

STUDI ALTERNATIF GEDUNG FISIP UNIVERSITAS ISLAM MALANG DENGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)

Tri Andre Winata¹⁾, Warsito²⁾, Bambang Suprpto³⁾

¹⁾ Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang, email: andrezakiya@gmail.com

²⁾ Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang, email: warsito@unisma.ac.id

³⁾ Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang, email: bambang.suprpto@unisma.ac.id

ABSTRAKSI

Gempa bumi didefinisikan sebagai getaran yang bersifat alamiah, yang terjadi pada lokasi tertentu, dan sifatnya tidak berkelanjutan, ada beberapa sistem struktur yang dapat diterapkan dalam bangunan untuk menahan gempa berdasarkan SNI-1726-2012 Tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung, salah satu sistem struktur yang dapat diterapkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen. terdapat perbedaan dari sistem tersebut yaitu mengenai persyaratan penulangan komponen struktur, memiliki tujuh lantai dengan panjang bangunan 40 m, lebar bangunan 25 m dan tinggi bangunan 28,4 m. Secara umum, tugas akhir ini adalah merencanakan ulang dengan konsep Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) sebagai alternatif dalam perencanaan struktur.. Standar perencanaan yang digunakan yaitu SNI 1727:2013, SNI 2847:2013, SK SNI 03-1726-2002 dan SKBI-1.3.53.1987. Perhitungan studi perencanaan struktur dengan sistem rangka pemikul momen menengah menghasilkan tebal pelat 150 mm untuk pelat lantai 1 s/d 2 (area parkir) dengan tulangan terpasang $\varnothing 12-125$ dan 125 mm untuk pelat lantai 3 s/d 7 dan atap dengan tulangan terpasang $\varnothing 10-125$; dimensi balok anak yang digunakan adalah 40/70 cm, 30/60 cm, 25/45 cm dengan diameter tulangan menggunakan D22 dan D19; dimensi balok induk 40/70 cm dan 30/45 cm dengan diameter tulangan menggunakan D22 dan D19; dimensi kolom menggunakan 70/70 cm dan 50/50 cm dengan diameter tulangan menggunakan D25. Tulangan yang digunakan sebagai tulangan sengkang adalah $\varnothing 10$. Perencanaan pondasi menggunakan pondasi tiang pancang kedalaman 13 m, dengan daya dukung tiang berdasarkan SPT adalah 78,01 ton.

Kata Kunci : SRPMM, Studi Alternatif, Gedung FISIP

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Gempa bumi didefinisikan sebagai getaran yang bersifat alamiah, yang terjadi pada lokasi tertentu, dan sifatnya tidak berkelanjutan. Negara Indonesia termasuk negara yang sering tertimpa bencana gempa bumi. Gempa bumi baik yang skala kecil maupun skala besar pernah terjadi di Indonesia.

Ada beberapa sistem struktur yang dapat diterapkan dalam bangunan untuk menahan gempa berdasarkan SNI-1726-2012 Tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung, salah satu sistem struktur yang dapat diterapkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen. Sistem Rangka Pemikul Momen dibagi menjadi 3 (tiga) jenis yaitu, Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) untuk Kategori Desain Seismik A dan B, Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) untuk Kategori Desain Seismik A, B dan C dan Sistem Rangka

Pemikul Momen Khusus (SRPMK) untuk Kategori Desain Seismik A, B, C, D, E dan F.

Kota Malang sendiri dikenal sebagai salah satu kota tujuan pendidikan terkemuka salah satunya adalah Universitas Brawijaya. Seiring dengan semakin bertambahnya mahasiswa yang masuk khususnya Fakultas Ilmu Sosial dan Politik (FISIP) maka direncanakan penambahan gedung baru. Gedung ini terdiri dari 7 lantai dan berlokasi di Jl. Veteran Malang, berdasarkan data perencanaan awal gedung ini memiliki fungsi rumah tinggal sehingga masuk kedalam Kategori Resiko II.

Dalam tugas akhir ini, bangunan gedung Parkir dan Perkantoran FISIP Universitas Brawijaya Malang tersebut akan direncanakan ulang dengan konsep Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) sebagai alternatif dalam perencanaan struktur karena berdasarkan hasil Standard Penetrasi Test (SPT) termasuk dalam kelas situs sedang (SD). Berdasarkan Peta Hazzard Indonesia (Kementrian Pekerjaan Umum) 2010 dengan probabilitas terlampaui 10% dalam

50 tahun gedung ini termasuk dalam Kategori Desain Seismik C.

Perencanaan awal menggunakan konsep Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Berdasarkan SNI 03-1726-2012 terdapat perbedaan diantara 2 (dua) metode tersebut yaitu mengenai persyaratan penulangan komponen struktur.

Identifikasi Masalah

Dari latar belakang diatas dapat ditarik beberapa identifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Kondisi struktur pemikul beban gempa menggunakan rangka pemikul momen yaitu sistem rangka pemikul momen khusus sehingga luasan tulangan akan berbeda.
2. Koefisien modifikasi respons akan mempengaruhi beban gempa .
3. Penulangan balok dan kolom akan mempengaruhi desain struktur.
4. Lokasi bangunan berada di Kategori Desain Seismik C dengan Kelas situs sedang (SD).

Rumusan Masalah

Dari identifikasi masalah diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah:

1. Berapa dimensi dan besarnya beban mati dan hidup pada pelat lantai?
2. Berapa besarnya beban gempa yang direncanakan dengan SRPMM?
3. Berapa dimensi balok dan kolom beton bertulang serta penulangan sambungan balok-kolom dengan menggunakan SRPMM?
4. Berapa dimensi dan jumlah tiang pancang yang direncanakan serta dimensi pile cap yang direncanakan?

Tujuan dan Manfaat

Tujuan Penulisan Proyek Akhir ini adalah:

1. Memberikan perencanaan struktur yang memadai dalam menerima beban lateral akibat gempa dengan struktur beton bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) yang ditinjau berdasarkan SNI 03-2847-2012.
2. Menerapkan ilmu perencanaan struktur gedung yang diperoleh dari proses perkuliahan dan studi literatur.
3. Menghasilkan kesimpulan yang dapat membantu pengguna dalam hal mendesain struktur bangunan tahan gempa

Sedangkan manfaat yang diharapkan dari "Studi Alternatif Gedung FISIP Universitas Brawijaya Malang Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)" adalah dapat menjadi sumbangan pemikiran perencanaan struktur berdasarkan peraturan terbaru yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu referensi pendidikan khususnya di Universitas Islam Malang.

Lingkup Pembahasan

Batasan masalah dalam Studi perencanaan gedung Parkir dan Perkantoran FISIP Universitas Brawijaya Malang adalah :

1. Pembebanan Analisa Perencanaan Portal
2. Analisa Portal Struktur Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)
 - 3.1 Perhitungan Balok Beton Bertulang
 - 3.2 Perhitungan Kolom Beton Bertulang
 - 3.3 Perhitungan *Joint* Balok - Kolom

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan umum

Beban gempa merupakan beban yang sangat tidak dapat diperkirakan baik besarnya, maupun arahnya. Besarnya gaya gempa sangat ditentukan oleh perilaku struktur tersebut. Gaya horizontal, gaya vertical dan momen torsi yang terjadi sangat bergantung pada waktu getar struktur dan eksentrisitas antara pusat kekakuan struktur dengan pusat masa struktur.

Agar gaya-gaya gempa yang diperhitungkan tidak terlalu besar, arahnya cukup dapat diperkirakan, dan distribusi gaya-gayanya dapat dilakukan secara sederhana, ketentuan-ketentuan dibawah ini sangat perlu untuk diperhatikan dalam perencanaan struktur beton di daerah gempa (Gideon H. Kusuma, 1993), yaitu :

1. Tata letak struktur
2. Desain kapasitas
3. Pendetailan

Analisa pembebanan

Besar beban yang bekerja pada suatu struktur diatur oleh peraturan pembebanan yang berlaku. Beberapa jenis beban yang sering dijumpai (Agus Setiawan, 2008) antara lain :

1. Beban mati
Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung atau bangunan yang bersifat tetap selama masalayan struktur.
2. Beban hidup

Beban hidup adalah gravitasi yang bekerja pada struktur dalam masa layannya, dan timbul akibat penggunaan suatu gedung.

3. Beban gempa

Beban gempa yang nilainya ditentukan oleh 3 hal, yaitu oleh besarnya probabilitas beban itu dilampaui dalam kurun waktu tertentu, oleh tingkat daktilitas struktur yang mengalaminya dan oleh kekuatan lebih yang terkandung di dalam strukturnya. (Suharjanto, 2013)

Analisa perhitungan

1. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)
2. Yaitu sistem rangka ruang dalam mana komponen-komponen struktur dan joint-jointnya menahan gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial, system ini pada dasarnya rasio bagian tinggi dengan dimensi lateral terkecil kurang dari tigaw dinamakan pedestal. (Istimaan Dipohusodo, 1993)
3. Adapun urutan-urutan dalam menganalisis kolom memiliki daktilitas sedang dan SRPMM adalah struktur tahan gempa untuk wilayah gempa menengah, dapat digunakan di wilayah gempa 1 hingga gempa 4. Memiliki Faktor Reduksi Gempa (R) antara 5-5,5. (Suharjanto, 2013)
4. BalokTebal minimum balok ditentukan dalam SK SNI 2847-2013 hal. 70 adalah untuk balok dengan dua tumpuan sederhana memiliki tebal minimum $\ell/16$,
5. Balok dengan satu ujung menerus memiliki tebal minimum untuk balok denganke dua ujung menerus memiliki tebal minimum $\ell/21$, untuk balok kantilever $\ell/18,5$, $\ell/8$. (Gideon, 1993)
- a. Beban rencana
 $U = 1,2D + 1,6 L$
- b. Momen design balok maksimum
 $Mu = 1,2MDL + 1,6 MLL$
- c. Penulangan lentur lapangan dan tumpuan
 - a. Penulangan lentur lapangan
 - Tentukan $deff = h - p - \emptyset$ sengkang - $\frac{1}{2} \emptyset$ tulangan
 $K = \frac{Mu}{\phi b \cdot d^2} \rightarrow$ didapat dari ρ dari table
 $As = \rho \cdot b \cdot d$
 - Pilih tulangan dengan dasar As terpasang \geq As direncanakan
 - b. Penulangan lentur pada tumpuan
 - $K = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} \rightarrow$ didapat nilai ρ dari table
 $As = \rho \cdot b \cdot d$

- Pilih tulangan dengan dasar As terpasang \geq As direncanakan
- c. Pemeriksaan syarat $\phi Mn > Mu$
 $\epsilon_t = \frac{d-c}{c} \cdot 0,003 > 0,005$ (penampang terkendali tarik Pasal 10.3.4 ($\phi = 0,9$))
 $\phi Mn = \phi As \cdot fy \cdot (d - \frac{a}{2}) > Mu$
- d. Tulangan geser rencana
 - $Vc = 0,17 \lambda \sqrt{f'c} b_w d$
 - $V \leq \phi Vc$ (tidak perlutulangan geser)
 - $Vu \leq \phi Vn$
 - $Vn = Vc + Vs$
 - $Vu \leq \phi Vc + \phi Vs$
- 6. $S_{perlu} = \frac{Av \cdot fy \cdot d}{Vs} K$ Kolom
 - Kolom

METODOLOGI

Metode pengumpulan data

Pengumpulan data merupakan kegiatan mencari data di lapangan yang akan digunakan untuk menjawab permasalahan penelitian atau perencanaan. Metode yang dilakukan dalam proses pengumpulan data adalah metode Studi Pustaka

1. Data Proyek
Nama Proyek : Pembangunan Gedung Parkir dan Perkantoran Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Tahap I Universitas Brawijaya
2. Fungsi Bangunan : Rumah Hunian
3. Jumlah Lantai : Delapan Lantai
4. Lokasi : FISIP Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang – Jawa Timur
5. Ukuran Bangunan :
Panjang : 68,61 m
Lebar : 25 m
Tinggi : 28,40 m
Zona Gempa : Kategori Seismik C

Peraturan Perencanaan Dasar

1. Peraturan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2013
2. Tata Cara Perencanaan Tahan Gempa untuk Bangunan Gedung SNI 03-1726-2012
3. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung SKBI-1.3.53.1987

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa beban gempa

Tabel 1. Rekapitulasi berat total bangunan

Lantai	Tinggi hi (m)	Berat Total (kg)	Wi . Hi (kgm)
Atap	28,40	932366	26479194,40
7	22,40	1198912	26855628,80
6	18,40	1138044	20940009,60
5	14,40	1138044	16387833,60
4	10,40	1138044	11835657,60
3	6,40	1113696,80	7127659,52
2	3,20	1417749,60	4536798,72
Σ		8076856,40	114162782,24

Parameter percepatan terpetakan

Parameter percepatan batuan dasar pada periode pendek dari 0,2 detik (S_s) dan percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S_1) diambil dari peta gerak tanah sismik 1% dalam 50 tahun. Sekarang bisa diunduh melalui website resmi dari PU (<http://puskim.pu.go.id//>).

$$S_s = 0,776 \text{ g}$$

$$S_1 = 0,328 \text{ g}$$

Koefisien situs

Perencanaan koefisien situs dilakukan untuk menentukan Maximum Considered Earthquake (MCE) pada periode pendek (S_{MS}) dan 1 detik (S_{M1}) yang berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 6.2.

$$S_{MS} = F_a \times S_s$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1$$

Nilai koefisien F_a dan F_v diambil pada tabel SNI 1726:2012 hal 22, ditinjau dari klasifikasi situs tanah di lokasi pembangunan yaitu Tanah Sedang (Kelas Situs SD), sehingga diperoleh:

$$F_a = 1,190$$

$$F_v = 1,745$$

Dihitung:

$$S_{MS} = F_a \times S_s = 0,923 \text{ g}$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 = 0,572 \text{ g}$$

Parameter percepatan spektral rencana

Untuk menentukan parameter percepatan spectral rencana pada periode pendek (S_{DS}) dan 1 detik (S_{D1}) maka dihitung berdasarkan rumus SNI 1726:2012 pasal 6.3, yaitu:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} = \frac{2}{3} 0,923 = 0,491 \text{ g}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} = \frac{2}{3} 0,572 = 0,281 \text{ g}$$

Kategori desain seismik

Sesuai SNI 1726:2012 pasal 6.5, apabila $S_1 \leq 0,75$ kategori desain sismik diijinkan untuk ditetapkan sesuai tabel kategori desain seismic berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek dengan nilai S_{DS} yaitu:

$$0,20 \leq S_{DS} = 0,615 \leq 0,50$$

Sehingga, untuk struktur yang di desain pada tugas akhir ini, berada pada Kategori Desain Seismik C.

Desain respon spektrum

Berdasarkan SNI 1726:2012 desain respon spectrum dibuat dari nilai S_α (Spektrum respons percepatan 0,2 detik) dan S_1 (Spektrum respons percepatan 1 detik).

1. Untuk periode $< T_0$, $S_\alpha = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$
2. Untuk periode $\geq T_0$, dan lebih kecil atau sama dengan T_s , $S_\alpha = S_{DS}$
3. Untuk periode $> T_0$, $S_\alpha = \frac{S_{D1}}{T}$

Penentuan koefisien R, Ω_0 , dan Cd

Untuk menentukan koefisien R, Ω_0 dan Cd berdasarkan tabel SNI 1726:2012 pasal 7.2, dimana R adalah koefisien modifikasi respon, Cd adalah faktor pembesaran defleksi, dan Ω_0 adalah faktor kuat lebih sistem, yang ditinjau dari sistem struktur yang direncanakan yaitu sistem penahan gaya gempa Struktur Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen Menengah sehingga diperoleh nilai:

$$R = 5$$

$$Cd = 3$$

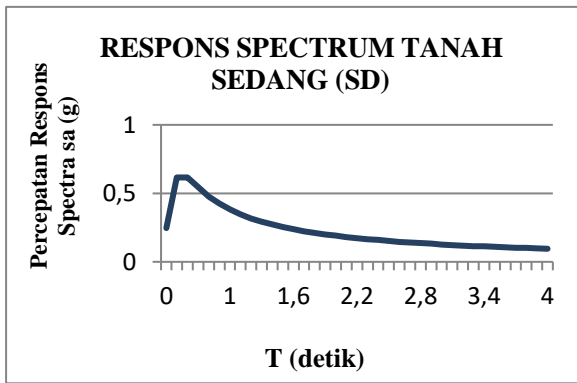
$$\Omega_0 = 4,5$$

Tabel 2. Rekapitulasi beban gempa

Untuk tiap portal		
Lantai	1/5 Fix	1/6 Fiy
Atap	38483,89	32069,91
7	37665,95	31388,29
6	28515,17	23762,64
5	21510,59	17925,49
4	14795,30	12329,42
3	8284,20	6903,50
2	4752,24	3960,20

Balok Induk

Balok induk direncanakan dengan dimensi 40/70 cm. Perencanaan desain balok induk dihitung menggunakan momen output hasil analisis 2D dari aplikasi STAADPro, berikut adalah

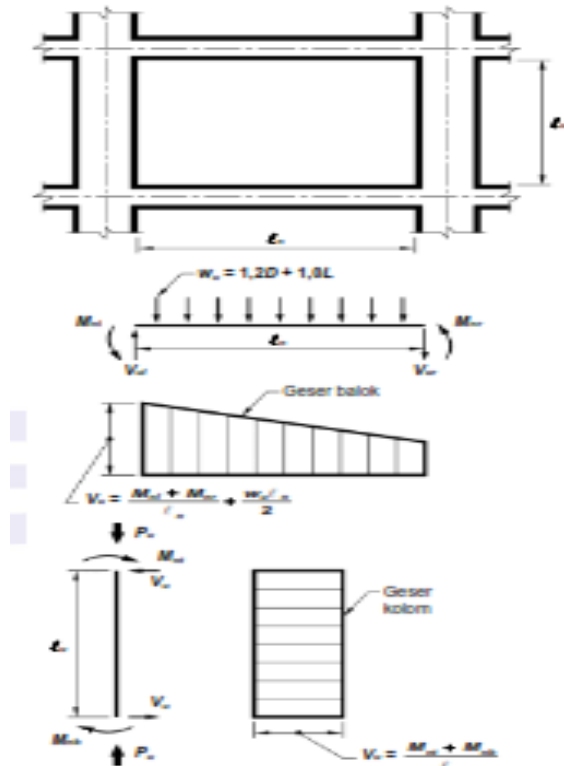


hasil output momen desain balok dari analisis STAADPro :

Momen tumpuan maksimum = -697,679 kNm

Momen lapangan maksimum = 675,547 kNm

Komponen struktur lentur rangka momen menengah harus memenuhi persyaratan berikut : (SNI 2847-2013 pasal 21.3.2 hal. 180)



Gambar 1. Geser desain untuk rangka momen menengah

$$P_u = 16831,7 \text{ N}$$

$$A_g \cdot f_c' / 10 = (700 \times 400) \times 35 / 10 = 980000 \text{ N}$$

Dikarenakan $P_u \leq A_g \cdot f_c' / 10$ maka komponen struktur rangka harus memenuhi pasal 21.3.4 (SNI 2847 – 2013 pasal 21.3.2 hal. 180).

$$\rho_{\min} = 0,00359 < \rho_{\text{perlu}} = 0,0138 < 0,5\rho_b = 0,0185$$

dipakai $\rho_{\text{perlu}} = 0,0138$

$$A_{s\text{perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d = 3474,5969$$

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \pi D_p^2} = 9,1451 \approx 10 \text{ batang tulangan}$$

$$A_{s\text{ada}} = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times D_p^2 = 3799,4 \text{ mm}^2$$

digunakan tulangan 10D22

Jumlah tulangan pada balok dikontrol dengan memperhatikan batasan minimal dan maksimal tulangan sebagai berikut :

$$A_{s\min} = \frac{\sqrt{f_c} \cdot b \cdot d}{4 f_y} = 954,1575 \text{ mm}^2$$

Tetapi tidak boleh kurang dari :

$$A_{s\min} = \frac{1,4 \cdot b \cdot d}{4 f_y} = 903,1795 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\max} = 0,025 \cdot b \cdot d = 6290 \text{ mm}^2$$

Periksa syarat A_s :

$$A_{s\min} < A_{s\text{ada}} < A_{s\max}$$

$$903,1795 \text{ mm}^2 < 3799,4 \text{ mm}^2 < 6290 \text{ mm}^2$$

Periksa syarat ϕM_n :

$$\alpha = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot b \cdot f_c} = 124,51815 \text{ mm}$$

$$c = \frac{\alpha}{\beta_1} = 155,64769 \text{ mm}$$

$$\epsilon_t = \frac{d-c}{c} \times 0,003 = 0,0091 \geq 0,005$$

penampang terkendali tarik pasal 10.3.4, sehingga $\phi = 0,9$

$$\phi M_n = \phi A_s \cdot f_y \left(d - \frac{\alpha}{2} \right) = 755,999689 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 755,999689 \text{ kNm} > M_u = 697,679 \text{ kNm}$$

Perhitungan Senggang Balok Induk

$$V_u = 809,6818 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = 826,5332 \text{ kN}$$

Periksa V_s maksimum :

$$V_s \text{ maks} = \frac{2}{3} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = 992,32378 \text{ kN}$$

$$V_s = 826,5332 \text{ kN} < V_s \text{ maks} = 992,32378 \text{ kN}$$

Dikarenakan $V_s < V_s \text{ maks}$ maka tulangan geser tidak diperlukan sehingga memakai s_{\min} dalam peraturan SNI 2847-2013 pasal 21.3.4.2 hal. 181

Periksa s_{\max} , SNI pasal 21.3.4.2 hal. 181 :

$$a. \frac{d}{4} = \frac{629}{4} = 157,25 \text{ mm}$$

$$b. 8 \times D_p = 8 \times 22 = 176 \text{ mm}$$

$$c. 24 \times \phi_{\text{senggang}} = 24 \times 10 = 240 \text{ mm}$$

$$d. 300 \text{ mm}$$

Digunakan jarak senggang $s = 150 \text{ mm}$ dengan $\phi_{\text{senggang}} = 10$

Daerah ujung sendi plastis dipasang senggang menurut SNI 2847-2013 pasal 21.3.4.3 hal. 181

$$s_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{629}{2} = 314,5 \text{ mm}$$

maka, dipasang senggang $\phi 10$ -300 di daerah lapangan

Kolom

Gaya-gaya yang digunakan dalam perhitungan kolom pada tugas akhir ini adalah hasil output dari analisis kombinasi beban menggunakan program STAADPro menghasilkan momen output STAADPro sebagai berikut :

$$M_u = 1286,68 \text{ kNm}$$

$P_u = 1781,21 \text{ kN}$

Direncanakan dimensi kolom 70/70 cm

$$\frac{k \cdot l_u}{r} \leq 22 \rightarrow \frac{1,3 \cdot 2500}{210} \leq 22$$

$15,48 \leq 22 \rightarrow \text{Ok}$, penampang kolom langsing terpenuhi

Dalam menentukan nilai p_{perlu} untuk kebutuhan tulangan kolom, digunakan diagram interaksi yang dianalisis oleh aplikasi SPColumn, dengan menghasilkan $p_{perlu} = 2,4\% = 0,024$

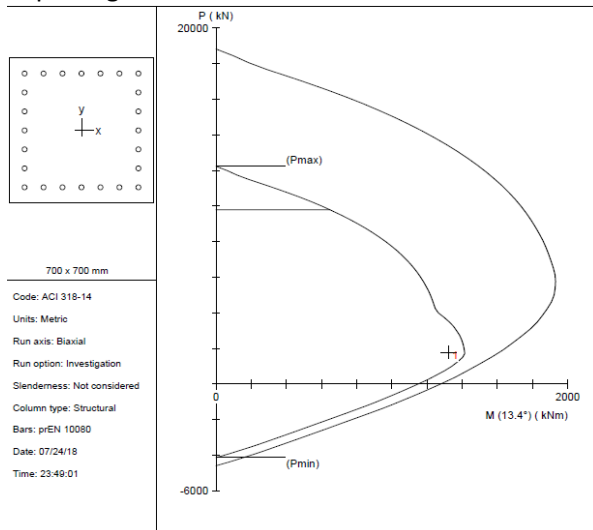
Untuk kontrol luas tulangan yaitu $p_{min} = 0,01 A_g < p_{perlu} < p_{max} = 0,08 A_g$ (SNI 2847-2013 pasal 10.9.1 hal.78)

$p_{perlu} = 0,024 A_g = 11760 \text{ mm}^2$

$p_{min} = 0,01 A_g = 4900 \text{ mm}^2$

$p_{max} = 0,08 A_g = 39200 \text{ mm}^2$

maka digunakan tulangan 25D25 dengan Aspasang = 12265 mm^2



Gambar 2. Grafik kuat kolom

PENUTUP

Kesimpulan

1. Besarnya beban gempa yang direncanakan dengan metode SRPMM adalah sebesar 4,75 ton untuk lantai 2, 8,28 ton untuk lantai 3, 14,79 ton untuk lantai 4, 21,51 ton untuk lantai 5, 28,52 ton untuk lantai 6, 37,67 ton untuk lantai 7 dan 38,48 ton untuk atap.
2. Balok yang terpasang menggunakan dimensi 40/60 cm dan 25/40 serta diameter tulangan yang dipakai adalah D19 dan $\emptyset 10$ untuk balok anak, sedangkan untuk balok induk dimensi yang digunakan adalah 40/70 dan 30/45 serta tulangan yang dipakai adalah D22, D19, $\emptyset 12$ dan $\emptyset 10$.
3. Dimensi kolom yang digunakan adalah 70/70 cm untuk tipe K1 dan 50/50 cm untuk tipe K2, sedangkan tulangan yang dipakai adalah D25 dan $\emptyset 12$. Untuk sambungan balok-kolom sengkang

digunakan sama dengan sengkang yang terpasang pada daerah tumpuan kolom.

Saran

1. Ukuran tebal pelat lantai dan pelat atap dapat berubah dengan mendesain denah pembalokan secara berbeda. L_y dan L_x yang berubah sesuai perencanaan denah pembalokan mempengaruhi luasan pelat.
2. Dimensi balok anak dan balok induk dapat diubah sesuai denah pembalokan yang direncanakan.
3. Pondasi tiang pancang yang direncanakan dapat didesain ulang dengan perencanaan dan perhitungan pondasi sumuran.
4. Pemilihan metode pelaksanaan maupun penggunaan bahan dan peralatan berpedoman pada faktor kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan, pengalaman tenaga kerja serta segi ekonomisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setiawan, 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Anonim. 2002. SNI 1726:2002 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. 2013. SNI 2847:2013 *Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.
- Gideon Kusuma, Vis W.C.,1993. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang Edisi Kedua Seri Beton 1*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Istimawan Dipohusodo, 1993, *Struktur Beton Bertulang*, Departement Pekerjaan Umum RI.
- Puskim, 2018. *Desain Spektra Indonesia*. (<http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desainpektraIndonesia2011/>, diakses tanggal 05 february 2018).
- Suharjanto, 2013, *Rekayasa Gempa*, Penerbit Kepel Press, Yogyakarta.