

ANALISA PERHITUNGAN STRUKTUR BETON GEDUNG E KAMPUS 1 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO

Oleh : Ir. Masherni, M.T.

Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro

Email: masherni21@yahoo.co.id

Abstrak: Perhitungan struktur dapat dilakukan dengan berbagai cara baik manual ataupun memakai sistem komputerisasi. Untuk perhitungan beton dapat menggunakan peraturan SNI 03-2847-2002, SK SNI T-15-1991-03, ACI atau peraturan lain yang sejenis. Untuk perhitungan portal dapat dilakukan dengan cara manual seperti cara Kani dan Takabeya, sedangkan untuk perhitungan secara komputerisasi dapat menggunakan Program SAP 2000.

Penelitian dilakukan di Gedung E Kampus 1 Universitas Muhammadiyah Metro. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah dengan cara : observasi langsung keadaan bangunan struktur yang sudah ada dilapangan agar kita mengetahui langsung bagaimana susunan kerangka portal yang sebenarnya. Untuk perhitungan betonnya mengacu pada peraturan ACI, SK SNI T-15-1991-03 dan SNI 03-2847-2002. sedangkan untuk perhitungan struktur portalnya dilakukan dengan menggunakan program SAP 2000.

Hasil perhitungan dengan menggunakan SAP 2000 kemudian dapat ditabelkan agar dapat mempermudah dalam perhitungannya, untuk menentukan ketebalan suatu plat menggunakan rumus ACI dapat lebih efisien karena tebal plat yang didapat lebih minimum dibandingkan dengan menggunakan rumus SK SNI T-15-1991-03 ataupun SNI 03-2847-2002, walaupun pada dasarnya semua peraturan mengacu pada tingkat kekuatan, keamanan sebuah struktur bangunan tetapi tingkat biaya harus juga dipertimbangkan.

Kata Kunci : Analisa Perhitungan Struktur Beton

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan semakin berkembangnya kemajuan zaman seiring laju perekonomian yang semakin pesat, maka sarana dan prasarana pembangunan sangat berperan penting dalam mendukung suatu negara. Suatu bangunan dinilai bahwa ia merupakan suatu bangunan yang baik dan indah, tidak hanya berdasarkan keindahan bentuk dari arsitektur saja, tetapi juga memperhitungkan kekuatan dari struktur itu sendiri baik dari kualitas kayu, rangka baja, atap serta jenis beton yang digunakan.

Sebuah struktur bangunan gedung membutuhkan suatu analisa kekuatan struktur, disamping analisa pada saat perencanaan, juga dapat dilakukan analisa setelah pembangunan. Struktur bangunan gedung pada umumnya dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) bagian, yaitu struktur bangunan bagian atas yang dapat dilihat secara visual atau yang terletak diatas permukaan tanah dan struktur bangunan yang tidak dapat dilihat secara visual karena terletak dibawah permukaan tanah.

Beton yang baik adalah beton yang dibuat sedemikian rupa yang memperhitungkan kemanfaatan, sehingga memenuhi kuat

tekan maupun kuat tarik sesuai dengan karakter beton yang dibutuhkan. Pulau Sumatera identik dengan jalur gempa, hal ini diketahui dari kenyataan bahwa sepanjang pulau Sumatera merupakan jalur gempa Asia yaitu dimana bertemunya lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia, oleh sebab itu dalam penelitian ini juga akan dibahas mengenai pengaruh beban gempa terhadap daya dukung suatu struktur bangunan gedung.

Dalam perhitungan kekuatan beton pada suatu struktur, khususnya di dalam perhitungan struktur beton sangat penting untuk menjaga ketelitian dalam perhitungan agar mutu suatu beton dapat mencapai mutu rencana yang diharapkan. Faktor yang menghambat perhitungan suatu konstruksi, yaitu belum dikuasainya secara penuh perhitungan struktur beton. Konstruksi beton perlu diperhitungkan secara teliti, agar konstruksi tersebut aman.

1.2. Maksud dan Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. Menganalisis serta menghitung ulang kekuatan struktur beton dengan menggunakan dimensi dan ukuran-ukuran dari elemen-elemen struktur yang digunakan dilapangan, apakah telah sesuai dengan standarisasi yang telah ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum

dan Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI).

2. Membandingkan hasil perhitungan rencana dengan hasil perhitungan analisa pada struktur bangunan gedung yang menjadi objek penelitian.

1.3. Batasan Masalah

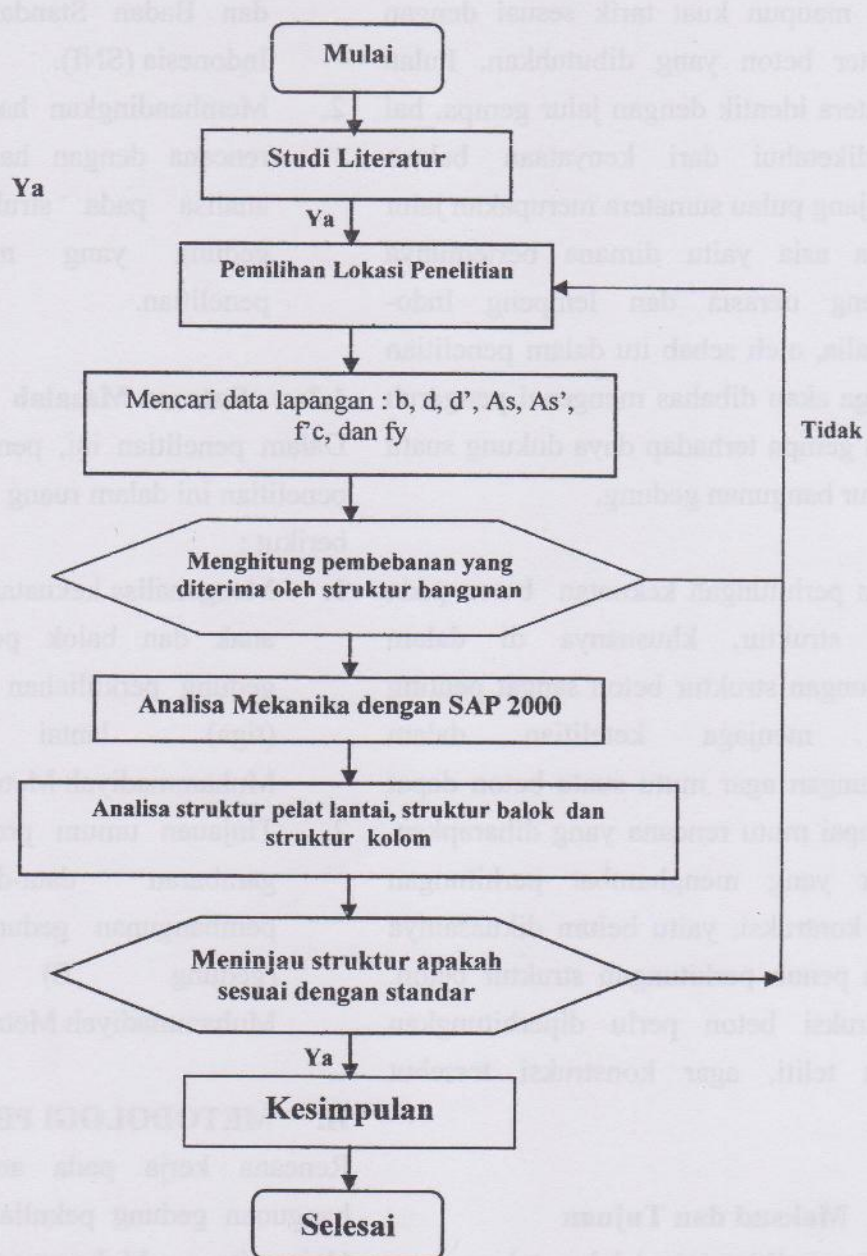
Dalam penelitian ini, penulis membatasi penelitian ini dalam ruang lingkup sebagai berikut ;

1. Menganalisa kekuatan struktur balok anak dan balok portal bangunan gedung perkuliahan (gedung E) 3 (tiga) lantai Universitas Muhammadiyah Metro.
2. Tinjauan umum proyek mengenai gambaran data-data proyek pembangunan gedung perkuliahan (gedung E) Universitas Muhammadiyah Metro.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Rencana kerja pada analisis struktur bangunan gedung perkuliahan Gedung E Universitas Muhammadiyah Metro, dijelaskan secara garis besarnya dengan diagram alir pada gambar di bawah ini:

Bagan Alir Program Kerja



Gambar 1. Bagan Alir Program Kerja

Tahapan prosedur penelitian / analisis Struktur Gedung E Universitas Muhammadiyah Metro sebagai berikut :

1. Menentukan bagian-bagian struktur bangunan gedung yang akan di analisa, mengingat batasan masalah penelitian ini dibatasi pada Gedung E Universitas Muhammadiyah Metro pada Sumbu/As (*center line*) E, yang meliputi Pelat, Balok dan Kolom.
2. Mengumpulkan data-data primer dari lapangan yang menjadi titik tolak analisa terhadap struktur bangunan gedung, seperti :
 - a. Mutu Beton Rencana (f_c')
Mutu beton rencana ialah nilai kuat tekan beton rencana dalam Mpa.
 - b. Mutu baja yang digunakan (f_y)
Mutu baja yang digunakan pada gedung yang dianalisa yaitu kuat leleh yang disyaratkan dari tulangan beton non prategang, dalam Mpa.
 - c. Dimensi beton yang akan dianalisis yaitu ukuran beton mulai dari ketebalan, lebar, panjang hingga luasan dan volume balok, kolom maupun pelat yang akan di analisis.
 - d. Luas tulangan yang digunakan yaitu jumlah seluruh luas baja tulang yang digunakan pada balok, kolom maupun pelat.

III. PEMBAHASAN

3.1. Analisa Plat

Dalam perhitungan gedung ini digunakan plat lantai dari beton dengan mutu $f_c' = 20$ Mpa dan tulangan dengan mutu baja $f_y = 240$ Mpa. Tebal plat direncanakan 12 cm untuk plat lantai dan

pembebanan menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1987.

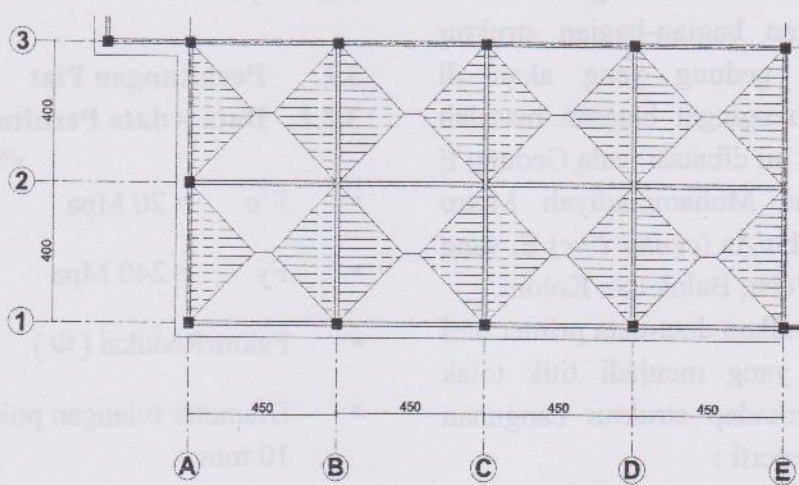
3.2. Perhitungan Plat

3.2.1. Data – data Perhitungan Plat

- $F_c' = 20$ Mpa
- $F_y = 240$ Mpa
- Faktor Reduksi (Φ) = 0,8
- Diameter tulangan pokok = 10 mm
- Bentang Terpanjang = $L_{ny} = 450 \times 600$ cm
- Bentang Terpendek = $L_{nx} = 250 \times 400$ cm
- Untuk tebal plat lantai direncanakan = 12 cm
- Selimut beton direncanakan = 2 cm

3.3 Perhitungan Balok Anak Lantai As.2-2

Penyaluran beban pada balok memanjang As.2-2 adalah beban trapesium.



Gambar 2. Pembebanan Balok Anak Lantai As.2- 2

Pembebanan:

$$Leq = 2 \left\{ \frac{1}{6} \cdot lx \left(3 - 4 \left(\frac{lx}{2 \cdot ly} \right)^2 \right) \right\} = 2 \left\{ \frac{1}{6} \cdot 4 \left(3 - 4 \left(\frac{4}{2 \cdot 4,5} \right)^2 \right) \right\} =$$

$$= 0,26 \text{ m}$$

- $W_{D\text{plat}} = 0,2634 \times 8,692 = 2,29 \text{ kN/m}$

- Tebal plat 12 cm dan lebar 100 cm

$$0,12 \times 1 \times 24 = 2,9 \text{ kN/m}$$

- Beban hidup lantai = 2,5 kN/m

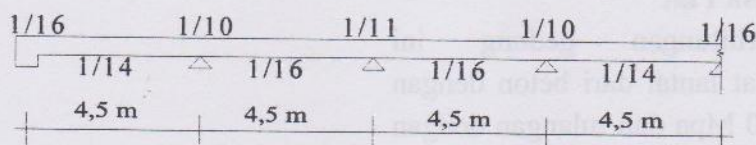
$$\text{Total beban plat} = 2,2895 + 2,9 + 2,5 = 7,69 \text{ kN/m}$$

Direncanakan menggunakan balok 15/50

- Berat sendiri balok (20/35) = $0,15 \times 0,50 \times 24 = 1,8 \text{ kN/m}$

- Berat sendiri plat lantai = $\frac{7,69 \text{ kN/m}}{W_U} = 9,49 \text{ kN/m}$

Perhitungan mekanika balok memanjang plat plat lantai

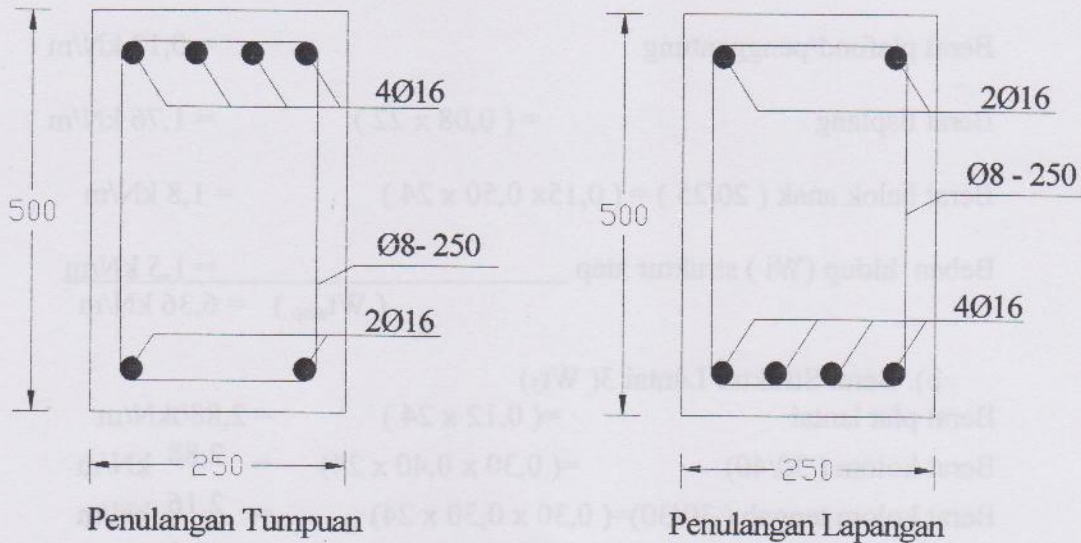


Gambar 3. Analisa Mekanika Balok Anak Lantai

Momen-momen yang menentukan yaitu:

▪ Momen tumpuan = $1/10 \cdot W_u \cdot l^2 = 1/10 \cdot 9,49 \cdot 4,5^2$
 = 19,22 kN.m

▪ Momen lapangan = $1/14 \cdot W_u \cdot l^2 = 1/14 \cdot 9,49 \cdot 4,5^2$
 = 13,73 kN.m



Gambar 4. Tulangan Tumpuan dan Lapangan pada Balok Anak Lantai

Tabel 1. Perhitungan Momen Balok Anak Lantai

Bentang (m)	Momen		W_u (kN/m)	L^2 (m ²)	Hasil (kN.m)
4,5 meter	Tumpuan	1/10	9,49	4,5 ²	19,22
4,5 meter	Lapangan	1/14	9,49	4,5 ²	13,73

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 2. Perhitungan Jumlah Tulangan Balok Anak Lantai

M_n	R_n	ρ	ρ_{min}	ρ_{maks}	$A_{s_{perlu}}$ (mm ²)	$A_{s_{pakai}}$ (mm ²)	Ø - jumlah tulangan
19,22	0,47	0,0019	0,0058	0,0323	658,3	803	4 Ø 16
13,73	0,33	0,0014	0,0058	0,0323	658,3	803	4 Ø 16

Sumber : Hasil perhitungan

3.4 Perhitungan Gaya Geser Horizontal Total Akibat Gempa

3.4.1 Perhitungan Berat Struktur Bangunan

Berat bangunan yang dihitung adalah berat bangunan yang ditinjau dalam perhitungannya.

a). Berat struktur atap (W_{atap})

$$\text{Berat atap metal roof} = (1,35 \times 0,5) = 0,67 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat dinding atap} = (0,18 \times 2,5) = 0,45 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat plafond/penggantung} = 0,18 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat lisplang} = (0,08 \times 22) = 1,76 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat balok anak (20/25)} = (0,15 \times 0,50 \times 24) = 1,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban hidup (} W_i \text{) struktur atap} = 1,5 \text{ kN/m}$$

$$(W_{\text{atap}}) = 6,36 \text{ kN/m}$$

b). Berat Struktur Lantai 3 (W_{t_3})

$$\text{Berat plat lantai} = (0,12 \times 24) = 2,880 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat kolom (30/40)} = (0,30 \times 0,40 \times 24) = 2,88 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat kolom tengah (30/30)} = (0,30 \times 0,30 \times 24) = 2,16 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat balok induk (25/50)} = (0,25 \times 0,50 \times 24) = 3,0 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat balok anak (20/35)} = (0,15 \times 0,50 \times 24) = 1,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat dinding} = (0,38 \times 4,0) = 1,52 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat keramik} = (0,04 \times 0,3) = 0,012 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat plafond/penggantung}$$

$$= 0,18 \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban hidup (} W_i \text{) struktur lantai} = 2,50 \text{ kN/m}$$

$$W_t = 16,9 \text{ kN/m}$$

c). Berat Struktur Lantai 2 (W_{t_2})

$$\text{Berat plat lantai} = (0,12 \times 24) = 2,880 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat kolom (30/40)} = (0,30 \times 0,40 \times 24) = 2,88 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat kolom tengah (30/30)} = (0,30 \times 0,30 \times 24) = 2,16 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat balok induk (25/50)} = (0,25 \times 0,50 \times 24) = 3,0 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat balok anak (20/35)} = (0,15 \times 0,50 \times 24) = 1,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat dinding} = (0,38 \times 4,0) = 1,52 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat keramik} = (0,04 \times 0,3) = 0,012 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat plafond/penggantung} = 0,18 \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban hidup (} W_i \text{) struktur lantai} = 2,50 \text{ kN/m}$$

$$W_t = 16,9 \text{ kN/m}$$

d). Berat Struktur Lantai 1 Tempat Parkir (W_{t_1})

$$\text{Berat kolom (30/40)} = (0,30 \times 0,40 \times 24) = 2,88 \text{ kN/m}$$

$$\text{Berat kolom tengah (30/30)} = (0,30 \times 0,30 \times 24) = 2,16 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat balok induk (25/50)} &= (0,25 \times 0,50 \times 24) = 3,0 \text{ kN/m} \\ \text{Berat balok anak (20/35)} &= (0,15 \times 0,50 \times 24) = 1,8 \text{ kN/m} \\ \text{Wt} &= 9,8 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Berat lantai keseluruhan atap:

$$\begin{aligned} \text{Wt} &= \text{W}_{\text{atap}} + \text{w}_3 + \text{w}_2 + \text{w}_1 \\ &= 6,36 + 16,9 + 16,9 + 9,8 = 50,0 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

3.4.2 Perhitungan Waktu Getar Bangunan

Untuk keperluan analisis pendahuuan struktur dan unsur-unsurnya, waktu getar alami (T) dalam detik dapat ditentukan dengan rumus pendekatan sebagai berikut:

$$T_x = T_y = 0,06 H^{3/4}$$

Dimana H = tinggi bangunan

$$\begin{aligned} \text{Maka : } T_x = T_y &= 0,06 \cdot (15,5)^{3/4} \\ &= 0,47 \text{ dt} \end{aligned}$$

3.4.3. Koefisien Gempa Dasar

Sesuai dengan wilayah gempa dasar di indonesia, untuk daerah lampung yang terletak di wilayah 4 dari grafik koefisien gempa dasar untuk jenis tanah keras diperoleh nilai c = 0,03

3.4.4 Faktor Keamanan (I) Dan Faktor Jenis Struktur (K)

Dari Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung 1987 diperoleh :

- Faktor keutamaan (I) = 1,5
- Faktor jenis struktur (K) = 1,0

3.4.5 Gaya Geser Horizontal Akibat Gempa

Gaya geser total akibat gempa dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_x = V_y &= C.I.K.Wt \\ &= 0,03 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 50 = 2,3 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Distribusi gaya geser dasar horisontal total akibat gaya gempa sepanjang tinggi gedung :

Rumus : H/A dimana :

H = tinggi gedung = 15,5 m

A = lebar penahan gempa : 18,5 m (arah x)

: 42 m (arah y)

Maka untuk arah X = $H/A = 15,5/18,5 = 0,8 < 3$

$$Y = H/A = 15,5/42 = 0,4 < 3$$

Karena harga $H/A < 3$ baik untuk arah X maupun arah Y maka rumus gaya geser horisontal akibat gempa tiap lantai dihitung dengan persamaan :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot V$$

$$\sum W_i \cdot h_i = 50,0 \times 15,5 = 775,0 \text{ kN/m}$$

Hasil perhitungan selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 3. Pembagian Gaya Geser Horizontal

Elemen	Hi	Wi	Wi . Hi	\sum Hi . Wi	Fi/3
	(m)	(kN)	kN/m	(kN/m)	(kN)
Atap	15,5	6,36	98,58	453,98	0,217
Lantai 3	11,5	16,9	194,35	453,98	0,428
Lantai 2	7,5	16,9	126,75	453,98	0,279
Lantai 1	3,5	9,8	34,3	453,98	0,076

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. TABULASI PEMBEBANAN PADA PORTAL ASE-E

Struktur Lantai	Jenis Pembebanan	Berat Kolom Tepi	Berat Kolom Tengah	Berat Balok	Berat Lantai	Berat Dinding	Berat Keramik	qD	qL	qL-ekivalen	P	Q _{ult}
		(30/40)	(30/30)	(25/50)	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
Lantai 3	P1	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P2	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P3	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P4	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P5	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P6	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
Lantai 2	Q				2.9	4.6	0.3	7.7	2.5	2.7	5.2	13.29
	P1	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P2	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P3	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P4	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P5	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
Lantai 1	P6	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	Q				2.9	4.6	0.3	7.7	2.5	2.7	5.2	13.29
	P1	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P2	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P3	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P4	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P5	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	P6	2.9	2.2	3.0				8.0	2.5	2.7	5.2	
	Q				2.9	4.6	0.3	7.7	2.5	2.7	5.2	13.29

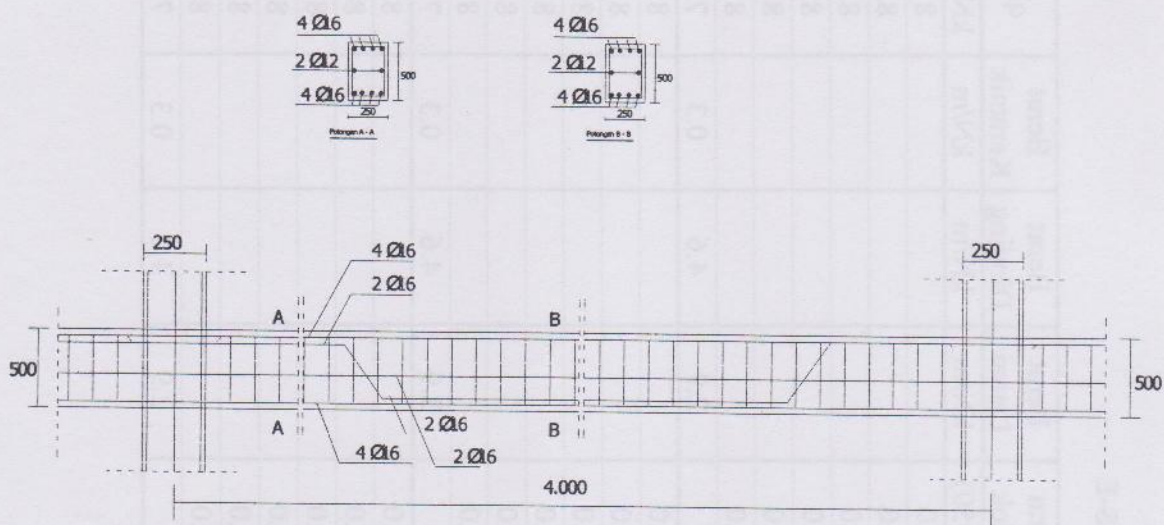
Sumber : Hasil Perhitungan

3.5 Perhitungan Kolom Portal

Tabel 5. Kombinasi Beban berfaktor pada kasus kolom (frameno.1)

	Beban Mati	Beban Hidup	Gempa	Kombinasi 1,05(DD+0,6DL+DE)
Aksial	76,77	18,146	18,045	73,095
Momen	1,84	0,566	26,439	25,474
Geser	1,62	0,503	12,314	10,912

sumber : hasil perhitungan dengan SAP 2000 versi 14



DETAIL PENULANGAN BALOK MEMANJANG ATAP
Skala 1 : 100

Gambar.5. Penulangan Balok Dan Sengkang

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang penulis sebutkan maka penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa :

1. Beban yang diterima oleh setiap bagian struktur telah sesuai dengan beban rencana yang diinginkan.
2. Kebutuhan pada setiap struktur akan luasan tulangan secara umum telah terpenuhi bahkan ada jumlah luasan yang melampaui, karena perhitungan

mengambil pada momen yang maksimal sebagai acuan perhitungan.

4.2 Saran.

Berdasarkan beberapa kesimpulan yang didapat maka dapat disarankan bahwa :

1. Dalam merencanakan sebuah struktur sebaiknya memperhatikan nilai-nilai yang telah ditentukan, sehingga mampu menyediakan sebuah bangunan yang baik dalam kualitas dan nyaman.
2. Pada saat pelaksanaan pekerjaan agar memperhatikan spesifikasi bahan dan

alat yang disyaratkan agar mampu memberikan hasil struktur yang layak dan memenuhi standar.

3. Perawatan beton harus dilakukan dengan maksimal pada pasca pelaksanaan pengerjaan beton.
4. Pengawasan secara berkala selama pelaksanaan dan setelah atau masa pemeliharaan berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

Ali Asroni, *Kolom Pondasi dan Balok T Beton Bertulang*, Graha Ilmu. Jogjakarta. 2010

Ali Asroni, *Balok dan Pelat Beton Bertulang*, Graha Ilmu. Jogjakarta, 2010

Anonim. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983*. Bandung. 1983

Departemen Pekerjaan Umum. *Tatacara Perhitungan Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung. 2002

Departemen Pekerjaan Umum. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Gedung*. Bandung. 2002

Handi Pramono dan Rekan, *Desian Kontruksi Plat dan Rangka Beton Bertulang dengan SAP 2000 versi 9*, Penerbit Andi, Jogjakarta, 2007.

Surat Keputusan Standar Nasional Indonesia Tahun 2002, Perencanaan Beton Bertulang.