Remodelling Gedung Rumah Sakit dengan *Dual System* menggunakan SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019

Sisko Adi Prasetyo[1], Yanisfa Septiarsilia*[2], Dita Kamarul Fitriyah[3], Sukendro Broto Sasongko[4]

[1,2,3]Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
[4]Jurusan Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: [1] siskoadi82@gmail.com, [*2] yanisfa.septi@itats.ac.id, [3]ditaka.fitriyah@gmail.com , [4]sukendro@itats.ac.id

Abstract

RSIA Lombok Dua Dua is located in an earthquake-prone area. The purpose of this study is to remodel a 9-story building using a dual system, namely the Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) and the Special Structural Wall System (SDSK), located in the Surabaya area with soft soil conditions. This remodeling includes structural elements such as beams, columns, floor slabs, foundations, and shear walls. In this study, a reinforced concrete building structure will be planned using the Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) according to the Indonesian National Standards (SNI) 2847-2019, SNI 1726-2019, and SNI 1727-2020. The building model with the Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) will use the Strong Column and Weak Beam design principle. The planned structure is a 9-story hospital building located in seismic zone KDS D. The analysis is conducted using the SAP 2000 software. The results of the structural modeling of RSIA Lombok Dua Dua's building reveal a time period of 1.32, which does not exceed 1.68 and should not be less than 1.20. The dual system control for the x-axis is 37%, and for the y-axis, it is 29%. The shear forces for RSx and RSy are 2641.98 kN and 3218.97 kN, respectively. The maximum drift values for the x-axis and y-axis are 22.73 mm and 9.48 mm, respectively, meeting the specified limits on each floor. The floor slab uses Ø10-150 reinforcement with a ϕMn value of 12073898 N.mm. The main beam type B1 utilizes support reinforcement of 9-D16 and field reinforcement of 5-D16. The 500x500 column with a 650 beam has a beam-column connection where ΣMnc is 789.49 kN > 1.2 ΣMnb, which is 759.19 kN. Shear walls use D22-200 reinforcement with a ØVn value of 895.08, and the group pile foundation uses 15 columns in one pile cap with a pile cap thickness of 80 cm, reinforced with D22-150 reinforcement.

Keywords: *remodelling, dual system, srpmk, sdsk*

Abstrak

RSIA Lombok Dua Dua terletak didaerah gempa kuat. Pada penelitian ini bertujuan untuk meremodelling gedung 9 lantai menggunakan sistem ganda yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Dinding Struktur Khusus (SDSK) yang berlokasi di daerah Surabaya dengan kondisi tanah lunak. Remodelling ini meliputi elemen struktur balok, kolom, plat lantai, pondasi dan dinding geser. Dalam penelitian ini akan direncanakan struktur gedung beton bertulang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai dengan SNI 2847-2019, SNI 1726-2019 dan SNI 1727-2020. Dimana bangunan model Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) akan menggunakan Strong Column and Weak Beam (kolom kuat dan balok lemah). Struktur yang akan direncanakan adalah gedung Rumah Sakit 9 lantai dan terletak di zona gempa KDS D. Analisa ini menggunakan program bantu SAP 2000. Hasil dari pemodelan struktur gedung RSIA Lombok Dua Dua didapatkan Time periode sebesar 1,32 tidak melebihi 1,68 dan tidak

boleh kurang dari 1,20,kontrol sistem ganda untuk arah x 37% dan untuk arah y 29%, gaya geser RSx 2641,98 Kn dan RSy 3218.97 Kn, dan simpangan batas (drift) diambil nilai paling besar untuk arah x 22,73 mm dan arah y 9,48 dimana simpangan telah memenuhi setiap lantai. Plat lantai digunakan tulangan Ø10-150 dengan nilai ϕMn 12073898 N.mm. Balok induk type B1digunakan tulangan tumpuan 9-D16 dan lapangan 5-D16. Kolom 500x500 dengan balok 650 dimana hubungan balok & kolom ΣMnc 789,49 Kn > 1,2 ΣMnb 759,19 Kn. Shearwall digunakan tulangan D22-200 dengan ØVn 895,08 dan pondasi tiang kelompok digunakan 15 tiang dalam satu pilecap dengan ketebalan pilecap 80 cm dan menggunakan tulangan D22-150.

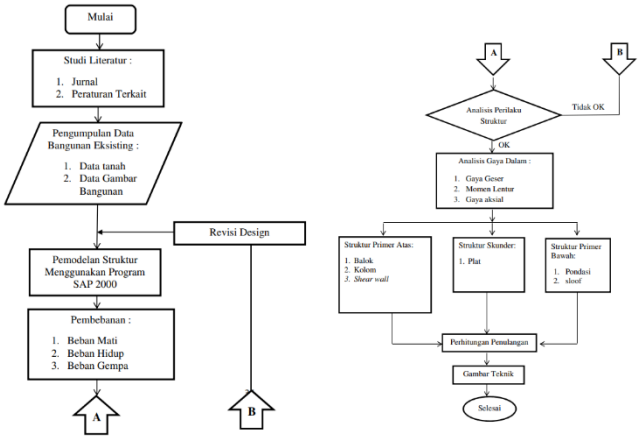
Kata kunci: remodelling, sistem ganda, srpmk, sdsk

1. Pendahuluan

Bangunan Rumah Sakit Lombok Dua Dua surabaya merupakan bangunan rumah sakit bersalin yang ada di Surabaya, untuk membangun gedung rumah sakit yang baru dengan fasilitas yang memadai, perlu dilakukan perencanaan dengan sangat baik dengan kesedian lahan yang cukup memadai. Dengan adanya lahan yang dimiliki pihak rumah sakit maka pola aktifitas yang akan terjadi adalah secara vertikal. Bangunan Rumah Sakit Lombok Dua Dua Surabaya dibangun pada tahun 2010 dengan bangunan gedung berjumlah 4 lantai. Sebagai bentuk pengembangan dari Rumah Sakit sebelumnya yang akan menampung lebih banyak pasien di Rumah Sakit sekarang, sehingga diperlukan pembangunan gedung baru yang akan terdapat lebih banyak fasilitas untuk Rawat Inap.
Gedung Rumah Sakit yang baru dirancang dengan menggunakan jumlah 9 lantai dengan ketinggian total 37.05 m, perhitungan struktur menggunakan dengan dual system (SRPMM dan shearwall) dengan menggunakan peraturan (2847, 2013) untuk perencanaan struktur beton bertulang, (1726, 2012) untuk perencanaan gempa dan (1727, 2013) untuk perencanaan pembebanan. Pekerjaan ini dilaksanakan sejak tahun 2017 sampai sekarang (Robah, 2014). SRPMK yaitu struktur beton bertulang yang mempunyai nilai daktilitas tinggi. Sedangkan untuk Sistem Ganda adalah sistem yang struktur beban gravitasinya harus dipikul dengan rangka utama sepenuhnya dan sedangkan untuk beban gempa dipikul sepenuhnya oleh rangka utama setidaknya hanya 25% dan sisanya dapat dipikul dengan dinding geser itu sendiri. Penggunaan dinding geser (*shear wall*) yang menggunakan sistem peredam getaran torsi (SRPM) dianggap lebih efisien daripada menggunakan rangka kaku untuk konstruksi gedung bertingkat, selain itu dapat menahan beban lateral seperti gempa (Wijayana et al., 2019)(Lutfi et al., 2019) . Pada penelitian ini, akan dilakukan remodelling dengan struktur gedung beton bertulang dengan sistem ganda yaitu SRPMK dan SDSK serta menggunakan peraturan (SNI 2847, 2019) untuk perencanaan struktur beton bertulang, (1726, 2019) untuk perencanaan gempa dan (Nasional, 2020) untuk perencanaan pembebanan. Dimana bangunan dengan model SRPMK, struktur gedung ini akan direncanakan untuk membuat gedung Rumah Sakit 9 lantai dan pemodelan struktur akan dilakukan menggunakan SAP 2000.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa tahapan terkait desain Langkah-langkah perencanaan ini dilakukan pada Gedung RSIA Lombok Dua Dua Surabaya dapat dilihat dari Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Flowchart Penelitian
(Sumber:Penelitian, 2022)

$$Sa = \frac{V/W}{\alpha 1} \quad (1)$$

dimana,
Sa = spektrum percepatan,
V = gaya geser dasar,
W = berat struktur (DL dan LL tereduksi),
$\alpha 1$ = koefisien massa ragam untuk ragam ke-1.

2.1 Data Struktur Bangunan

Dalam penelitian ini, adapun data umum bangunan yang akan dianalisis sebagai berikut :
Nama Bangunan : RSIA LOMBOK DUA DUA
Lokasi Bangunan : Surabaya
Fungsi Bangunan : Rumah Sakit
Jumlah Lantai : 9 Lantai
Zona Gempa : KDS D
Struktur Utama : Beton Bertulang
Data Material
Mutu Beton (f'c) : 30 Mpa
Pelat : 30 Mpa
Balok : 30 Mpa (k-350)
Kolom : 30 Mpa (k-350)
Mutu Baja (fy) :240 Mpa (polos)390 Mpa (ulir)

2. 2 Pembebanan

Pembebanan struktur ini terdiri atas beban mati, beban hidup dan beban gempa sebagai berikut :

2. 2.1 Beban Mati

Beban mati merupakan berat pada seluruh bahan konstruksi pada gedung yang telah terpasang seperti dinding, lantai, plafond, penggantung langit-langit, dan beberapa komponen arsitektural lainnya yang terpasang pada gedung tersebut. Total beban mati sesuai dengan SNI 1727-2013 adalah 1,39 kN/m^2.

2. 2.2 Beban Hidup

Beban Hidup yang sudah disesuaikan dengan fungsi dari bangunan. Pada penelitian ini struktur yang ditinjau yakni struktur gedung rumah sakit, sehingga beban hidup disesuaikan dengan SNI 1727-2013 sebagai berikut :

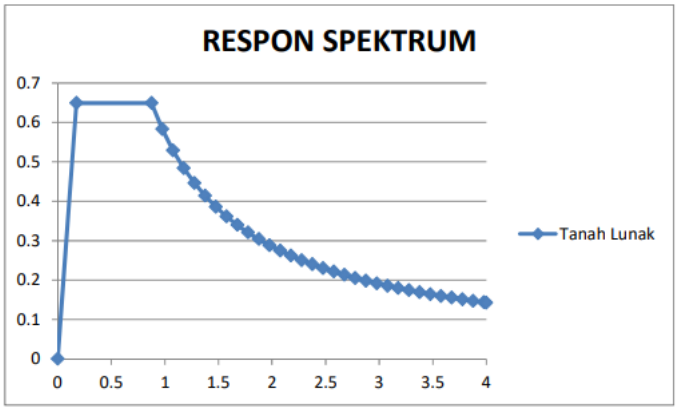
Beban hidup pelat yang ditinjau :

Ruang Pasien = 1,92 Kn/m2

Koridor diatas lantai pertama = 3,83 Kn/m2

2. 2.3 Beban Gempa

Perencanaan beban gempa dalam remodelling gedung ini berdasarkan SNI gempa terbaru, yakni (1726, 2019), didapatkan hasil grafik respon spektrum pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Respon Spektrum
(Sumber:Penelitian, 2022)

Tabel 2. Beban Komponen Gedung per m^2 Pada Lantai
Sumber: PPPURG 1987

2. 3 Analisis Perilaku Struktur

Analisis ini dilakukan agar dapat mengetahui perilaku struktur yang terjadi pada bangunan dan dapat mengetahui time period, simpangan antar lantai, Gaya geser dasar dan kontrol sistem ganda yang terjadi pada bangunan tersebut

2. 4 Analisis Gaya Dalam

Untuk analisis gaya dalam, didapatkan besaran gaya dalam, gaya yang akan bekerja dalam suatu konstruksi gedung/bangunan akibat adanya beberapa beban yang terdapat pada suatu struktur bangunan tersebut. Gaya dalam ini hanya berupa momen, gaya lintang dan gaya geser. Untuk menentukan dan menghitung dalam besaran gaya dalam ini sangat/harus diperluakan dalam suatu konstruksi gedung/bangunan umtuk sebagai langkah awal dalam merencanakan sebuah bangunan, oleh karena apabila sudah didapatkan nilai besaran gaya-gaya dalam akan dapat merencanakan langkah selanjutnya, seperti dimensi dari suatu struktur kolom, balok dan lain-lain serta juga tulangan bangunan tersebut sehingga dapat menahan beban-beban yang dipikulnya. Kegagalan terjadi pada struktur bagian atas, terutama pada kolom. Jika kolom mengalami keruntuhan, keruntuhan total tidak dapat dihindari (Propika et al., 2021).

2. 5 Perencanaan Penulangan

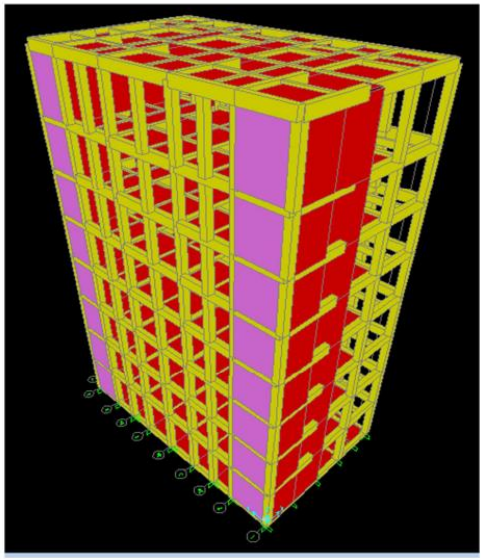
Setelah mengetahgui gaya dalamnya akan dapat merencanakan langkah selanjutnya yaitu dimensi struktur dan tulangan yang akan digunakan pada komponen struktur seperti balok, kolom, pelat, pondasi, sloof, tangga, shear wall dan sebagainya. Kemampuan maksimum untuk menanggung beban aksial dapat diestimasi sesuai dengan perancangan beban aksial maksimum pada elemen struktur yang tidak menggunakan prategang, dengan mempertimbangkan tulangan pengikat (Propika et al., 2020).

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, akan dilakukan kontrol perilaku dan Perencanaan kapasitas penulangan pada gedung RSIA Lombok Dua Dua, berikut hasil pada penelitian ini.

3. 1. Kontrol Perilaku Struktur

Adapun beberapa parameter perilaku struktur meliputi time period, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, dan kontrol sistem ganda. Dalam penelitian ini, analisis struktur menggunakan program bantu SAP 2000, Gambar 3 merupakan permodelan struktur gedung RSIA Lombok Dua-Dua.



Gambar 3. Permodelan Struktur menggunakan Program SAP2000
(Sumber:Penelitian, 2022)

3. 1.1 Time Period

Dari hasil permodelan, didapatkan nilai periode fundamental atau time periode ragam pertama adalah T=1,326612, sementara itu, kalau menggunakan persamaan sesuai SNI 1726-2019 sebagai berikut :
Ta= Ct× hnx = 0,0466 × 37,110,9 = 1,204836 detik
Dari SNI 1726-2019 pasal 7.8.2 tabel 17, maka Tmax : Tmax = 1,204836 x 1,4 = 1,68677 (Memenuhi)
Jadi dari hasil SAP 2000 didapatkan nilai T = 1,326612 detik dimana nilai T tidak boleh kurang dari Ta = 1,204836 detik dan tidak boleh lebih besar dari Tmax = 1,68677 detik.

3. 1.2 Gaya Geser Dasar

Dari Program bantu SAP 2000 didapatkan hasil Gaya geser sebagai berikut :

• RSx : 2641,98 Kn
• RSy : 3218,97 Kn
• STx : 2641,81Kn
• Sty : 3218,93 Kn
• Cek 100% x 2641,81= 2641,81
• Cek 100% x 3218,93 = 3218,93
Kontrol
• 2641,98 > 2641,81 (Memenuhi)
• 3218,97 > 3218,93 (Memenuhi)
Jadi Gaya dari hasil SAP 2000 didapatkan nilai RSx = 2641,98 Kn dan RSy = 3218,97 Kn dimana nilai RSx dan RSy tidak boleh lebih kecil dari STx dan Sty.

3. 1.3 Simpangan Antar Lantai

Sruktur yang didesain ini merupakan sistem rangka beton bertulanga pemikul momen khusus maka didapatakan nilai Cd dari tabel 12 = 5,5
Joint 453 = 49,375 mm (sumber : SAP 2000)
Joint 498 = 55,575 mm (sumber : SAP 2000)
$\Delta x = (\delta 2 - \delta 1) x Cd / I = (49{,}375 - 55{,}575\ ) x 5{,}5 < \Delta\ 1{,}5 = 100\ mm$
= 22,73 mm < 100 mm (Memenuhi)
Adapun dari perhitungan simpangan didapatkan nilai terbesar arah x=22,73 mm dan arah y=9,48 mm tidak boleh melebihi simpangan ijin sebesar 100 mm

3. 1.4 Kontrol Sistem Ganda

Dari Program bantu SAP 2000 didapatkan hasil Gaya geser seluruh perletakan (Shear Wall) dan Gaya geser seluruh SW (Shear Wall) sebagai berikut :
Gaya geser seluruh perletakan : Sumbu x : 262,92 Kn, Sumbu y : 463,30 Kn
Gaya geser seluruh SW (Shear Wall) : Sumbu x : 96,05 Kn, Sumbu y : 131,59 Kn
Perbandingan :
Sumbu x : (sumbu x SW / sumbu x seluruh perletakan) x 100% : (96,05 / 262,92) x 100% : 37% > 25% (maka dapat dikategorikan sebagai sistem ganda)
Sumbu y : (sumbu y SW / sumbu y seluruh perletakan) x 100% : (131,59 / 463,30) x 100% : 28% > 25% (maka dapat dikategorikan sebagai ssstem ganda)
Jadi hasil perhitungan kontrol system ganda didapatkan nilai sumbu x = 37% dan sumbu y = 28%, dimana kontrol system ganda harus mampu setidaknya menahan paling sedikit 25%.

3. 2. Perencanaan Penulangan

Dalam penelitian ini akan dianalisis penulangan kolom dan penulangan balok. Tabel 1 – Tabel 4 merupakan tabel rekapitulasi dari masing-masing Perencanaan struktur gedung RS ini meliputi penulangan balok, penulangan kolom, perencanaan shearwall dan perencanaan pondasi.

Tabel 1. Perhitungan Tulangan Balok

Rekapitulasi Penulangan Balok										
Type	**Dimensi (mm)**	**Lokasi**	**As Perlu**	**Jumlah Tulangan (bh)**	**Diameter Tulangan**	**As Pasang**	**As' Perlu**	**Jumlah Tulangan (bh)**	**Diameter Tulangan**	**As' Pasang**
S1	300/600	Tumpuan	532,13	3	16	602,88	301,44	2	16	401,92
		Lapangan	483,75	3	16	602,88	301,44	2	16	401,92
		Tumpuan	433,11	3	16	602,88	301,44	2	16	401,92

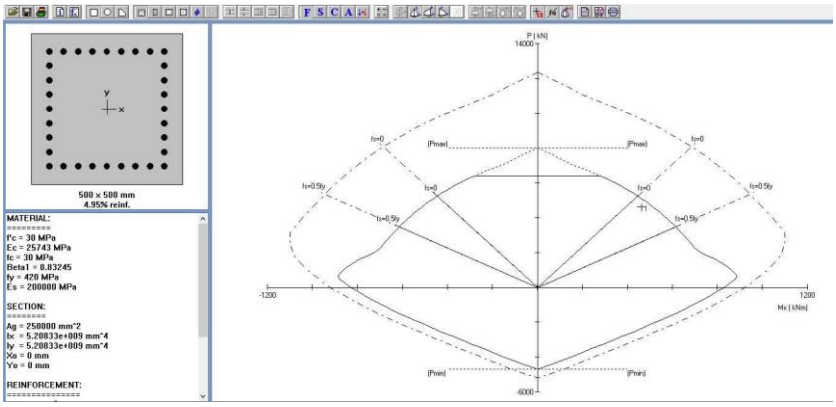
S2	300/500	Lapangan	393,75	3	16	602,88	301,44	2	16	401,92
S3	350/500	Tumpuan	507,05	3	16	602,88	301,44	2	16	401,92
		Lapangan	460,92	3	16	602,88	301,44	2	16	401,92
B1	400/650	Tumpuan	1649,20	9	16	1808,64	904,32	5	16	1004,80
		Lapangan	2591,60	15	16	3014,4	1306,24	7	16	1406,72
B2	450/650	Tumpuan	2385,45	12	16	2411,52	1205,76	7	16	1406,72
		Lapangan	3180,60	18	16	3617,28	1607,68	8	16	1607,68
B3	250/450	Tumpuan	474,69	3	16	850,16	425,06	2	16	566,77
		Lapangan	581,25	3	16	850,16	425,06	2	16	566,77
BA1	300/500	Tumpuan	842,88	5	16	1004,80	502,4	3	16	602,88
		Lapangan	1053,60	6	16	1205,76	602,88	3	16	602,88

Sumber: Penelitian (2022)

Tabel 2. Perhitungan Tulangan Kolom

Rekapitulasi Penulangan Kolom							
Tipe Kolom	**Dimensi (mm)**	**ΣM_{nc} (kNm)**	**Ket.**	**1,2 ΣM_{nb} (kNm)**	**Jumlah Tulangan (bh)**	**Diameter**	**Sengkang**
K1	500/500	789,49	>	759,15	32	22	4 kaki D13-150

Sumber: Penelitian (2022)



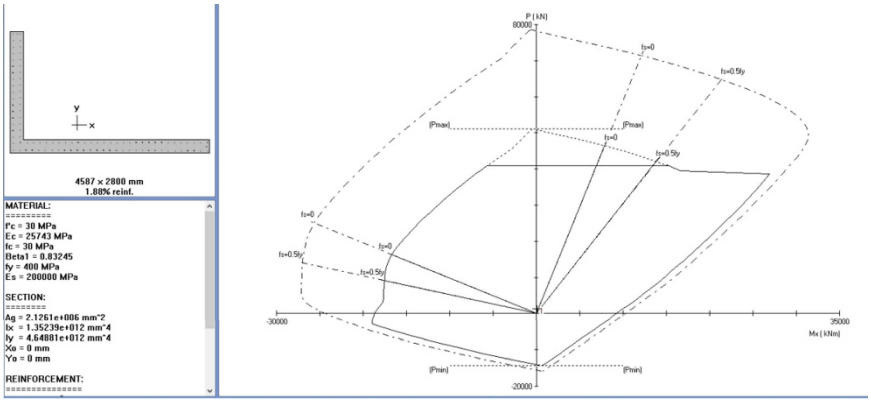
Gambar 4. Diagram Interaksi Kolom menggunakan program spColumn
(Sumber:Penelitian, 2022)

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 4 dari perhitungan kolom type K1 diatas, digunakan tulagan 32-D22 dan sengkang 4 kaki D13–100 dengan kotrol beban axial kolom ΦPn = 5809,11 Kn dan diapatkan nilai ΣMnc = 789,49 Kn.

Tabel 3. Perencanaan Shearwall

Tipe	**Pu (Kn)**	**Geser Nominal Penampang (Kn)**	**GeserNominal Maksimum (Kn)**	***Boundary Element* (mm)**
1	1257,92	895,08	932,66	Tidak Membutuhkan
2	1413,78	721,26	751,55	Tidak Membutuhkan

Sumber: Penelitian (2022)



Gambar 5. Diagram Interaksi Shearwall menggunakan program spColumn
(Sumber:Penelitian, 2022)

Kuat tekan dan lentur dinding struktur/shearwall diperoleh dengan membuat diagram interaksi dinding tersebut menggunakan program bantu spColumn seperti pada Gambar 5. Menurut SNI 2847:2019 pasal 18.10.2.1, rasio tulangan longitudinal dan transversal minimal sebesar 0,0025 dan spasi antar tulangan tidak melebihi 450 mm sehingga digunakan tulangan longitudinal D22 - 200 mm. Pada tabel 4 merupakan rekapan Perencanaan pondasi meliputi pilecap dan jumlah tiang pancang.

Tabel 4. Perencanaan Pondasi

Tipe Pondasi	Jumalah Pile	ELV.Poer (cm)	Dimensi Poer (cm)	Panjang Pile	Jumlah Pondasi	Jumlah Pancang
P5	5	1,97	450x300x80	48	1	5
P6	6	1,97	450x300x80	48	1	6
P9	9	1,97	511x427x80	48	4	36
P15	15	1,97	742x427x80	48	2	30
Total Pancang						77

Sumber: Penelitian (2022)

4. Kesimpulan

Dari perhitungan perilaku struktur diatas dapat di simpulkan sebagai berikut
Hasil perhitungan simpangan antar lantai arah x 22,73 mm dan arah y 9,48 mm dimana hasil simpangan arah x dan y tidak boleh melebihi 100mm.
Hasil perhitungan Time periode 1,20. tidak melebihi 1,32 dan tidak kurang dari 1,68.
Hasil perhitungan gaya geser nilai RSx = 2641,98 Kn dan RSy = 3218,93 Kn.
Hasil perhitungan kontrol sistem ganda didapatkan nilai sumbu x = 37% dan sumbu y = 28%, dimana kontrol sistem ganda harus mampu setidaknya menahan paling sedikit 25%.

Hasil perencanaan struktur primer yang meliputi balok induk & kolom, sebagai berikut, Balok induk 400/650 Mu tump 340,03 kNm dan Mn = 371,10 kNm sedangkan Mu lap =508,33 kNm dan Mn lap = 517,90 kNm. Kolom 500/500 untuk kontrol beban aksial nilai Pu 4635,01 kN dan nilai Pn = 5809,11 kN.

Daftar Pustaka

1726. (2012). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*.

1726. (2019). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung* (Issue 8).

1727. (2013). *Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain*.

2847. (2013). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*.

Lutfi, S., Susanti, E., & Jaka Propika. (2019). Studi Perbandingan Perilaku Struktur Bangunan Terhadap Posisi Dinding Geser. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, Dan Infrastruktur*, 130–135.

Nasional, B. S. (2020). *Penetapan Standar Nasional Indonesia 1727 : 2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain sebagal revisi dari Standar Nasional Indonesia 1727 : 2013 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan* (Issue 8).

Propika, J., Fitriyah, D. K., Septiarsilia, Y., & Julistian, K. N. (2020). *Analisa Perbandingan Kolom Komposit Inside Steel dan Outside Steel*. *5*(2), 159–170.

Propika, J., Lestari, L. L., & Septiarsilia, Y. (2021). *Building Structure Analysis With and Without Direct Foundation Modelling using Reinforced Concrete Special Moment Resisting Frame Building Structure Analysis With and Without Direct Foundation Modelling using Reinforced Concrete Special Moment Resisting F*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2117/1/012012

Robah, C. (2014). *Kata kunci :* 1–11.

SNI 2847. (2019). *PENETAPAN STANDAR NASIONAL INDONESIA 2847 : 2019 PERSYARATAN BETON STRUKTURAL UNTUK BANGUNAN GEDUNG DAN PENJELASAN SEBAGAI REVISI DARI STANDAR NASIONAL INDONESIA 2847 : 2013* (Issue 8).

Wijayana, H., Susanti, E., & Septiarsilia, Y. (2019). *Studi Perbandingan Letak Shear Wall terhadap Perilaku Struktur dengan menggunakan SNI 1726 : 2019 dan SNI 2847 : 2019*. 467–474.