TINJAUAN STRUKTUR APARTEMEN PORIS 88 TANGERANG

Oleh :
Wiratna Tri Nugraha²
Hanifah Sukrulah Aminudin¹,
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Suryakencana Cianjur

ABSTRAK

Peninjauan struktur Apartemen Poris 88 Tangerang ini mengacu pada standar peraturan-peraturan perencanaan gedung Indonesia yang berlaku seperti, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002), Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (SNI 1727-1989) dan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002). Beban-beban yang ditinjau untuk perencanaan mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk gedung 1983 dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). Perhitungan struktur menggunakan software SAP 2000 v.15. Struktur atas meliputi kontrol kekuatan pelat, balok, dan kolom. Yang meliputi gaya aksial, gaya geser dan momen. Pembebanan yang ditinjau untuk perencanaan elemen struktur adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Analisis gempa menggunakan metode analisa statik ekuivalen. Gaya-gaya dalam diperoleh dari output SAP 2000 v.15. Dan dari hasil kontrol dimensioning didapatkan bahwa beberapa balok tidak aman terhadap gaya geser, yaitu portal as A3 pada lantai 2(79);5(198);7(272);9(346);11(420) dan disimpulkan bahwa struktur bangunan tersebut kurang aman.

Kata kunci: *Struktur gedung, tinjauan struktur, beton bertulang, SRPMM, SAP v.15.1.0, tulangan.*

1. PENDAHULUAN

Peninjauan ulang struktur ini disebabkan karena terjadinya beberapakali pergantian konsultan dan kontraktor. Meskipun desain tidak berubah banyak, tapi untuk hasil yang lebih akurat maka struktur perlu ditinjau ulang.

Hal ini tentunya perlu dikaji ulang mulai dari perencanana arsitektur sampai pada perhitungan kekuatan struktur agar mendapatkan hasil yang lebih akurat. Tanpa menyinggung berbagai pihak yang bersangkutan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Balok

Pada perencanaan gedung ini memiliki 2 jenis tumpuan pada balok dan pada pelat, yaitu satu ujung menerus dan kedua ujung menerus. Balok umumnya menjadi satu kesatuan yang monolit dengan pelat.

Pelat berlaku sebagai lapis sayap tekan yaitu sebagai komponen struktur yang bekerja pada dua arah lenturan saling tegak

lurus, sedangkan balok berlaku sebagai badan. Fungsi balok adalah sebagai penyalur beban dari lantai ke kolom.

Dalam menentukan ukuran penampang balok, yaitu didasarkan pada tebal minimum (h_{min}) balok terhadap panjang bentang (h), maka dilakukan pendekatan berdasarkan SNI 03-2847-2002 Tabel 2.2.

Dengan L adalah bentang terpanjang, ketentuan ini berlaku untuk nilai $f_y = 400$ MPa, sedangkan untuk f_y selain nilai tersebut maka dikalikan dengan $(0,4 + f_y/700)$. Untuk lebar balok (bw), syaratnya adalah $bw = h/2$ sampai dengan $2h/3$.

Pelimpahan beban merata pada balok-balok struktur dilakukan dengan metode amplot. Dengan cara ini, balok-balok struktur tersebut ada yang memikul beban trapesium dan beban segitiga. Untuk memudahkan perhitungan, beban trapesium dan beban segitiga diubah menjadi beban merata ekuivalen (q_c).

Rumus:

Ø Beban trapesium diubah menjadi beban merata ekuivalen

$$q_{ek} = \frac{1}{2} q \cdot \left(\frac{l_x}{l_y} \right) \cdot \left(l_y^2 - \frac{1}{3} l_x^2 \right)$$

Beban segitiga diubah menjadi beban merata ekuivalen

$$q_e = \frac{1}{3} q \cdot l_x$$

Dimana: L_x dan L_y adalah panjang bentang untuk segmen pelat.

2.2 Pelat

Pelat adalah elemen struktur yang mempunyai fungsi sebagai penopang langsung beban atau tumpuan beban. Dalam perencanaan gedung ini digunakan pelat dua arah.

Pelat dua arah adalah pelat beton bertulang yang mempunyai angka perbandingan antara bentang yang panjang dengan yang pendek kurang dari 2. Pada pelat dua arah, momen yang diperhitungkan dalam dua arah $\frac{L_y}{L_x} < 2$, L_y merupakan bentang yang lebih panjang dan L_x adalah bentang yang pendek.

Berdasarkan Pasal 11.5.3 SNI 03-2847-2002, dalam menentukan ukuran penampang pelat, maka diambil panel terbesar sebagai panel yang akan ditinjau. Untuk menentukan tebal pelat perlu diketahui terlebih dahulu nilai α_m . Dibawah ini adalah rumus menentukan α_m .

$$\alpha = \frac{E_{cb} / I_b}{E_{cp} / I_p}$$

Untuk menghitung momen inersia pelat (I_p) dan momen inersia balok (I_b) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$I_p = \frac{1}{12} \times b \times h^3 \text{ dan } I_{b1} = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

(b) dan (h) pada balok adalah dimensi balok, sedangkan (b) pada pelat adalah bentang terpanjang dan (h) pada pelat diambil asumsi berdasarkan SNI 03-2847-2002, yaitu :

$$h = \frac{L_y}{36}$$

Keterangan :

α_m : Nilai rata-rata α untuk semua balok pada tepi-tepi suatu panel

α : Rasio kekuatan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur pelat

E_{cb} : Modulus elastisitas balok

I_b : Momen inersia balok beton

E_{cp} : Modulus elastisitas pelat beton

I_p : Momen inersia pelat

h_f : Tebal pelat

b : Panjang balok atau panjang pelat

h : Lebar balok atau lebar pelat

F_y : Kuat leleh yang di syaratkan untuk tulangan non prategang

β : Rasio bentang bersih pelat dalam arah memanjang dan arah memendek

L_x : Bentang x

L_y : Bentang y

Persyaratan untuk tebal pelat adalah sebagai berikut :

- Jika $\alpha_m < 0,2$, maka $h \geq 120$ mm, untuk pelat tanpa penebalan
 $h \geq 100$ mm, untuk pelat dengan penebalan
- Jika $0,2 \leq \alpha_m \leq 2$, maka $h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5 \beta (\alpha_m - 0,2)} \text{ dan } \geq 120$ mm
- Jika $\alpha_m > 2$, maka $h = \frac{\ln(0,8 - \frac{f_y}{1500})}{36 - 9 \beta} \text{ dan } \geq 90$ mm

2.3 Kolom

Kolom adalah komponen struktur vertikal yang meneruskan beban dari balok atau pelat sehingga sampai pada pondasi. Keruntuhan pada suatu kolom merupakan penyebab utama keruntuhan total struktur gedung itu sendiri. Oleh karena itu dalam perencanaan gedung ini, kolom direncanakan lebih kuat daripada balok yang lebih dikenal dengan kolom kuat balok lemah.

Dalam perencanaan gedung ini, direncanakan kolom bujur sangkar dengan $b = h$. Berdasarkan SNI 03-2847-2002 Pasal 10.10.2, lebar pelat efektif sebagai bagian dari balok-T tidak boleh melebihi $\frac{1}{4}$ bentang balok ($b_f \leq \frac{1}{4} L$). Sedangkan lebar efektif sayap dari masing-masing badan balok tidak boleh melebihi $(8h_f)$ dan tidak boleh melebihi $(\frac{1}{2} L_n)$ antara balok-balok yang bersebelahan.

3. METODOLOGI

Tahapan perhitungan struktur:

- 1) Menghitung pembebanan mati terhadap kolom, balok, dan pelat.
- 2) Menghitung pembebanan hidup pada kolom, balok dan pelat.
- 3) Menghitung beban gempa.

- 4) Menghitung gaya aksial, gaya geser dan momen menggunakan SAP 2000 v.15.
- 5) Menghitung dimensi kolom, balok dan pelat sebagai perhitungan akhir.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Pelat

Menentukan koefisien momen pada pelat

Koefisien untuk plat 1 arah dan plat 2 arah adalah berbeda. Koefisien momen untuk plat 2 arah ditentukan berdasarkan tabel Momen di dalam plat persegi yang menumpu pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata. Untuk tabelnya diambil dari *Afret Nobel, ST* (disertakan di lampiran)

Pada kasus ini saya mengambil plat pada bentang tengah artinya menerus / terjepit elastis di keempat sisinya. Dengan nilai $K = 1.5$ dan dicocokkan ke tabel maka diperoleh nilai $X = 50, 38, 38$.

- Momen beban Mati / Dead load
 - $M_{tx} = 0,001 q_l x^2 \cdot X = 3,63 \text{ kNm}$
 - $M_{ly} = M_{ty} = 0,001 q_l x^2 \cdot X = 2,76 \text{ kNm}$
- Momen beban hidup / Live load
 - $M_{tx} = 0,001 q_l x^2 \cdot X = 2,53 \text{ kNm}$
 - $M_{ly} = M_{ty} = 0,001 q_l x^2 \cdot X = 1,93 \text{ kNm}$
- M_u = Momen perlu
 - 1,2 MDL + 1,6 MLL (kombinasi pembebanan untuk plat lantai)
 - $M_{utx} = 8,41 \text{ kNm}$
 - $M_{uly} = M_{ulx} = 6,4 \text{ kNm}$

Menentukan luas tulangan

- As perlu (luas tulangan yang dibutuhkan berdasarkan momen yang terjadi)
 - $M_{utx} = (M_u \cdot 1000000) / (0,8 \cdot f_y \cdot d) = 438 \text{ mm}^2$
 - $M_{uly} = M_{ulx} = (M_u \cdot 1000000) / (0,8 \cdot f_y \cdot d) = 333 \text{ mm}^2$
- As minimum (luas tulangan minimum sesuai persyaratan SNI)
 - $0,0018 \cdot b \cdot d = 0,0018 \cdot 1000 \cdot 100 = 180 \text{ mm}^2$
- As maksimum (luas tulangan maksimum sesuai persyaratan SNI)
 - Diperoleh 438 mm^2
- Jika digunakan tulangan diameter 10 mm ($A_s' = 79 \text{ mm}^2$), maka diperoleh:
 - Tulangan searah x (bentang pendek) = $1000 / (A_s / A_s') = 1000 / (438 / 79) = D10-180 \text{ mm}$
 - Tulangan searah y (bentang panjang) = D10-240 mm

4.2 Hasil Perhitungan Balok

Balok As A3			
Lantai	Balok	Aksial	
		$\phi P_n (\text{kN})$	$P_u (\text{kN})$
1	36	3044,56	39,86
2	79	3044,56	293,29
3	122	3044,56	40,08
4	161	3044,56	234,4
5	198	3044,56	22,65
6	235	3044,56	46,29
7	272	3044,56	56,02
8	309	3044,56	63,55
9	346	3044,56	75,68
10	383	3044,56	78,54
11	420	3044,56	86,77
12	457	3044,56	106,39
13	494	3044,56	101,02
14	531	3044,56	111,85
15	568	3044,56	113,25
16	605	3044,56	227,25

Balok As A3			
Geser		Momen	
ϕV_n (kN)	V_u (kN)	ϕM_n (kNm)	M_u (kNm)
259,94	148,01	10167,16	180,70
259,94	282,96	10167,16	491
259,94	155,16	10167,16	163,41
259,94	179,32	10167,16	176,06
259,94	299,83	10167,16	557,25
259,94	189,02	10167,16	174,34
259,94	297,04	10167,16	549,08
259,94	179,51	10167,16	174,58
259,94	284,05	10167,16	509,79
259,94	162,36	10167,16	175,16
259,94	264,03	10167,16	449,30
259,94	142,09	10167,16	175,73
259,94	239,84	10167,16	375,74
259,94	115,11	10167,16	176,63
259,94	213,63	10167,16	297,53
259,94	64,06	10167,16	122,00

Balok As AJ			
Lantai	Balok	Aksial	
		$\phi P_n (\text{kN})$	$P_u (\text{kN})$
1	10	2468,94	38,78

2	20	2468,94	39,92
3	31	2468,94	111,34
4	41	2468,94	63,28
5	50	2468,94	7,86
6	59	2468,94	10,37
7	68	2468,94	9,29
8	77	2468,94	5,92
9	86	2468,94	1,87
10	95	2468,94	6,81
11	104	2468,94	8,85
12	113	2468,94	1,71
13	122	2468,94	9,76
14	131	2468,94	5,90
15	140	2468,94	10,10
16	149	2468,94	10,92

11	400	5158,17	3012,93
12	437	5158,17	2469,33
13	474	3649,07	1931,56
14	511	3649,07	1393,01
15	548	3649,07	855,07
16	585	3649,07	318,04

Balok As AJ			
Geser		Momen	
ϕV_n (kN)	V_u (kN)	ϕM_n (kNm)	M_u (kNm)
144,45	29,67	1373,77	39,22
144,45	29,91	1373,77	43,66
144,45	146,82	1373,77	369,61
144,45	3,58	1373,77	95,22
144,45	14,21	1373,77	116,19
144,45	17,44	1373,77	121,50
144,45	18,23	1373,77	121,80
144,45	14,67	1373,77	115,43
144,45	10,29	1373,77	106,65
144,45	3,47	1373,77	93,15
144,45	4,65	1373,77	78,34
144,45	12,09	1373,77	63,32
144,45	22,64	1373,77	42,01
144,45	34,05	1373,77	21,06
144,45	45,43	1373,77	0,28
144,45	16,60	1373,77	2,42

Kolom As A3			
Geser		Momen	
ϕV_n (kN)	V_u (kN)	ϕM_n (kNm)	M_u (kNm)
2037,7	241,57	1991,67	1079,40
2037,7	251,28	1991,67	622,85
2037,7	132,39	1991,67	265,10
1762,26	139,63	1991,67	328,61
1762,26	250,28	1991,67	503,51
1762,26	234,56	1991,67	387,39
1220,34	219,97	1991,67	334,22
1220,34	211,69	1991,67	311,42
1220,34	200,16	1991,67	286,28
956	181,44	1991,67	258,61
956	165,30	1991,67	233,50
956	147,95	1991,67	203,90
651,40	120,04	1991,67	168,09
651,40	98,96	1991,67	136,41
651,40	72,17	1991,67	95,12
651,40	62,63	1991,67	64,35

4.3 Hasil Perhitungan Kolom

Kolom As A3			
Lantai	Kolom	Aksial	
		ϕP_n (kN)	P_u (kN)
1	12	10625,27	8566,74
2	56	10625,27	8048,30
3	99	10625,27	7459,58
4	141	9983,59	6898,73
5	178	9983,59	6328,41
6	215	9983,59	5760,74
7	252	5847,78	5206,49
8	289	5847,78	4654,09
9	326	5847,78	4103,85
10	363	5158,17	3557,97

Kolom As AJ			
Lantai	Kolom	Aksial	
		ϕP_n (kN)	P_u (kN)
1	3	10625,27	5601,44
2	13	10625,27	5236,83
3	23	10625,27	4828,38
4	35	9983,59	4378,98
5	44	9983,59	3968,31
6	53	9983,59	3542,42
7	62	5847,78	3129,32
8	71	5847,78	2728,52
9	80	5847,78	2342,81
10	89	5158,17	1975,21
11	98	5158,17	1624,16
12	107	5158,17	1287,62
13	116	3649,07	970,68
14	125	3649,07	669,64
15	134	3649,07	383,25
16	143	3649,07	114,31

Kolom As AJ			
Geser		Momen	
ϕV_n (kN)	V_u (kN)	ϕM_n (kNm)	M_u (kNm)
1692,88	137,57	1991,67	644,78
1692,88	119,99	1991,67	246,68
1692,88	106,49	1991,67	168,86
1469,62	134,37	1991,67	446,86
1469,62	169,61	1991,67	390,83
1469,62	165,85	1991,67	303,51
998,72	148,84	1991,67	242,25
998,72	139,37	1991,67	216,83
998,72	125,21	1991,67	188,36
788,02	110,63	1991,67	164,16
788,02	93,85	1991,67	134,29
788,02	74,86	1991,67	104,78
550,15	59,16	1991,67	83,95
550,15	37,43	1991,67	47,32
550,15	16,25	1991,67	13,56
550,15	6,20	1991,67	20,37

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan analisis struktur yang dilakukan oleh penyusun secara terurur di bab-bab sebelumnya mulai dari analisis gambar kerja sampai analisis perhitungan pembebanan serta analisis struktur kontrol *dimensioning*, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan bangunan, arsitektur dapat berpengaruh terhadap struktur bangunan sendiri.
2. Analisis struktur dilakukan dengan dua dimensi, dan hanya dilakukan pada 2 portal terekstrim baik arah X dan arah Y (portal AS A3 untuk arah X dan portal AS AJ untuk arah Y)
3. Dari hasil kontrol *dimensioning* untuk pelat lantai yang dilakukan pada bentang terekstrim (4500x6000 mm) tidak semuanya dinyatakan aman.
4. Hasil analisis yang menunjukkan bahwa adanya bentang yang tidak aman. Bentang yang tidak aman ini agar menjadi aman perlu diganti, bisa dari dimensi atau penulangannya.
5. Hasil semua elemen struktur dinyatakan aman.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari pengerjaan tugas akhir ini penulis memiliki beberapa saran

untuk penulisan karya tulis berikutnya supaya didapatkan hasil penulisan tugas akhir yang lebih baik.

Untuk lebih tepatnya perhitungan struktur analisa konstruksi ini masih perlu ditinjau dengan perhitungan asli dari perencanaan konsultan, namun karena keterbatasan bahan dan materi data yang didapat dari pihak yang bersangkutan, penulisan tugas akhir ini tidak sampai ke perbandingan dengan perhitungan asli konsultan

Penulisan ini menggunakan metode Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI-1726-2002), Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (SNI 1727-1989) dan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002). Sehingga tugas akhir ini tidak menjamin kedepannya untuk dijadikan pedoman, saran dari penulis adalah untuk selalu menggunakan metode yang terbaru yang telah ditetapkan pemerintah, sehingga tugas akhir ini dijadikan perbandingan dan referensi saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. 2010. Balok dan Pelat Beton Bertulang. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Anonim, 1998. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim, 2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002). Badan Standarisasi Nasional.
- Antono, Achmad. 1995. *Bahan Konstruksi Teknik Sipil II*. Jakarta: Diktat TBK
- Budiadi, Andri. 2008. Desain Praktis Beton Prategang. Andi. Yogyakarta.
- Imran, Iswandi. 2010. *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*, Penerbit ITB: Bandung.
- Irfan. 2016. *ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR ALIH FUNGSI GEDUNG (Studi Kasus : Rumah Sakit RSIA Cianjur Menjadi Hotel Zodiak)*. Universitas Suryakencana: Cianjur
- Nasution, Amrinsyah. 2009. Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang. ITB: Bandung.

- Pamungkas, Anugrah & Erny. 2009. *Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya: ITS Press.
- SNI 03-1726-2002. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional
- Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional
- SNI 1727-1989. *Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional
- Todd. 1984. *Teori dan Analisis Struktur*. Jakarta: Erlangga
- Valdi. 2012. *Evaluasi Perencanaan Struktur Pada Gedung Kantor Dinas Pu Binamarga Kabupaten Cianjur Tahap 1*. Universitas Suryakencana: Cianjur
- Schueler, Wolfgang. 1989. *Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi*. Bandung: PT. Eresco. *Bangunan Gedung*. Departemen Pekerjaan Umum