

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Uraian Umum

2.1.1 Pengertian Pelat

Pelat beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang/lebarbidangnya. Pelat beton bertulang ini sangat kaku dengan arah horizontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku dalam suatu struktur. (Asroni, 2010)

Pelat yaitu suatu struktur bangunan yang terbilang tipis. Pelat lantai yang bertumpu pada kolom dibantu oleh balok-balok bangunan. Pelat lantai harus dibuat kaku, rata dan lurus serta dapat diberi kemiringan sesuai kepentingan aliran air. Pelat lantai adalah suatu struktur solid tiga dimensi dengan bidang permukaan yang lurus, datar dan tebalnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensi lainnya. Struktur pelat bisa saja dimodelkan dengan elemen 3 dimensi yang mempunyai tebal, panjang dan lebar. Adapun fungsi dari pelat lantai yaitu sebagai berikut :

1. Memisahkan ruang bawah dan ruang atas
2. Sebagai tempat berpijak penghuni lantai atas
3. Menambah kekakuan bangunan pada arah horizontal

Pelat lantai harus direncanakan dengan kaku, rata, lurus dan *waterpass* (mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring) agar terasa enak untuk tempat berpijak kaki. Pelat lantai merupakan struktur yang yang pertama kali menerima beban, baik beban mati maupun beban hidup yang kemudian disalurkan ke sistem struktur rangka yang lain. Ketebalan pelat lantai disesuaikan dengan beberapa hal, diantaranya :

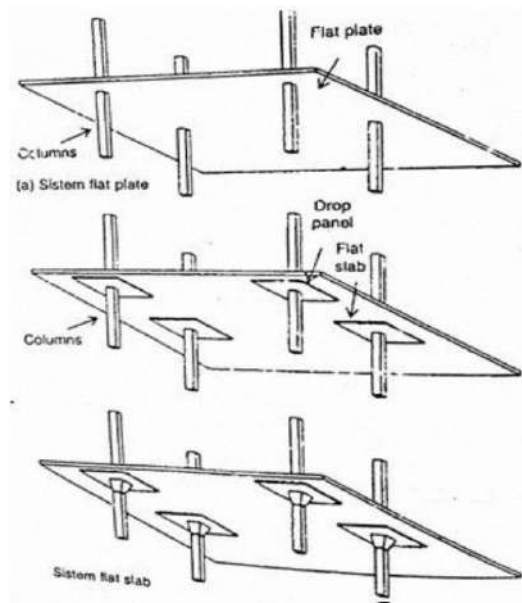
1. Beban yang akan ditumpu.
2. Jarak antar balok penumpu.
3. Bahan yang digunakan.
4. Besar lendutan yang diijinkan.

2.1.2 Tipe Pelat

a. Sistem *Flat Slab*

Sistem konstruksi pelat beton bertulang yang langsung ditumpu oleh kolom tanpa balok. Sistem ini digunakan apabila bentang tidak besar dan intensitas beban tidak terlalu berat, misalnya hotel. Bagian kolom penumpu perlu dipertebal untuk memperkuat pelat terhadap gaya geser, pons dan lentur.

Bagian yang dipertebal disebut *drop panel*, sedangkan penebalan yang membentuk kepala kolom disebut *column capital*. *Flat Slab* yang memiliki ketebalan merata tanpa adanya *drop panel* dan *column capital* disebut *Flat Plate*. Tebal lantai *Flat Slab* adalah 125 hingga 250 mm dan bentangan 4,5 hingga 7,5 m. Sistem *Flat Slab* terutama banyak digunakan pada bangunan rendah yang beresiko rendah terhadap beban angin dan gempa (Wahyudi, 1997). Pemodelan sistem lantai *Flat Slab* dan *Flat Slab* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



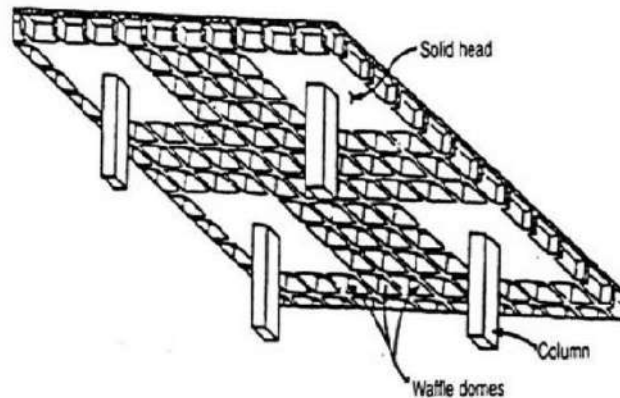
Gambar 2.1 Sistem Flat Plate dan *Flat Slab*

Sumber : Wahyudi L, 1997

b. Sistem Lantai Grid

Sistem lantai grid 2 arah (*waffle-sistem*) mempunyai balok yang saling bersilangan dengan jarak yang relatif rapat yang menumpu pelat atas yang tipis. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi berat sendiri pelat tergantung konfigurasi.

Sistem ini efisien untuk bentang 9 hingga 12 m. Berikut ini Gambar 2.2 adalah pemodelan sistem lantai grid.

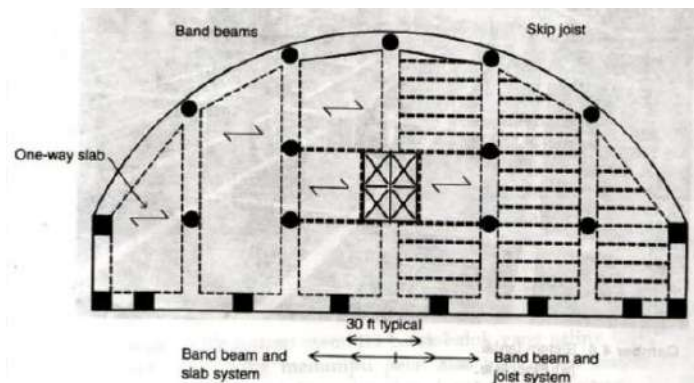


Gambar 2.2 Sistem Lantai Grid

Sumber : *Wahyudi L, 1997*

c. Sistem Lajur Balok

Sistem lajur balok banyak digunakan pada bangunan yang mementingkan tinggi antar lantai. Balok lajur tidak perlu dihubungkan dengan kolom interior atau eksterior. Sistem ini menghemat pemakaian cetakan. Pemodelan sistem lajur balok dapat dilihat pada Gambar 2.3.



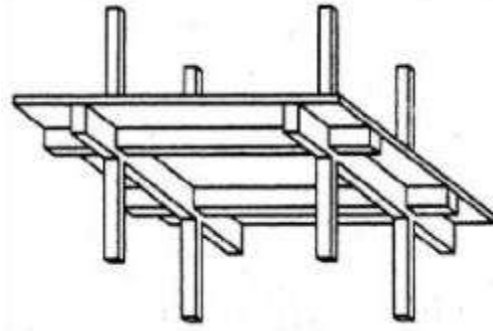
Gambar 2.3 Sistem Lajur Balok

Sumber: *Wahyudi L, 1997*

d. Sistem Pelat dan Balok

Sistem ini terdiri dari *slab* menerus yang ditumpu balok-balok monolit yang umumnya ditempatkan pada jarak sumbu 3 hingga 6 m. Tebal pelat ini ditempatkan berdasarkan pertimbangan struktur yang biasanya mencakup aspek keamanan

terhadap bahaya kebakaran. Pemodelan sistem lantai pelat dan balok dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Sistem Pelat dan Balok

Sumber: *Wahyudi L, 1997*

Adapun beberapa tipe pelat, yaitu sebagai berikut :

1. Pelat Kayu

Pada pelat kayu ini terbuat dari bahan kayu yang direkatkan menjadi satu kesatuan yang kuat, sehingga terbentuklah bidang injak yang luas. Berbagai kelebihan pelat lantai kayu adalah ekonomis dikarenakan harganya yang relatif murah dan hemat ukuran pondasi dikarenakan beratnya ringan dan mudah dikerjakan. Sedangkan beberapa kekurangan penggunaan pelat lantai kayu adalah hanya diperbolehkan untuk struktur konstruksi bangunan yang sederhana dan ringan, bukan benda peredam suara yang baik, karena itu suara langkah kaki yang ditimbulkan di lantai atas bisa terdengar oleh penghuni yang sedang berada di lantai bawahnya, mempunyai sifat mudah terbakar, tidak tahan lama/tidak awet, karena bisa dimakan oleh serangga pemakan kayu, mudah terpengaruh oleh cuaca, seperti hujan, panas dan tidak dapat dipasang keramik.

2. Pelat Baja

Konstruksi pelat baja ini biasanya digunakan pada bangunan yang komponen-komponen struktur sebagian besar terdiri dari material baja. Pada tahap ini material pelat lantai baja digunakan pada bangunan semi permanen, seperti bangunan untuk bengkel, bangunan gudang dll.

3. Pelat Yumen

Merupakan singkatan dari pelat kayu semen (yumen). Pelat ini terbuat dari potongan kayu kecil yang dicampur dengan semen dan dibuat dengan ukuran 90x80 cm. Pelat lantai ini termasuk pelat lantai yang masih baru dan jarang digunakan.

2.2 Perencanaan Pelat

Pelat beton bertulang adalah struktur yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Pelat beton bertulang ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal.

Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin bertulangan dua atau satu arah saja tergantung sistem strukturnya. Apabila pada struktur pelat perbandingan bentang panjang terhadap lebar kurang dari 2, maka akan mengalami lendutan pada kedua arah sumbu. Beban pelat di pikul pada kedua arah oleh balok pendukung sekeliling panel pelat, dengan demikian pelat akan melentur pada kedua arah. Apabila panjang pelat sama dengan lebarnya, perilaku keempat balok keliling dalam menopang pelat akan sama. Sedangkan bila panjang tidak sama dengan lebar, balok yang lebih panjang akan memikul beban lebih besar dari balok yang pendek.

Pelat beton ini umumnya bertulang dan dicor ditempat, bersama dengan balok penumpu dan kolom pendukungnya. Pelat lantai ini dipasang tulangan baja pada kedua arahnya, dan tulangan silang untuk menahan momen tarik juga lenturan. Perencanaan dan perhitungan pelat lantai beton ini telah diatur oleh pemerintah yang tercantum dalam buku SNI 1991 yang mencakup beberapa hal, antara lain :

1. Pelat lantai harus memiliki tebal minimum 12 cm dan untuk pelat atap 7 cm.
2. Harus diberi tulangan silinder dengan diameter minimum 8 mm yang terbuat dari baja lunak atau baja sedang
3. Pelat lantai dengan tebal diatas 25 cm harus dipasangan tulangan atas bawah
4. Jarak tulangan pokok yang sejajar tidak kurang dari 2,5 cm dan tidak lebih dari 20 cm atau dua kali tebal pelat maka dipilih yang terkecil
5. Semua tulangan pelat di bungkus dengan lapisan beton dengan tebal pelat minimum 1 cm, yang berguna melindungi baja dari korosi maupun kebakaran.

2.2.1 Penentuan Tebal Pelat

Sistem pelat lantai pada bangunan gedung bervariasi diantaranya pelat lantai konvensional, pelat lantai *boundeck*, dan pelat lantai menggunakan panel beton ringan. Masing-masing sistem ini mempunyai kelebihan serta kekurangan dalam penggunaannya. Penentuan tebal pelat mengacu pada rumus berikut :

$$h_{max} \leq \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36} \quad h_{min) \geq \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9\beta} \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

h = ketebalan

ln = bentang terpanjang

fy = mutu baja tulangan

B = ly/lx

2.2.2 Pembebanan Pelat

Pembebanan pelat ini dilakukan secara merata pada seluruh bagian permukaannya. Material yang di gunakan untuk pelat lantai merupakan beton bertulang dengan berat bahan mengacu pada “Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung tahun 1983 “maupun SNI 03-1727-1989. Adapun acuan yang digunakan dalam merencanakan pembebanan adalah sebagai berikut:

1. Persyaratan beton struktural untuk bangunan Gedung (SNI 2847-2019)
2. Struktur Beton Bertulang, Istimawan Dipohusodo(SK. SNI 7-15-1991-03)
3. Peraturan Beton Indonesia(PBI-1971)

Tinjauan pembebanan dapat dibedakan berupa:

1. Beban Mati

Beban mati adalah semua beban yang berasal dari berat bangunan, termasuk segala unsur tambahan tetap yang merupakan satu kesatuan dengannya. Dalam hal ini berupa:

a) Beban mati akibat berat sendiri

Beban mati didefinisikan sebagai beban yang ditimbulkan oleh elemen- elemen struktur bangunan seperti balok, kolom dan pelat lantai. Berikut disajikan besarnya beban mati pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Besar Beban Mati

Beban mati	Besar beban
Batu alam	2600 kg/m ³
Beton bertulang	2400 kg/m ³
Dinding pasangan ½ bata	250 kg/m ³
Langit-langit dan pengantung	18 kg/m ³
Lantai dari ubin dari semen Portland	24 kg/m ³
Spesi per cm tebal	21 kg/m ³

Sumber : Peraturan Pembebanan Bangunan Gedung SNI 1727, 2013

b) Beban mati tambahan

Beban mati tambahan diartikan sebagai beban mati yang diakibatkan oleh berat dari elemen-elemen tambahan atau *finishing* yang bersifat permanen.

2. Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban yang terjadi akibat penghuni atau pengguna suatu gedung dan kedalamannya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang merupakan bagian gedung yang terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup gedung tersebut, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Khusus pada atap beban hidup termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air. Besar beban hidup dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Besar beban hidup

Hunian/Penggunaan	Merata (kN/m ²)
Atap	
Atap datar, berbubung dan lengkung	20(0,96)
Atap digunakan untuk taman atap	100(4,79)
Atapa yang digunakan untuk tujuan lain	Sama seperti hunian dilayani
Atap yang digunakan untuk hunian lainnya	
Awning dan kanopi	
Konstruksi pabrik yang didukung oleh struktur rangka kaku ringan	5(0,24)
Rangka tumpu layar penutup	

Hunian/Penggunaan	Merata (kN/m ²)
Semua konstruksi lainnya Komponen struktur atap utama, yang terhubung langsung dengan pekerjaan lantai Titik panel tunggal dari batang bawah rangka atap atau setiap titik sepanjang komponen struktur utama yang mendukung atap diatas pabrik, Gudang dan perbaikan garasi Semua komponen struktur atap utama lainnya Semua permukaan atap dengan beban pekerja pemeliharaan	20 (0,96)
Sekolah Ruang kelas Koridor di atas lantai pertama Koridor lantai pertama	40 (1,92) 80 (3,83) 100 (4,79)
Bak-bak <i>scuttles</i> , rusuk untuk atap kaca dan langit-langit yang dapat Diakses	
Pinggir jalan untuk pejalan kaki, jalan lintas kendaraan dan lahan/jalan untuk truk-truk	250 (11,97)
Tangga dan jalan keluar Rumah tinggal untuk satu dan dua keluarga saja	100 (4,79) 40 (1,92)
Gudang di atas langit-langit Gudang penyimpanan barang sebelum disalurkan ke pengecer (jika diantisipasi menjadi Gudang penyimpanan, harus dirancang untuk beban lebih berat) Ringan Berat	20 (0,96) 125 (6,00) 250 (11,97)

Sumber: *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lainnya, SNI 1727-2013(hal. 39)*

3. Beban angin

Beban angin ialah semua beban yang bekerja pada gedung yang disebabkan oleh selisih tekanan udara.

4. Beban gempa

Beban gempa adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh Gerakan tanah akibat gempa.

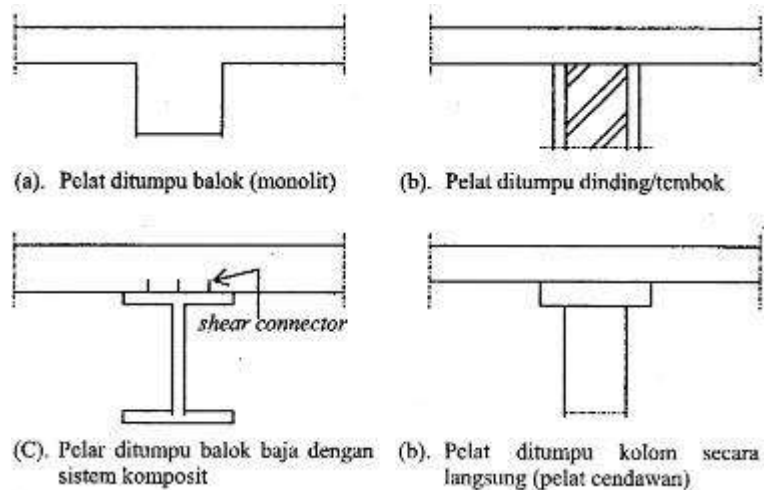
5. Kombinasi pembebanan

Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain dalam SNI 1727-2013 merupakan konsep kombinasi pembebanan antara lain:

- 1) Kuat perlu U untuk menahan beban mati D paling tidak harus sama dengan
 $U = 1,4D$2.2
- 2) Kuat perlu U untuk menahan beban mati D , beban hidup L , dan juga beban atap A atau beban hujan R , atau beban salju S paling tidak harus sama dengan
 $U = 1,2D + 1,6L + 0,5 (A \text{ atau } R \text{ atau } S)$ 2.3
- 3) Bila ketahanan struktur terhadap beban angin W harus dipertimbangkan dalam perencanaan, maka pengaruh kombinasi beban D , L , S dan W berikut harus ditinjau untuk menentukan nilai U yang terbesar, yaitu:
 $U = 1,2D + 1,6L (L \text{ atau } R \text{ atau } S) + 0,5 (A \text{ atau } R)$2.4
- 4) Kombinasi beban juga harus mempertimbangkan kemungkinan beban hidup L , W , S atau R yang penuh dan kosong untuk mendapatkan kondisi yang paling berbahaya, yaitu:
 $U = 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$2.5
- 5) Bila ketahanan struktur terhadap beban gempa E harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka nilai kuat perlu U harus diambil sebagai:
 $U = 1,2D + 1,0L + 1,0E + 0,2S$ 2.6
- 6) Beban gempa harus dipertimbangkan sebagai satu kesatuan pembebanan
 $U = 0,9D + 1,0E$ 2.7
- 7) Beban angin harus dipertimbangkan sebagai satu kesatuan pembebanan
 $U = 0,9D + 1,0W$ 2.8

2.2.3 Perletakan Pelat

Untuk merencanakan pelat beton bertulang yang perlu diperhatikan selain pembebanan adalah jenis perletakan dan jenis penghubung ditempat tumpuan. Untuk bangunan gedung, umumnya pelat tersebut ditumpu oleh balok-balok secara monolit, yaitu pelat dan balok yang dicor secara bersama-sama sehingga menjadi satu kesatuan, pelat ditumpu oleh dinding-dinding bangunan, pelat ditumpu balok baja dengan sistem komposit dan pelat ditumpu kolom secara langsung. Penumpu pelat dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Penumpu Pelat

Sumber: *Ali Asroni, 2010*

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

1) Terletak bebas

Keadaan ini terjadi jika pelat diletakan begitu saja di atas balok, atau antara pelat dan balok tidak dicor bersama-sama, sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut. Tepi-tepi pelat yang menumpu atau tertanam didalam tembok bata, harus dianggap sebagai tepi yang terletak bebas.

2) Terjepit penuh

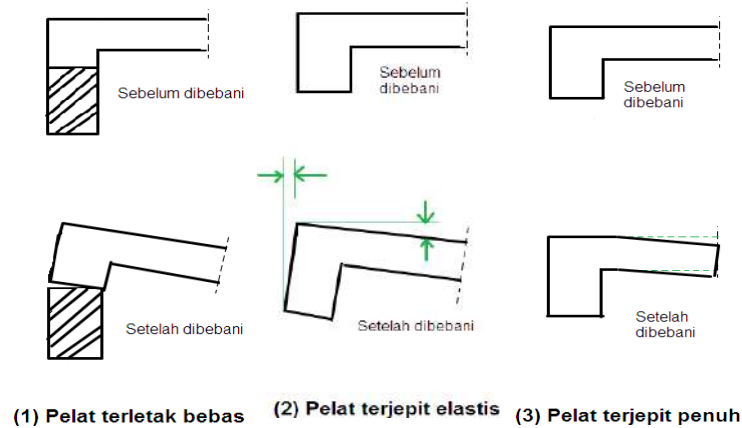
Keadaan ini terjadi apabila penampang pelat diatas tumpuan tersebut tidak dapat berputar akibat pembebanan pada pelat. Misalnya:

- Apabila bagian tepi pelat menjadi satu kesatuan monolit dengan balok pemikul yang relatif sangat kaku.
- Apabila penampang pelat di atas tumpuan itu merupakan bidang simetri pada pembebanan dan terhadap dimensi pelat.

3) Terjepit elastis

Terjadi apabila bagian pelat tersebut menjadi satu kesatuan yang monolit dengan balok yang relatif tidak kaku dan sesuai dengan kekakuannya

memungkinkan pelat tersebut untuk berputar pada tumpuannya. Jenis perletakan pelat pada balok ini dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Jenis Perletakan Pelat Pada Balok

Sumber : Ali Asroni, 2010

2.3 Sistem Penulangan Pelat

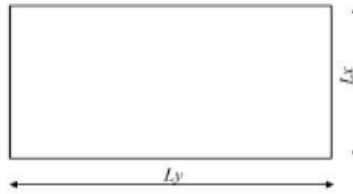
Sistem perencanaan tulangan pelat pada dasarnya, dibagi menjadi 2 macam yaitu sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok satu arah (*one way slab*) dan sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok dua arah yang disebut pelat dua arah (*two way slab*).

A. Penulangan Pelat satu arah (*One Way Slab*)

Pelat satu arah adalah pelat beton yang didukung hanya pada dua sisi tumpuan yang berlawanan, sehingga akan terjadi defleksi atau lendutan pada pelat dalam arah tegak lurus dari sisi tumpuan. Contoh pelat satu arah adalah pelat kantilever dan pelat yang ditumpu oleh 2 tumpuan sejajar.

Karena momen lentur hanya bekerja pada satu arah saja, yaitu searah bentang maka tulangan pokok juga dipasang 1 arah yang searah bentang tersebut. Untuk menjaga agar kedudukan tulangan pokok tidak berubah dari tempat semula, maka dipasang pula tulangan tambahan yang arahnya tegak lurus tulangan pokok.

Jika pelat bertumpu pada empat sisi tumpuan tetapi dengan rasio Panjang terhadap lebar nilainya sama dengan 2 atau lebih besar ($l_y/l_x \geq 2$), maka reaksi akan di distribusikan ke arah bentang yang lebih pendek dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Tinjauan Arah Lx/ly

Sumber: *Ali asroni, 2010*

Berikut disajikan tabel tebal minimum balok non-prategang atau pelat satu arah dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tebal minimum balok non-prategang atau pelat satu arah

Tinggi Minimal(h)				
Komponen Struktur	Tertumpu Sederhana	Satu Ujung Menerus	Kedua Ujung Menerus	Kantilever
	komponen struktur tidak menumpu atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar			
Plat solid satu arah	L/20	L/24	L/28	L/10
Balok atau plat rusuk satu arah	L/16	L/18,5	L/21	L/8

Sumber: *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI-2847-2013, halaman 80)*

Dalam perencanaan struktur pelat satu arah, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan tebal pelat
- b. Menghitung beban mati pelat termasuk beban sendiri pelat dan beban hidup serta menghitung momen lentur(W_u)

$$W_u = 1,2W_D + 1,6W_L \dots\dots\dots 2.8$$

W_D = jumlah beban mati (kg/m)

W_L = jumlah beban hidup(kg/m)

- c. Menghitung momen rencana (M_u) baik dengan cara tabel atau analisis.
- d. Perkiraan tinggi efektif(d_{eff})

$$d_{eff} = h - \phi_s - 1/2D \dots\dots\dots 2.9$$

$$d_{eff} = h - \phi_s - \frac{1}{2D} - \text{jarak tulangan minimum} - 1/2D \dots\dots\dots 2.10$$

e. Menentukan rasio penulangan(ρ)

Jika $\rho > \min$ – ambil nilai ρ Jika

$\rho < \min$ – ambil nilai ρ_{min}

$$\rho = \frac{1}{m} (\sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{f_y}}) \dots\dots\dots 2.11$$

f. Hitung A_s yang diperlukan

$$A_s = \rho . b . d_{eff} \dots\dots\dots 2.12$$

A_s = Luas tulangan (mm²)

ρ = rasio penulangan

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

g. Tulangan susut/pembagi

$$A_s = 0,0020 . b . h \text{ (untuk } f_y = 400 \text{ Mpa)} \dots\dots\dots 2.13$$

$$A_s = 0,0018 . b . h \text{ (untuk } f_y = 240 \text{ Mpa)} \dots\dots\dots 2.14$$

b = lebar satuan pelat

h = tebal pelat

B. Penulangan Pelat Dua Arah (Two Way Slab)

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. Karena momen lentur bekerja pada 2 arah, yaitu searah dengan bentang L_x dan L_y maka tulangan pokok juga dipasang pada 2 arah yang saling tegak, sehingga tidak perlu lagi tulangan bagi.

Pelat dua arah ditopang pada dua sisi tumpuan, dengan rasio panjang terhadap lebarnya nilai kurang dari 2 ($L_y/L_x < 2$). Hal ini dikarenakan distribusi beban yang terjadi menuju ke dua arah (arah x dan arah y). Dilihat dari sistem pendukungnya, sistem pelat dua arah dikategorikan menjadi:

1. Pelat dengan balok
2. Pelat tanpa balok, dibagi menjadi dua jenis yaitu:
 - a) Dipikul langsung oleh kolom (*flat plate*)

- b) Dipikul oleh kolom dengan kepala kolom dan atau penebalan disekitar kolom (*Flat Slab*).

2.4 Koefisien Momen

Terdapat banyak metode untuk melakukan analisa terhadap pelat lantai, dua diantaranya adalah metode koefisien momen dan metode perencanaan langsung. Metode koefisien momen menggunakan nilai-nilai tertentu sebagai koefisien dalam menentukan besarnya momen yang terjadi baik di daerah lapangan maupun di daerah tumpuan. Metode ini cukup mudah dan praktis diterapkan karena nilai-nilai koefisien momen tersebut sudah disediakan. Persamaan untuk perhitungan momennya adalah sebagai berikut :

$$M = 0,001 \cdot qu \cdot lx^2 \dots\dots\dots 2.15$$

Dimana: qu = beban terfaktor

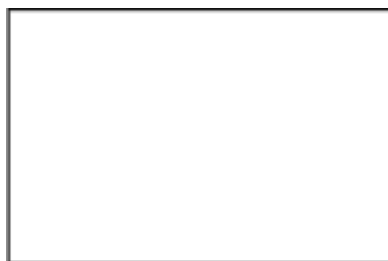
Lx = bentang terpendek

X = koefisien momen(tabel PBI -1971)

Dalam PBI-71 diberikan tabel koefisien momen lentur yang memungkinkan penentuan nilai momen-momen dari masing-masing arah. Gaya-gaya dalam (M_{tp} dan M_{ltp}) dapat menggunakan tabel Peraturan Beton Indonesia PBI- 1971 dan SK SNI- T15-1991-03. Peraturan ini menyediakan tabel untuk pelat persegi yang menumpu pada keempat sisi akibat beban terbagi rata. Kondisi tumpuan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Tertumpu Bebas

Apabila tepi pelat tersebut menumpu atau tertanam di dalam tembok. Pada tepi pelat ini harus dianggap bekerja momen tumpuan seperti pada Gambar 2.8.

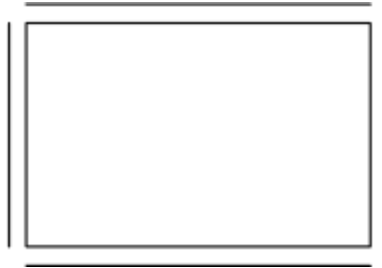


Gambar 2.8 Tertumpu Bebas

Sumber: *Ali Asroni, 2010*

b. Terjepit elastis

Apabila tepi pelat tersebut merupakan satu kesatuan monolit dengan balok pemikul yang relative tidak terlalu kaku dan sesuai dengan kekakuannya memungkinkan pelat berputar pada tumpuan lain. Pemodelan tumpuan ini dapat dilihat pada Gambar 2.9.

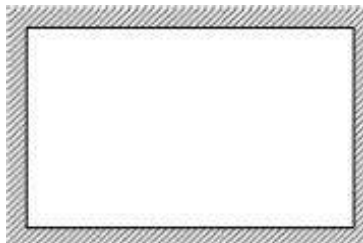


Gambar 2.9 Tumpuan Elastis

Sumber; *Ali Asroni, 2010*

c. Terjepit penuh/terjepit sempurna

Apabila tepi tersebut merupakan satu kesatuan monolit dengan balok pemikulnya relative sangat kaku atau apabila penampang pelat diatas tumpuan itu merupakan bidang simetri. Berikut Gambar 2.10 merupakan pemodelan pelat terjepit penuh.

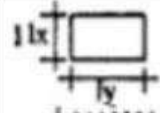
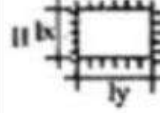
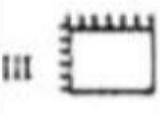
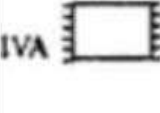
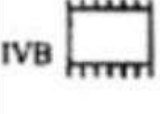

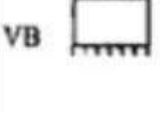
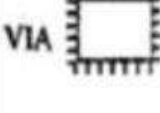
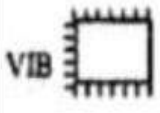


Gambar 2.10 Terjepi Penuh

Sumber: *Ali Asroni, 2010*

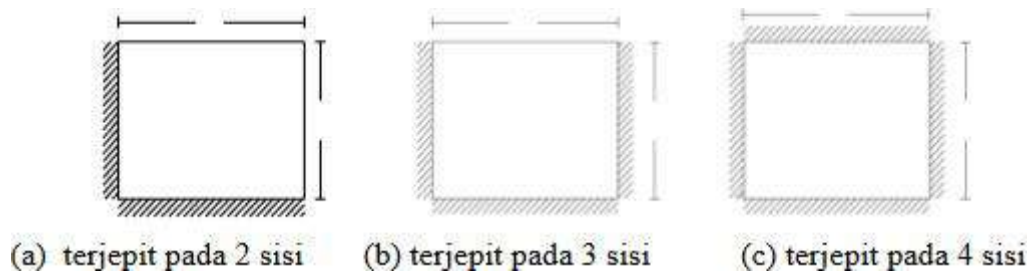
Setiap panel pelat dianalisis tersendiri, berdasarkan kondisi tumpuan bagian tepinya, momen dalam pelat persegi yang menumpu pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Koefisien Momen Lentur PBI-1971

Ly/Lx		1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	>2,5		
I		$M_{lx} = +0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125	
		$M_{ly} = +0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	25	
II		$M_{lx} = +0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	21	25	28	31	34	36	37	40	40	40	41	41	41	42	42	42	42	
		$M_{ly} = +0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	12	11	11	11	10	10	8
		$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	52	59	64	69	73	76	79	81	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83
		$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	52	54	56	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
III		$M_{lx} = +0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63	
		$M_{ly} = +0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	28	28	28	27	26	25	23	23	22	21	19	18	17	17	16	16	13	
		$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	68	77	85	92	98	103	107	111	113	116	118	119	120	121	122	122	122	125
		$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	68	72	74	76	77	77	78	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79	79
IVA		$M_{lx} = +0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125	
		$M_{ly} = +0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	32	35	37	39	40	41	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	25	
		$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	123	125
IVB		$M_{lx} = +0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	32	32	34	36	38	39	40	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42	
		$M_{ly} = +0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	8	
		$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	70	74	77	79	81	82	83	84	84	84	84	84	84	83	83	83	83	83
VA		$M_{lx} = +0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125	
		$M_{ly} = +0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	25	
		$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	84	92	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	123	123	124	124	124	125
VB		$M_{lx} = +0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63	
		$M_{ly} = +0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13	
		$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	123	124	125
VIA		$M_{lx} = +0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63	
		$M_{ly} = +0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	26	27	28	28	27	26	25	23	22	21	21	20	20	19	19	18	13	
		$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	55	65	74	82	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	125	
		$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	60	65	69	72	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	78	79	79
VIB		$M_{lx} = +0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	26	29	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42	
		$M_{ly} = +0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	10	8	
		$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
		$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot ly^2 \cdot X$	55	57	57	57	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57

Sumber : Buku pedoman "Balok dan Pelat Beton Bertulang", Ali Asroni 2010.

Berikut beberapa contoh tipe potongan pada perletakan pelat seperti terlihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Tipe Potongan Perletakan Pelat

Sumber: *Ali Asroni, 2010*

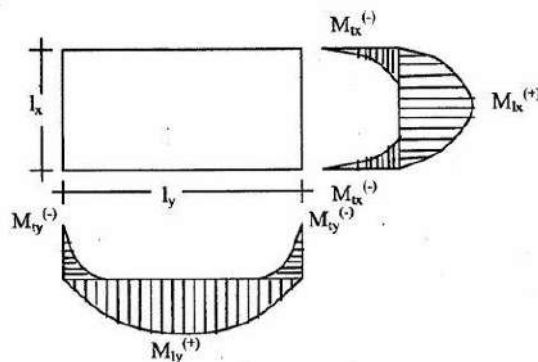
Dalam hal ini koefisien momen yang digunakan yaitu berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia tahun 1971 (PBI-1971). Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan momen lentur dengan menggunakan tabel PBI-1971, yaitu sebagai berikut :

1. Pemilihan Bentang

Karena bentang 2 arah (L_y dan L_x) maka dipilih bentang L_y adalah bentang terpanjang dan bentang L_x adalah bentang terpendek.

2. Jenis momen lentur

Jenis momen lentur terdiri dari 4 macam, yaitu 2 buah momen tumpuan (M_{ty} dan M_{tx}) dan 2 buah momen lapangan (M_{ly} dan M_{lx}). Keempat jenis momen lentur ini dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Momen Lentur Pelat Dua Arah

Sumber : *Ali Asroni, 2010*

3. Penentuan koefisien momen plat (X)

Menurut pasal 13.3.1 SNI 2847-2013 halaman 129, luas slab masing-masing arah untuk sistem slab dua arah harus ditentukan dari momen pada penampang kritis, tetapi tidak boleh kurang dari yang disyaratkan.

2.5 Program SAP2000


2.5.1 Pengertian Program SAP2000


Structural Analysis Program atau SAP2000 adalah program analisa struktur bangunan yang cukup canggih. SAP2000 adalah program yang digunakan untuk menganalisis dan mendesain suatu struktur yang berorientasi objek (*Object Oriented Programming*). Analisis yang dapat dilakukan dengan SAP2000 yaitu analisis statik, analisis dinamik dan analisis Finite elemen. Analisis model struktur dapat dilakukan dengan 2 dimensi dan 3 dimensi. Selain itu, program SAP2000 telah menyediakan beberapa menu design untuk baja dan beton. SAP2000 dapat membantu dalam melakukan pekerjaan perencanaan struktur bangunan yang diantaranya adalah:

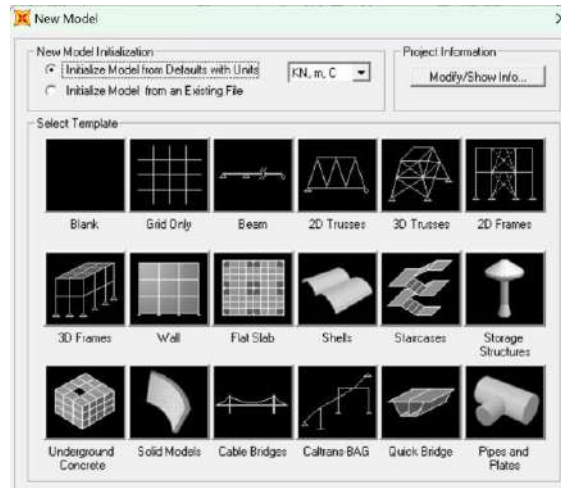
- Menghitung momen mekanika teknik pada struktur bangunan
- Menghitung konstruksi beton bertulang (kolom, balok , plat lantai)
- Menghitung konstruksi baja
- Penentuan model struktur
- Penetapan penampang struktur

Adapun pemakaian program SAP dalam penelitian ini adalah untuk memodelkan struktur pelat lantai dengan dimensi yang sesuai dengan di lapangan, sehingga didapat nilai lendutan yang mendekati nilai lapangan. Terdapat elemen pelat yang dapat digunakan dalam program ini, yaitu *shell*, *plane*, dan *asolid*. Biasanya digunakan elemen *shell* dalam pemodelan pelat. Adapun tahapan pemodelan analisis struktur pelat menggunakan SAP2000 antara lain:

1. Garis grid dan gambar model struktur

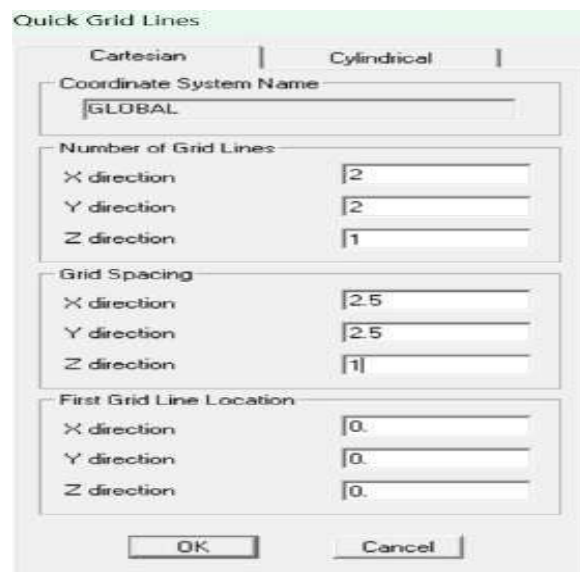
- Klik menu *File, New Model* atau klik tombol  *New Model*.

- Klik drop-down untuk menentukan satuan  ke (kN,m,C), seperti terlihat pada Gambar 2.13.



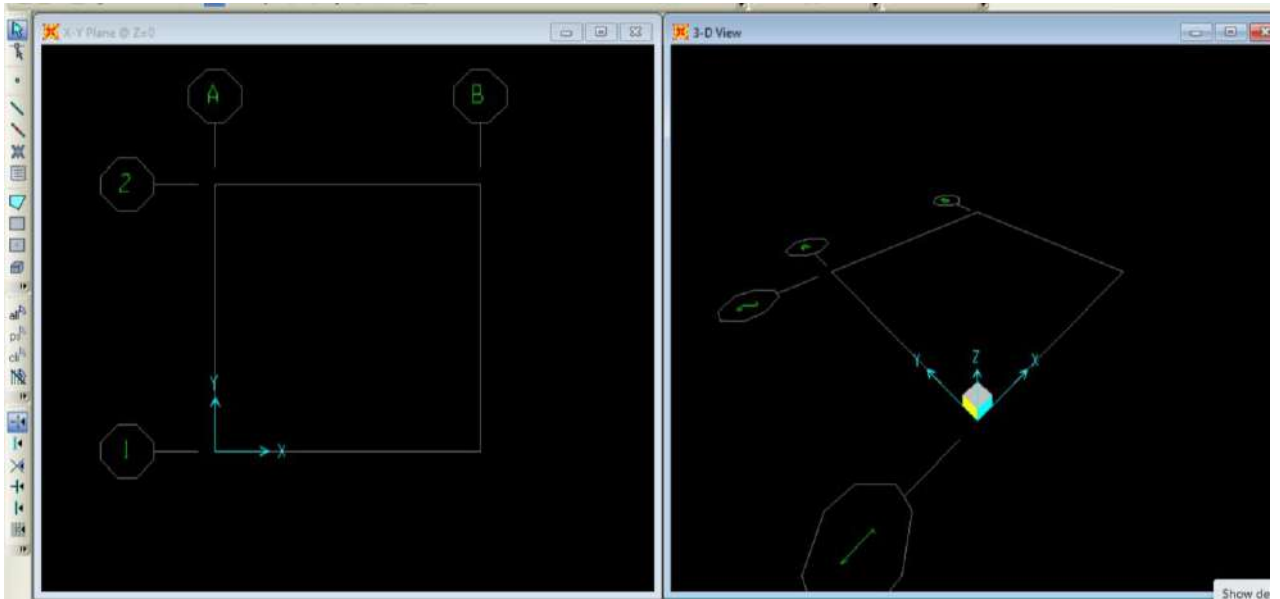
Gambar 2.13 Kotak *New Model*

- Kemudian pilih *Grid Only* sehingga tampil kotak *New Coord/Grid Sistem*
- Pada kotak *New Coord/Grid Sistem*. Dapat dilihat pada Gambar 2.14.





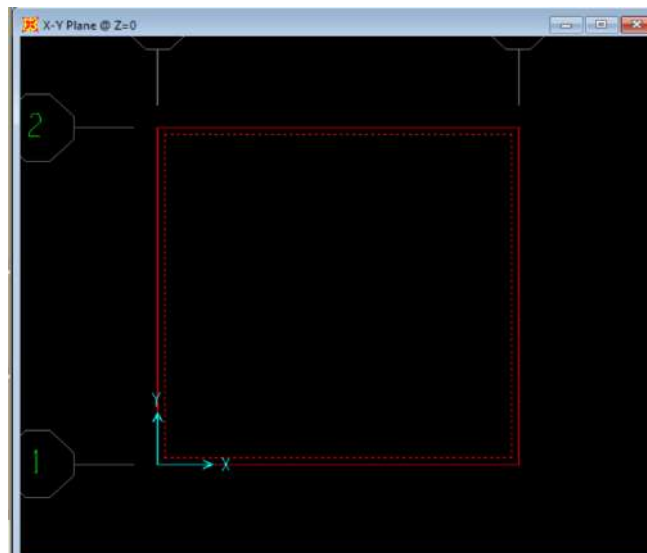
Gambar 2.14 Sistem Koordinat Baru

- Jumlah pembagian elemen untuk pelat tersebut. Seperti terlihat pada gambar 2.15.



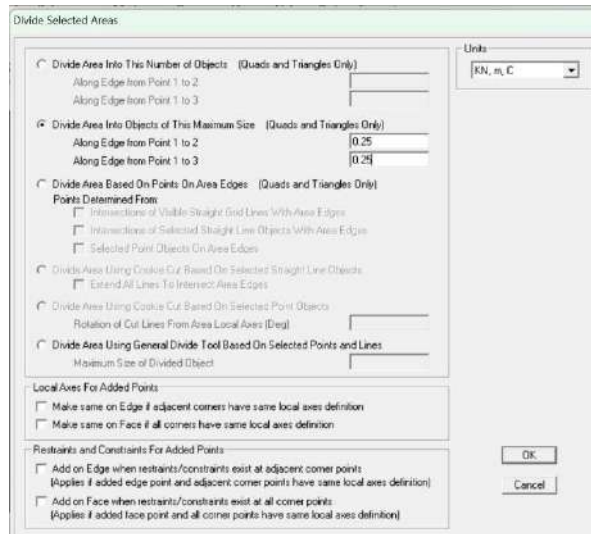
Gambar 2.15 Garis Grid Dan Pelat

- Klik tombol *Draw Rectangular Area*  ditoolbar samping kiri dan kemudian klik pada pelat.
- Klik tombol *select*  *set select mode* dan kemudian klik area tag baru Digambar. Dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Melakukan *Set Select Mode* Pada SAP2000

- Klik *Edit Menu*, *Edit Area* dan kemudian, Selanjutnya akan muncul kotak *Divide Elect Areas* dan klik ok dapat dilihat pada Gambar 2.17.

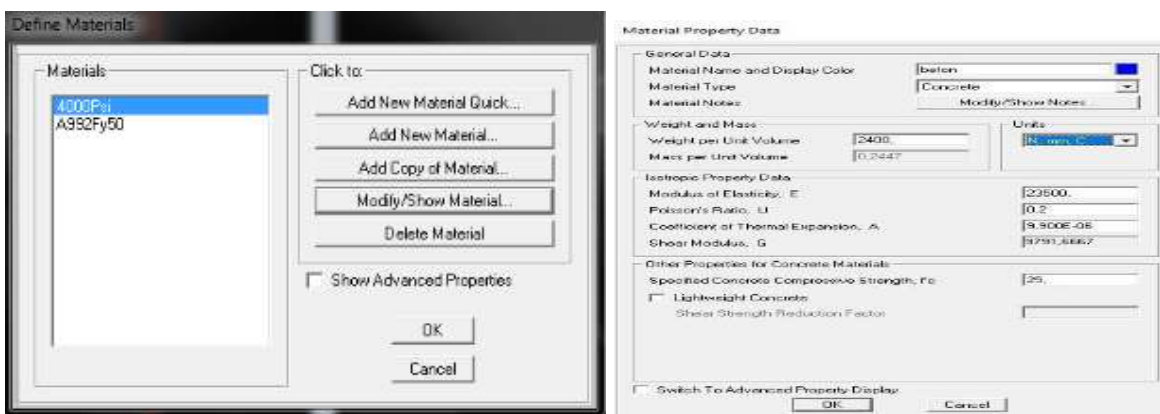


Gambar 2.17 Membagi Area Menjadi Beberapa Bagian

- Klik tepi dari pelat untuk memberikan tumpuan yaitu dengan memilih menu *Assign > Joint > Restraint > Pilih Jenis Tumpuan*

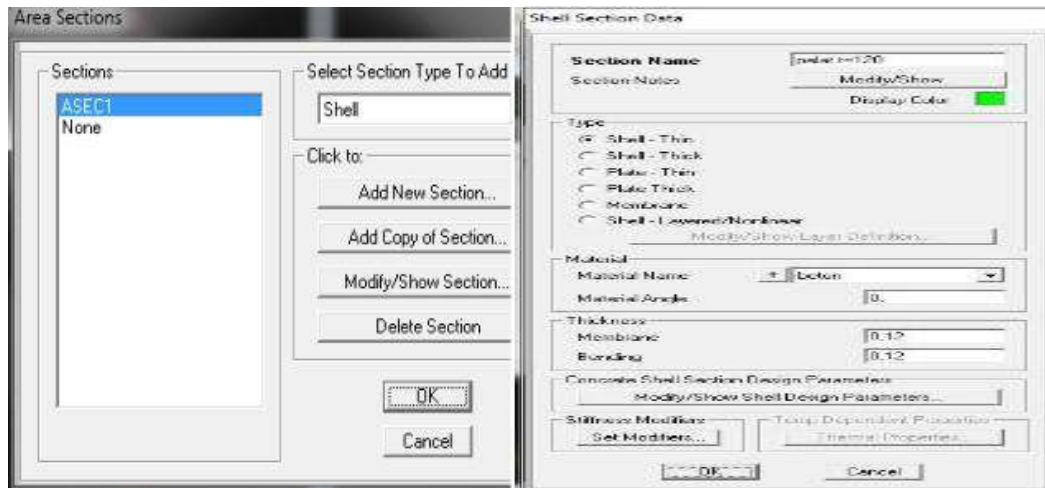
2. Material dan penampang pelat

- Klik menu *Define > Materials*
- Pilih jenis bahan dan klik *Modify/Show* material dan terbuka kotak *Material Property Data* dapat dilihat pada Gambar 2.18.



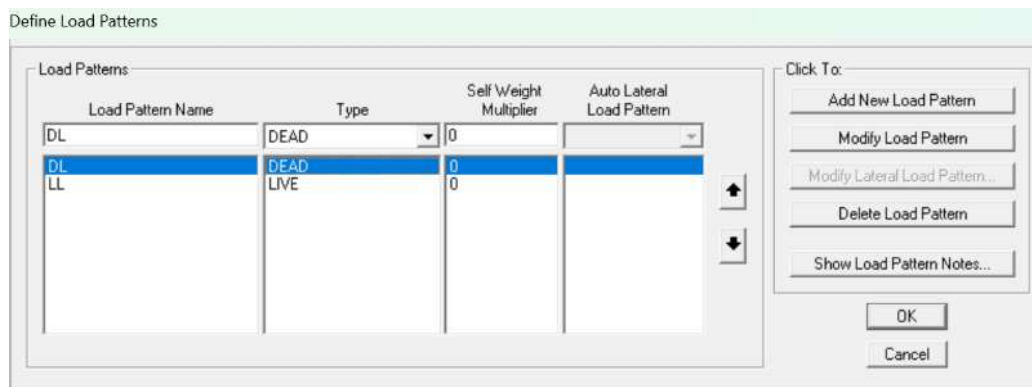
Gambar 2.18 Memeriksa Material

- Klik menu *Define > Area Section*, kemudian klik tombol *Modify/Show Sections* untuk menampilkan kotak *Area Sections Data* dapat dilihat pada Gambar 2.19.



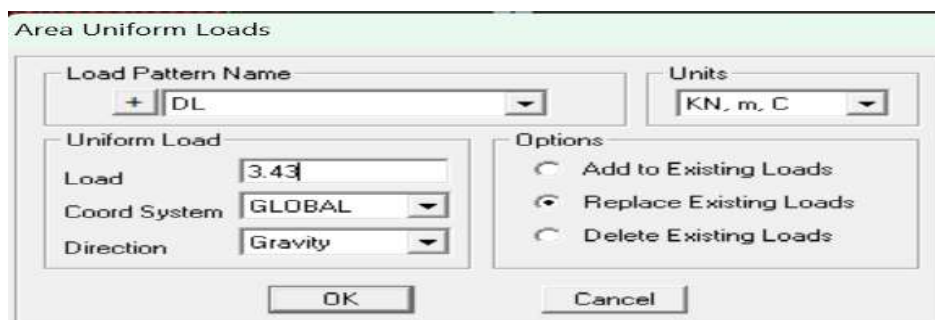
Gambar 2.19 Memeriksa Area Sections

- Buat load patterns untuk membedakan beban mati dan hidup, dengan cara pilih *define, load patterns*, seperti terlihat pada Gambar 2.20



Gambar 2.20 Memasukan Material Pada Pelat

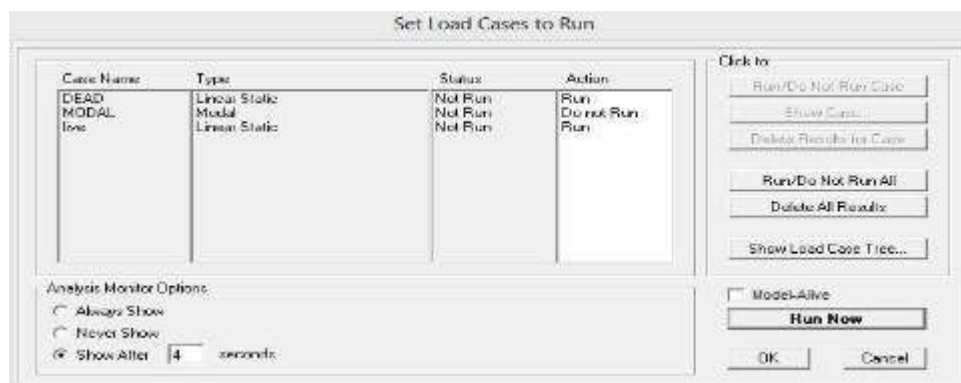
- Untuk memasukan pembebanan pada pelat adalah dengan memilih *assign > area loads > uniform shells* (untuk beban merata pada pelat). Seperti terlihat pada Gambar 2.21.



Gambar 2.21 Kotak *Area Uniform Shells* untuk pembebanan beban merata

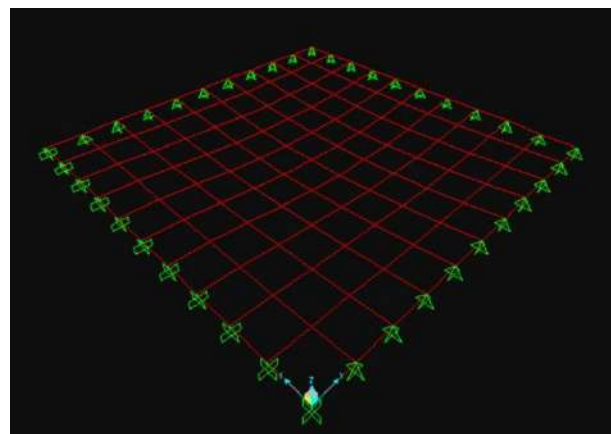
3. Analisis Pelat

- Masukkan beban merata pada pelat sesuai dengan kasus yang ada. Dengan cara *assign, area load, pilih gravity (all)* untuk menambahkan beban akibat berat struktur sendiri. Periksa kembali satuan saat memasukkan besar beban merata.
- Lakukan pembagian pelat yang disebut mesh dengan cara pilih menu *assign, area, automatic area mesh*. Lalu pilih mesh area *into this number of object*, masukkan angka yang diinginkan. dapat dilihat pada Gambar 2.22.



Gambar 2.22 Run Program

- Lalu run program dengan cara *Analyze, Run Analysis*. Atau juga tekan F5 seperti terlihat pada Gambar 2.23 berikut.



Gambar 2.23 Run Analysis