

Tugas Akhir

Tabel Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai Beton Bertulang dengan Menggunakan SNI 03-2847-2002, PBI 1971 dan Pemodelan SAP2000 versi 14.00

Latar Belakang

- Sering terjadinya kesalahan didalam pemasangan tulangan pelat lantai.
- Pelat yang kuat didasarkan pada suatu perhitungan yang cermat.
- Peraturan beton Indonesia 1971, memiliki keterbatasan terutama dalam menentukan perletakan pelat lantai, tebal dan bentang dari pelat lantai tersebut.
- Persentase harga dari sisem pelat lantai keseluruhan dari suatu bangunan merupakan komponen harga terbesar.

Permasalahan

- Bagaimana cara agar diperoleh kebutuhan tulangan pelat lantai secara cepat?
- Bagaimana perhitungan kebutuhan tulangan dengan menggunakan peraturan SNI 03-2847-2002, PBI 1971 dan program SAP2000?
- Bagaimana hasil akhir dari perhitungan kebutuhan tulangan pelat lantai?
- Bagaimana bentuk gambar tulangan?

Tujuan

- Membuat cara memperoleh kebutuhan tulangan pelat lantai beton bertulang menjadi lebih cepat.
- Menghitung kebutuhan tulangan dengan menggunakan peraturan SNI 03-2847-2002, PBI 1971 dan program SAP2000.
- Membuat tabel sebagai hasil akhir dari perhitungan kebutuhan tulangan pelat lantai
- Merencanakan bentuk gambar tulangan dengan panduan tabel yang sudah dibuat.

Batasan Masalah

- Tugas akhir ini terbatas pada model pelat segiempat.
- Tidak meninjau balok secara detail, seperti penulangan balok.
- Panjang terpendek pelat lantai (l_x) adalah 3 meter, dan panjang maksimum (l_y) adalah 9 meter yang disesuaikan dengan perbandingan l_y/l_x antara 1-3.
- Mutu beton yang digunakan adalah $f'c$ 20 Mpa, $f'c$ 25 Mpa, 30 Mpa, dan 35 Mpa. Mutu baja tulangan adalah f_y 240 Mpa dan f_y 400 Mpa.

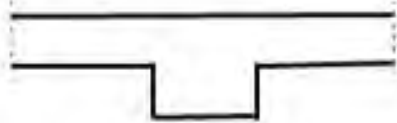
Manfaat

- Memberi solusi kepada ahli-ahli struktur didalam menentukan kebutuhan tulangan pelat lantai secara cepat dan akurat, sehingga dapat menghemat waktu kerja.
- Memberikan kemudahan di dalam perhitungan kebutuhan tulangan pelat lantai beton bertulang, sehingga memakan waktu yang sesingkat mungkin.

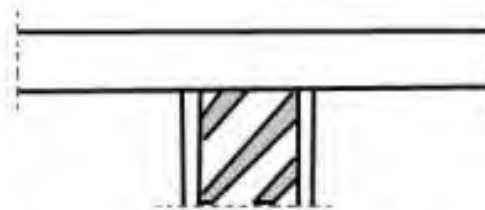
Tinjauan Pustaka

- Tumpuan Pelat
- Jenis Perletakan Pelat Lantai pada Balok
- Sistem Tulangan Pelat Lantai
- Analisa Pembebanan Pada Struktur Pelat Beton Bertulang
- Wiremesh
- Tabel Berat Tulangan

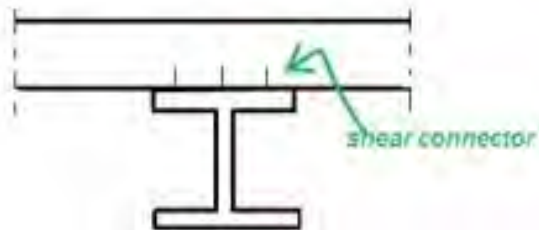
Tumpuan pelat



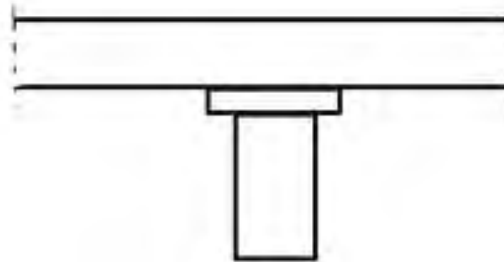
(a) Pelat ditumpu balok (moonolit)



(b) Pelat ditumpu oleh dinding/tembok

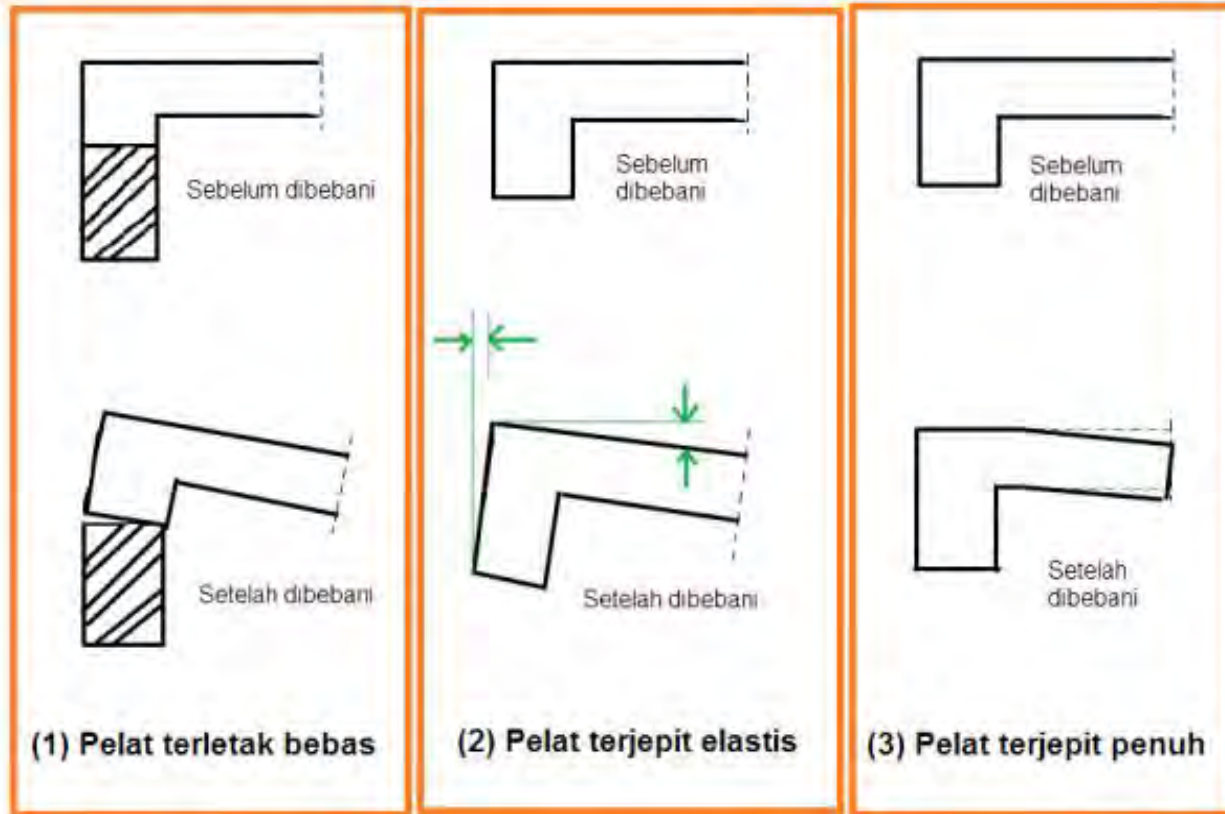


(c) Pelat ditumpu balok baja dengan sistem komposit

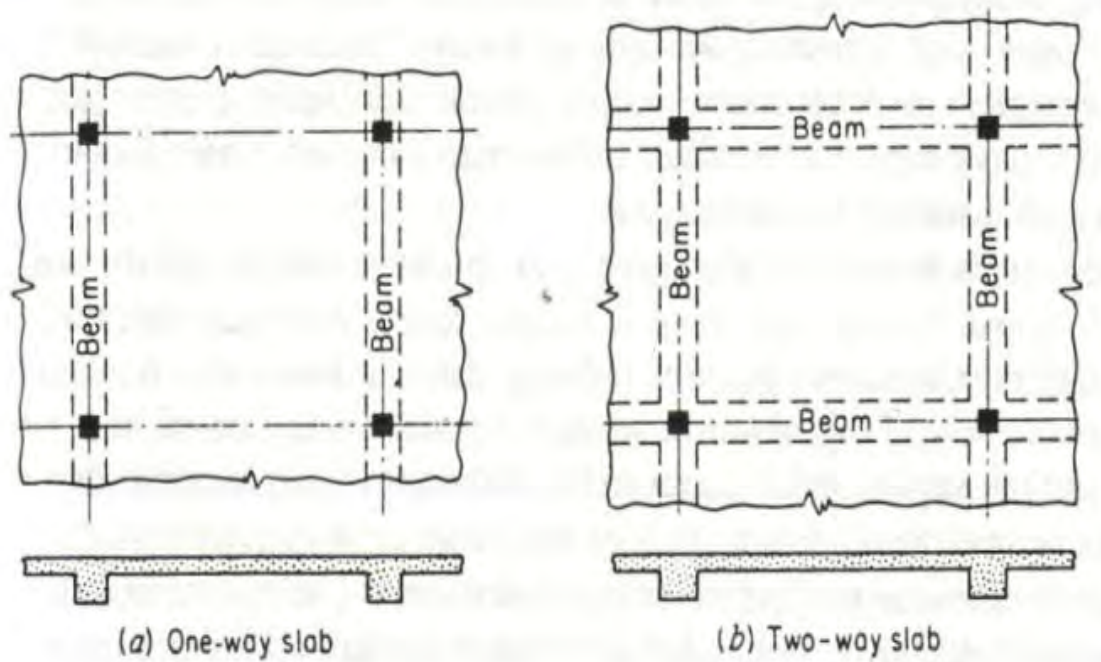


(d) Pelat ditumpu kolom secara langsung (pelat cendawan)

Jenis Perletakan Pelat Lantai pada Balok



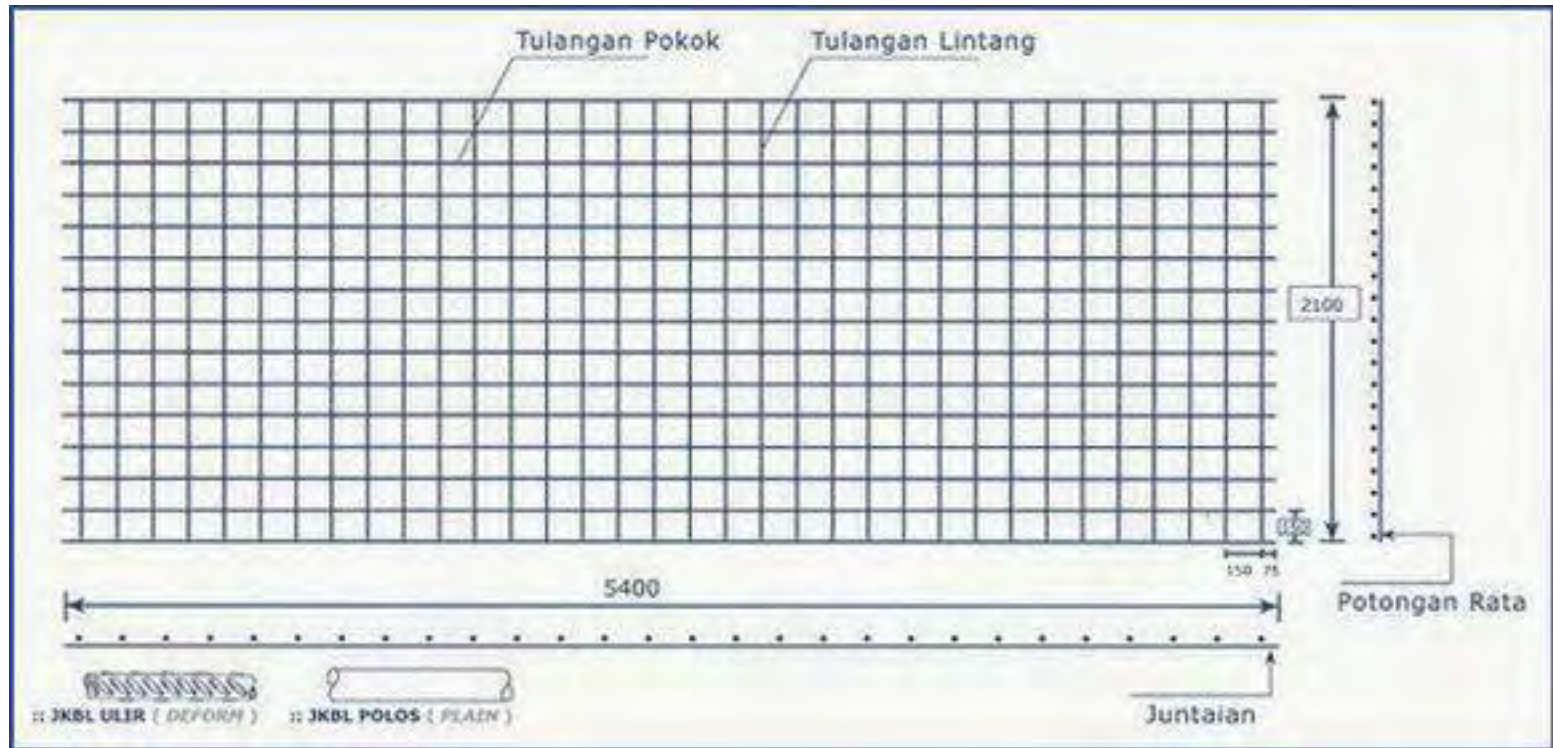
Sistem Tulangan Pelat Lantai

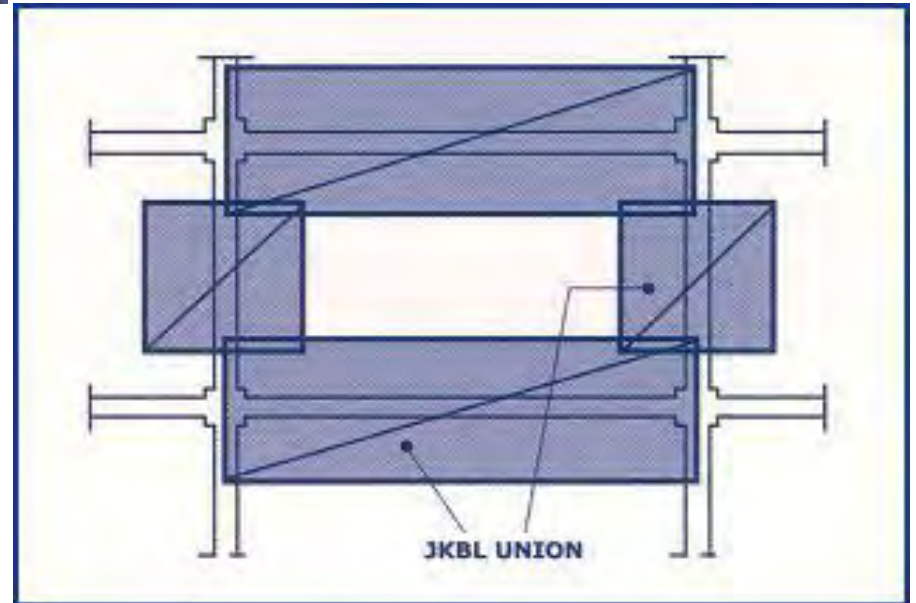
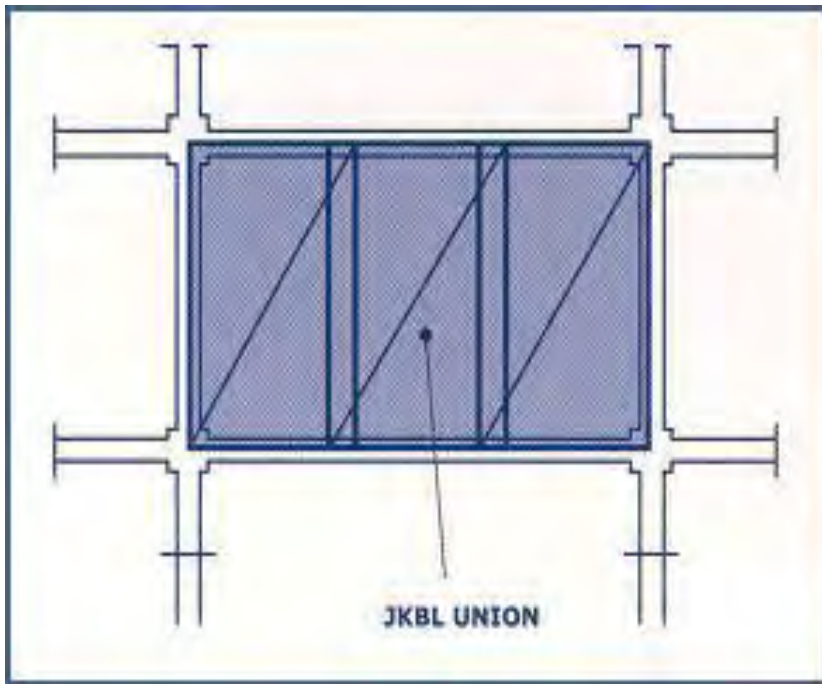


Analisa Pembebanan Pada Struktur Pelat Beton Bertulang

- Beban Mati
- Beban Hidup

Wiremesh





Contoh Pemasangan dilapangan

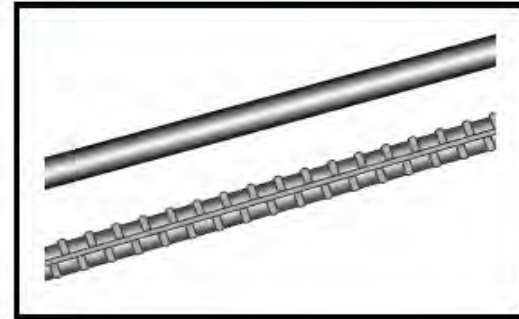


Tabel Berat Tulangan

ROUND/PLAIN BAR SIZES (According to JIS G3112)

METRIC SIZE

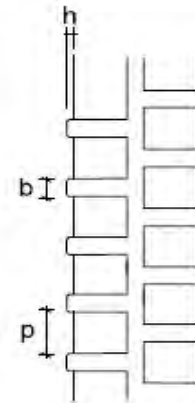
CODE NO.	UNIT WEIGHT		DIAMETER d	TOLERANCE (mm)	NOMINAL CROSS SECTION	EFFECTIVE PERIMETER
	kg/m					
	Effective	Tolerance	mm	mm ²	mm	
• Ø 7	0.302	7%	7	+0.3	38.5	22.0
• Ø 8	0.395	7%	8	+0.4	50.3	25.1
• Ø 10	0.617	5%	10	+0.4	78.5	31.4
• Ø 12	0.888	5%	12	+0.4	113.1	37.7
• Ø 16	1.578	5%	16	+0.5	201.1	50.3
• Ø 19	2.226	4%	19	+0.5	283.5	59.7
• Ø 22	2.984	4%	22	+0.5	380.1	69.1
• Ø 25	3.853	4%	25	+0.5	490.9	78.5
• Ø 29	5.185	5%	13	±0.6	662.5	91.1
• Ø 32	6.313	4%	16	±0.6	804.2	100.5



DEFORMED BAR SIZES (According To JIS G3112)

METRIC SIZE

CODE NO.	UNIT WEIGHT (kg/m)		EFF. DIA. d	EFF. CROSS SEC. AREA	EFFECTIVE PERIMETER	h	p	b	ANGLE BETWEEN KNOTS
	Effective	Tolerance							
D-10	0.617	6%	10	78.5	31.4	0.5	7.0 max.	3.9 max.	90°
D-13	1.042	6%	13	132.7	40.8	0.7	9.1 max.	5.1 max.	90°
• D-16	1.578	5%	16	201.1	50.3	0.8	11.2 max.	6.3 max.	90°
• D-19	2.226	5%	19	283.5	59.7	1.0	13.3 max.	7.5 max.	90°
D-22	2.984	5%	22	380.1	69.1	1.1	15.4 max.	8.6 max.	90°
D-25	3.853	5%	25	490.9	78.5	1.3	17.5 max.	9.8 max.	90°
D-29	5.185	4%	29	662.5	91.1	1.4	20.3 max.	20.3 max.	90°
D-32	6.313	4%	32	804.2	100.5	1.6	22.4 max.	22.4 max.	90°



NOTE : * Available ready stock

CHEMICAL COMPOSITION

ACCORDING TO JIS G 3112

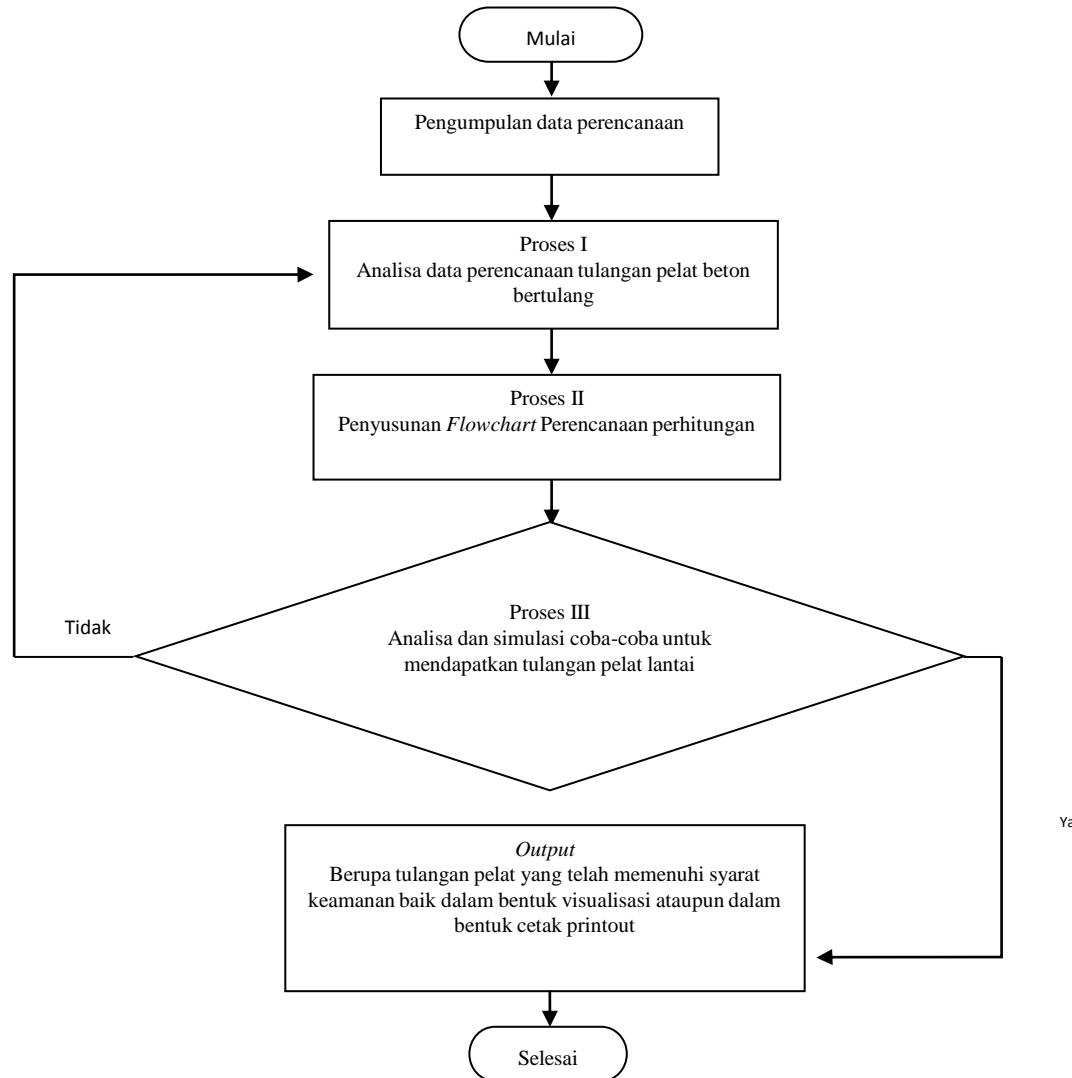
TYPE	SYMBOL OF GRADE	CHEMICAL COMPOSITION (%)				
		C	Si	Mn	P	S
Round Bar	SR 24	-	-	-	0.050 max.	0.050 max.
Deformed Bar	SD 40	0.29 max.	0.55 max.	1.8 max.	0.040 max.	0.040 max.

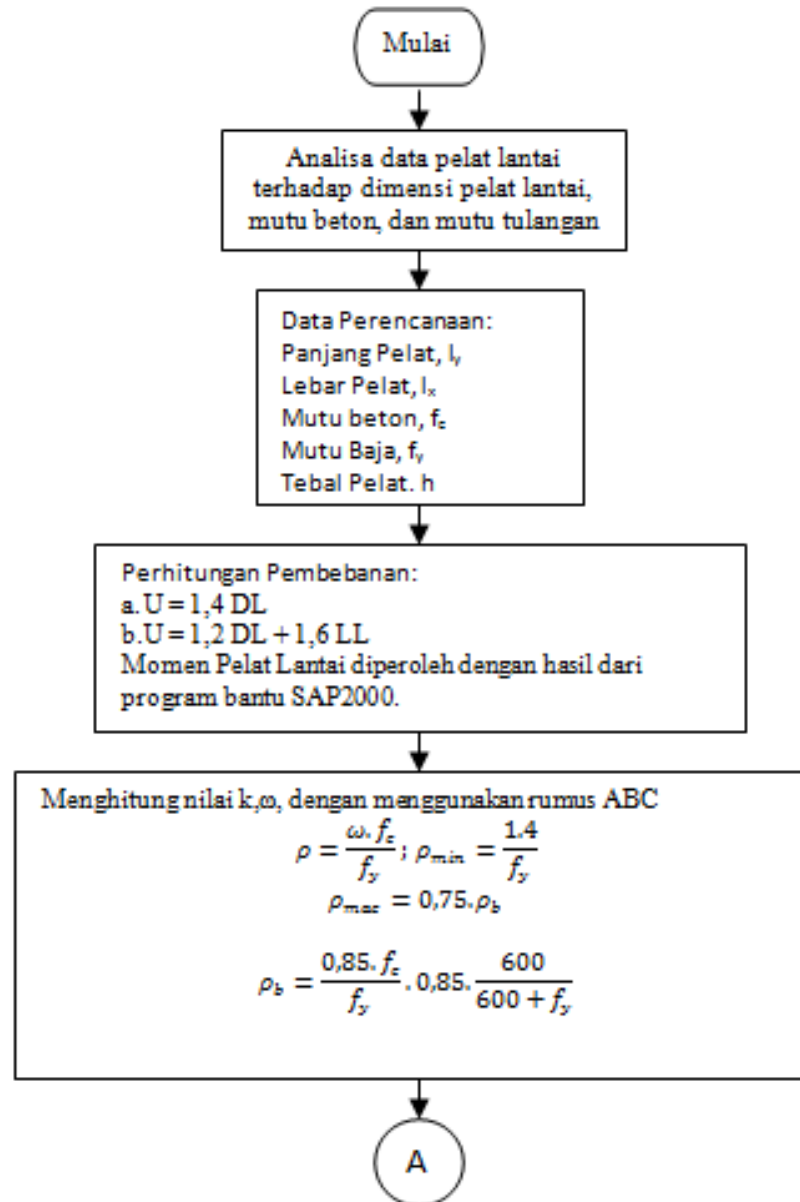
MECHANICAL PROPERTIES

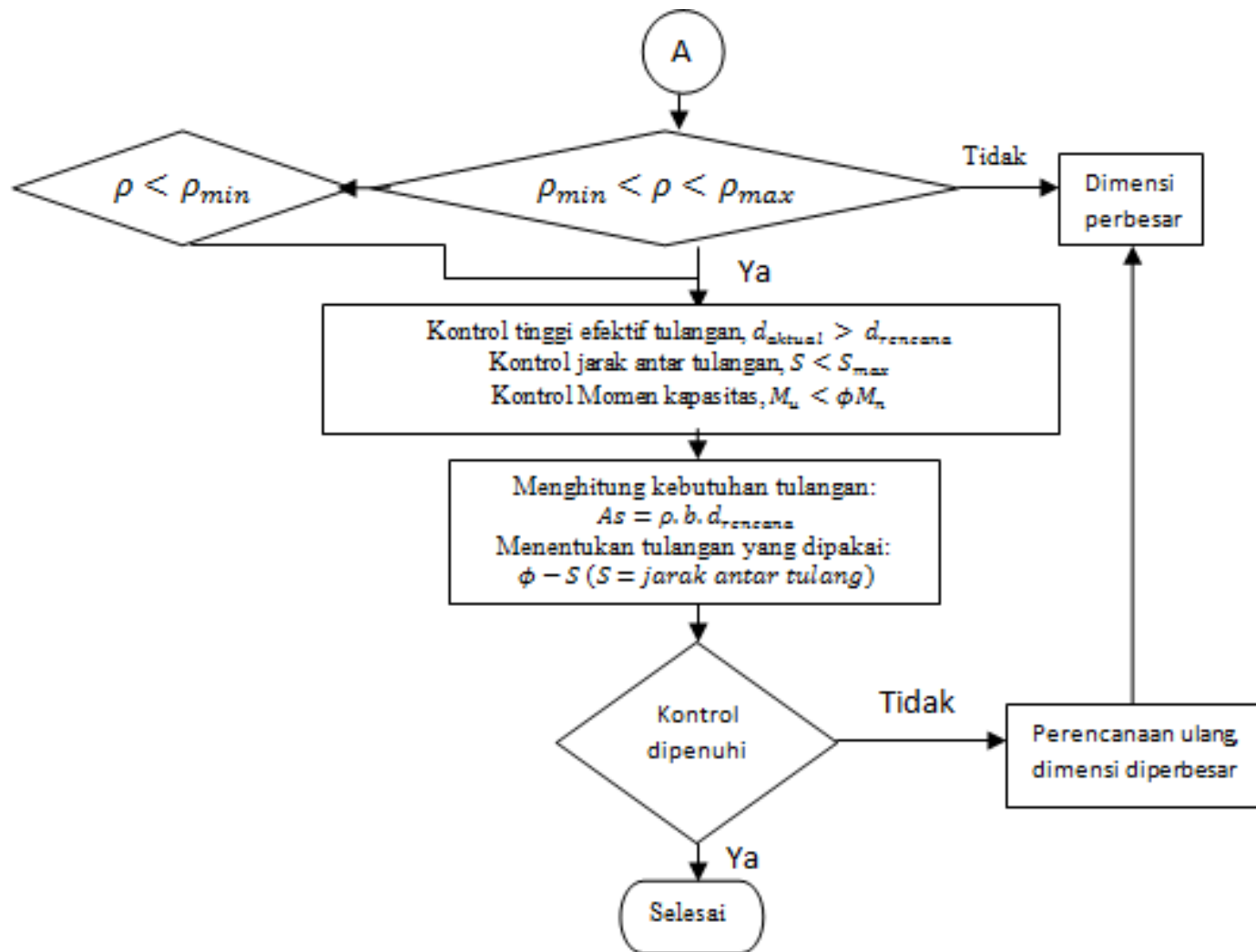
ACCORDING TO JIS G 3112

TYPE	SYMBOL OF GRADE	YIELD POINT		TENSILE STRENGTH		ELONGATION % min.	BENDABILITY		SIZE	
		N/mm ²		N/mm ²			Angle	Inside Radius	d	Length
		Min.	Max.	Min.	Max.					
Round Bar	SR 24	235	-	382	520	20	180°	d x 2	5.5 to 25	12
Deformed Bar	SD 40	390	510	560	-	16	180°	d x 2.5	10 to 25	12

Metodologi Penelitian







Data dan Analisa

- Analisa Lokasi Proyek
- Pembuatan model pelat lantai dengan SAP2000
- Analisa Mesh (metode finite element)
- Analisa Momen Tumpuan dan Momen Lapangan
- Validasi Perhitungan

Analisa Lokasi Proyek



Dian Regency Apartemen

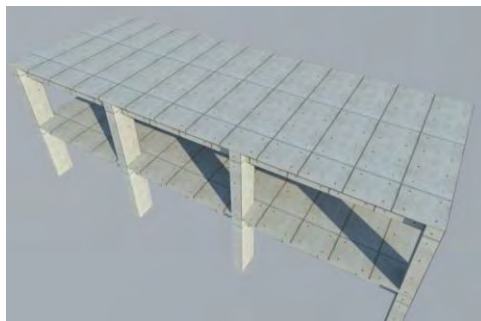
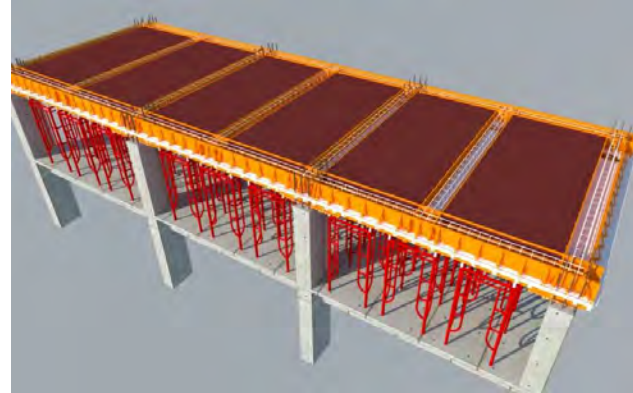
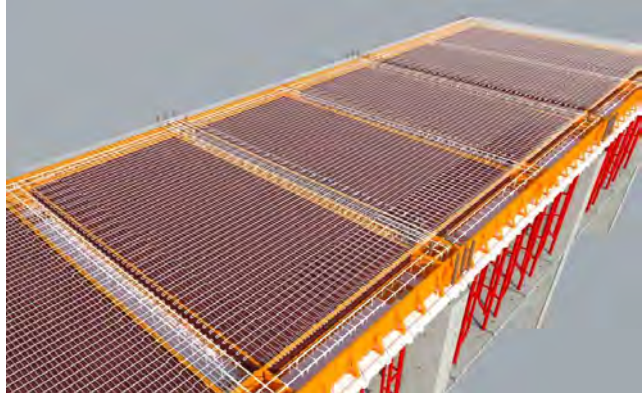
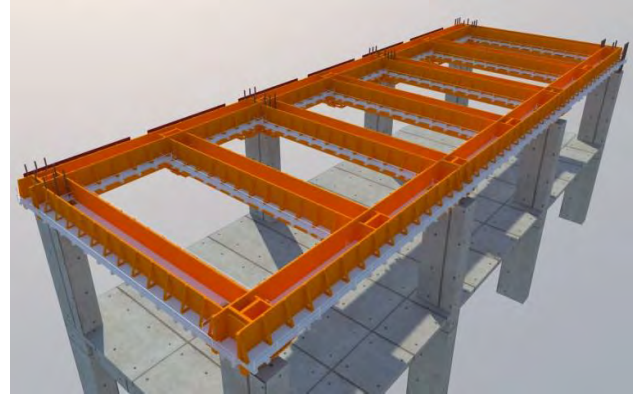
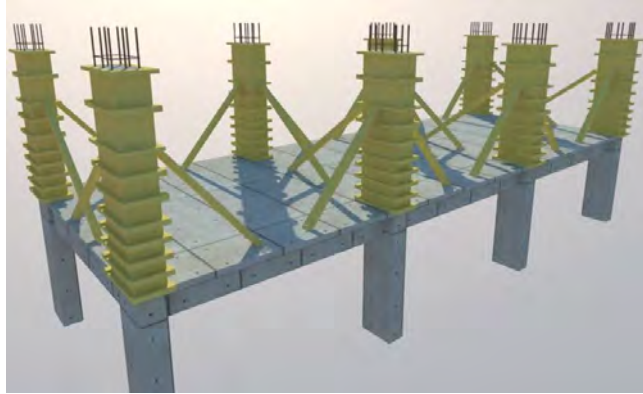
Puncak Permai Apartemen



Hasil Analisa Lapangan

- Kedua proyek menggunakan tulangan pelat lantai yang berbeda.
- Balok yang digunakan sebagai tumpuan pelat lantai dengan ketinggian (h) dan lebar ($b=1/2.h$)
- Penulangan untuk daerah hunian berbeda dengan penulangan untuk tempat umum.

Metode Kerja



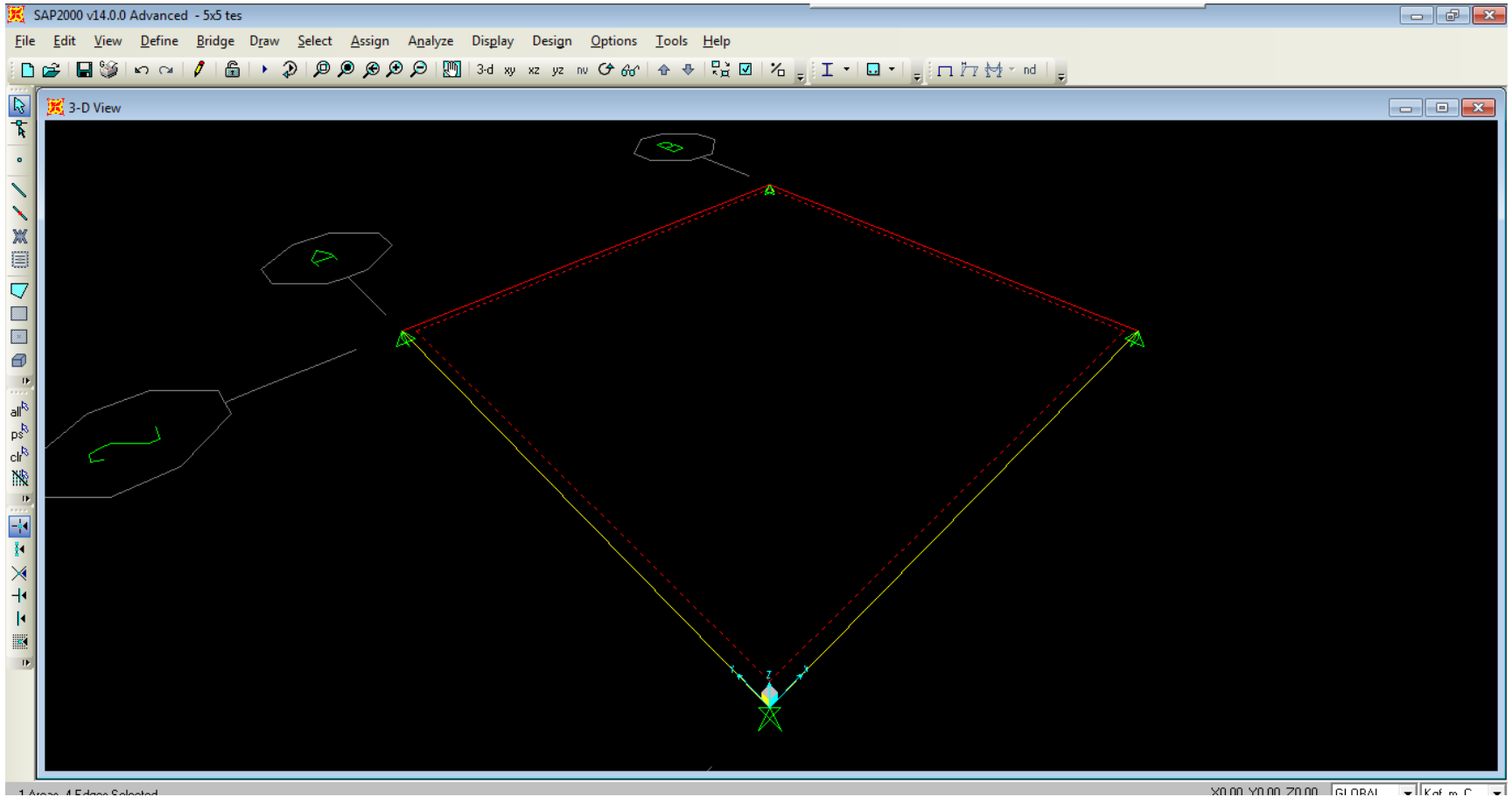
Urutan perhitungan

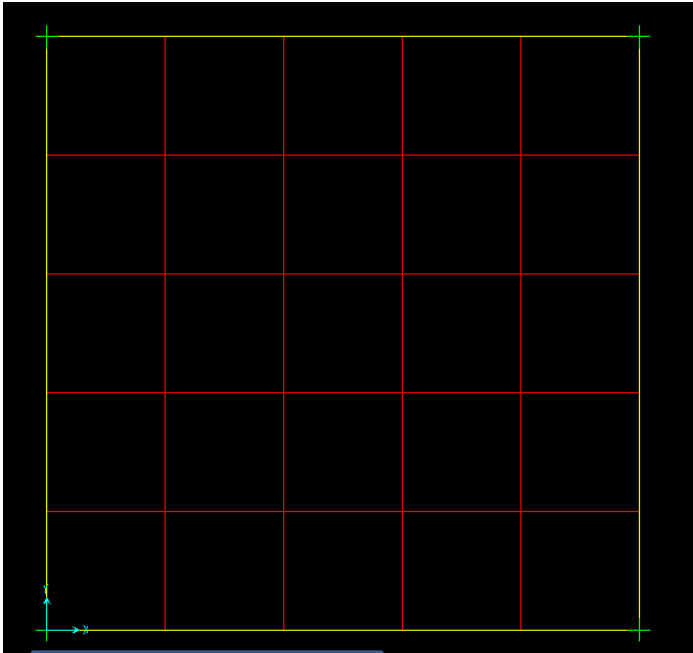
- Data Perencanaan
- Perhitungan Pembebanan
- Perhitungan momen menggunakan SAP2000
- Hitung Faktor momen pikul (R_n), m , ρ_b , ρ_{\min}
- Hitung ρ_{perlu} , $\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m R_n}{f_y}} \right)$
- Luas tulangan pokok
- Jarak tulangan
- Kontrol Lendutan Pelat lantai
- Panjang penyaluran pelat lantai

Variabel yang digunakan

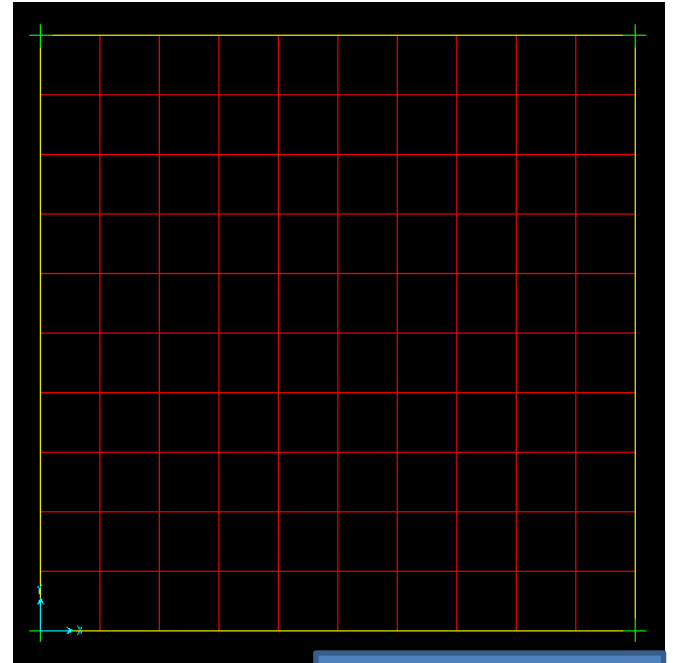
- Fungsi bangunan adalah apartemen
- Tebal pelat 120 mm dan 150 mm
- Ukuran balok, dengan ketinggian (h) dan lebar balok ($1/2.h$)
- Beban hidup berdasarkan revisi sni pembebanan SNI 03-1727-1999. ruang hunian beban hidup minimum 1,92 kN/m³ dan ruang umum (koridor) 4,79 kN/m³.
- Mutu beton ($f'c$) 20 MPa – 30 MPa dengan interval 5 MPa.
- Mutu baja (f_y) 240 MPa dan 400 MPa.

Pemodelan dengan SAP2000

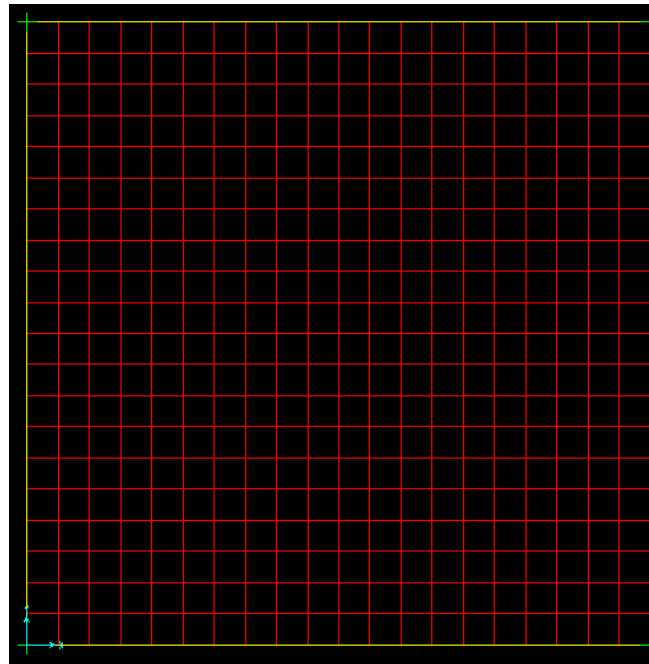




1m x 1m

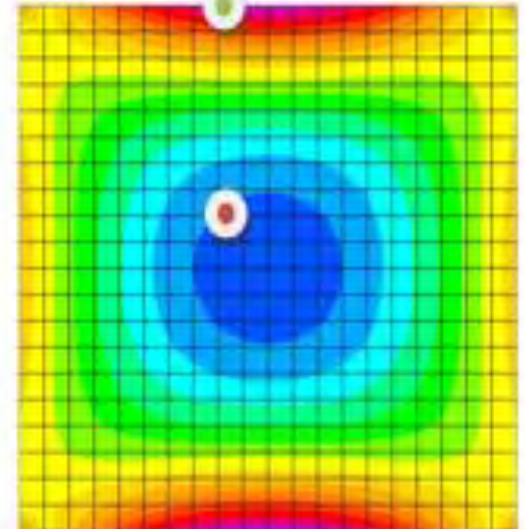
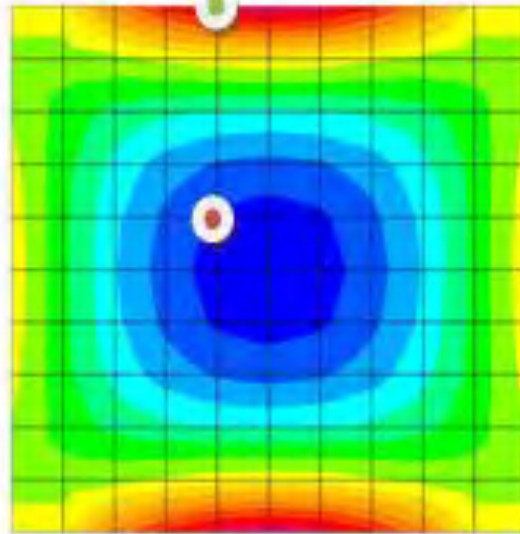
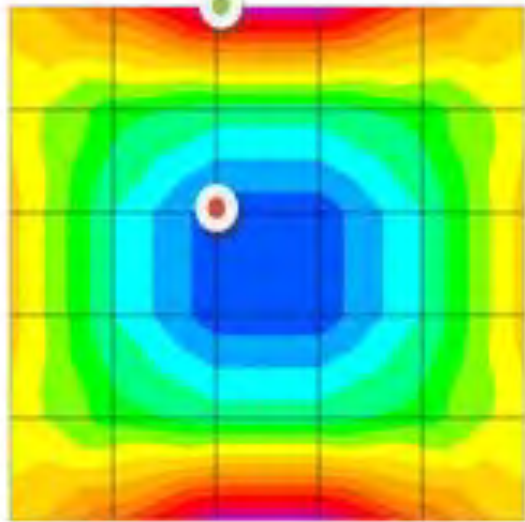


0,5m x 0,5m



0,25m x 0,25m

Analisa Mesh

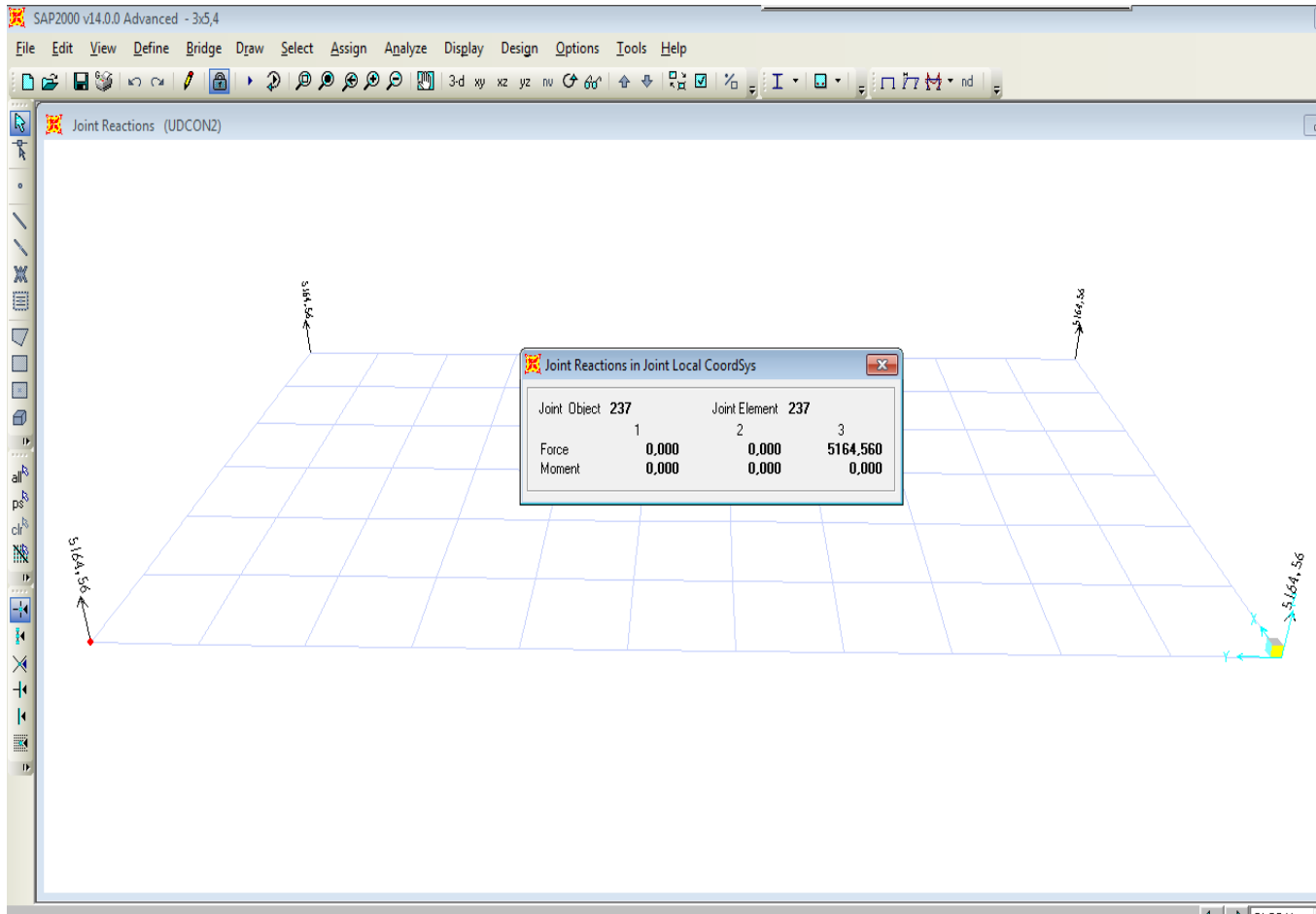


Ukuran mesh	1x1 m	0,5x0,5 m	0,25x0,25m
M22 titik 1	-1199,01	-1219,58	-1213,3
		2%	1%
M22 titik 2	899,35	828,43	816,34
		9%	1%

Validasi Perhitungan

- Contoh perhitungan menggunakan pemodelan pada sap2000 versi 14.00
- Dimensi pelat lantai:
- Lebar (L_x) = 3 meter
- Perbandingan $L_y/L_x=1,4$
- Sehingga Panjang (L_y) = 5,4 meter
- Balok tepi (25/50)
- Pembebanan Pelat Lantai
- Berat Sendiri pelat = $0,12 \times 24\text{kN/m}^3$ = 2,88 kN/m²
- Berat plafon = 0,11 = 0,11 kN/m²
- Berat finishing = 1,25 = 1,25 kN/m²
- $q_D = 4,24$ kN/m²
- Beban hidup $q_L = 4,79$ kN/m²
- Beban ultimate = $1,2 q_D + 1,6 q_L$ = 12,752 kN/m²

Hasil Reaksi Tumpuan dengan pemakaian SAP2000 (satuan kg)



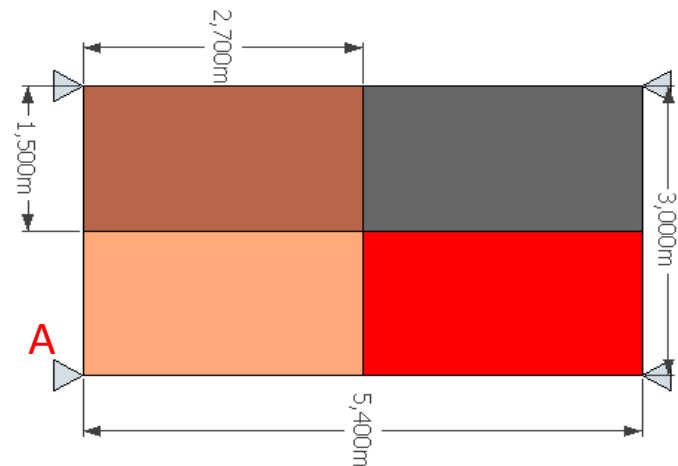
Hasil dengan perhitungan manual

- Dengan menggunakan tributary area (perhitungan manual), diperoleh:

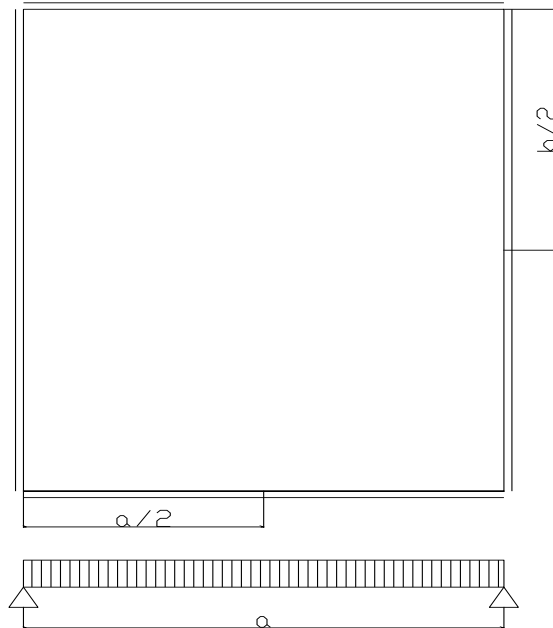
Tumpuan A menerima beban sebesar:

$$= 12,752 \text{ kN/m}^2 \times 1,5 \text{ m} \times 5,4/2 \text{ m}$$

$$= 51,6456 \text{ kN} = 5164,56 \text{ kg}$$



Kontrol Lendutan



$$w_{\text{max}} = \alpha \frac{q \cdot a^4}{D}$$

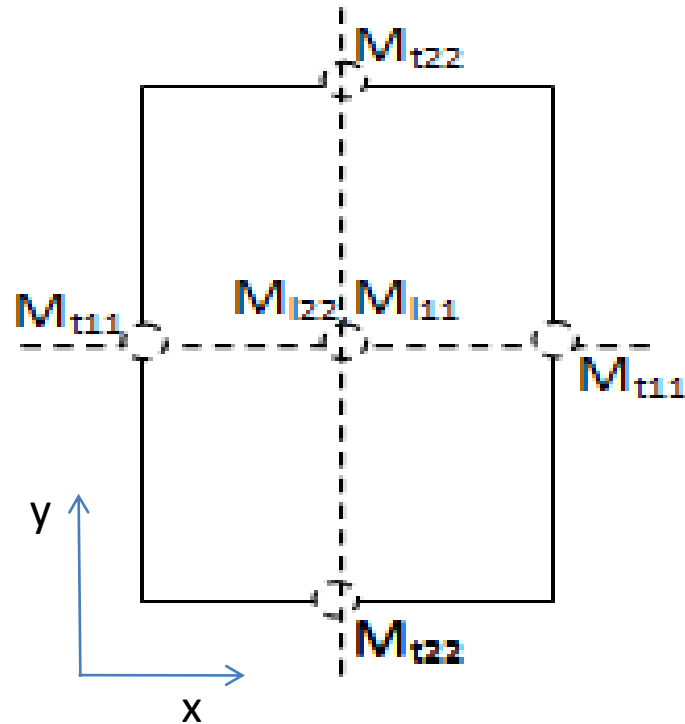
b/a	α	b/a	α
1	0,00406	1,8	0,00931
1,1	0,00485	1,9	0,00974
1,2	0,00564	2	0,01013
1,3	0,00638	3	0,01223
1,4	0,00705	4	0,01282
1,5	0,00722	5	0,01297
1,6	0,0083	10	0,013
1,7	0,00833	~	0,01302

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)} = \frac{E \cdot I_g}{(1 - \nu^2)}$$

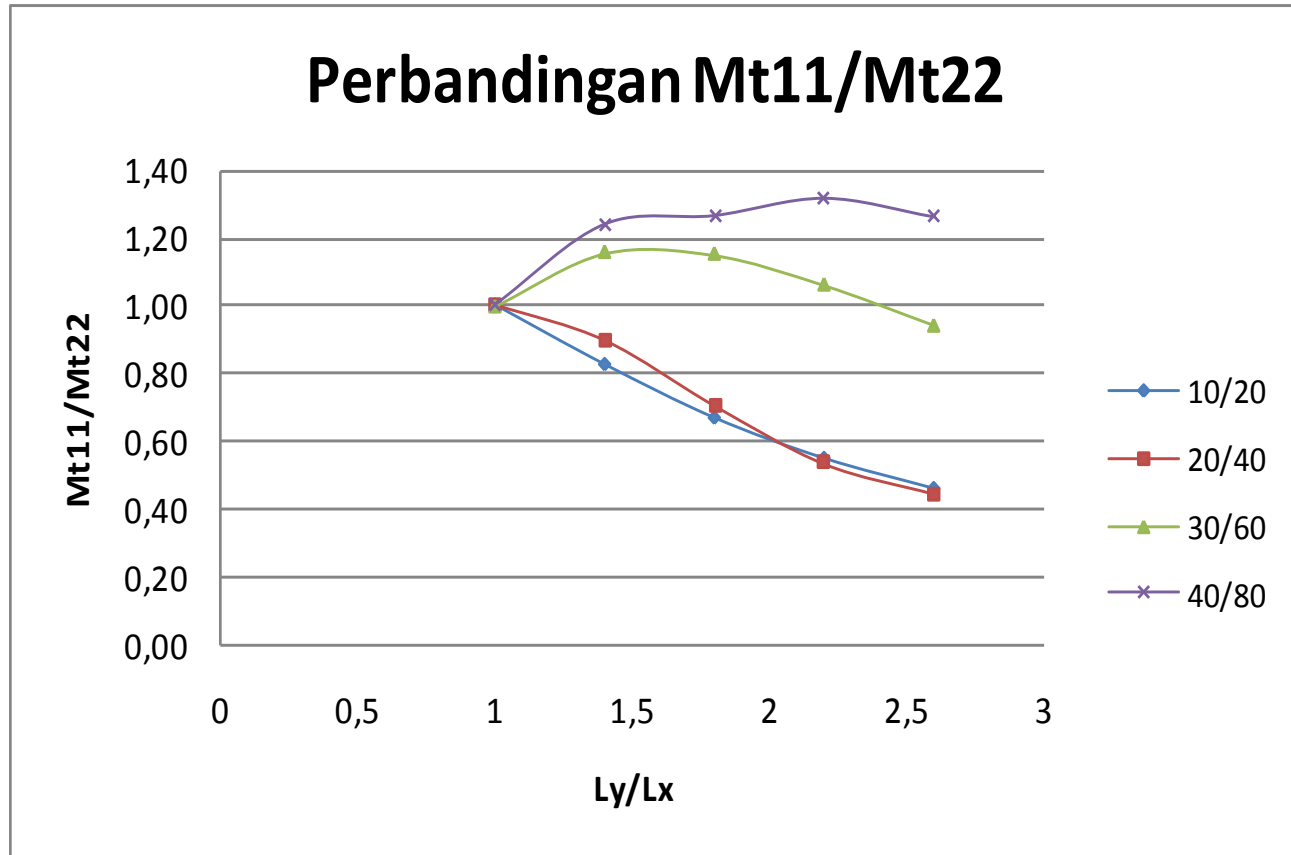
Kasus Lain

- Perbandingan Momen tumpuan arah x dan momen tumpuan arah y.
- Perbandingan Momen tumpuan arah x dan momen tumpuan arah y.

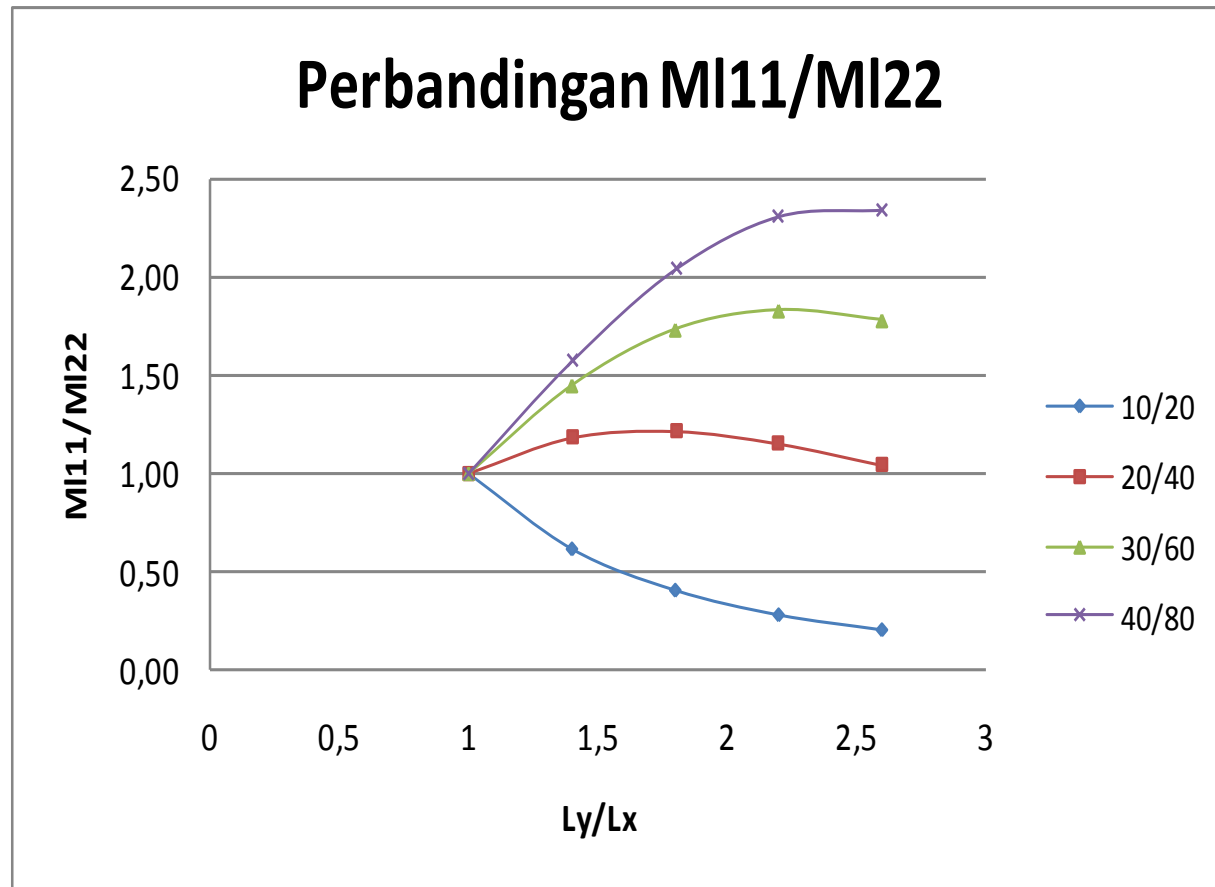
Pengambilan Momen Tumpuan dan Lapangan



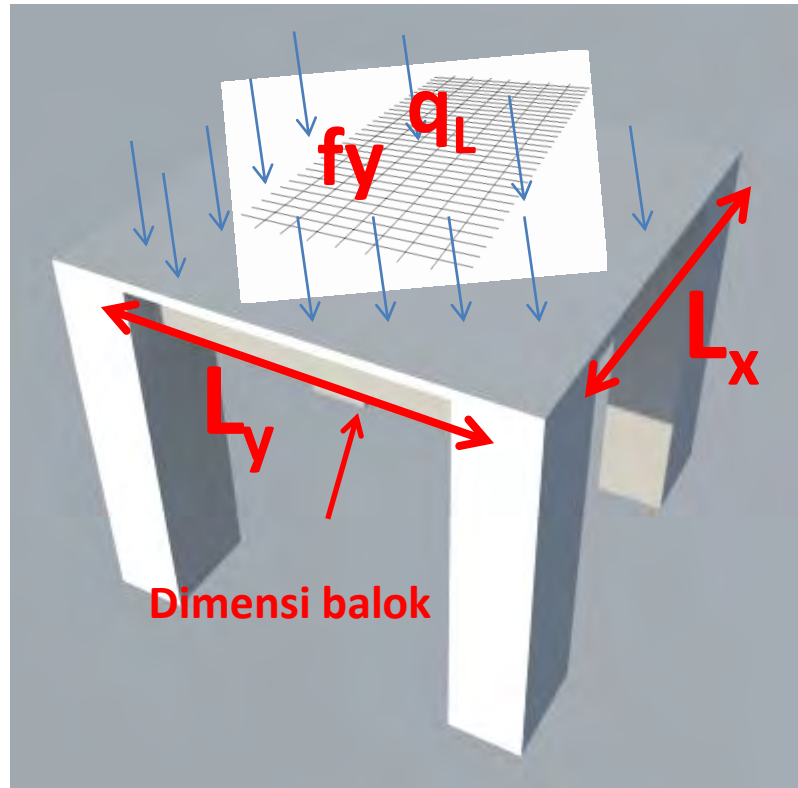
Perbandingan Momen Tumpuan arah 1-1 dan momen tumpuan arah 2-2 $l_x=4$ meter



Perbandingan momen lapangan arah 1-1 dan momen lapangan arah 2-2 ($l_x=4$ meter)



Pemakaian Tabel Tulangan



Cara konversi ke tulangan wiremesh

Rumus ::

$$\begin{array}{l} \text{Luas Kawat Union} \\ \text{Yang Dibutuhkan} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Luas Tulang U-24} \\ \text{Yang Ada} \end{array} \times \frac{\text{Tegangan Leleh U-24}}{\text{Tegangan Leleh U-50}}$$

Contoh

∴ Tulangan U-24

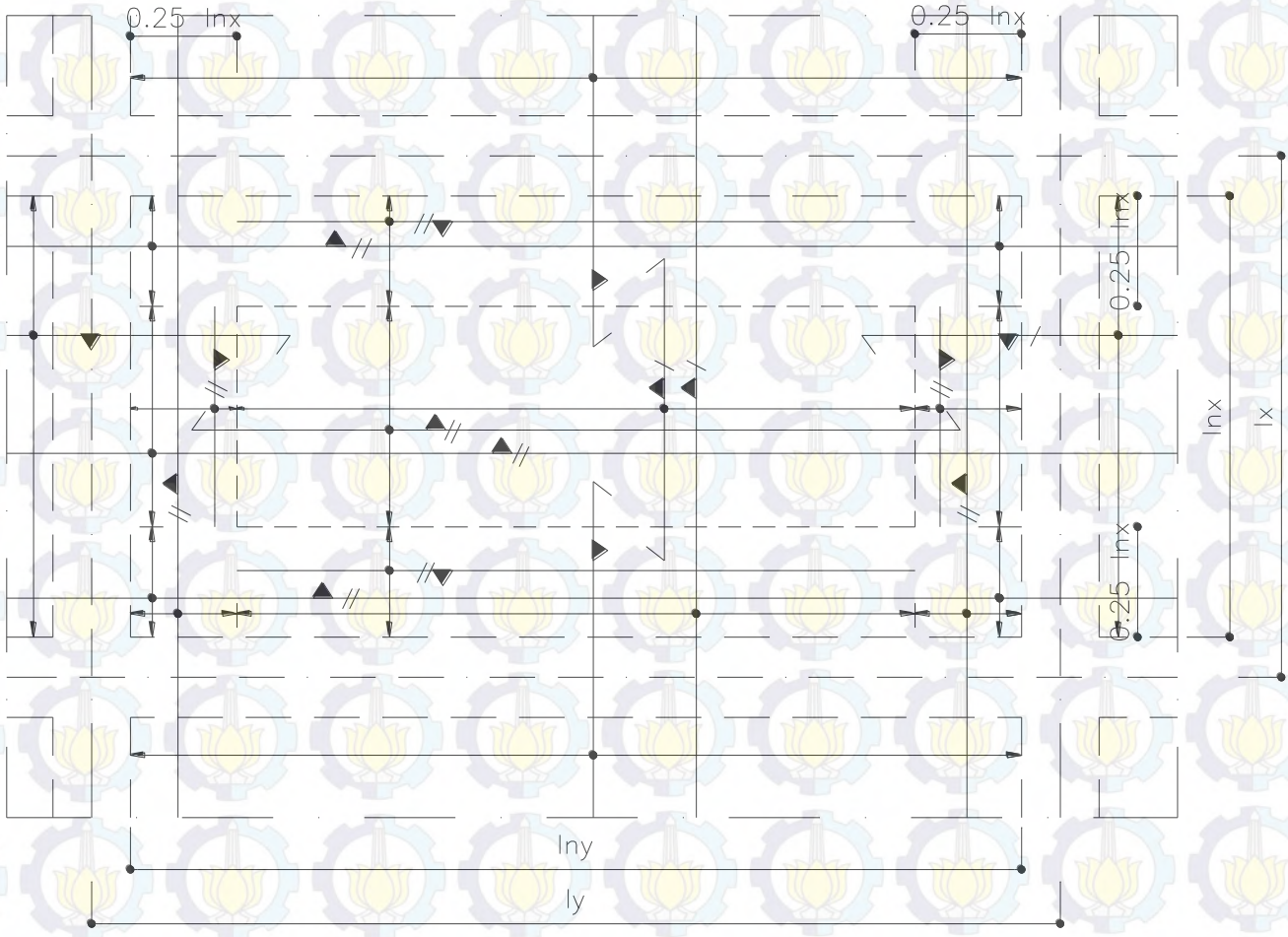
- Tulangan U-24
- Luas Penampang
- Diameter 10 mm - 150 mm
- = 5,24 cm²

∴ Tulangan U.50 (JKBL Union)

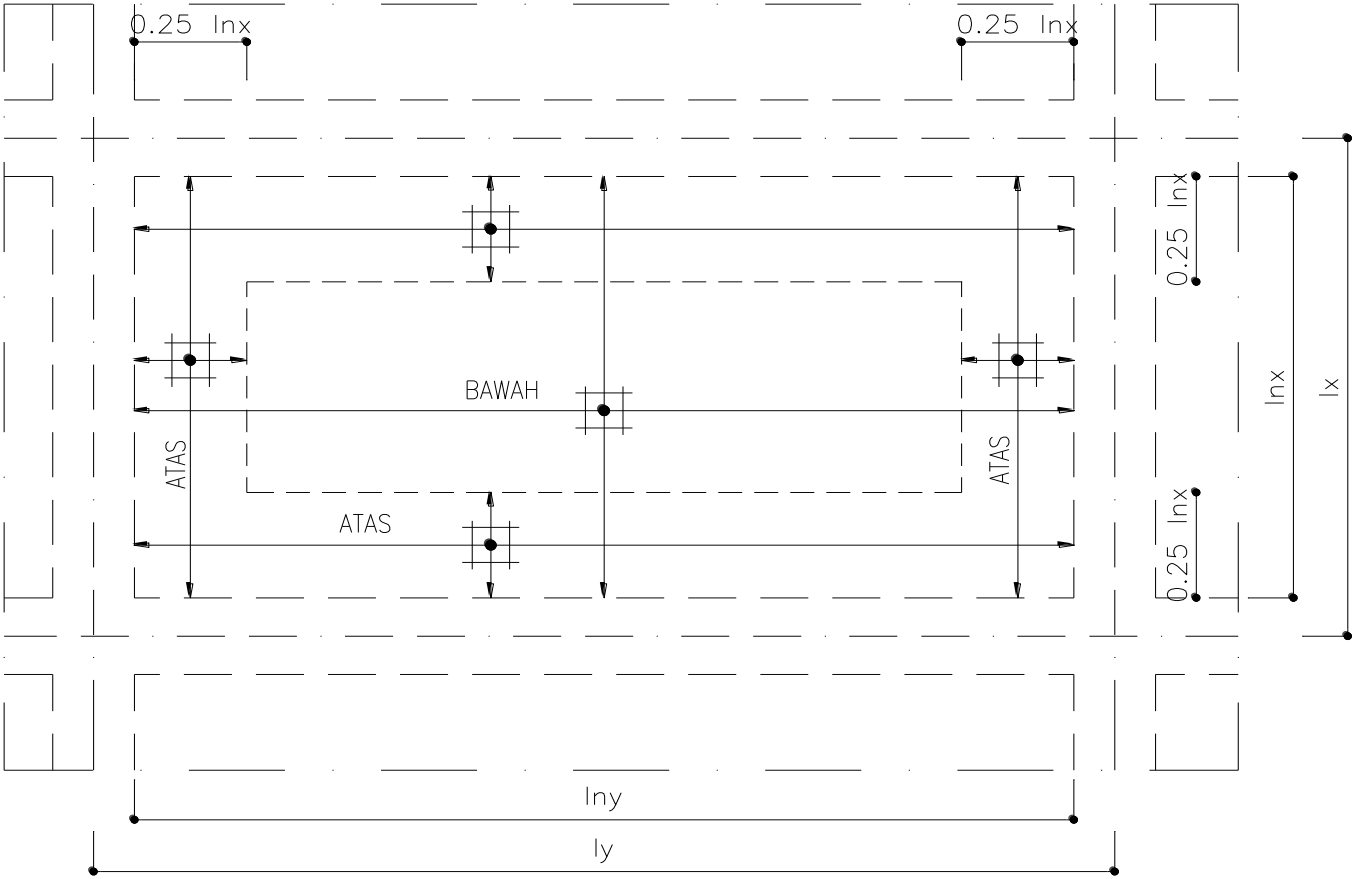
$$\begin{array}{l} \text{Luas Kawat Union} \\ \text{Yang Dibutuhkan} \end{array} = 5,24 \text{ cm}^2 \times \frac{2400 \text{ kg/cm}^2}{5000 \text{ kg/cm}^2}$$
$$= 2,515 \text{ cm}^2$$

Dari Tabel diperoleh JKBL Union
Diameter 7 mm - 150 mm
Luas = 2,57 cm²

Gambar Penulangan pelat dengan tulangan biasa



Gambar Penulangan pelat dengan tulangan wiremesh



Kesimpulan

- Cara memperoleh tulangan pelat lantai secara cepat, adalah dengan membuat suatu tabel.
- Terdapat perbedaan momen yang diperoleh dengan perhitungan PBI 1971 dan program bantu SAP2000.
- Hasil akhir adalah tabel yang berisikan tulangan pelat lantai dengan variabel l_x (bentang terpendek), l_y/l_x , l_y (bentang terpanjang), mutu beton (f'_c), dan mutu baja (f_y).
- Gambar tulangan pelat lantai, dapat berupa tulangan untuk daerah lapangan yang hanya terdiri dari tulangan satu lapis, penulangan dengan menggunakan tulangan wiremesh, dan tulangan dua sisi penuh.

Terima Kasih