan yang nantinya akan diperlukan.

Selanjutnya memberi tanda atau *marking* level dilapangan sebagai level acuan seluruh bangunan yang akan dikerjakan, dimana tanda atau *marking* tersebut berupa tanda segitiga terbalik berwarna merah dan angka level acuan yang dapat dibuat pada *benchmark* patok utama atau pada bangunan atau infrastruktur eksisting yang dipastikan tidak akan berubah dalam jangka waktu yang cukup lama, minimal selama pelaksanaan proyek berlangsung.

Kemudian melakukan pengukuran kontur tanah eksisting, termasuk didalamnya level jalan raya, saluran, pedestrian, dan sebagainya, serta seluruh kondisi eksisting pada area disekitar

lokasi proyek jika memungkinkan (minimal sekitar 5 meter di luar batas lahan).

Memastikan data di pelihara dengan baik dan jika tanda atau *marking* yang dibuat di lapangan tersebut terhapus atau rusak segera melakukan perbaikan atau pembuatan tanda yang baru agar lebih jelas.

c) *Pasca survey*

Tahap *pasca survey* adalah tahapan terakhir yang merupakan pengolahan data hasil *survey* dan juga *finishing*. Pada tahap ini kesimpulan yang ingin didapatkan akan sulit diputuskan apabila data *survey* dan *pra survey* terjadi ketidak selarasan. Namun, akan terlaksana dengan mudah apabila data *survey* sesuai dengan *pra survey*. Tahapan *pasca survey* merupakan tahapan survey yang paling lama karena pada tahap ini merupakan rangkaian *finishing* dan evaluasi yang di perlukan.

Setelah tahapan surey lapangan terpenuhi, pekerjaan atau pelaksanaan sebuah proyek konstruksi dimulai dengan tahap perencanaan yang merupakan kelanjutan dari studi kelayakan pada tahap survey, penyusunan jadwal dan juga tahap pengendalian untuk dapat memperoleh hasil yang sesuai dengan yang diharapkan.

Berikut tahapan-tahapan perencanaan pembangunan suatu proyek konstruksi :

1) Tahap pra-rencana

Pada tahapan ini terdiri dari gambar-gambar sketsa dari bangunan yang disertai dengan perkiraan biaya proyek tersebut.

Gambar-gambar tersebut diuraikan menjadi lebih terperinci lagi yang nantinya akan digunakan sebagai dasar pembahasan tahap berikutnya.

2) Tahap Perencanaan

Pada tahap perencanaan terdiri dari beberapa uraian lanjutan dari gambar-gambar pra-rencana dan juga gambar-gambar dasar dengan skala yang lebih besar. Selanjutnya gambar-gambar tersebut diuraikan lagi menjadi gambar-gambar detail yang telah dilengkapi dengan perhitungan anggaran bangunan serta uraian kerja.

3) Pembuatan gambar-gambar detail

Gambar-gambar detail ini biasanya dibuat oleh konsultan perencana yang berfungsi untuk menjelaskan secara terperinci pekerjaan konstruksi, sebagai dasar pelaksanaan proyek konstruksi dan juga sebagai bukti dokumen lelang.

4) Pembuatan rencana kerja dan syarat-syarat

Rencana kerja dan syarat-syarat ini mencakup seluruh aspek diantaranya material, peralatan, tenaga kerja, serta mutu dari pekerjaan.

5) Perhitungan anggaran biaya

Anggaran biaya merupakan perhitungan keseluruhan biaya yang dibutuhkan untuk bahan, upah dan biaya lain dalam pelaksanaan proyek.

2.2 Perencanaan Struktur Atas

Struktur atas atau *upper structure* merupakan bagian dari struktur yang memiliki fungsi sebagai penerima kombinasi dari pembebanan, yaitu diantaranya adalah beban mati, beban hidup, berat sendiri, dan beban lainnya

yang telah direncanakan. Struktur bangunan atas harus memiliki kemampuan untuk dapat mewujudkan perancangan arsitektur serta dapat menjamin dari segi keamanan dan kenyamanan bangunan. Oleh karena itu bahan-bahan yang digunakan dalam bangunan Masjid Agung Kota Batam mempunyai beberapa kriteria perancangan, antara lain :

- 1) Kuat,
- 2) Awet untuk jangka waktu pemakaian yang lama,
- 3) Tahan terhadap api,
- 4) Ekonomis (mudah dalam pemeliharaannya).
- 5) Mudah untuk didapatkan dan dibentuk,

Dari berbagai kriteria tersebut maka bahan konstruksi yang digunakan untuk proyek pembangunan Masjid Agung Kota Batam ini adalah beton bertulang. Untuk struktur gedung ini sendiri terbentuk dari bagian-bagian utama struktur dimana bagian-bagian struktur ini memiliki fungsi yang berbeda-beda.

Bagian-bagian utama pada struktur tersebut antara lain :

- 1) Kolom,
- 2) Balok,
- 3) Plat lantai.

2.2.1 Kolom

Kolom merupakan struktur utama dari bangunan portal yang memiliki fungsi untuk memikul beban vertikal, beban horizontal, serta beban momen, baik yang berasal dari beban tetap (beban mati) maupun dari beban sementara

(beban hidup). Dimensi kolom pada bangunan ini memiliki rancangan yang bervariasi sesuai dengan beban yang diterima. Semakin besar beban yang diterima pada kolom tersebut, maka dimensi kolom yang digunakan akan semakin besar. Begitu pula jika beban yang diterima semakin kecil, maka dimensi pada balok yang digunakan akan semakin kecil pula. Beban yang dimaksud tersebut antara lain adalah beban mati yang merupakan berat sendiri dari balok tersebut, beban akibat balok yang dipikul dan plat lantai serta beban hidup. Tipe-tipe kolom struktur pada bangunan ini dirancang dengan bentuk persegi.

Konstruksi kolom pada proyek pembangunan Masjid Agung Kota Batam ini terbuat dari beton bertulang. Perencanaan kolom masing-masing bervariasi yaitu dengan menggunakan tungan D10, D13, D22 dan D25 mm. Beton yang digunakan untuk kolom menggunakan material *ready mix* dengan mutu beton K350, dengan *slump* rencana 10 ± 2 cm.

Untuk dimensi kolom, semakin keatas dimensinya akan semakin diperkecil. Namun tidak berarti bahwa pada setiap perubahan lantai akan mengalami perubahan dimensi. Hal ini berkaitan dengan pemasangan tulangan kolom untuk tiap lantai berikutnya. Perancangan pengecilan dimensi kolom ini adalah untuk mengurangi beban sendiri dari struktur beton, yang dimana dalam pengurangan dari dimensi kolom tidak akan mempengaruhi kekuatan dan kekokohan untuk struktur sendiri dan tergantung pada kekuatan beban diatasnya yang menumpu pada kolom tersebut.

2.2.2 Balok Induk (*beam*)

Balok merupakan bagian dari konstruksi yang memiliki fungsi untuk memikul beban lantai dan beban lain yang bekerja di atasnya dan kemudian menyalurkan beban-beban tersebut ke kolom. Selain itu, balok juga memiliki fungsi dalam membagi-bagi plat menjadi segmen-segmen serta sebagai pengikat kolom yang satu dengan yang lainnya sehingga diperoleh struktur yang kaku dan kokoh.

Konstruksi balok pada proyek pembangunan Masjid Agung Kota Batam ini terbuat dari beton bertulang. Perencanaan kolom masing-masing bervariasi yaitu dengan menggunakan tulangan D10, D13, D22 dan D25 mm. Beton yang digunakan untuk balok induk menggunakan material *ready mix* dengan mutu beton K350, dengan *slump* rencana 10 ± 2 cm. dimensi balok serta jumlah tulangannya menyesuaikan dari kondisi pembebanan dan perhitungan perencanaan.

2.2.3 Balok Anak (*beam*)

Balok anak memiliki fungsi untuk mengurangi lendutan pada plat dan meneruskan beban dari plat ke balok induk. Balok anak biasa digunakan untuk mereduksi luas penampang plat yang terikat pada balok. Secara penumpuannya, balok induk menumpu pada kolom, sedangkan balok anak menumpu pada balok induk.

Untuk dimensi balok anak sangat tergantung besar kecilnya beban dan luas plat yang dipikul oleh balok induk dan disesuaikan dengan perencanaan arsiteknya. Konstruksi balok induk pada proyek pembangunan Masjid Agung Kota Batam ini terbuat dari beton bertulang. Perencanaan balok induk

masing-masing bervariasi yaitu dengan menggunakan tulangan D10, D13, D22 dan D25 mm. beton yang digunakan untuk balok anak menggunakan material *ready mix* dengan mutu beton K350, dengan *slump* rencana 10 ± 2 cm.

2.2.4 Plat Lantai

Plat lantai atau *slab* adalah suatu konstruksi yang menumpang pada konstruksi balok. Plat lantai direncanakan untuk mampu menahan beban mati dan beban hidup baik pada waktu pelaksanaan konstruksi maupun pada waktu gedung dioperasikan. Pada proyek pembangunan Masjid Agung Kota Batam ini menggunakan sistem plat lantai konvensional yang di buat monolit (menyatu) dengan balok sehingga dapat diasumsikan terjepit pada keempat sisinya.

Dapat disimpulkan fungsi dari plat lantai tersebut sebagai berikut:

- 1) Memisahkan ruangan bangunan secara horizontal
- 2) Menahan beban yang bekerja padanya
- 3) Sebagai diafragma untuk kestabilan konstruksi
- 4) Menyalurkan beban ke balok di-bawahnya.

Perencanaan konstruksi plat lantai pada proyek pembangunan Masjid Agung Kota Batam menggunakan tulangan D13 dan D16. Beton yang digunakan untuk plat lantai menggunakan material *ready mix* dengan mutu beton K350, dengan *slump* rencana 10 ± 2 cm.

2.2.4.1 Definisi Struktur Plat Lantai

Plat merupakan salah satu struktur yang kaku dan dirancang untuk dapat menahan beban mati (*dead load*) maupun beban hidup (*live load*) dan kemudian menyalurkannya ke struktur balok dan diteruskan ke kolom yang berfungsi sebagai penopang suatu bangunan.

Jenis-jenis plat berdasarkan tumpuannya :

- Tumpuan bebas.
- jepit.
- Bertumpu sederhana.

Plat dapat digunakan pada bangunan seperti :

- Struktur arsitektur.
- Perkerasan jalan.
- Jembatan.
- Struktur hidrolik.

2.2.4.2 Fungsi Plat

Fungsi dari plat adalah sebagai berikut :

- Memisahkan antara ruang bawah dengan ruang atas.
- Tempat berpijak bagi orang yang menghuni bangunan.
- Menambah kekakuan pada arah horizontal.
- Meredam bunyi/suara dari ruangan atas maupun dari ruangan bawah

2.2.4.3 Pembebanan Plat Lantai

Berdasarkan “Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, 1983”, pembebanan memiliki beberapa jenis beban yaitu :

- Beban mati merupakan berat dari seluruh bagian dari gedung yang bersifat tetap/tidak bergerak.
- Beban hidup adalah beban yang disebabkan aktifitas atau penggunaan suatu gedung.
- Beban angin adalah beban yang disebabkan perbedaan tekanan udara.
- Beban gempa adalah beban yang mungkin terjadi akibat gerakan lempeng bumi

Elemen-elemen pembebanan plat lantai, yaitu :

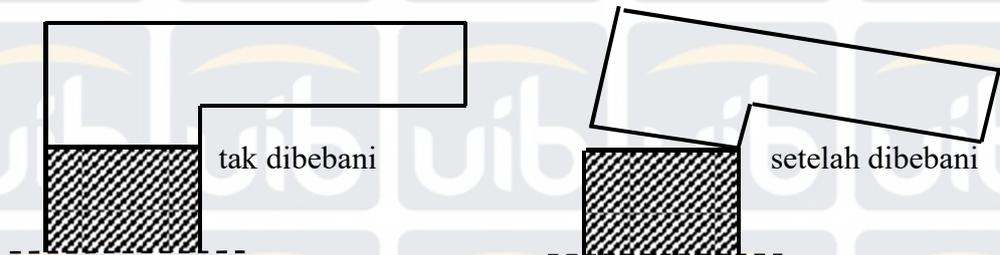
- | | |
|--|--------------------------|
| • Beban hidup (untuk rumah tinggal) | = 200 kg/m ² |
| • Beban hidup (untuk kantor, ruang alat,dll) | = 400 kg/m ² |
| • Lantai dari ubin | = 24 kg/m ² |
| • Beban dinding pasang bata tebal 1/2 batu | = 250 kg/m ² |
| • Berat jenis beton bertulang | = 2400 kg/m ³ |

Masih banyak elemen-elemen pembebanan untuk plat lantai yang dapat dilihat pada buku “Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, 1983”.

2.2.4.4 Jenis-Jenis Tumpuan Plat

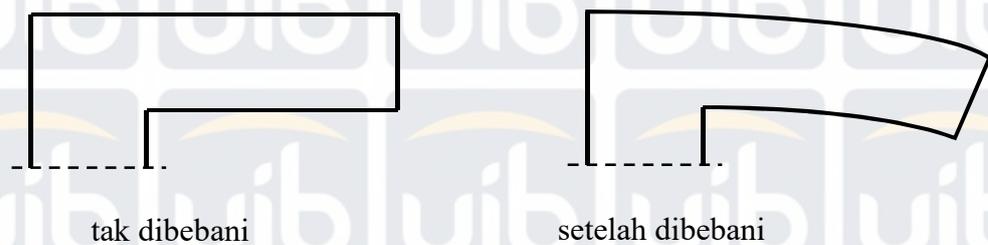
Dalam merencanakan plat beton bertulang, selain harus memperhatikan ukuran dan beban juga perlu memperhatikan jenis tumpuannya.

- Bila plat dapat berotasi bebas pada tumpuan, maka plat bertumpu bebas seperti disajikan pada gambar 2.1.



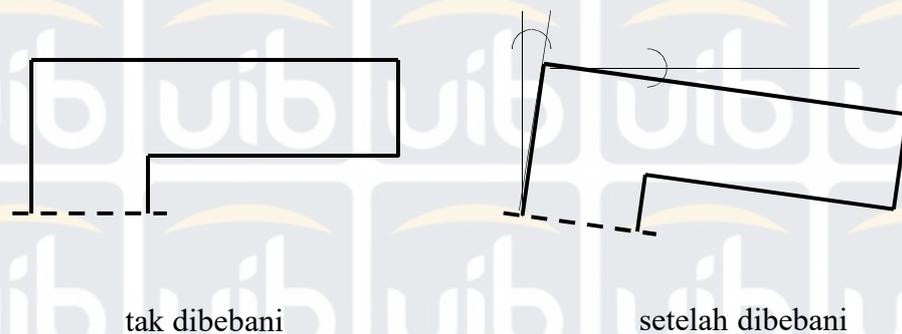
Gambar 2.1 Plat tepi ditumpu bebas

- Bila tumpuan dapat mencegah plat berputar dan kaku terhadap puntir, plat itu dikatakan terjepit sepenuhnya seperti pada gambar 2.2.



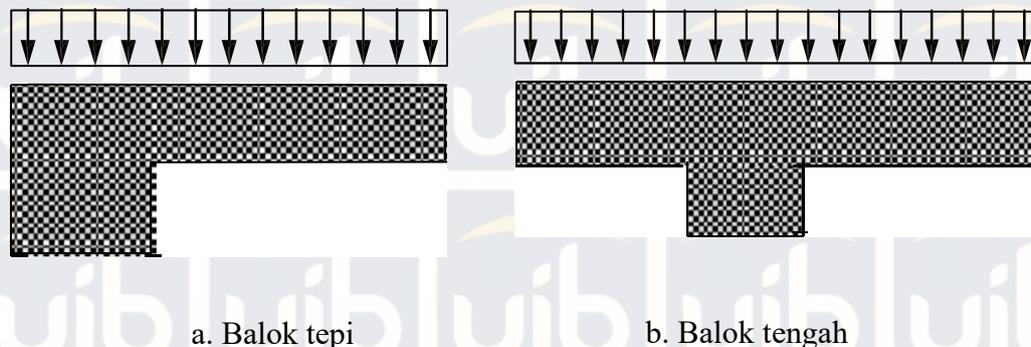
Gambar 2.2 Plat tepi ditumpu jepit penuh

- Bila balok tepi tidak kuat untuk menahan rotasi, maka plat itu terjepit sebagiannya saja seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Plat tepi ditumpu jepit elastis

Sebagai gambaran untuk membedakan jepit penuh atau jepit elastis dapat juga diilustrasikan pada balok anak seperti gambar 2.4.

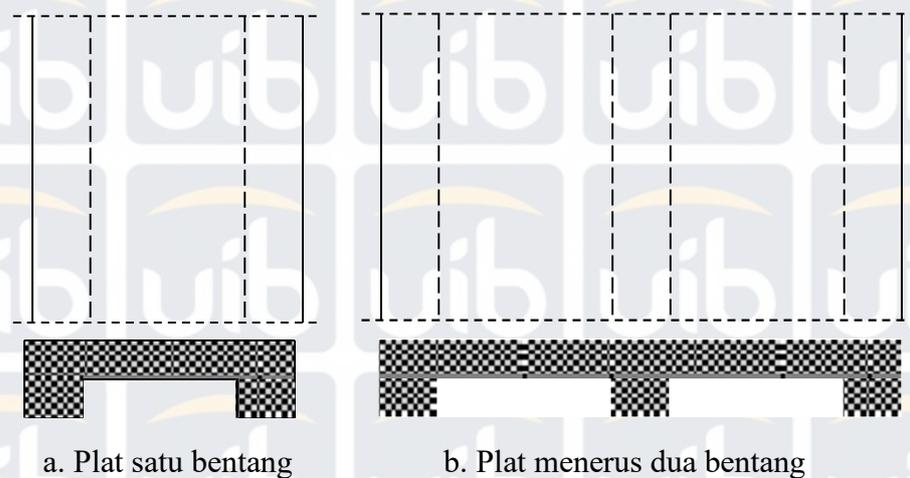


Gambar 2.4 Hubungan antara plat dan balok anak

Balok tengah pada gambar 2.4b yang lebih kecil dari pada balok tepi pada gambar 2.4a akan memberi jepitan lebih tinggi pada lantai jika beban di kanan dan kiri balok adalah tetap. Dengan demikian pada balok ujung lebih konservatif bila tidak dilihat sebagai jepit penuh dan disarankan sebagai tumpuan yang bebas. Jika di asumsikan sebagai terjepit penuh harus dijamin bahwa balok ujung tersebut mampu mencegah rotasi, untuk itu balok ujung harus didesain dengan sangat kaku dengan memperhitungkan kuat torsi yang pas.

2.2.4.5 Plat Satu Arah

Pada gambar 2.5 disajikan contoh plat satu arah dengan satu bentang dan plat dua bentang dengan menerus.



Gambar 2.5 Plat satu arah

Analisis momen lentur plat satu arah sebenarnya dapat dianggap sebagai rantai diatas banyak tumpuan.

- Untuk plat satu bentang dapat dipandang sebagai struktur statis tertentu, penyelesaiannya dapat digunakan dengan 3 buah persamaan kesetimbangan.
- Untuk plat dua bentang atau lebih/plat dengan menerus (statis tak tertentu), penyelesaiannya menggunakan persamaan kesetimbangan dengan satu persamaan perubahan bentuk.

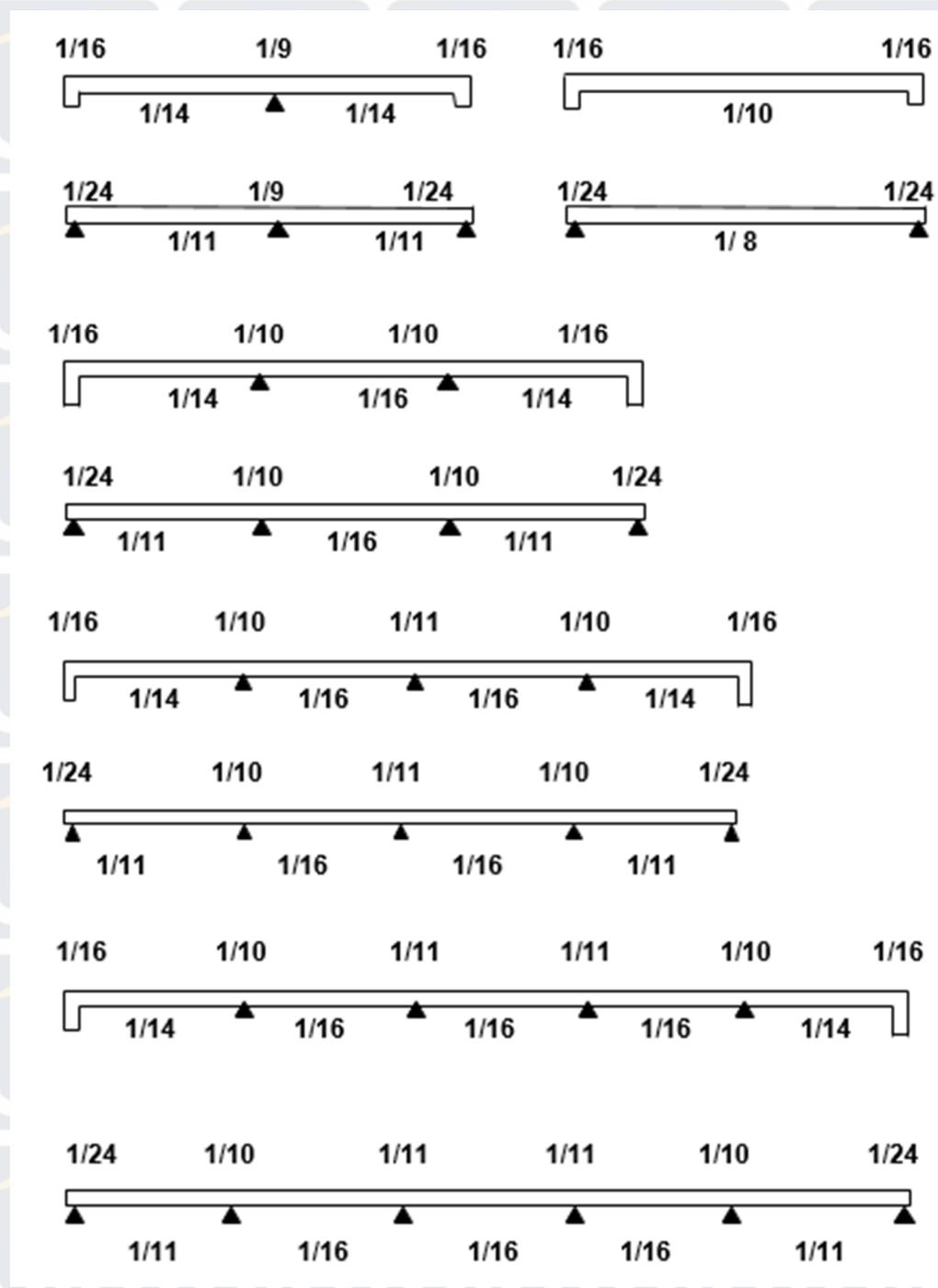
Selain itu pada SKSNI T15-03-1991 pasal 3.6.6 mengizinkan untuk menetapkan momen lentur dengan menggunakan koefisien momen (tabel 2.1), asalkan dapat memenuhi syarat-syarat yang ada di bawah ini :

1. Panjang dari bentang yang sama, jika ada perbedaan pada bentang yang terpanjang dengan bentang sebelahnya yang lebih pendek yaitu maksimal 20%.
2. Beban hidup wajib ≤ 3 kali dari beban mati.

3. Penentuan panjang L untuk bentang yang berbeda :

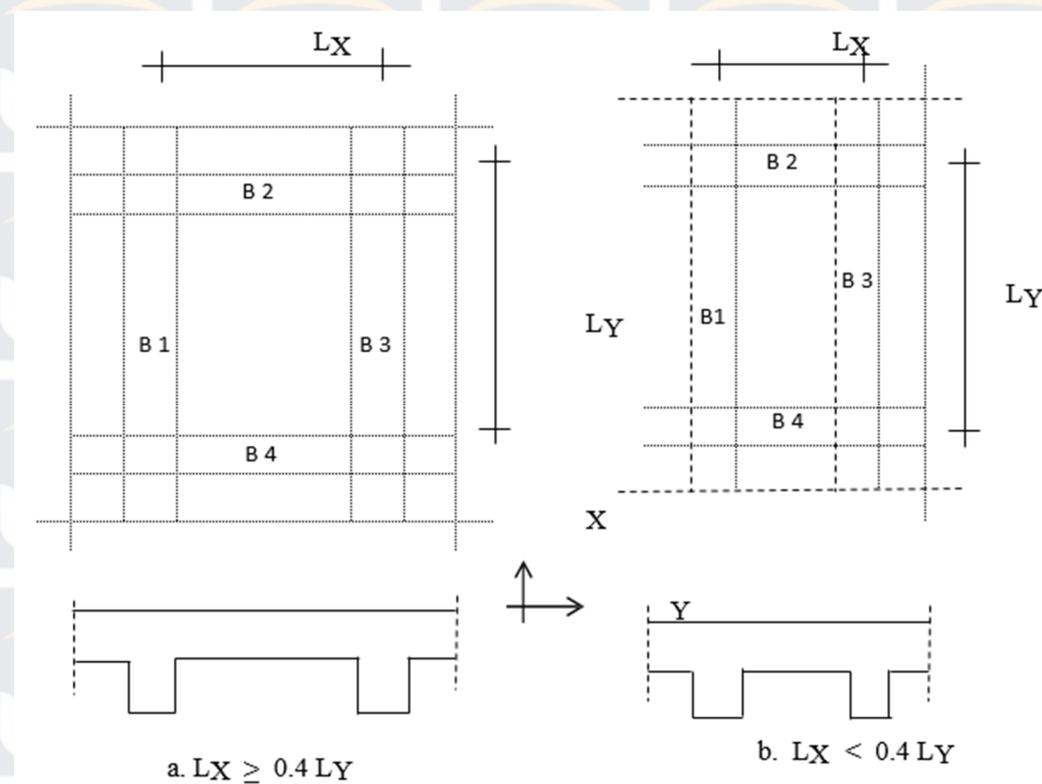
- Momen di lapangan, $L =$ bentang bersih di antara tumpuan.
- Momen di tumpuan, $L =$ rata-rata bentang bersih terletak pada sbelah kiri dan kanan tumpuan.

Tabel 2.1. Nilai momen dikalikan $q_u L^2$



2.2.4.6 Plat Dua Arah

Jika ditinjau suatu plat lantai dengan balok-balok pendukungnya seperti gambar 2.6.



Gambar 2.6 Plat dengan balok-balok pendukungnya

Jika $L_x \geq 0,4 L_y$ pada gambar 2.8a, plat dapat dianggap menumpu pada balok B_I, B_{II}, B_{III}, B_{IV} yang pada umumnya disebut sebagai plat yang bertumpu pada keempat sisi yang kemudian disebut sebagai plat yang bertumpu pada keempat sisinya. Jadi, plat dapat dipandang sebagai plat dua arah (arah x dan arah y), tulangan plat dipasang kedua arah yang ukurannya senilai dengan momen setiap arah yang timbul.

Tabel 2.2 menunjukkan bahwa momen lentur yang bekerja pada jalur 1 meter, masing-masing pada arah x dan arah y.

M_{I_x} = momen lapangan per meter lebar di arahx.

M_{ly} = momen lapangan per meter lebar di arah y.

M_{tx} = momen tumpuan per meter lebar di arah x.

M_{ty} = momen tumpuan per meter lebar di arah y.

M_{tix} = momen tumpuan akibat jepit tak terduga diarah x.

M_{tiy} = momen tumpuan akibat jepit tak terduga diarah y.

Misalnya pada plat satu arah, pemakaian tabel 2.1 ini dibatasi syarat-syarat :

- a. Beban plat terbagi sama.
- b. Perbedaan yang memiliki batas besarnya beban minimum dan maksimum antara plat.

$$\rightarrow q_{u \text{ minimum}} > 0,4 q_{u \text{ maksimum}}$$

- c. Perbedaan hanya terbatas antara panjang bentang yang berbatasan.

$$\rightarrow L_x \text{ terpendek} \geq 0,8 L_x \text{ terpanjang}$$

$$\rightarrow L_y \text{ terpendek} \geq 0,8 L_y \text{ terpanjang}$$

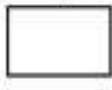
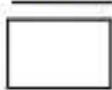
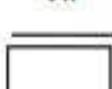
Jika syarat-syarat diatas dipenuhi, maka tabel 2.2 dapat memberikan hasil yang aman terhadap momen-momen lentur maksimum. Momen jepit tak terduga dikatakan sama dengan setengah momen yang ada di lapangan di perbatasan, maka:

$$\text{Pada arah x} \rightarrow M_{tix} = \frac{1}{2} M_{1x}$$

$$\text{Pada arah y} \rightarrow M_{tiy} = \frac{1}{2} M_{1y}$$

Tabel 2.2 Momen per meter lebar di jalur tengah akibat dari beban terbagi rata

Skema	Momen per meter Lebar Jalur	L_y/L_x						
		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5
I 	$M_{1x} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{1y} = 0,001 q_u l_x^2 x$	41	54	67	79	87	97	110
II 	$M_{1x} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{1y} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{2x} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{2y} = 0,001 q_u l_x^2 x$	25	34	42	49	53	58	62
III 	$M_{1x} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{1y} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{2x} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{2y} = 0,001 q_u l_x^2 x$	30	41	52	61	67	72	80
IV 	$M_{1x} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{1y} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{2y} = 0,001 q_u l_x^2 x$	24	36	49	63	74	85	103
V 	$M_{1x} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{1y} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{2x} = 0,001 q_u l_x^2 x$	33	40	47	52	55	68	62
V ^A 	$M_{1x} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{1y} = 0,001 q_u l_x^2 x$ $M_{2x} = 0,001 q_u l_x^2 x$	31	45	58	71	81	91	106
		= terletak bebas = menerus pada tumpuan = tidak tertumpu (ujung bebas / tergantung)						

Skema	Momen per meter Lebar Jalur	L_y/L_x						
		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5
 V ^a	$M_{tx} = 0,001 q_u l_x^2 x$	39	47	57	64	70	75	81
	$M_{ty} = 0,001 q_u l_x^2 x$	31	25	23	21	20	19	19
	$M_{tx} = 0,001 q_u l_x^2 x$	91	98	107	113	118	120	124
	$M_{ty} = 0,001 q_u l_x^2 x$	28	37	45	50	54	58	62
 VI	$M_{tx} = 0,001 q_u l_x^2 x$	28	37	45	50	54	58	62
	$M_{ty} = 0,001 q_u l_x^2 x$	25	21	19	18	17	17	16
	$M_{tx} = 0,001 q_u l_x^2 x$	60	70	76	80	82	83	83
	$M_{ty} = 0,001 q_u l_x^2 x$	54	55	55	54	53	53	51
 VII ^a	$M_{tx} = 0,001 q_u l_x^2 x$	14	21	27	34	40	44	52
	$M_{ty} = 0,001 q_u l_x^2 x$	30	39	47	56	64	70	85
	$M_{tx} = 0,001 q_u l_x^2 x$	48	69	94	120	148	176	242
	$M_{ty} = 0,001 q_u l_x^2 x$	63	79	94	106	116	124	137
 VII ^b	$M_{tx} = 0,001 q_u l_x^2 x$	30	33	35	37	39	40	41
	$M_{ty} = 0,001 q_u l_x^2 x$	14	15	15	15	15	15	15
	$M_{tx} = 0,001 q_u l_x^2 x$	63	69	74	79	79	80	82
	$M_{ty} = 0,001 q_u l_x^2 x$	48	48	47	47	47	46	45

-  = terletak bebas
 = menerus pada tumpuan
 = tidak tertumpu (ujung beban bebas/tergantung)

2.3 Beton

Beton adalah bahan adukan dari pasir, agregat kasar, semen dan air dengan atau tanpa zat kimia pendukung. Sifat beton sangat bergantung dengan komposisi semen, agregat dan air. Agar mendapatkan beton yang bagus dengan mutu yang diinginkan perlu memilih bahan yang sesuai dan pengadukan secara tepat.

2.3.1 Kelebihan Beton

- Harga relatif lebih murah karena bahan-bahannya yang mudah didapat.
- Biaya perawatan beton relatif murah.
- Beton memiliki kekuatan yang kuat terhadap gaya tekan.
- Beton mudah dibawa dan dibentuk sesuai cetakan (saat masih dalam bentuk *ready mix*).
- Beton jika di gabungkan dengan tulangan baja mampu memikul beban yang berat.

2.3.2 Kekurangan Beton

- Beton tidak kuat akan menahan gaya tarik.
- Beton dapat mengerut saat dikeringkan dan mengembang saat basah, sehingga dilatasi diperlukan.
- Beton yang sudah mengeras dapat menyusut dan juga mengembang bila terjadi perubahan suhu dan dapat mengakibatkan beton menjadi retak.
- Beton tidak kedap air secara sempurna.