

ANALISA DAN PERHITUNGAN PADA STRUKTUR PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR PETI KEMAS (PELINDO II) BANDAR LAMPUNG

Oleh : Dadang Iskandar, S.T.

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro

Email : dadangiskandar@rocketmail.com

Abstrak: Di dalam pembangunan gedung bertingkat diperlukan pengetahuan dalam perencanaan struktur sehingga bangunan tersebut tidak mengalami kehancuran struktur yang dapat merobohkan bangunan tersebut. Bangunan yang direncanakan selain dapat berfungsi dengan baik pada beban kerja, struktur direncanakan juga mempunyai nilai ekonomi bersaing. Desain struktur plat, balok, kolom dan pondasi direncanakan dan dianalisis terhadap kombinasi beban, agar struktur dan komponen struktur memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai pada kondisi beban kerja.

Banyak masalah yang timbul dan upaya mengatasinya maka perlu ditunjang dasar-dasar perencanaan sehingga dalam pelaksanaannya dihasilkan bangunan yang cukup praktis dan ekonomis dan tidak meninggalkan prinsip-prinsip dasar konstruksi antara lain peraturan SKSNI T-15-1991-03, Peraturan Pembebanan Indonesia, dan masih banyak lainnya. Analisa dan perhitungan dilakukan disesuaikan dengan bangunan yang akan dibangun dan keadaan tempat. Untuk perhitungan selalu diperhatikan beban maksimal yang terjadi, dan tulangan yang digunakan adalah tulangan maksimal sesuai dengan hasil perhitungan.

Kata Kunci : Analisa dan Perhitungan pada Struktur Gedung

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan pesatnya ekspor import nasional dan internasional di Propinsi Lampung ini, maka sangatlah berpengaruh pada salah satu perusahaan Pelindo II (Pelabuhan Indonesia) Cabang Panjang Bandar Lampung. Mengingat gedung kantor Pelindo II yang lama dibangun tidak memadai dalam menunjang aktifitas yang ada di Pelindo II. Oleh sebab itu pihak Pelindo II berinisiatif untuk membangun gedung kantor yang baru.

Untuk membangun gedung diperlukan pengetahuan dalam perencanaan struktur yang tahan terhadap gravitasi dan gangguan yang mana mengingat letak pembangunan di daerah pantai sangatlah rawan pada keadaan goegrafis dan

gempanya maka itu seluruh strukturnya pembangunan itu harus dibangun lebih kuat sehingga tidak akan terjadi kerusakan yang dapat merobohkan gedung tersebut.

Struktur yang digunakan mendapat beban maksimal sehingga bangunan dapat bertahan dalam kurun waktu tertentu. Dalam perencanaan bangunan rangka portal kolom harus dibuat lebih kuat dari pada baloknya dan balok lebih kuat dari pada plat lantai sebab keruntuhan kolom, berarti keruntuhan portal bangunan.

1.2. Maksud dan Tujuan Perencanaan

Analisa perencanaan Pembangunan Gedung Kantor Petikemas (Pelindo II) analisa terdiri dari:

- a. Mendapatkan hasil bangunan yang maksimal dengan analisa

- perhitungan manual bangunan terlebih dahulu.
- b. Bangunannya diharapkan dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama, tidak rusak dan runtuh karena keadaan alam ataupun kekuatan dari struktur itu sendiri.

1.3. Batasan Masalah

Masalah yang dihadapi adalah belum adanya perhitungan yang meliputi pondasi, kolom, balok, plat lantai dan atap untuk pembangunan gedung Kantor Petikemas (Pelindo II). Pedoman yang digunakan:

- a. Untuk analisa perhitungan manual beton menggunakan standart SK-SNI T-15-1991-03 tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung.
- b. Peraturan pembebanan Indonesia.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang akan dicari penyelesaian adalah perencanaan dan perhitungan struktur pada pembangunan gedung kantor peti kemas (PELINDO II) agar stuktur yang digunakan dapat beban maksimal sehingga bangunanya lebih kuat dan bertahan dengan jangka waktu yang tertentu

II. LANDASAN TEORI

2.1. Perencanaan Struktur Bangunan

Bangunan yang akan direncanakan adalah bangunan bertingkat 4 (empat). Pada dasarnya bangunan bertingkat terdiri dari beberapa bagian elemen struktur yang saling berhubungan. Dalam SK-SNI T - 15 - 1991 - 03 pasal 2.1 tentang struktur dinyatakan dalam perencanaan struktur bertulang harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Analisis struktur harus dilakukan dengan cara-cara mekanika teknik yang baku.
- b. Analisis dengan komputer harus jelas.

Semua komponen struktur beton harus diproposikan sesuai dengan ketentuan dalam SK - SNI T-1991-03 dengan menggunakan faktor pembebanan dan faktor reduksi kekuatan(ϕ). Dalam perencanaan gaya-gaya yang bekerja merupakan hal penting dalam proses perhitungan.

Konstruksi yang akan direncanakan berdasarkan kondisi pembebanan yang paling maksimal sehingga tetap aman pada kondisi kerja normal. Untuk mencapai konstruksi yang aman perencanaan harus mengingat faktor berikut :

- a. Tegangan ijin, dimana tegangan timbul telah direncanakan tidak melampaui tegangan ijinnya. Sehingga tidak terjadi kehancuran pada matrial yang digunakan.
- b. Pembebanan dimana beban-beban yang bekerja pada satu konstruksi harus dikalikan dengan angka keamanan.
- c. Kondisi batas dimana beban kerja dikali dengan faktor keamanan dan membagi kekuatan ultimit bahan dengan faktor keamanan.

2.2. Pembebanan

Berdasarkan SK-SNI T - 15 - 1991 - 03 pasal 3.12 tentang tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung. Jenis beban terbagi menjadi 3 macam yaitu:

1. Beban Mati (D)
Beban mati adalah berat dari semua bagian bangunan yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, pekerjaan pelengkap (finishing)

serta alat atau mesin yang merupakan bagian tak terpisahkan dari rangka bangunannya. Yang perhitungannya didasarkan pada ukuran, bentuk dan berat jenis material yang digunakan.

2. Beban Hidup (L).
Beban hidup adalah berat dari penghuni atau barang-barang yang dapat berpindah yang bukan merupakan dari bangunan. Atau dapat juga disebut dengan beban sementara yang diperhitungkan berdasarkan tafsiran dan atau pengalaman dan pedoman praktik. Pada atap contohnya, air hujan yang mengembang termasuk beban hidup.
3. Beban yang disebabkan oleh alam
Ada dua beban yang disebabkan oleh alam yaitu :

- a. Beban Angin (W)
beban angin adalah beban yang bekerja pada bagiannya karena adanya selisih tekanan udara (hembusan angin kencang).
- b. Beban Gempa (G)
Beban gempa adalah besarnya getaran yang terjadi dalam struktur rangka bangunan akibat adanya gerakan tanah yang disebabkan oleh gempa dan dihitung berdasarkan analisa dinamik.

Selain beban-beban di atas perlu diperhitungkan juga beban khusus yaitu beban kerja yang berasal dari selisih suhu, penurunan Pondasi, susut bahan, gaya rem dari kran, getaran mesin berat dll.

Faktor reduksi kekakuan ϕ ditentukan sebagai berikut :

1. Lempung tanpa beban aksial 0,8
2. Beban aksial

- a. Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur 0,8
 - b. Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur 0,8
3. Geser dan Torsi 0,6
 4. Tumpuan pada Beton 0,7
 5. Panjang penyaluran tidak menggunakan reduksi kekuatan ϕ .

2.3. Sifat dan karakteristik bahan

Rangka portal untuk bangunan bertingkat rendah umumnya dibuat dari bahan konstruksi beton bertulang. Bahan beton merupakan konstruksi yang kuat menahan gaya desak sedangkan tulang baja mampu menahan gaya tarik, jadi bahan beton bertulang merupakan konstruksi bangunan yang mampu menahan gaya desak dan gaya tarik, yaitu gaya-gaya yang bersifat dapat merusak pada konstruksi. Selain itu beton bertulang juga merupakan konstruksi tahan gempa, tahan api, merupakan bahan yang kuat dan awet tidak perlu perawatan dan dapat berumur panjang.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Data Penelitian

Data-data primer yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- Luas bangunan : 2.560 m²
- Tinggi bangunan : Bangunan terdiri dari 4 (empat) tingkat yang tiap tingkatnya mempunyai sisi tinggi 4 meter sehingga ketinggiannya adalah $4 \times 4 = 16$ m.

3.2. Pengolahan dan Pengambilan Data

3.2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi terletak di daerah panjang yang berlokasi di Pembangunan Gedung Kantor Peti Kemas (Pelindo II) Jl. Yosudarso pelabuhan Bandar Lampung.

3.2.2. Metode yang dilaksanakan

a. Dasar Perhitungan

- Perhitungan mekanika yang digunakan untuk menghitung beban yang bekerja pada portal adalah program shap 2000.
- Perhitungan beton menggunakan acuan pada SKSNI T15-1991-03.
- Perhitungan pembangunan mengacu pada Pedoman Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983).

b. Gambaran Rencana

Gambaran rencana adalah gambar yang terdiri dari gambar pra rencana dan gambar detail dasar dengan sekala yang lebih besar.

IV. PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Struktur Pelat

4.1.1. Dasar Perhitungan

Dalam perhitungan pelat lantai ini digunakan analisa perhitungan pelat lantai yang menahan dua arah, sedangkan perhitungan yang diambil hanya untuk satu type pelat lantai. Untuk hasil perhitungan selanjutnya hasilnya ditabulasikan.

Syarat perencanaan pelat dua arah menurut SK-SNI-15-1991-03 adalah :

1. Minimal harus ada bentang menerus dalam setiap arah.
2. Panel harus berbentuk persegi dengan rasio antara bentang panjang terhadap bentang pendek diukur dalam sumbu ke sumbu tidak boleh lebih dari 2 atau $L_y/L_x \leq 2$.

4.1.2. Perhitungan Tebal Pelat

Pada bab terdahulu telah dikemukakan ada dua macam jenis pelat yaitu : pelat satu arah dan pelat dua arah, adapun perhitungan tebal pelat sebagai berikut :

1) Pelat satu arah

$$\begin{aligned}h &= 1/20 \cdot l_x \\ &= 1/20 \cdot 255 \\ &= 12,75 \text{ mm}\end{aligned}$$

2) Pelat dua arah

$$\begin{aligned}h_{\min} &= \frac{\text{Ln}(0,8 + F_y/1500)}{6 + 5\beta (tm - 0,2(1 + 1/\beta))} \\ &= \frac{400(0,8 + 390/1500)}{6 + 5 \cdot 1(2 - 0,2(1 + 1/1))} \\ &= 10,7 \text{ cm} \\ h_{\max} &= \frac{\text{Ln}(0,8 + F_y/1500)}{36} \\ &= \frac{400(0,8 + 390/1500)}{36} \\ &= 11,77 \text{ cm}\end{aligned}$$

Selanjutnya dalam SK-SNI-T-15-03-91 mensyaratkan dalam segala hal, tebal minimum untuk pelat satu arah maupun pelat untuk dua arah tidak boleh kurang dari 12 cm (120 mm), maka digunakan tebal pelat = 12 mm oleh sebab itu lendutan tidak diperhitungkan.

4.1.3. Perhitungan Pembebanan Pelat Atap

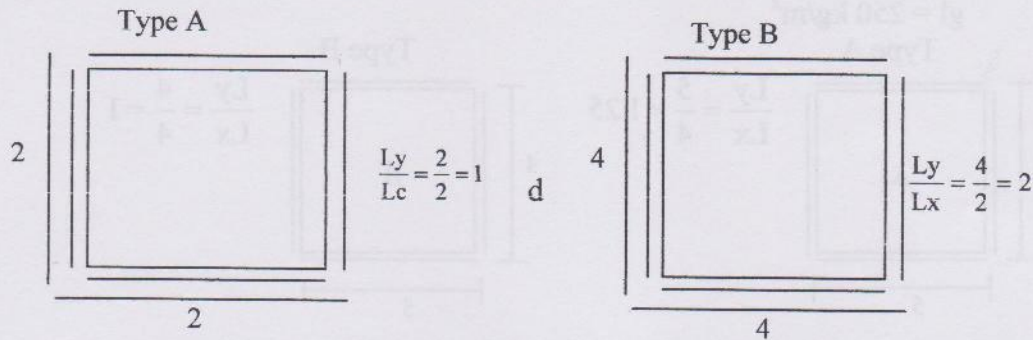
Pembebanan dengan beban mati (WD) untuk pelat atap

- Berat pelat $= 1 \cdot 0,01 \cdot 2.400 = 240 \text{ kg/m}^2$
 - Berat genangan air (0,01 m) $= 0,01 \cdot 1.000 = 10 \text{ kg/m}^2$
- WD $= 250 \text{ kg/m}^2$

$$W_L = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$W_u = 1,2 \cdot 250 + 1,6 \cdot 100 = 460 \text{ kg/m}^2 = 4,6 \text{ kN/m}^2$$

4.1.4. Perhitungan Penulangan Pelat Atap



Gambar 1. Penulangan Pelat Atap

Data-data umum

$$F'_c = 25 \text{ Mpa}$$

$$F_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$F \text{ Reduksi } \Phi = 0,85$$

$$\text{Rencana tebal pelat atap} = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Rencana tebal pelat lantai} = 120 \text{ mm}$$

$$\text{Bentang terpanjang untuk pelat atap} = 4.000 \text{ mm}$$

$$\text{Bentang terendah untuk pelat atap} = 2.000 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal penutup beton untuk atap (P)} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal penutup beton untuk lantai} = 25 \text{ mm}$$

Dengan interpolasi didapat

$$M = 0,001 \cdot W_u \cdot Q \cdot L_x^2$$

$$M_{Lx} = 0,025 \cdot 4,6 \cdot 2^2 = 0,46 \text{ kN.m}$$

$$M_{Ly} = 0,025 \cdot 4,6 \cdot 2^2 = 0,46 \text{ kN.m}$$

$$M_{t_x} = 0,051 \cdot 4,6 \cdot 2^2 = 0,93 \text{ kN.m}$$

$$M_{t_y} = 0,051 \cdot 4,6 \cdot 2^2 = 0,93 \text{ kN.m}$$

Perhitungan tulangan

$$h = 100 \text{ mm}$$

$$p = 20 \text{ mm}$$

$$\phi \rho = 8 \text{ mm}$$

Tinggi efektif pelat atap

Digunakan diameter tulangan 8 mm

$$\begin{aligned} dx &= h - p - \frac{1}{2} \cdot Dx \\ &= 100 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 8 \\ &= 76 \text{ mm} \end{aligned}$$

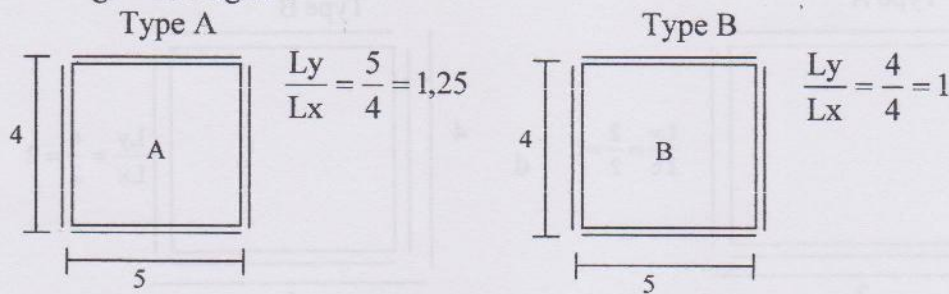
$$\begin{aligned} dy &= h - p - \phi \rho - \frac{1}{2} Dx \\ &= 100 - 20 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 8 \\ &= 68 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.1.5. Perhitungan Penulangan Pelat Lantai

1) Beban Hidup (gl)

Beban hidup yang dipakai dalam perhitungan ini menyesuaikan dengan fungsi pelat lantai, diambil berdasarkan peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung 1983 yaitu :

Fungsi lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, restoran, hotel, rumah sakit
 $gl = 250 \text{ kg/m}^2$.



Gambar 2. Penulangan Pelat Lantai

Tinggi efektif pelat lantai

Tebal lantai direncanakan = 120 mm ϕ 10 mm

$dx = 120 - 25 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 90 \text{ mm}$

$dy = 120 - 25 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 80 \text{ mm}$

4.2. Perhitungan Struktur Portal

4.2.1. Dimensi Perencanaan Portal

Berdasarkan SSB - 91 pasal 3,14,9 pasal 3.3.8 Maka pembatasan dimensi balok dan kolom portal adalah sebagai berikut :

Dimensi balok

1. $L/d > 4$

2. $b/h > 0,3$

3. $b > 250$

4. $b < bc + \frac{3}{4} h$

Dimana :

L = bentang balok antar As kolom

d = tinggi efektif balok

b = lebar balok

h = tinggi balok

bc = lebar kolom tengah lurus arah memanjang balok

Lcn = panjang kolom antar tepi balok

Dimensi kolom

1. $bc > 300 \text{ mm}$

2. $bc / hc > 0,40$

3. $Lcn / b < 16$

Berdasarkan ketentuan di atas didapat analisa struktur yang ditinjau sebagai berikut :

Dimensi balok

1. $L/d = 800/90 > d$
2. $b/h = 40/60 = 0,6 > 0,3$
3. $b = 400 > 200$
4. $b < bc + \frac{3}{4} h$

Dimensi kolom

1. $bc = 400 \text{ mm} > 300 \text{ mm}$
2. $bc / hc = 400/400 > 0,40$
3. $L_{cn} / bc < 16$

4.2.2. Perhitungan Gaya Geser Horizontal Total Akibat Gempa

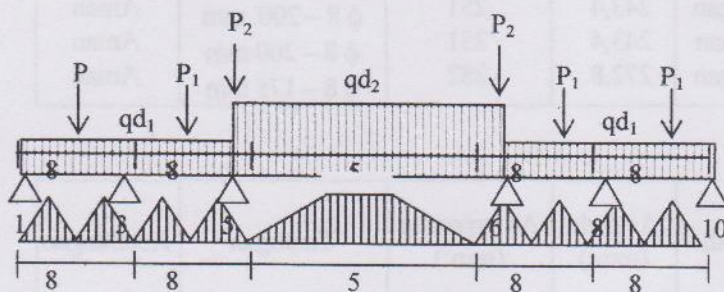
4.2.2.1. Perhitungan Berat Struktur

❖ Beban-beban yang diperhitungkan

➤ Beban atap

1. Luasan atap keseluruhan = 90 m^2
2. Beban hidup pada atap = 100 kg/m^2
3. Berat merata pelat
 - Beban mati = 460 kg/m^3
 - Beban hidup reduksi = $0,8 \cdot 400 = 320 \text{ kg/m}^3$
4. Berat dinding = 250 kg/m^3
5. Berat resplang + tulang beton
 - $0,08 \cdot 1 \cdot 2400 = 192 \text{ kg/m}^3$
6. Berat ring balok = $0,2 \cdot 0,3 \cdot 2400 = 144 \text{ kg/m}^3$
7. Berat konsol beton = $0,2 \cdot 0,3 \cdot 2400 = 144 \text{ kg/m}^3$
8. Berat balok arah y = $0,2 (0,3 - 0,12) \cdot 2400 = 86,4 \text{ kg/m}^3$
9. Berat balok arah x = $0,3 (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 201,6 \text{ kg/m}^3$
10. Berat balok induk = $0,4 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 460,8 \text{ kg/m}^3$
11. Berat kolom (40/40) = $0,4 \cdot 0,4 \cdot 2400 = 384 \text{ kg/m}^3$

4.5.2. Analisis pembebanan balok portal lantai A



Gambar 3. Pembebanan balok portal lantai

Beban merata Q

❖ Beban mati (qd^1)

- Berat Pelat = $1,33 \cdot 408 = 543,86 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $0,3 \cdot (4,3 - 0,4) \cdot 2400 = 280,8 \text{ kg/m}$
 - Berat balok 40/60 = $0,4 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 460,8 \text{ kg/m}$
- = 1285,46 kg/m**

❖ Beban mati (qd^2)

- ❖ Berat Pelat = $1,66 \cdot 408 = 677,28 \text{ kg/m}$

- ❖ Berat dinding = $0,3 \cdot (5,3 - 0,4) \cdot 2400 = 352,8 \text{ kg/m}$
- ❖ Berat balok 40/60 = $0,4 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 460,8 \text{ kg/m}$
= **1490,88 kg/m**
- ❖ Beban hidup (g_1)
 - Berat beban hidup pelat = $1,33 \cdot 0,75 \cdot 250 = 249,93 \text{ kg/m}$
- ❖ Beban hidup (g_2)
 - Berat beban hidup pelat = $1,66 \cdot 0,75 \cdot 250 = 311,25 \text{ kg/m}$
- ❖ Beban terpusat (p)
 - Realisasi balok anak arah x as 6 ($2,4 \cdot 7 \cdot 9$) $P_1 = 10650,8 \text{ kg}$
 - Realisasi balok anak arah x as 6 ($5,6$) $P_2 = 8111,7 \text{ kg}$
- ❖ Beban ultimate balok induk
 - $Q_{u1} = 1,2 \cdot g_1 + 1,6 \cdot q_d = 2356,6 \text{ kg/m}$
 - $Q_{u2} = 1,2 \cdot g_1 + 1,6 \cdot q_d = 2758,90 \text{ kg/m}$

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa struktur dan pembahasan yang dilakukan pada bab-bab sebelumnya, maka kesimpulan yang didapat ditarik dari penelitian ini adalah :

1. Struktur Pelat Atap dan Lantai

Atap

Type	Elemen	Daerah	As perlu (mm^2)	As terpasang (mm^2)	Tulangan	Keterangan
A	Arah x	Tumpuan	272,82	282	$\phi 8 - 175 \text{ mm}$	Aman
		Lapangan	243,4	251	$\phi 8 - 200 \text{ mm}$	Aman
B	Arah x	Tumpuan	272,8	282	$\phi 8 - 175 \text{ mm}$	Aman
		Lapangan	243,4	251	$\phi 8 - 200 \text{ mm}$	Aman
	Arah y	Tumpuan	243,4	251	$\phi 8 - 200 \text{ mm}$	Aman
		Lapangan	272,8	282	$\phi 8 - 175 \text{ mm}$	Aman

Lantai

Type	Elemen	Daerah	As perlu (mm^2)	As terpasang (mm^2)	Tulangan	Keterangan
A	Arah x	Tumpuan	525,6	628	$\phi 10 - 125 \text{ mm}$	Aman
		Lapangan	322,2	335	$\phi 8 - 150 \text{ mm}$	Aman
	Arah y	Tumpuan	510,9	524	$\phi 10 - 125 \text{ mm}$	Aman
		Lapangan	286,4	335	$\phi 8 - 150 \text{ mm}$	Aman
B	Arah x	Tumpuan	322,2	335	$\phi 10 - 150 \text{ mm}$	Aman
		Lapangan	322,2	335	$\phi 10 - 150 \text{ mm}$	Aman
	Arah y	Tumpuan	300,6	335	$\phi 10 - 150 \text{ mm}$	Aman
		Lapangan	286,4	287	$\phi 10 - 175 \text{ mm}$	Aman

2. Struktur pada balok arah atap dan lantai

Balok arah atap

Type	Daerah	As perlu (mm ²)	As terpasang (mm ²)	φ _{tul. sengk}	φ _{tul utama}	Keterangan
A	Tumpuan	176,2	226	φ 6 – 225 mm	2 φ 12 mm	Aman
	Lapangan	176,2	226	φ 6 – 225 mm	2 φ 12 mm	Aman
B	Tumpuan	371,6	462	φ 6 – 225 mm	3 φ 14 mm	Aman
	Lapangan	371,6	462	φ 6 – 150 mm	3 φ 14 mm	Aman

Lantai

Type	Daerah	As perlu (mm ²)	As terpasang (mm ²)	φ _{tul. sengk}	φ _{tul utama}	Keterangan
A	Tumpuan	1098,9	1134	φ 6 – 175 mm	4 φ 19 mm	Aman
	Lapangan	801,9	851	φ 6 – 175 mm	3 φ 19 mm	Aman
B	Tumpuan	613,6	851	φ 6 – 150 mm	3 φ 19 mm	Aman
	Lapangan	429,7	567	φ 6 – 150 mm	3 φ 19 mm	Aman

3. Struktur pada balok induk atap dan lantai

Type	Daerah	As perlu (mm ²)	As terpasang (mm ²)	φ _{tul. sengk}	φ _{tul utama}	Keterangan
A	Tumpuan	780,5	851	φ 10 – 175 mm	3 φ 19 mm	Aman
	Lapangan	180,5	851	φ 10 – 175 mm	3 φ 19 mm	Aman
B	Tumpuan	867,04	924	φ 12 – 150 mm	3 φ 20 mm	Aman
	Lapangan	824,9	924	φ 12 – 150 mm	3 φ 20 mm	Aman

Analisa dan perhitungan yang telah dilakukan untuk gedung Kantor Petik Emas (Pelinggo II) Bandar Lampung (bertingkat 4) diperoleh sebagai hasil sebagai berikut:

1. Pada analisa plat, balok, kolom dan pondasi memperoleh hasil yang maksimum dan pada setiap struktur memiliki jumlah tulangan yang bervariasi, dengan menggunakan metode manual.
2. Pada perhitungan plat, balok, kolom dan pondasi perhitungannya digunakan metode SAP 2000 yang jumlah tulangannya bervariasi pula.

5.2. Saran

Untuk mendapatkan hasil perhitungan yang sesuai dengan batas ketentuan minimum akan tetapi tidak meninggalkan segi ekonomis hal-hal yang sangat perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Dalam standar SK SNI T-15-1991-03 struktur direncanakan untuk memiliki cadangan kekuatan untuk memikul beban yang lebih tinggi dari beban normal. Kapasitas cadangan ini mencakup faktor-faktor yang dapat digolongkan dalam dua kategori, yaitu:
 - Faktor pembebanan yang memperhitungkan pelampauan beban.

- Faktor reduksi kekuatan yang memperhitungkan kurangnya mutu bahan di lapangan.
2. Metode perencanaan SK SET T-15-1991-03 dapat dinyatakan sebagai berikut :
 - Kekuatan yang ada (tersedia) \geq Kekuatan yang diperlukan untuk memikul beban berfaktor.
 - Sehingga struktur yang dihasilkan akan lebih kuat dan aman akan tetapi tidak meninggalkan segi ekonomis.
 3. Perhitungan statika sangat berpengaruh pada perencanaan kekuatan struktur dan dimensi balok yang akan digunakan. Untuk mendapatkan hasil yang lebih ekonomis maka sebaiknya perhitungan konstruksi dilakukan pada setiap elemen batang.
 4. Kekurangan kekuatan yang diakibatkan oleh variasi yang merugikan dari kekuatan bahan, pengerjaan, dimensi pengendalian dan tingkatan dari pengawasan, sekalipun faktor tersebut masih dalam toleransi yang disyaratkan.

Analisa dan perhitungan dilakukan disesuaikan dengan bangunan yang akan dibangun dan keadaan tempat. Untuk perhitungan selalu diperhatikan beban maksimal yang terjadi, dan tulangan yang digunakan adalah tulangan maksimal sesuai dengan hasil perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chu-Kia, Charles G Salmon. 1996. *Desain Beton Bertulang*. Jakarta. Erlangga. 484 hal.
- Departemen Pekerjaan Umum 1991, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Untuk Bangunan Gedung*. SK SNI T-15-1991-03, 180 hal

Departemen Pekerjaan Umum. 1981. *Pertaturan Muatan Indonesia Untuk Gedung*. Bandung: Yayasan Lembaga penyelidikan Masalah Bangunan.

Departemen Pekerjaan Umum. 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, PBBI 83.

Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung : Yayasan LBM.

Vis. W.C. Kusuma, Gedeon 1993. *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang Seri* Jakarta : Erlangga.

Vis. W.C. Kusuma, Gedeon 1993. *Grafik Dan Perhitungan Beton Bertulang Seri Beton 4*. Jakarta : Erlangga.