

Analisis Perencanaan Rusun Polres Gowa Dengan Metode Sistem Rangka Momen Pemikul Menengah (SRMPM)

Planning Analysis of the Gowa Police Flat with the Medium Bearer Moment Frame System Method (SRMPM)

Jufri Manga¹, Zwengly Lodi Honta², Hernita Matana³, Parea Rusan Rangan, Yulieanti S. Mapaliey, Yohanis B. Lotim, Abdias Tandy Arrang, Hasyim Basri, Zain Patongloan, Gersony Miri, Marinus Linggi, Feri Daud Biang, Yusran Londong Allo, Yohans Sunarno, Agustina Pagatiku, Escher Kalapadang, Rael Rabang Matasik, Jery D. Paridy, Regita O. Runtukahu, Memed Timang, Abraham Ganti.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja.
Jl. Nusantara No. 12, Makale, Tana Toraja, Sulawesi Selatan.

jufrimanga77@gmail.com, lodihonta@yahoo.com, hernita_nink@ymail.com,
pareausanrangan68@gmail.com, yulieanti@ukitoraja.ac.id, yohanisbara@ukitoraja.ac.id,
abdias@ukitoraja.ac.id, hasyim@ukitoraja.ac.id, zain@ukitoraja.ac.id, gersony@ukitoraja.ac.id,
marinus@ukitoraja.ac.id, feri@ukitoraja.ac.id, yusran@ukitoraja.ac.id, yohans@ukitoraja.ac.id,
agustinapagatiku@ukitoraja.ac.id, escher@ukitoraja.ac.id, rael@ukitoraja.ac.id, jerry@ukitoraja.ac.id,
regita@ukitoraja.ac.id, memed@ukitoraja.ac.id, abraham@ukitoraja.ac.id

ABSTRAK

Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) merupakan suatu sistem yang daktilitasnya cukup tinggi serta memiliki persyaratan yang detail dalam perhitungan penulangan komponen struktur. Baik aksial, lentur dan geser untuk elemen balok dan kolom, serta ketentuan mengenai hubungan kolom dengan balok yang akan mempengaruhi kinerja bangunan ketika menerima beban gempa. Dengan enelitian ini dapat diketahui detail persyaratan SRPMM sesuai SNI 2847-2013.

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus. Dari penelitian ini akan dideskripsikan bagaimana perencanaan struktur Rusun Polres Gowa dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). Data dikumpulkan dari literatur atau kepustakaan, dan simulasi komputasi. Dari simulasi komputasi diperoleh model struktur (space frame) bangunan dan memperoleh gaya geser, gaya aksial, dan momen yang terjadi. Rusun Polres Gowa merupakan gedung rumah susun yang strukturnya didesain dengan sistem konstruksi beton bertulang biasa. Rusun Polres Gowa terdiri atas 3 lantai, memiliki ukuran panjang sekitar 47 meter, lebar 19.8 meter dan tinggi total bangunan 15.6 meter. Dimensi struktur yang dihasilkan adalah dimesi kolom K1- 40x50, K2-40x50, K3-25x35, S1-25x40. Dimesi balok B1- 30x50, B2-30x50, B3-25x50, B4-20x40, B5-20x30, B6-15x30, RB1-20x30 Plat direncanakan menggunakan smartdek 0.7 mm dengan dimensi plat lantai 12 cm, plat atap 12 cm, plat reservoir 12 cm. Perencanaan fondasi, Fondasi P1 berupa fondasi sumuran dengan dimensi sumuran diameter 80 cm 1 buah dengan setinggi 4 m, dan dimensi Poer 150 cm x 150 cm x 50 cm pada kedalaman 2.0 m. Fondasi P2 berupa fondasi telepak/poer dengan kedalaman 2.0 m, dan dimensi Poer 150 cm x 150 cm x 30 cm

Kata Kunci : perencanaan struktur, beton, kolom, balok, , SRPMM

Abstract

The Intermediate Moment Bearer Frame System (SRPMM) is a system that has high ductility and has detailed requirements in the calculation of structural component reinforcement. Both axial, bending and shear elements for beam and column, as well as provisions regarding the relationship between columns and beams that will affect the performance of the building when receiving earthquake loads. With this research, it can be seen the details of the SRPMM requirements according to SNI 2847-2013.

This research uses a case study method. From this research, it will describe how the planning of the flat structure of the Polres Gowa by using the Intermediate Moment Bearer Frame System (SRPMM). Data collected from literature or literature, and computational simulations. From the computational simulation, the structure model (space frame) of

the building is obtained and the shear forces, axial forces, and moments that occur are obtained. The Gowa Polres Rusun is a flat building whose structure is designed with an ordinary reinforced concrete construction system. The Gowa Polres Flat consists of 3 floors, has a length of about 47 meters, a width of 19.8 meters and a total building height of 15.6 meters. The resulting structure dimensions are column dimensions K1- 40x50, K2-40x50, K3-25x35, S1-25x40. Beam dimensions B1- 30x50, B2-30x50, B3-25x50, B4-20x40, B5-20x30, B6-15x30, RB1-20x30 Plates are planned using 0.7 mm smartdek with floor plate dimensions 12 cm, roof plate 12 cm, reservoir plate 12 cm. Planning foundation, foundation P1 is a well foundation with dimensions of 80 cm diameter 1 piece with a height of 4 m, and Poer dimensions 150 cm x 150 cm x 50 cm at a depth of 2.0 m. P2's foundation is a telepak / poer foundation with a depth of 2.0 m, and Poer dimensions 150 cm x 150 cm x 30 cm

Keywords: structural planning, concrete, column, beam, SRPMM

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia menempati zona tektonik yang sangat aktif sehingga sangat rawan terhadap gempa bumi. Sehingga dalam perencanaan elemen struktur bangunan gedung harus memperhatikan kekuatan dan daktilitas. Berdasarkan SNI Beton yang berlaku (SNI 2847:2013), secara umum perencanaan struktur beton bertulang tahan gempa pada mengaplikasikan konsep daktilitas. Dimana dengan konsep ini, gaya gempa elastik dapat direduksi dengan suatu faktor modifikasi respons struktur (faktor R), yang merupakan representasi tingkat daktilitas yang dimiliki struktur. Dengan penerapan konsep ini, pada saat gempa kuat terjadi, hanya elemen-elemen struktur bangunan tertentu saja yang boleh mengalami kerusakan (*plastifikasi*) sebagai sarana untuk pendisipasian energi gempa yang diterima oleh struktur. Hakekat perencanaan seperti ini disebut dengan konsep *capacity design* (desain kapasitas). Pada desain, elemen-elemen struktur bangunan yang diharapkan mengalami plastifikasi harus diberi detailing penulangan yang memadai.

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. Untuk Kategori Desain Seismik A dan B menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), untuk Kategori Desain Seismik A, B dan C menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan untuk Kategori Desain Seismik A, B, C, D, E dan F menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Kota Gowa sendiri terletak di zona gempa sedang sehingga direncanakan dengan system Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).

Pembangunan Rusun Polres Gowa di Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. Pada awal perencanaan, agar diperoleh bangunan yang benar-benar aman dan ekonomis, maka perlu diadakan Perhitungan Perencanaan Struktur, sebagai acuan dalam pelaksanaan kegiatan Pembangunan Gedung Rusun Polres Gowa ini ke depannya.

Rusun Polres Gowa direncanakan sebagai gedung rumah susun yang strukturnya didesain dengan sistem konstruksi beton bertulang biasa. Rusun ini terdiri atas 3 lantai, memiliki ukuran panjang sekitar 47 meter, lebar 19.8 meter dan tinggi total bangunan 15.6 meter. Adapun tujuannya yaitu agar diperoleh dimensi struktur yang aman, ekonomis, serta pengerjaannya relatif lebih.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian SRPMM

Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) yaitu sistem rangka ruang dimana komponen-komponen struktur dan joint-jointnya menahan gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Sistem ini pada dasarnya memiliki daktilitas sedang dan dapat digunakan di zona 1 hingga zona 4. Memiliki Faktor Modifikasi Respons $R = 5,5$. Detail penulangan komponen SRPMM harus memenuhi ketentuan-ketentuan SNI 03-2847-02 Pasal 23.10 (4), bila beban aksial tekan terfaktor pada komponen struktur tidak melebihi $(A_g f_c' / 10)$. Bila beban aksial tekan terfaktor pada komponen struktur melebihi $(A_g f_c' / 10)$, maka 23.10(5) harus dipenuhi kecuali bila dipasang tulangan spiral.

(sumber: BSN. 2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013). BSN. Jakarta)

2.2 Pembebanan Struktur

Pembebanan yang bekerja pada struktur ini terdiri dari beban mati (berat sendiri dan beban mati tambahan), beban hidup dan beban gempa. Kombinasi pembebanan mengacu pada peraturan SNI 2847-2013 dan SNI 1726-2012. Beban-beban yang bekerja adalah sebagai berikut :

• Beban Mati

Beban mati merupakan berat seluruh bahan konstruksi gedung yang terpasang, termasuk dinding, pasangan lantai, plafond, tangga, dinding partisi, dan komponen arsitektural serta komponen MEP lainnya yang terpasang pada gedung. Pada perencanaan gedung ini beban mati (*Dead Load*) meliputi beban sendiri balok, kolom, pelat, dan struktur atap gedung.

Tabel 1. Jenis Beban Mati pada Gedung

No.	Jenis Beban Mati	Berat	Satuan
1	Baja	78,5	kN/m3
2	Beton	22	kN/m3
3	Pasangan batu kali	22	kN/m3
4	Mortar, spesi	22	kN/m3
5	Beton bertulang	24	kN/m3
6	Pasir	16	kN/m3
7	Lapisan aspal	14	kN/m3
8	Air	10	kN/m3
9	Dinding pasangan bata ½ batu	2,5	kN/m2
10	Curtain wall kaca + rangka	0,6	kN/m2
11	Langit- langit dan penggantung	0,2	kN/m2
12	Cladding metal sheet + rangka	0,2	kN/m2
13	Finishing lantai (tegel atau keramik)	22	kN/m2
14	Marmer, granit per cm tebal	0,24	kN/m2
15	Instalasi plumbing (ME)	0,25	kN/m2
16	Penutup atap genteng	0,5	kN/m2

• Beban Mati Pada Plat Lantai

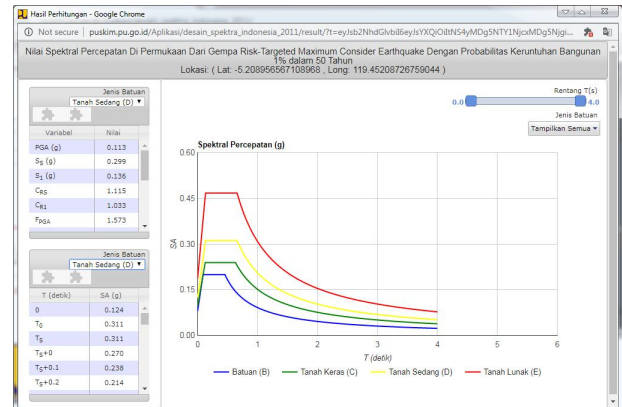
- Adukan semen	=	0.52	kN/m ²
- Mekanikal & Elektrikal	=	0.30	kN/m ²
- Penutup lantai ubin	=	0.25	kN/m ²
- Penutup langit-langit	=	0.18	kN/m ²
Total	=	1.25	kN/m ²

• Beban Hidup

Penentuan beban hidup (*Live Load*) didasarkan pada SNI 1727:2013. Beban hidup lantai yang bekerja pada struktur ini berupa beban terbagi rata sesuai fungsi ruangan.

• Beban Gempa

Perhitungan analisis struktur gedung terhadap beban gempa mengacu pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012).



Gambar 1 Respons Spektrum Desain Rusun Polres Gowa Prototipe Berdasarkan Website Puskim.pu.go.id

• Beban Angin

Beban angin bertekanan minimum terhadap bangunan yang terletak cukup jauh daritepi laut (kecuali struktur berbentuk cerobong) dihitung berdasarkan kecepatan angin 25 m/detik pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah dengan rumus :

$$P = \frac{V^2}{16} \quad (1)$$

dimana P adalah tekanan tiup (kg/m²), V adalah kecepatan angin (m/detik)

Tabel 2. Beban angin

Ketinggian Dari Muka Tanah	Beban Angin Dasar
0 m - 10 m	25 kg/m ²
10 m - 25 m	50 kg/m ²
25 m - 50 m	75 kg/m ²
50 m - 75 m	95 kg/m ²
75 m - 100 m	110 kg/m ²
100 m - 125 m	125 kg/m ²

2.3 Kombinasi Pembebanan

• Kombinasi Pembebanan Struktur Atas

Untuk Perencanaan elemen-elemen balok dan kolom mengikuti ketentuan Standard Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan

Gedung SNI 2847-2013. mengenai kuat perlu. Sesuai dengan SNI 2847-2013, pengaruh gempa dianggap bekerja dalam dua arah sumbu utama secara serempak, yaitu 100% gempa arah utama dikombinasikan dengan 30% gempa arah tegak lurusnya. Kombinasi pembebanan untuk beban tetap maupun beban sementara, selanjutnya adalah sebagai berikut:

$$U = 1.4 D$$

$$U = 1.2 D + 1.6 L$$

$$U = 1.2 D + 1.6 L + 0.5(L_r \text{ atau } R)$$

$$U = 1.2 D \pm 1.6 (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0.5W)$$

$$U = 1.2 D \pm 1.0 W + L + 0.5 (L_r \text{ atau } R)$$

$$U = 1.2 D \pm 1.0 E + L$$

$$U = 0.90 D \pm 1.0 W$$

$$U = 0.90 D \pm 1.0 E$$

Dimana D adalah Dead load, L adalah Live load, W adalah Wind load, L_r adalah Roof live load, R adalah Rain Load, E adalah Earthquake Load

• **Kombinasi Pembebanan Struktur Bawah**

Kombinasi Pembebanan untuk perencanaan fondasi :

$$U = D + L$$

$$U = D + L \pm E$$

Dimana D adalah Dead load, L adalah Live load, E adalah Earthquake Load

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data Perencanaan

Struktur gedung didesain menggunakan bahan beton bertulang dengan mutu dan persyaratan sesuai dengan standar peraturan yang ada sebagai berikut :

• **Beton**

Kuat beton yang disyaratkan, $f_c' = 20.75 \text{ Mpa}$ (K-250)
 Modulus elastisitas beton, $E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$
 Angka poisson, $\nu = 0,2$
 Modulus geser, $G = E_c / [2(1 + \nu)]$

• **Baja Tulangan**

Diameter $\leq 12 \text{ mm}$ (kode Ø) menggunakan baja tulangan polos BJTP 24 dengan tegangan leleh, $f_y = 240 \text{ MPa}$.
 Diameter $\geq 13 \text{ mm}$ (kode D) menggunakan baja tulangan ulir BJTD 40 dengan tegangan leleh, $f_y = 400 \text{ MPa}$.

• **Baja Struktur**

Baja Profil $f_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

Mur Baut Primer A325, G.8.8 Untuk Rangka Baja
 Mur Baut Sekunder A307, G.4.6 Untuk Rangka Gording
 Angkur Baut A307, G.4.6, $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$
 Weld/ las 70xx KSI, $f_u = 490 \text{ MPa}$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan

• **Menghitung Berat Struktur**

Berat struktur yang digunakan dalam perhitungan gempa berdasarkan SNI Gempa 1726-2012 Pasal 7.7.2 adalah beban mati sendiri struktur, beban mati tambahan, dan beban hidup tereduksi 30% seperti ditunjukkan pada Tabel berikut :

Tabel 3. Berat Struktur Gedung

Tingkat Lantai	Beban Mati	Beban Hidup	Berat Sendiri	Beban Total	Beban Hidup
	Tambah n (kN)	Tereduksi (kN)	(kN)	(kN)	(kN)
LANTAI 2	6196.22	333.59	4037.21	10567.02	1334.37
LANTAI 3	6233.92	330.01	3936.33	10500.26	1320.05
LANTAI TOP	1698.19	188.34	2775.61	4662.13	753.35
LANTAI ATAP 1	333.56	11.4	311.27	656.23	45.6
LANTAI ATAP 2	324.77	10.38	139.99	475.14	41.51
BEBAN TOTAL	14786.66	873.72	11200.41	26860.79	13882.13

• **Menghitung Gaya Geser Dasar**

Perhitungan nilai gaya geser dalam arah yang ditetapkan dihitung berdasarkan SNI Gempa 1726 – 2012 Pasal 7.8.1 sebagai berikut:

$$V_x = 1343,45 \text{ kN}$$

$$V_y = 1412,87 \text{ kN}$$

• **Menghitung Distribusi Beban Gempa**

Tabel 4. Perhitungan Gaya Gempa Tiap Lantai

Tingkat Lantai	Beban Total (kN)	h (m)	W x h ^k (kN)	F _x (kN)	F _y
LANTAI 2	10567.02	4.5	213982.25	146.75	1
LANTAI 3	10500.26	8.5	758643.75	520.29	5
LANTAI TOP	4662.13	12.5	728458.52	499.59	5
LANTAI ATAP	656.23	14.72	142190.43	97.52	10
LANTAI ATAP	475.14	15.6	115630.44	79.3	
Σ W _t =	26860.79	W x Z =	1958905.38		

• Perencanaan Balok

Untuk perhitungan tulangan balok dipakai metode perhitungan tulangan lentur tunggal/rangkap disesuaikan dengan kebutuhan. Namun karena adanya persyaratan gempa dimana harus dipasang tulangan tekan dalam jumlah tertentu maka semua balok menggunakan tulangan rangkap. Sedangkan nilai-nilai kebutuhan rasio penulangan yang tetap berdasarkan mutu bahan yang dipakai.

Tabel 5. Rekapitulasi Tulangan Utama Balok pada Tumpuan

Jenis Balok	Luas Tulangan		Tulangan Atas		Tulangan Bawah	
	ETABS	Diameter Tulangan	Luas Tulangan (As)(m ²)	Diameter Tulangan	Luas Tulangan	Luas Tulangan
B1-30X50	1930.00	7 D 19	1984.70	4 D 19	1134.1	
B2-30X50	809.00	5 D 16	1005.3	3 D 16	603.19	
B3-25X50	533.00	5 D 16	1005.3	3 D 16	603.19	
B4-20X40	694.00	4 D 16	804.25	2 D 16	402.12	
B5-20X30	251.00	2 D 16	402.12	2 D 16	402.12	
B6-15X30	140.00	2 D 13	265.46	2 D 13	265.46	
RB1-20X30	171.00	2 D 13	265.46	2 D 13	265.46	

Tabel 6. Rekapitulasi Tulangan Utama Balok pada Lapangan

Jenis Balok	Luas Tulangan		Tulangan Atas		Tulangan Bawah	
	ETABS	Diameter Tulangan	Luas Tulangan (As)(m ²)	Diameter Tulangan	Luas Tulangan	Luas Tulangan
B1-30X50	1342.00	4 D 19	1134.11	6 D 19	1701.17	
B2-30X50	488.00	3 D 16	603.19	5 D 16	1005.31	
B3-25X50	421.00	3 D 16	603.19	5 D 16	1005.31	
B4-20X40	326.00	2 D 16	402.12	4 D 16	804.25	
B5-20X30	184.00	2 D 16	402.12	2 D 16	402.12	
B6-15X30	130.00	2 D 13	265.46	2 D 13	265.46	
RB1-20X30	84.00	2 D 13	265.46	2 D 13	265.46	

Tabel 7. Rekapitulasi Tulangan Geser Balok

Jenis Balok	Daerah Tumpuan			Daerah Lapangan		
	ETABS	Diameter Tulangan	Luas Tulangan (As)(mm ²)	Diameter Tulangan	Luas Tulangan	Luas Tulangan
B1-30X50	2310.00	3 Ø 10	100	2356.19	2 Ø 10	150
B2-30X50	1500.00	2 Ø 10	100	1570.80	2 Ø 10	150
B3-25X50	1309.00	2 Ø 10	100	1570.80	2 Ø 10	150
B4-20X40	1497.00	2 Ø 10	100	1570.80	2 Ø 10	150
B5-20X30	1491.00	2 Ø 10	100	1570.80	2 Ø 10	150
B6-15X30	629.00	2 Ø 8	100	1005.31	2 Ø 8	150
RB1-20X30	187.00	2 Ø 8	100	1005.31	2 Ø 8	150

• Perencanaan Kolom

Untuk perhitungan penulangan kolom dapat dilihat pada hasil output yang diberikan oleh ETABS dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 8. Rekapitulasi Tulangan Utama Kolom

Jenis Kolom	Tulangan Utama			
	Luas Tulangan ETABS	Diameter Tulangan (mm)	Luas Tulangan (As)(mm ²)	Luas Tulangan (As)(mm ²)
K1-40X50	3402.00	12 D 19	3402.34	
K2-40X50	2412.00	12 D 16	2412.74	
K3-25X35	1608.00	8 D 16	1608.50	
S1-25X40	1000.00	6 D 16	1206.37	

Tabel 9. Rekapitulasi Tulangan Geser Kolom

Jenis Kolom	Tulangan Utama			
	Luas Tulangan ETABS	Diameter Tulangan (mm)	Luas Tulangan (As)(mm ²)	Luas Tulangan (As)(mm ²)
K1-40X50	737.00	2 Ø 10	-100	1570.80
K2-40X50	669.00	2 Ø 10	-100	1570.80

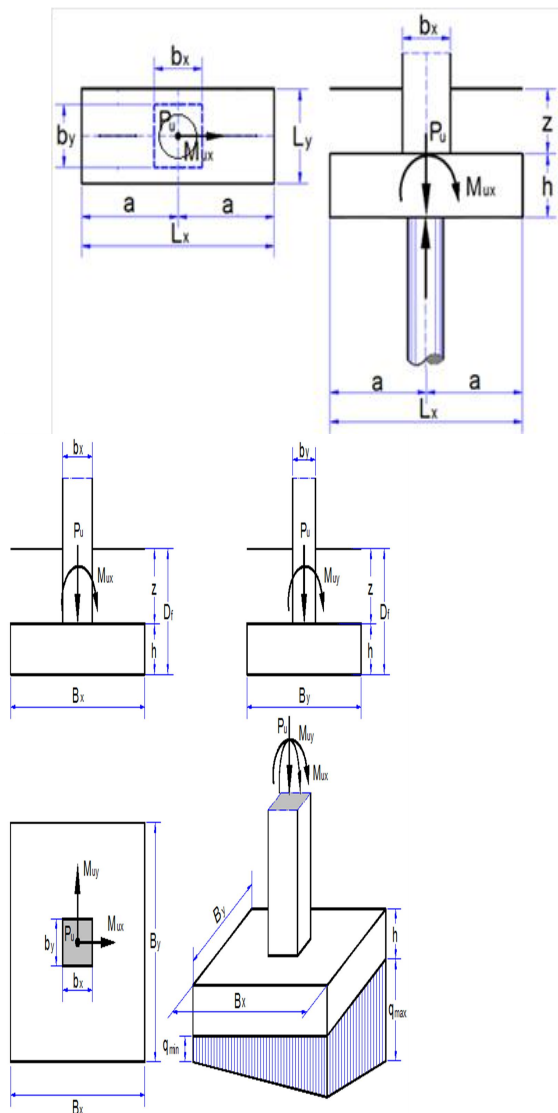
K3-25X35	1085.00	2	∅	10	-100	1570.80
S1-25X40	81.00	2	∅	10	-100	1570.80

• **Perencanaan Plat**

- Plat Lantai Rusun adalah tebal plat 12 cm, mutu beton 20.75 MPa, mutu Baja (fy) 500 MPa, tebal bondek 0.70 mm. Perencanaan tulangan negative digunakan wiremesh M 150-10 adalah 523.599 mm²
- Plat Lantai Atap adalah adalah tebal plat 12 cm, mutu beton 20.75 MPa, mutu Baja (fy) 500 MPa, tebal bondek 0.70 mm. Perencanaan tulangan negative digunakan wiremesh M 150-10 adalah 523.599 mm²

• **Perencanaan Fondasi**

- Pondasi 1 Jenis Sumuran adalah beton bertulang tampang lingkaran, diameter sumuran 0,80 m, panjang sumuran 4,00 m, lebar kolom 0,50 m dan 0,40 m, tebal 0,50 m.
Pembesian tulangan, digunakan tulangan D 19 -200
Tulangan susut digunakan tulangan D 16 – 200



Gambar 2. Perencanaan Fondasi Sumuran

- Pondasi 2 jenis digunakan pondasi telapak/*poer*, kedalaman fondasi 2 m, lebar fondasi 1,50 m x 1,50 m, tebal fondasi 0,3 m

Gambar 3. Perencanaan Fondasi Telapak/*Poer*

5. KESIMPULAN

1. Struktur didesain dengan bahan beton dengan mutu $f'c = 20.75$ Mpa (K-250), dengan mutu baja BJTD-40 untuk tulangan ulir dan mutu baja BJTP-24 untuk tulangan polos.
2. Dimensi struktur yang dihasilkan adalah dimesi kolom K1- 40x50, K2-40x50, K3- 25x35, S1-25x40. Dimesi balok B1- 30x50, B2-30x50, B3-25x50, B4-20x40, B5-20x30, B6-15x30, RB1-20x30
3. Plat direncanakan menggunakan *smartdek* 0.7 mm dengan dimensi plat lantai 12 cm, plat atap 12 cm, plat reservoir 12 cm.
4. Perencanaan fondasi, Fondasi P1 berupa fondasi sumuran dengan dimensi sumuran diameter 80 cm 1 buah dengan setinggi 4 m, dan dimensi Poer 150 cm x 150 cm x 50 cm pada kedalaman 2.0 m. Fondasi P2 berupa fondasi telepak/*poer* dengan kedalaman 2.0 m, dan dimensi Poer 150 cm x 150 cm x 30 cm.

DAFTAR PUSTAKA

Asroni, A. 2010. Kolom Fondasi dan Balok T Beton Bertulang. Graha Ilmu. Yogyakarta.

- ATC-40. 1996, Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Building. Applied Technology Council. Redwood City.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain (SNI 1727-2013)". BSN. Jakarta
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 1726-2012). BSN. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013). BSN. Jakarta.
- Chu Kia Wang Dkk. 1993. Disain Beton Bertulang Edisi Keempat. PT. Gelora Aksara. Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan. 1991. Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK.SNI T- 15-1991-03 .Departemen PU. Jakarta.
- FEMA 356. 2005. *Quantification of Building Seismic Performance Factors. Federal Emergency Management Agency. Washington DC.*
- FEMA P695. 2009. *Quantification of Building Seismic Performance Factors. Federal Emergency Management Agency. Washington DC.*
- Flach Ronal Dkk. 1999. *Details And Detailing Of Concrete Reinforcement (ACI 315-99). American Concrete Institute. U.S.A.*
- Schodek L. Daniel. 1991. Struktur. PT. Eresco. Bandung.