

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN (SRPM) PADA GEDUNG APARTEMEN BEGAWAN LOWOKWARU MALANG

Justino Dos Santos¹, Ester Priskasari², Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik sipil, Institut Teknologi Nasional Malang

Email : Justinodossantos460@gmail.com

ABSTRACT

Malang city is one of the cities where the society is always increasing every year. This is because the city of Malang is one of the cities of education and also a tourist city where the nature is cool. With this, it is one of the reasons for building the Begawan Apartement Building in the city of Malang. The purpose of this planning study is to plan a safe and comfortable building structure for a high-rise building structure in the BEGAWAN LOWOKWARU apartment Malang. In order to minimize damage to the planning structure of a high-rise building during an earthquake, it is necessary to take into account all possible working loads. In planning the Begawan Lowokwaru Malang Partemen Building, Bearer it was designed to use a special MomentFrame System (SRPMK). In this structural planning, the auxiliary program is used, namely ETABS V.16.2.0 with reference to the SNI 03-1726-2019 regulations concerning the procedures for Earthquake resistance planning for Building and Non-Building Structures, as well as SNI 03-2847-2013 concerning Structural Concrete Requirements for Buildings. Building. Based on the analysis results of this final project, it is found that the beam and column structural design is capable so that the design of the strong column weak beam "Strong Column Weak Beam" $\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$ is obtained with the detailing of the beam column relationship that meets the requirements of SNI 2847-2013.

Key words: moment-bearing frame system, earthquake resistant structure, beams, columns, beam column relationship

ABSTRAK

kota Malang adalah salah satu kota yang setiap tahun masyarakat nya selalu meningkat. Hal ini di karenakan kota Malang adalah salah kota Pendidikan dan juga kota wisata yang mana alam nya sejuk. Dengan hal tersebut menjadi salah satu alasan untuk membangun Gedung Apartement Begawan di kota Malang. Tujuan dari studi perencanaan ini adalah untuk merencanakan struktur gedung yang aman dan nyaman untuk struktur gedung bertingkat tinggi di apartemen BEGAWAN LOWOKWARU Malang ini. Untuk meminimalisir kerusakan pada struktur perencanaan gedung yang bertingkat tinggi pada saat terjadi gempa, maka perlu diperhitungkan semua kemungkinan beban yang bekerja. Pada perencanaan Gedung Partemen Begawan lowokwaru Malang Ini didesain Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen khusus (SRPMK). Dalam perencanaan struktur ini digunakan program bantu yaitu ETABS V.16.2.0 dengan mengacu pada peraturan SNI 03-1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan dan Non Gedung, serta SNI 03-2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Berdasarkan hasil analisa dari tugas akhir ini diperoleh bahwa desain struktur balok dan kolom mampu sehingga didapatkan perencanaan kolom kuat balok lemah "Strong Column Weak Beam" $\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$ dengan pendetailan hubungan balok kolom yang memenuhi pada persyaratan SNI 2847-2013.

Kata kunci : Sistem Rangka pemikul momen, Struktur tahan gempa, Balok, Kolom, Hubungan Balok Kolom.

1. PENDAHULUAN

kota Malang adalah salah satu kota yang setiap tahun masyarakat nya selalu meningkat. Hal ini di karenakan kota Malang adalah salah kota Pendidikan dan juga kota wisata yang mana alam nya sejuk. Dengan hal tersebut menjadi salah satu alasan untuk membangun Gedung Apartement Begawan di kota Malang.

Karena gedung yang direncanakan adalah gedung bertingkat tinggi yang juga berlokasi pada daerah rawan gempa. Sehingga dalam perencanaan Bangunan tersebut perlu diperhitungkan juga beban-beban yang bekerja, agar memberikan keamanan lebih dari bangunan itu sendiri. Semakin tinggi gedung yang direncanakan, maka beban yang bekerja untuk bangunan tersebut semakin berat dan juga semakin besar beban yang diterima oleh bangunan tersebut.

Oleh sebab itu, diperlukan perencanaan khusus dan juga perhitungan yang mendetail untuk mendesain bangunan tahan gempa yang cukup aman.

Indonesia sendiri merupakan wilayah negara yang berada di antara empat lempeng tektonik yang aktif, yakni tapal batas lempeng Eufrazia, lempeng Indo-Australia, lempeng Filipina dan lempeng pasifik. Oleh karena hal yang harus diperhatikan oleh perencana gedung bertingkat khususnya di Indonesia adalah bisa merencanakan bangunan bertingkat yang mampu menahan gaya-gaya yang ditimbulkan oleh beban gempa, sesuai dengan parameter gempa yang akan direncanakan.

Sehubungan dengan hal di atas, maka dalam skripsi ini untuk perencanaan apartement Begawan akan menggunakan program bantu yaitu ETABS dengan

mengacu pada peraturan SNI 03-1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan dan Non Gedung, serta SNI 03-2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, perencanaan bangunan ini hanya dilakukan untuk balok dan kolom saja sebagai komponen struktur atas.

2. Dasar teori

Daktilitas Struktur

Daktilitas adalah kemampuan struktur gedung untuk mengalami simpangan pasca-elastik yang besar secara berulang kali dan bolak balik akibat beban gempa diatas beban gempa yang menyebabkan pelelehan pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung 5 tersebut tetap berdiri walaupun sudah berada dalam kondisi diambang keruntuhan. Daktilitas di pengaruhi oleh faktor rasio simpangan maksimum struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan. Selain itu simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelelehan pertama dalam struktur gedung.

Pembebanan pada struktur

Beban beban yang bekerja pada suatu struktur tidak bisa diramalkan dengan tepat sebelumnya, bahkan apabila beban-beban tersebut telah diketahui dengan baik pada salah satu lokasi sebuah struktur tertentu biasanya masih membutuhkan asumsi dan pendekatan.

Kombinasi pembebanan

Kombinasi pembebanan untuk komponen struktur dan fondasi harus dirancang sedemikian rupa sehingga kekuatan desainnya sama atau melebihi efek dari beban terfaktor yang berdasarkan SNI 1726 2019.

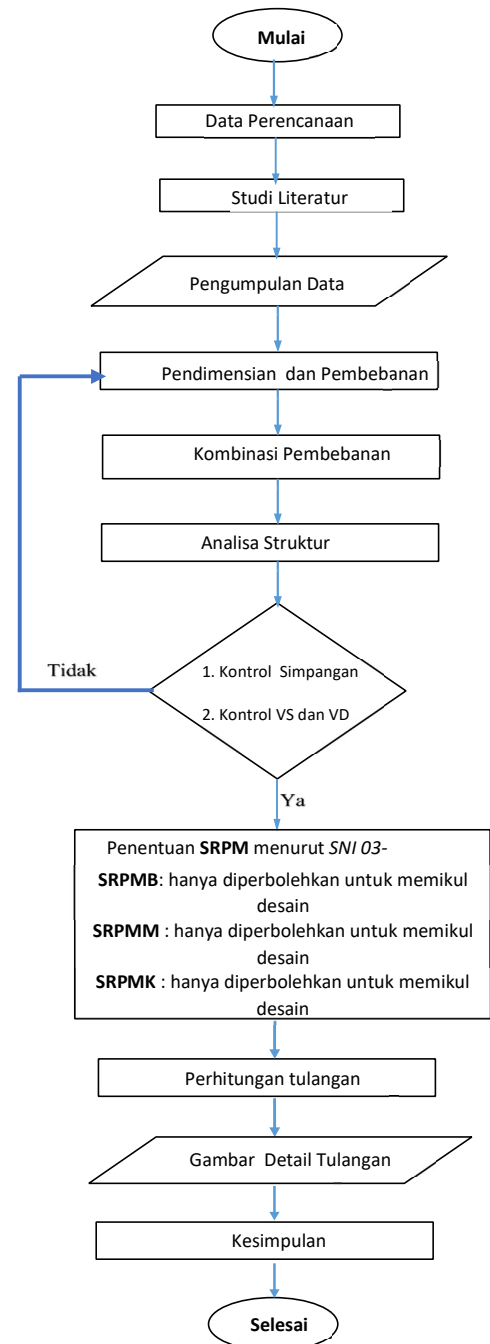
Simpangan

Penentuan simpangan antar tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau . Apabila pusat massa tidak segaris dalam arah vertikal, diizinkan untuk menghitung simpangan di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. Jika desain tegangan izin digunakan, Δ harus dihitung menggunakan gaya seismik desain yang ditetapkan dalam 0 tanpa reduksi untuk desain tegangan izin.

3. METODOLOGI PERENCANAAN

Studi perencanaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa dan bagaimana penulangan pada elemen balok, kolom, hubungan balok kolom. Data-data konstruksi bangunan yang diperlukan pada perencanaan ini berupa, mutu bahan yang digunakan, dan juga gambar perencanaan yang kemudian dihitung dan didapatkan gaya-gaya dalam yang

bekerja pada struktur dengan program bantu ETABS 2016



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

4. Pemabahasan

Dimensi elemen struktur

Dimensi balok

Dengan menggunakan rumus empiris pendekatan empiris di dapat dimensi balok sebagai berikut
Menentukan tinggi minimal balok

$$H_{min} = \frac{1}{10} \times \text{panjang bentang}$$

$$H_{min} = \frac{1}{15} \times \text{panjang bentang}$$

Menentukan lebar minimal balok

$$H_{min} = \frac{2}{3} \times h_{min}$$

$$H_{min} = \frac{1}{2} \times h_{min}$$

Tabel 1. Rekapitulasi dimensi balok

Balok	Dimensi		
	b	-	h
B1	0.2 m	-	0.45 m
B2	0.2 m	-	0.5 m
B3	0.25	-	0.6 m
B4	0.4 m	-	0.6 m
B5	0.35 m	-	0.6
B6	0.3 m	-	0.4
B7	0.25 m	-	0.5 m
B8	0.3 m	-	0.5 m
B9	0.3 m	-	0.6 m
B10	0.4 m	-	0.7 m
B11	0.5 m	-	0.7 m

Dimensi Kolom

Menurut SNI 2847 2013 pasal 21.6.1.1 dan 21.6.1.2 hal 189 ukuran penampang terkecil tidak boleh kurang dari 300 mm dan rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari 0.4

Tabel 2. Rekapitulasi dimensi kolom

Kolom	Dimensi kolom	
	Lebar (b)	Tinggi (h)
K1	400 mm	800 mm
K2	500 mm	500 mm

Perhitungan Pembebanan

Dalam perhitungan pembebanan struktur terdiri dari beberapa jenis pembebanan, yaitu

Beban mati

Berat sendiri struktur

Beban mati tambahan pada pelat lantai

Beban mati tambahan pada pelat atap

Beban mati tambahan pada balok

Beban Hidup

beban hidup yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini yang mana mengacu pada SNI 1727 2013

Beban Gempa

Beban gempa yang digunakan pada perencanaan ini mengacu pada SNI 1726 2019 dan peta gempa tahun 2017 dan PUSKIM tahun 2019 untuk menentukan nilai percepatan batuan dasar pada periode pendek (Ss), dan parameter percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S1).

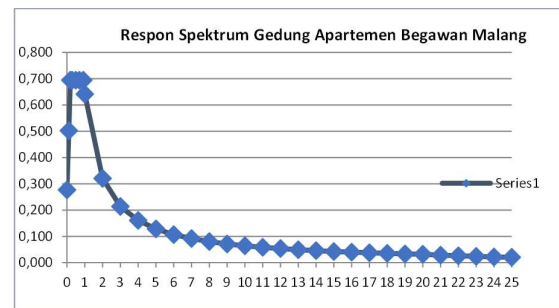
Tabel 3 rakapitulasi parameter- parameter dalam perhitungan bebab gempa.

Kategori resiko	IV
-----------------	----

Faktor keutamaan gempa (Ie)	1
Kelas situs tanah	SE
Parameter percepatan batuan dasar pada periode pendek (SS) g	0.857
Parameter percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S1) g	0.401
Faktor amplifikasi periode pendek (Fa)	1.215
Faktor amplifikasi periode 1 detik (Fv)	2,397
Percepatan pada periode pendek (SMS) g	1,041
Percepatan pada periode 1 detik (SM1) g	0.962
Percepatan desain pada periode pendek (SDS) g	0.694
Percepatan desain pada periode 1 detik (SD1) g	0.641
Kategori Desain Seismik (KDS)	D

Respon Spektrum

Perhitungan respon spektrum rencana dilakukan dengan menggunakan program bantu Microsoft Excel, dan diperoleh grafik sebagai berikut



Gambar 2 Respon Desain respon spektrum Gedung Apartemen Begawan Malang

Setelah memasukan semua data pembebanan Dengan menggunakan program bantu ETABS 2016 maka akan didapatkan berat seismic efektif struktur (W) sebagai berikut

Tabel 4. rekapitulasi Berat seismic efektif struktur

No	Lantai	Tinggi lantai (m)	W (weight) Kg
1	Rumah Lift	2	1139,64
2	LT9	3,15	34170,74
3	LT7	3,15	36548,98
4	LT6	3,15	36390,14
5	LT5	3,15	37113,6
6	LT3	3,15	36598,97

7	UG	4,2	37195,72
8	GF	4,2	46676,79
9	LG	4,215	60799,31
10	B1	4,215	54311,1
Jumlah (Wt)			380945,190

Menghitung Gaya Gempa Lateral (Fx)

$$C_{vx} = \frac{w_x \cdot h_x^k}{\sum_{i=1}^n W_i \times h_i^k}$$

Keterangan

C_{vx} = Faktor distribusi vertikal

V = Gaya lateral desain total atau geser dasar struktur

w_i, w_x = Bagian berat seismik efektif total struktur (w) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkay i atau x

h_i, h_x = Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x

k = Eksponen yang terkait dengan periode struktur sebagai berikut

a. Untuk struktur dengan perioda sebesar 0,5 detik atau kurang ($k=1$)

b. Untuk struktur dengan perioda sebesar 2,5 detik atau lebih ($k=2$)

c. Untuk struktur dengan perioda sebesar 0,5-2,5 detik, k harus sebesar 2 atau dilakukan interpolasi linier antara 1 dan 2

Nilai perioda struktur yang digunakan

Tabel 5 Rekapitulasi perhitungan gaya gempa lateral (F)

No	Lantai	W (weight) Kg	Tinggi lantai (m)	$W_i \times h_i^k$	$W_i \times h_i^k$	Fx (Kg)	Fy (Kg)
1	Rumah lift	1139.640	34.4	79549.566	83395.077	220.45469	215.4688
2	LT 9	34170.740	32.4	2219772.139	2325219.156	6151.6261	6007.696
3	LT 7	36548.980	29.25	2100033.902	2196792.861	5819.7971	5675.879
4	LT 6	36390.140	26.1	1823695.537	1904823.960	5053.9841	4921.516
5	LT 5	37113.600	22.95	1593941.252	1661994.181	4417.269	4294.114
6	LT 3	36598.970	19.8	1316640.141	1370151.995	3648.788	3540.078
7	UG	37195.720	16.65	1086901.167	1128463.777	3012.1153	2915.625
8	GF	46676.790	12.45	962286.080	995215.797	2666.7711	2571.351
9	LG	60799.310	8.25	764968.212	786813.517	2119.9466	2032.899
10	B1	54311.300	4.125	297439.705	303117.258	824.29084	783.1676
Jumlah		380945.190		12245227.702	12755987.578	66892.836	33297.144

Kombinasi Beban

Sebagai mana yang telah di syaratkan pada SNI 1726 – 2012 pada pasal 7.4.2.2 bahwa terdapat pengaruh beban gempa secara vertikal dan vertikal . Beban gempa juga harus di modifikasi untuk memperhitungkan kuat lebih sistem, seperti yang ditetapkan SNI 1726 – 2012 pasal 7.4.3.1.

1. Pengaruh beban gempa vertikal

$$E_v = 0.2 \times SDS \times D$$

2. Pengaruh beban gempa horizontal termasuk faktor kuat lebih $E_{mh} = \Omega_0 Q_e$ (100% dan 30%)

3. Beban Gempa

$$E = E_{mh} + E_v$$

Kontrol Perilaku Struktur Eksentrisitas

Table 6 eksentrisitas rencana

Story	ed = 1.5e + 0.05b		Pusat Massa	
	X	X	X	y
B1	-6.538	-6.579	15.510	0.974
LG	-6.641	-5.764	15.443	0.907
GF	-5.063	-3.037	16.324	2.426
UG	-5.874	0.225	15.645	4.484
LT 3	-5.182	2.146	15.832	5.607
LT 5	-5.829	0.210	15.561	4.390
LT 6	-4.598	2.305	15.849	5.600
LT 7	-4.900	2.228	15.841	5.603
LT 9	-4.759	2.147	15.525	5.442
Rumah Lift	2.758	3.618	21.750	7.963

Kontrol Nilai Base Shear (Gaya Geser Dasar)

Tabel 7. Base Reactions

Tipe Beban Gempa		Fx (kN)	Fy (kN)
Statis	User Loads (EQX)	332.789	323.206
	User Loads (EQY)	332.789	323.206
Dinamis	Respons Spektrum X (RSPX)	2122.820	356.343
	Respons Spektrum Y (RSPY)	356.343	1552.376

(Sumber output ETABS 2016: Display - Show Tables - Analysis - Result - Reactions - Base Reactions)

Cek konfigurasi Vdinamik $\geq 100\%$ Vstatik :

Tabel 8 .Konfigurasi Base Shear

Arah	Vdinamik	100% Vstatik	Keterangan
X	2122.820	332.7891	Dinamis
Y	1552.376	323.2055	Dinamis

Dari hasil di atas, maka syarat SNI 03-1726-2019 Pasal 7.9.1.4.1, yaitu Vdinamik $\geq 100\%$ Vstatik (terpenuhi) dengan demikian dapat disimpulkan bahwa konfigurasi bangunan adalah gempa dinamis.

Kontrol Partisipasi Massa

Tabel 9.Modal Participating Mass Ratios

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	1.56	0.00	0.27	0.00	0.00	0.27
Modal	2	0.99	0.48	0.15	0.00	0.48	0.42
Modal	3	0.96	0.22	0.30	0.00	0.70	0.72
Modal	4	0.50	0.01	0.04	0.00	0.71	0.76
Modal	5	0.29	0.05	0.01	0.00	0.76	0.76
Modal	6	0.26	0.00	0.13	0.00	0.76	0.89
Modal	7	0.23	0.14	0.00	0.00	0.90	0.89
Modal	8	0.16	0.01	0.00	0.00	0.90	0.89
Modal	9	0.13	0.01	0.05	0.00	0.91	0.94

Modal	10	0.12	0.01	0.00	0.00	0.92	0.95
Modal	11	0.11	0.04	0.00	0.00	0.96	0.95
Modal	12	0.09	0.00	0.00	0.00	0.96	0.95
Modal	13	0.07	0.01	0.02	0.00	0.97	0.97
Modal	14	0.07	0.00	0.00	0.00	0.97	0.97
Modal	15	0.07	0.01	0.01	0.00	0.98	0.97
Modal	16	0.073	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Modal	17	0.07	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Modal	18	0.059	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Modal	19	0.058	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Modal	20	0.06	0.00	0.00	0.00	0.98	0.97
Modal	21	0.05	0.00	0.01	0.00	0.99	0.98
Modal	22	0.05	0.00	0.00	0.00	0.99	0.98
Modal	23	0.05	0.01	0.00	0.00	0.99	0.99
Modal	24	0.04	0.00	0.01	0.00	0.99	0.99
Modal	25	0.04	0.01	0.00	0.00	1.00	0.99
Modal	26	0.04	0.00	0.00	0.00	1.00	0.99
Modal	27	0.04	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

(Sumber Output ETABS 2016: Display - Show Tables - Analysis - Result - Modal Result - Modal Participating Mass Ratios)

Kontrol Simpangan

Kontrol desain struktur dilakukan terhadap pengecekan batas simpangan antar lantai yang diatur dalam pasal 7.8.6 dan 7.12.1. sedangkan besar batasan simpangan antar lantai tingkat tertera pada pasal 7.12.1 dan 7.12.2 SNI 1726-2012.

Tabel 10 .Simpangan akibat gempa dinamis (RSPX dan RSPY)

Story	Elevation	Dinamis X (RSPX)		Dinamis Y (RSPY)	
	m	X	Y	X	Y
		mm	mm	mm	mm
RUMAH LIFT	34.4	28.549	7.062	12.541	27.461
LT 9	32.4	27.075	8.609	17.743	48.396
LT 7	29.25	24.461	7.917	16.738	46.444
LT 6	26.1	21.642	7.153	15.48	43.595
LT 5	22.95	18.685	6.314	13.956	39.845
LT 3	19.8	15.812	5.41	12.461	35.196
UG	16.65	12.722	4.452	10.515	29.482
GF	12.45	9.377	3.108	14.179	20.438
LG	8.25	5.579	2.124	8.437	11.974
B1	4.125	2.23	1.14	3.211	4.41

(Sumber output ETABS: Display - Story Response Plot - Case combo - RSPX dan RSPY)

Penulangan Balok B1 (300 × 550 mm)

Data Perencanaan

Lebar balok (bw)	=300 mm
Tinggi balok (h)	=550 mm
Selimit beton (sb)	= 40 mm
Mutu beton f_c'	= 35 Mpa
F_y ulir	= 390 Mpa
F_y polos	= 235 Mpa
Modulus elastisitas baja (E_s)	= 200000 Mpa
Diameter Tul. Pokok	= 22 mm
Diameter Tul. Sengkang	= 10 mm
Bentang balok (L balok)	= 6500 mm

Bentang bersih balok (L_n balok) = 5700 mm

Tebal Plat (hf) = 150 mm

Berikut adalah momen maksimum yang didapat dari output program bantu ETABS 2016:

M_u^+ = 124,5907 kNm

M_u^- = 175,00 kNm

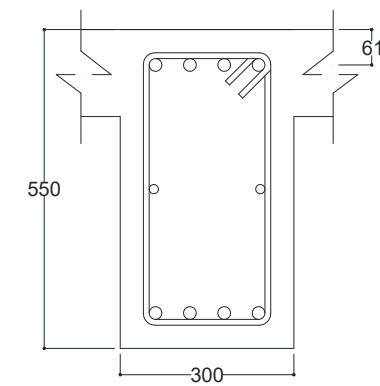
M_u^+ lapangan = 35.4908 kNm

M_u^+ = 196.9028 kNm

M_u^- = 219.1335 kNm

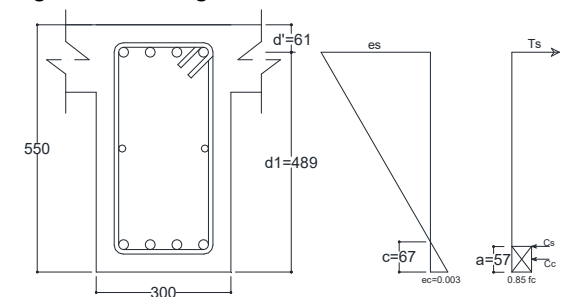
V Graf Kiri = 120.363 kN

Graf Kanan = 118.5995 kN



Gambar 3. Skema tata letak d'

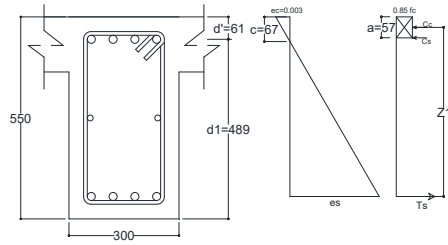
Dengan dilanjutkan perhitungan kapasitas desain maka di dapatkan nilai c dan a pada balok sehingga digambarkan sebagai berikut



Gambar 4. Diagram regangan tegangan penulangan tumpuan momen negatif.

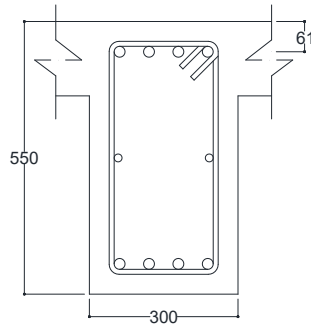
Didapatkan nilai momen nominal (M_n) sebesar 270214307.389 Nmm

Untuk perhitungan momen positif hasil analisa kapasitas desain untuk memperoleh nilai c dan a untuk momen positif digambarkan sebagai berikut.

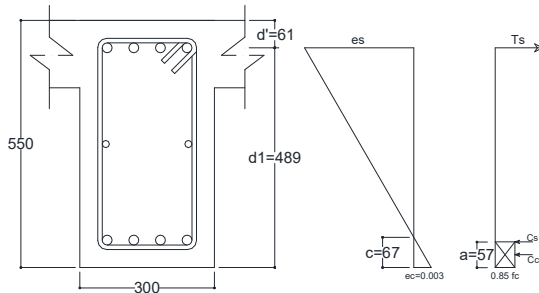


Gambar 5. Diagram regangan tegangan penulangan tumpuan momen positif

Perhitungan penulangan pada daerah lapangan digunakan tulangan 4D 22, untuk bagian atas dan 4D 22 pada bagian bawah penampang balok.

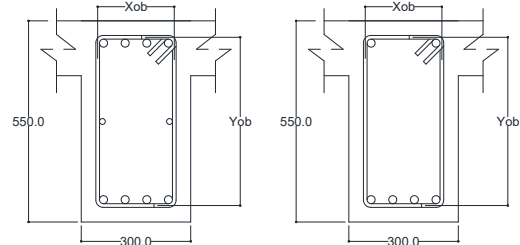


Gambar 6. Skema tata letak d' perhitungan penulangan momen positif hasil analisa kapasitas desain untuk memperoleh nilai c dan a untuk momen positif digambarkan sebagai berikut.



Gambar 7. Diagram regangan tegangan penulangan lapangan.
Didapatkan nilai momen nominal (M_n) sebesar 2721142408.947 Nmm

Desain penulangan pada transversal balok ditentukan dengan nilai Mpr (Moment Probable Capacities) balok. Maka dari hasil perhitungan didapatkan perletakan sengkang sebagai berikut Daerah sendi plastis : 4 kaki D10 - 100 mm Daerah luar sendi plastis : 4 kaki D10 - 150 mm Desain penulangan torsi balok diatur juga pada SNI 2847 2013 pasal 11.5.1 yang menyatakan bahwa pengaruh torsi untuk komponen struktur non prategang boleh diabaikan bila momen torsi terfaktor, T_u , kurang dari :
Berikut gambar hasil analisa perhitungan desain penulangan torsi.



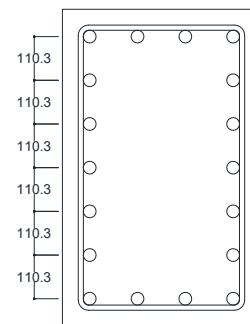
Gambar 8. Desain tulangan transversal dan tulangan torsi pada daerah tumpuan dan lapangan

Momen torsi = 35.7411 KNm

Penulangan Kolom (500 × 800 mm)

Data Perencanaan

Lebar kolom (bw)	= 300 mm
Tinggi Balok (h)	= 550 mm
Selimut beton (sb)	= 40 mm
Mutu beton f_c'	= 35 Mpa
β_1	= 0.81
f_y ulir	= 390 MPa
f_y polos	= 295 MPa
Modulus Elastisitas Baja (E_s)	= 200000 MPa
Diameter Tul. Pokok	= 32 mm
Diameter Tul. Sengkang	= 13 mm
Tinggi Lantai (h lantai)	= 4125 mm
Tinggi Balok (h lantai)	= 550 mm
Tinggi bersih kolom (h_n Kolom)	= 3575 mm
P_u Maks	= 4849.9932 KN

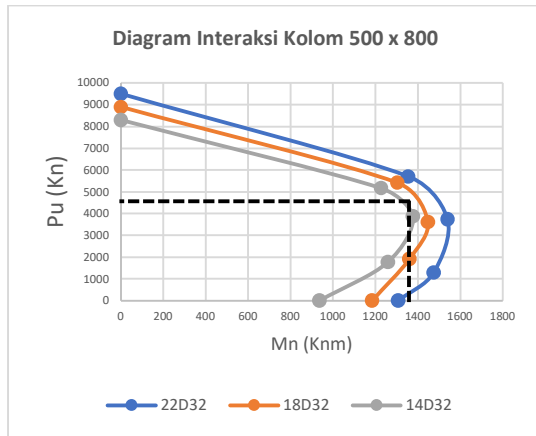


Gambar 9. Jarak antar tulangan (x)

Dari hasil analisa perhitungan kondisi sentris, seimbang, seimbang dengan pembesaran 1,25 f_y , patah desak, patah tarik, dan lentur murni didapatkan sebagai berikut

Tabel 11. koordinat diagram interaksi Formasi tulangan 18 D32

Kondisi	18 D 32	
	ϕP_n (kN)	ϕM_n (kNm)
Sentris	8898,500	0
Patah Desak	5426,492	1302,235
Balance	3618,859	1446,970
Balance 1,25 f_y	3284,662	1513,656
Patah Tarik	1911,431	1358,934
Lentur	0	1183,866



Gambar Diagram Interaksi Kolom

Desian Penulangan Transversal Kolom

Perhitungan tulangan transversal kolom akibat V_e ditentukan menggunakan M_{pr} kolom yaitu sebesar M_n kondisi seimbang (Balance) yang dibagi dengan tinggi bersih kolom, dan M_{pr} balok yang dibagi dengan bentang bersih. Daerah yang berpotensi terjadi sendi plastis (l_o) sepanjang 1100 mm dengan direncanakan tulangan pengekang kolom 4 kaki $\emptyset 13 - 60$ mm, sedangkan untuk diluar daerah sendi plastis direncanakan tulangan pengekang kolom 4 kaki $\emptyset 13 - 120$ mm. Untuk sambungan sendiri digunakan sepanjang 1020 mm dengan direncanakan tulangan pengekang kolom 4 kaki $\emptyset 13 - 100$ mm.

Persyaratan Strong Column Weak Beam

Dari hasil analisa perhitungan persyaratan Strong Column Weak Beam sudah dipenuhi dengan kontrol sebagai berikut $\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$

$$3234807314.622 \text{ Nmm} > 918326026.485 \text{ Nm}$$

AMAN

Penulangan Hubungan Balok Kolom Menurut hasil analisa perhitungan pada daerah hubungan balok kolom untuk penulangan geser horisontal digunakan empat lapis tulangan 4 kaki $\emptyset 13$.

PENUTUP

kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan struktur Gedung Apartemen Begawan Lowokwaru Malang dengan menggunakan desain sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) yang mengacu pada SNI 2847 2019, SNI 2847 2013, SNI 1726 2012 dan program bantu ETABS 2016 V.16.2.0 dari hasil tersebut disimpulkan sebagai berikut:

Komponen balok yang ditinjau adalah balok B10 dengan dimensi eksisting yaitu $300 \text{ mm} \times 550 \text{ mm}$, diperoleh :

- Tulangan Longitudinal
 - Tumpuan kiri dan kanan Tarik = 4D22
 - Tekan = 4D22
 - Lapangan Tekan = 2D22
 - Tarik = 4D22

- Tulangan Transversal
 - Daerah sendi plastis = 2 Kaki $\emptyset 10 - 120$ mm

- Daerahluarsendiplastis = 2 Kaki $\emptyset 10 - 120$ mm

2. Komponen kolom yang ditinjau adalah kolom K1 dengan dimensi eksisting yaitu $500 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$, diperoleh :

- Tulangan longitudina = 22D32
- Tulangan transversal

- Daerah sendi plastis = 4 Kaki $\emptyset 13 - 60$ mm
- Daerah luar sendi plastis = 4 Kaki $\emptyset 13 - 120$ mm
- Daerah sambungan lewatan= 4 Kaki $\emptyset 13 - 100$ mm

Hasil dari perencanaan, kolom telah memenuhi konsep desain kapasitas "Strong Column Weak Beam" dengan nilai sebesar

$$\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$$

$$3234807314.622 \text{ Nmm} \geq 918316026.485 \text{ Nmm}$$

- Paada hubungan balok kolom (joint), diperoleh :
 - Pengekang vertikal cukup menggunakan tulangan longitudinal kolom ($500 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$)
 - Pengekang horisonta = 4 Kaki $\emptyset 12$ (8 Lapis)

Saran

Menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga diharapkan dalam menjabarkan isi skripsi, penulis lebih fokus dan detail, terlebih lagi harus mengacu pada peraturan-peraturan yang sudah ditetapkan dan tentunya dapat dipertanggung jawabkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 1726 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). SNI 1726 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional (2019). SNI 03-1726- Tata cara perencanaan gedung ketahanan gempa untuk struktur gedung dan non gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). SNI 2847 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). SNI 1723 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- Budiono, B. Dkk. (2017). Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Dan Sistem Dinding Struktur Khusus Di Jakarta. Bandung: ITB.
- Setiawan, A. (2017). Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847 2013. Jakarta: Erlangga.