

PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG HOTEL "DRACARYS" 13 LANTAI DENGAN SISTEM SRPMK DI KOTA DEPOK

Juan Ajiwidarta Anwar¹, Andaryati^{2*}

^{1,2*}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XXV no. 54, Kota Surabaya, 62205, Jawa Timur, Indonesia

E-mail: juantok96@gmail.com¹ & andaryati@uwks.ac.id^{2*}

(*)Penulis korespondensi

ABSTRAK: Kota Depok adalah sebuah kota terletak di Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Di kota Depok memiliki beberapa wisata yang banyak berbagai macam indahnya, membangun hotel dekat dengan pusat perhatian orang bisa jadi suatu hal positif sebagai tempat istirahat masyarakat dari luar kota/dalam kota dengan fasilitas terjangkau. Hotel Dracarys 13 lantai direncanakan ukuran 35 x 27 m, ketinggian 52 m. Gedung Hotel Dracarys ini direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), dikarenakan pendetailannya menghasilkan struktur yang daktail (kemampuan suatu struktur dalam berdeformasi inelastic tanpa kehilangan kekuatan yang berarti) wajib digunakan di wilayah risiko gempa tinggi, Direncanakan dengan desain hubungan balok dan kolom (HBK) SNI 2847 – 2019. Beban gempa bangunan didesain berdasarkan standar perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan Gedung SNI 1726-2019. Mutu beton = 35 MPa, mutu baja $f_y = 420$ MPa dan $f_{ys} = 280$ MPa. Dimensi balok induk 40/60 cm dan 40/70 cm, untuk dimensi kolom 90/90 cm, 80/80 cm dan 70/70 cm. didapat nilai simpangan horizontal 36,45 mm, lebih kecil dari nilai simpangan antar izin (Δa) = 100 mm. Pendetailan HBK pada struktur gedung Hotel Dracarys memenuhi persyaratan dalam SNI 2847 – 2019 Pasal 18.8.4.1 dimana $\phi V_n \geq V_u = 3.696.070,84$ N $\geq 2.812.915,27$ N, hubungan kolom terkekang 4 balok, dan dimana $\phi V_n \geq V_u = 2.608.991,18$ N $\geq 1.750.406,83$ N, hubungan kolom terkekang 3 atau 2 balok telah memenuhi persyaratan. Kemudian Persyaratan *Strong Coloum Weak Beam* yang tercantum dalam SNI 2847 -2019 Pasal 18.7.3.2 dimana $\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb} = 7732,15$ kNm $\geq 1981,56$ kNm telah memenuhi.

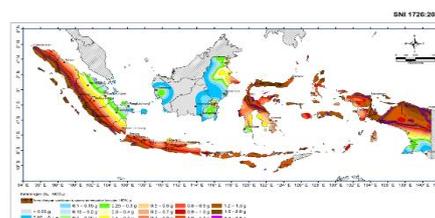
Kata Kunci : Hotel Dracarys, Kota Depok, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), Struktur Gedung Beton Bertulang, Tahan Gempa,

1. PENDAHULUAN

Kota Depok adalah sebuah kota yang terletak di Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Kota Depok merupakan bagian dari kawasan metropolitan Jabodetabekpunjur dan berada di bagian selatan daerah khusus dari Kota Jakarta. Dalam perencanaan pembangunan hotel di kota Depok termasuk sebuah bisnis yang besar yang menguntungkan bagi para pebisnis yang termasuk sebuah usaha jangka lama begitu juga yaitu kota Depok tersebut yang dipandang dengan perekonomian berkembang dengan pesat. Kemudian begitu juga di kota Depok memiliki beberapa wisata yang banyak berbagai macam indahnya, membangun hotel dekat dengan pusat perhatian orang bisa jadi suatu hal positif sebagai tempat istirahat masyarakat dari luar kota, warga negara asing maupun warga dalam kota dengan fasilitas yang terjangkau. Indonesia adalah negara dengan aktivitas seismik yang tinggi. Jumlah Hotel di Kota Depok Tahun 2022 sebanyak 15 Hotel. Hotel tersebut terdiri dari 5 hotel bintang dan 10 hotel non bintang. Hotel-hotel tersebut tidak menyebar merata di setiap kecamatan di Kota Depok (Depok, 2023). Gempa di Indonesia terjadi dengan rata – rata

sebanyak 400 kali perbulan (BMKG, 2020). Secara geografis Indonesia terletak di antara dua samudera, yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik, sedangkan posisi geologis Indonesia pada pertemuan 3 lempeng, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik,

Gedung Hotel Dracarys ini didesain 13 lantai di Kota Depok. Untuk bangunan konstruksi gedung bertingkat, pengaruh risiko gempa harus diperhitungkan, kota Depok, merupakan kawasan dengan wilayah risiko gempa tinggi, zona 6. Kota Depok merupakan salah satu kota yang rawan terjadi gempa yang memiliki nilai Respons Spektral 1,2 g terhadap tanah keras batuan Sedang dan berwarna coklat seperti pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.



Gambar 1. Peta Gempa Wilayah Indonesia

PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG HOTEL "DRACARYS" 13 LANTAI DENGAN SISTEM SRPMK DI KOTA DEPOK

(Juan Ajiwidarta Anwar, Andaryati)



Gambar 2. Peta MCEr (Ss) di Kota Depok

Terdapat sebuah peristiwa kejadian ada tanggal 23 Januari 2018 pukul 13.35 WIB terjadi gempa bumi berkekuatan magnitudo 6,1 skala *richter* yang terletak berpusat di Lebak, Banten. Gempa ini mengakibatkan bangunan rumah rusak serta perkantoran dan rumah sakit. Begitupun juga gempa bumi di Cianjur berkekuatan magnitudo 5,6 skala *richter* pada tanggal 21 November 2022, Gempa tersebut berdampak besar yang telah mengakibatkan banyaknya korban jiwa dan telah menewaskan sebanyak 162 korban yang meninggal dunia dan 326 luka-luka akibat gempa Cianjur (Detikjateng, 2022).

Berdasarkan hal tersebut, struktur bangunan bertingkat di Indonesia dirancang dengan tahan gempa. Melatar belakangi peristiwa tersebut, maka direncanakannya bangunan tahan gempa dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, untuk menghindari banyaknya korban ketika terjadinya peristiwa gempa. Struktur gedung direncanakan untuk memberikan jaminan keselamatan penghuni gedung, maka dari itu gedung yang direncanakan harus memenuhi standart. Salah satu standart yang digunakan untuk perencanaan struktur bangunan tahan gempa adalah SNI 1726 – 2019, Keuntungan penggunaan sistem rangka pemikul momen khusus yaitu, SRPMK tidak memerlukan dinding geser (*shearwall*), ataupun *bresing* vertikal maupun diagonal sehingga tidak mengganggu para perencana arsitek dalam membuat perencanaan desain bangunan (Patrisko Hirel Karisoh, Servie O. Dupas, 2018). Banyaknya sendi plastis pada sistem rangka pemikul momen khusus memberi keuntungan lain pada sistem ini yaitu memiliki kapasitas yang besar untuk memencarkan gaya gempa. Pada sistem rangka pemikul momen khusus, perancangan balok harus diperhatikan agar pembentukan sendi-sendi plastis terjadi pada bagian balok dekat muka kolom (tanpa adanya kegagalan pada sambungan). Cara yang biasa digunakan untuk membentuk sendi plastis tersebut adalah dengan cara memperlemah bagian balok yang diharapkan menjadi tempat

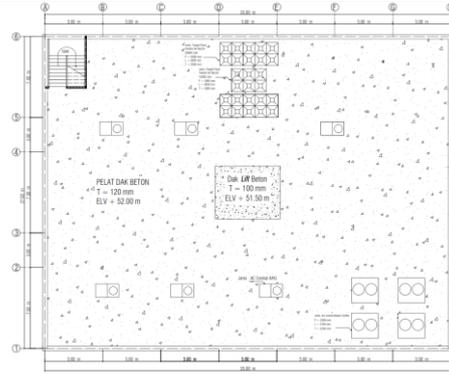
terjadinya sendi plastis (*Strong Column Weak Beam*).

Pada perencanaan sebuah bangunan gedung Hotel 13 lantai di Depok dengan intensitas gempa di daerah tersebut cukup tinggi, dengan pemodelan struktur bangunan tahan gempa menggunakan rangka beton bertulang. Bangunan didesain berdasarkan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 1726-2019) dan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2019) yang terbaru. Beserta juga perencanaan gedung Hotel 13 lantai di Depok menggunakan peraturan yang mengacu pembebanan PPPURG 1987, diharapkan dapat merencanakan struktur gedung tahan gempa yang lebih baik.

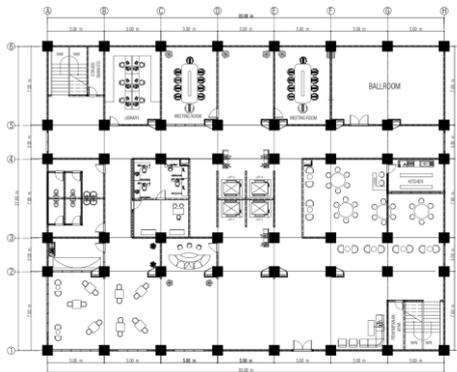
Berdasarkan uraian latar belakang diatas, Gedung Hotel Dracarys yang akan dibangun di Kota Depok maka dapat diambil perumusan masalah, sebagai berikut: Bagaimana pendetailan hubungan balok dan kolom pada struktur gedung Hotel Dracarys 13 lantai yang direncanakan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) telah memenuhi persyaratan dalam SNI 2847-2019. Bagaimana mengetahui simpangan antar lantai yang terjadi pada struktur gedung Hotel Dracarys 13 lantai yang direncanakan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) telah memenuhi persyaratan SNI 1726 – 2019. Bagaimana menggunakan prinsip SRPMK, *Strong Column Weak Beam* pada perencanaan struktur gedung Hotel Dracarys 13 lantai di Kota Depok telah memenuhi persyaratan SNI 2847-2019?. Tujuan dilakukan perencanaan gedung ini sesuai dengan perencanaan struktur beton bertulang di Kota Depok dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yaitu: Untuk mengetahui apakah pendetailan hubungan balok kolom pada struktur gedung Hotel Dracarys 13 lantai yang direncanakan menggunakan SRPMK telah memenuhi persyaratan dalam SNI 2847-2019. Untuk mengetahui Apakah simpangan antar lantai yang terjadi pada struktur gedung Hotel Dracarys 13 lantai yang direncanakan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus telah memenuhi syarat SNI 1726 – 2019. Untuk mengetahui apakah pendetailan SCWB pada struktur gedung Hotel Dracarys 13 lantai yang direncanakan menggunakan SRPMK telah memenuhi persyaratan SNI 2847 – 2019.

2. METODOLOGI PERENCANAAN

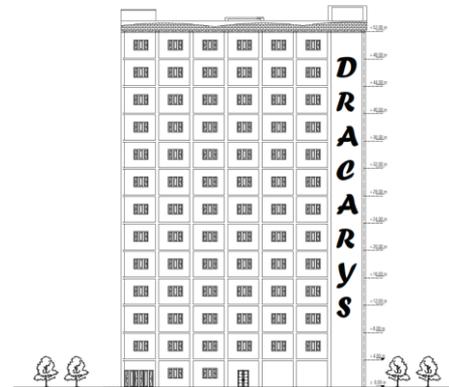
Dalam perencanaan struktur Hotel Dracarys yang digambarkan dalam “flowchart” seperti pada **Gambar 8**. Diagram alir metodologi perencanaan adalah sebuah gambaran dari proses serta operasional perencanaan berdasarkan urutan dari suatu proses ke proses lainnya. Perencanaan struktur sekunder meliputi pelat, balok anak, balok penggantung *lift*, dan tangga. Perencanaan struktur primer meliputi kolom dan balok induk. Analisa gaya-gaya dalam portal dengan cara memodelkan gedung dan analisa menggunakan program bantu komputer. Langkah terakhir mengilustrasikan hasil perencanaan dan perhitungan struktur dalam gambar rencana dan juga kesimpulan. Denah lantai 1, denah lantai 2-13, denah atap dan juga tampak bangunan pada Hotel Dracarys ditunjukkan pada **Gambar 3**, **Gambar 4**, **Gambar 5**, **Gambar 6** dan **Gambar 7**



Gambar 5. Denah Atap



Gambar 3. Denah Lantai 1



Gambar 6. Tampak Depan



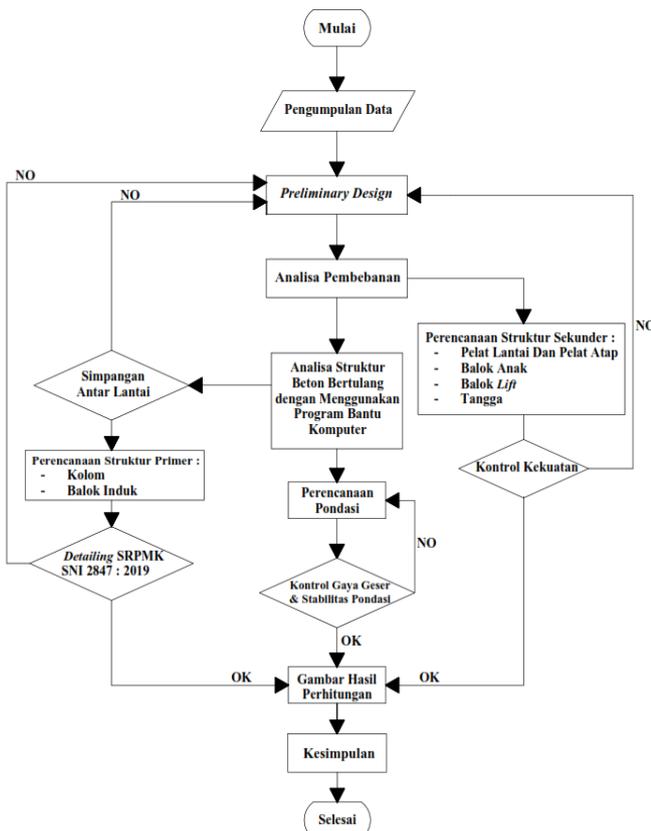
Gambar 4. Denah lantai 2-13



Gambar 7. Tampak Kiri dan Kanan

PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG HOTEL "DRACARYS" 13 LANTAI DENGAN SISTEM SRPMK DI KOTA DEPOK

(Juan Ajiwidarta Anwar, Andaryati)



Gambar 8. Diagram Alir Perencanaan (Flowchart)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Preliminary Design

Preliminary Design merupakan tahapan awal dalam merencanakan struktur Hotel Dracarys dengan memperkirakan dimensi dari setiap komponen struktur sekunder maupun struktur primer.

3.2 Perencanaan Struktur Sekunder

Struktur sekunder merupakan komponen struktur yang terdiri (pelat atap, pelat lantai, balok anak, balok *lift* dan tangga) yang dapat direncanakan terpisah dari struktur utama dan tidak direncanakan memikul beban lateral gempa, akan tetapi struktur ini tetap membebani struktur primer sebuah gedung. Struktur sekunder direncanakan hanya menahan beban yang mengakibatkan lentur, jika terjadi gempa struktur sekunder dapat mengalami kerusakan.

3.2.1 Perencanaan Pelat

1) Pelat Atap

Pelat atap rencana digunakan tebal 12 cm. Berdasarkan PBI 1971, momen pelat atap yang diambil yaitu momen yang terbesar dengan arah $X = 1372,34$ Kgm dan arah $Y = 985,77$ Kgm.

Hasil penulangan yang didapat yaitu arah $X = D13 - 250$ mm dan arah $Y = D13 - 300$ mm.

2) Pelat Lantai

Pelat lantai rencana digunakan tebal 12 cm. Berdasarkan PBI 1971, momen pelat atap yang diambil yaitu momen yang terbesar dengan arah $X = 435,59$ Kgm dan arah $Y = 312,89$ Kgm. Serta hasil penulangan yang didapat yaitu arah $X = D13 - 300$ mm dan arah $Y = D13 - 300$ mm.

3.2.2 Perencanaan Balok Anak

1) Balok Anak Atap (BAA 1 30/40)

Direncanakan balok anak tipe BAA 1 dengan penampang 30/40 cm, (f'_c) = 35 MPa dan (f_y) = 420 MPa. Gaya dalam balok anak didapatkan dari hasil perhitungan dan analisis beban yaitu diperoleh nilai terbesar momen M_u tumpuan = 138447611 Nmm, M_u lapangan = 69223805 Nmm dan gaya geser $V_u = 166024,45$ N. Didapat tulangan yang digunakan seperti Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Penulangan Balok Anak Atap.

Tipe	Dimensi (mm)	Tulangan	Tumpuan	Lapangan
BAA1	30/40	Atas	6D16	3D16
		Bawah	4D16	4D16
		Senggang	Ø8-100	Ø8-150
BAA2	25/40	Atas	4D12	2D16
		Bawah	3D12	3D16
		Senggang	Ø8-100	Ø8-150

2) Balok Anak Lantai (BAL 3 30/45)

Direncanakan balok anak tipe BAL 3 dengan penampang 25/40 cm, (f'_c) = 35 MPa dan (f_y) = 420 MPa. Gaya dalam balok anak didapatkan dari hasil perhitungan dan analisis beban yaitu diperoleh nilai terbesar momen M_u tumpuan = 16285181,60 Nmm, M_u lapangan = 7644064,82 Nmm dan gaya geser $V_u = 2864,79$ N. Didapat tulangan yang digunakan seperti Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Penulangan Balok Anak Lantai

Tipe	Dimensi (mm)	Tulangan	Tumpuan	Lapangan
BAL2	30/40	Atas	5D16	3D16
		Bawah	3D16	4D16
		Senggang	Ø8-100	Ø8-150
BAL3	25/40	Atas	3D16	2D16
		Bawah	2D16	3D16
		Senggang	Ø8-100	Ø8-150

3.2.3 Perencanaan Balok Penggantung Lift

Direncanakan balok penggantung lift dengan penampang 20/35 cm, $(f'_c) = 35$ MPa dan $(f_y) = 420$ MPa. Gaya dalam balok anak didapatkan dari hasil perhitungan dan analisis beban yaitu diperoleh nilai terbesar momen Mu tumpuan = 77723000 Nmm, Mu lapangan = 33290300 Nmm dan gaya geser Vu = 105154,4 N. Didapat tulangan yang digunakan seperti **Tabel 3**.

Tabel 3. Rekapitulasi Penulangan Balok Penggantung Lift

Tipe	Dimensi (mm)	Tulangan	Tumpuan	Lapangan
BL	20/35	Atas	4D16	2D16
		Bawah	3D16	3D16
		Senggang	Ø8-100	Ø8-140

3.2.4 Perencanaan Tangga

Direncanakan pelat tangga tebal 15 cm, $(f'_c) = 25$ Mpa dan $(f_y) = 420$ Mpa. Gaya dalam pelat tangga didapatkan dari hasil perhitungan dan analisis beban, diperoleh nilai terbesar momen Mu tangga = 40842400 Nmm dan Mu lapangan = 32624400 Nmm. Didapat tulangan yang digunakan seperti **Tabel 4**.

Tabel 4. Rekapitulasi Penulangan Pelat Tangga

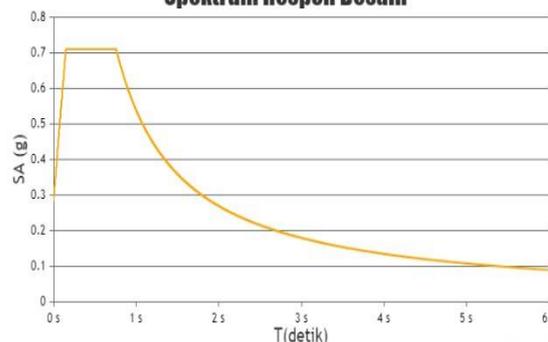
Tipe	Tebal (mm)	Tulangan	
		Utama	Susut
Pelat Tangga	150	D13 - 150	Ø8 - 150
Pelat Bordes	150	D13 - 150	Ø8 - 150

Direncanakan balok bordes dengan penampang 20/30 cm, $(f'_c) = 25$ Mpa dan $(f_y) = 420$ Mpa. Gaya dalam balok bordes didapatkan dari hasil perhitungan dan analisis beban yaitu diperoleh nilai momen Mu tumpuan = 33518674 Nmm, Mu lapangan = 15733255,15 Nmm, dan gaya geser Vu = 64830,82 N. Didapat tulangan yang digunakan seperti **Tabel 5**.

Tabel 5. Rekapitulasi Penulangan Balok Bordes

Tipe	Dimensi (cm)	Tulangan	Tumpuan	Lapangan
BB	20/30	Atas	4D12	2D12
		Bawah	2D12	3D12
		Senggang	Ø8-100	Ø8-120

Spektrum Respon Desain



Gambar 9. Respon Spektrum Kota Depok (SD – Tanah Sedang)

3.3 Perhitungan Beban Geser Dasar Seismik

Perhitungan beban gempa mengacu pada SNI 1726-2019 yang dinyatakan untuk distribusi gaya gempa berdasarkan geser dasar seismik yang dibagi sepanjang tinggi struktur gedung. Tinggi antar lantai gedung Hotel DRACARYS adalah 4 meter, Faktor Keutamaan Gempa (I_e) = 1,0, Klasifikasi Situs Tanah = SD – Tanah Sedang, Nilai S_{ds} Kota Depok = 0,68, Nilai S_{D1} Kota Depok = 0,55, dan R = 8. Parameter respon spektra Kota Depok pada **Gambar 9** diperoleh melalui link www.rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021.

Klasifikasi situs tanah ditentukan berdasar data SPT yang mengacu pada peraturan SNI 1726:2019, yaitu $\Sigma N = \Sigma T / \Sigma N' = 25,2451$. Diperoleh klasifikasi situs adalah Tanah Lunak karena $15 > 25,2451$. Distribusi beban gempa F_i diperhitungkan berdasarkan peraturan SNI 1726:2019

Pasal 7.8.3 seperti pada **Tabel 6** dimana k merupakan eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai $k = 1$. Apabila $T \leq 0,5$ detik, nilai $k = 1$. Untuk $T \geq 2,5$ detik, nilai $k = 2$. Dan untuk $0,5 < T < 2,5$ detik, nilai $k = 2$ atau dengan interpolasi linier antara 1 dan 2.

$$k = 1 - \left(\frac{T - 0,5}{2,5 - 0,5} \right) (2 - 1) \dots\dots\dots (1)$$

$$= 1 - \left(\frac{1,63 - 0,5}{2,5 - 0,5} \right) (2 - 1) = 1,565$$

Nilai beban gempa statik ekuivalen (F_i) didapat dengan menggunakan perumusan berikut :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i^k}{\sum W_i \cdot h_i^k} \cdot V \dots\dots\dots (2)$$

Untuk Lantai 13 (atap) diperoleh :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i^k}{\sum W_i \cdot h_i^k} \cdot V = \frac{951451 \cdot 52^{1,565}}{461244987,63} \times 683105,75 = 70073,91 \text{ Kg}$$

PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG HOTEL "DRACARYS" 13 LANTAI DENGAN SISTEM SRPMK DI KOTA DEPOK

(Juan Ajiwidarta Anwar, Andaryati)

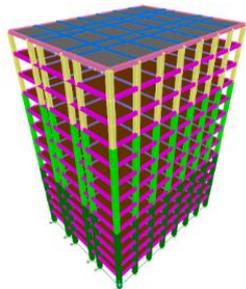
Tabel 6 Perhitungan Beban Gempa Tiap Lantai

Lantai	Beban Geser (Kg)	Tinggi Lantai (m)	Berat (Kg)	Faktor (k)	W.Z ^k	Fi
13	583981.92	52	951451,00	1,565	461244987,63	70073,91
12	907675.04	48	1818228,40	1,565	777662171,10	118145,08
11	907675.04	44	1818228,40	1,565	678659410,75	103104,24
10	907675.04	40	1818228,40	1,565	584618189,20	88817,18
9	907675.04	36	1818228,40	1,565	495749004,39	75315,87
8	907675.04	32	1818228,40	1,565	412295080,71	62637,27
7	907675.04	28	1818228,40	1,565	334542082,51	50824,77
6	907675.04	24	1818228,40	1,565	262832478,39	39930,40
5	907675.04	20	1818228,40	1,565	197587915,79	30018,23
4	907675.04	16	1818228,40	1,565	139346546,50	21170,00
3	907675.04	12	1818228,40	1,565	88831518,70	13495,59
2	907675.04	8	1818228,40	1,565	47096026,44	7154,99
1	907675.04	8	1818228,40	1,565	15917407,08	2418,23
						4496382819,20

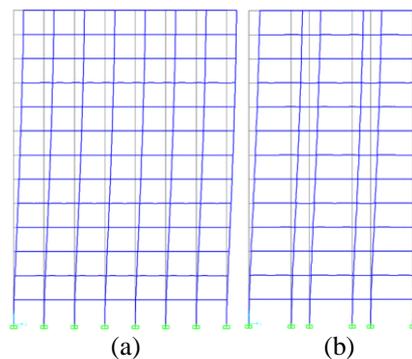
Pemodelan struktur 3 dimensi (3D) gedung Hotel Dracarys menggunakan program struktur seperti pada **Gambar 10**. Selanjutnya di *input* kombinasi pembebanan, dan dilakukan *run analyze* untuk mengetahui nilai gaya – gaya dalam yang terjadi pada pemodelan. Hasil analisa kekuatan struktur gedung Hotel Dracarys diperoleh seperti pada **Gambar 11**. Penentuan simpangan antar lantai (Δ) diperhitungkan berdasarkan perbedaan defleksi sebagai pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang akan ditinjau. Simpangan antar lantai (δx) tidak diijinkan melebihi simpangan antar lantai ijin (Δa) yang telah ditetapkan pada peraturan SNI 1726:2019 seperti pada **Tabel 7**. Gambar simpangan antar lantai yang terjadi pada gedung arah X dan Y ditampilkan pada **Gambar 11(a)** dan **11(b)**.

Diperoleh simpangan terbesar arah X sebesar 36,45 mm dan arah Y sebesar 41,93 mm, lebih kecil dari simpangan ijin Δa (ijin) = 100 mm. Hal ini menunjukkan gedung mampu menahan gaya gempa yang terjadi.

Untuk nilai k yang menggunakan interpolasi linier dengan nilai $T_a = 1,63$ dapat dihitung dengan menggunakan perumusan :



Gambar 10 Bentuk 3D Gedung Hotel Dracarys



Gambar 11. Simpangan antar lantai (a) terjadi arah X dan (b) arah Y

3.4 Perencanaan Struktur Primer

Struktur Primer merupakan komponen utama yang terdiri dari balok induk, kolom,. Kekakuan dari komponen struktur dapat mempengaruhi perilaku bangunan, struktur primer direncanakan sebagai mempertimbangan kemungkinan terjadinya keruntuhan karena gaya gempa dapat diperkecil. Struktur primer pada tugas akhir ini direncanakan tahan gempa dengan metode Sistem Rangka Permikul Momen Khusus.

Lantai	h _{sx} (mm)	δx (mm)	δy (mm)	Δx (mm)	Δy (mm)	(ijin) (mm)	Ket.
Atap	4000	36,45	41,93	6,93	10,18	100	Aman
13	4000	35,19	40,08	9,90	13,20	100	Aman
12	4000	33,39	37,68	12,43	15,68	100	Aman
11	4000	31,13	34,83	13,04	16,23	100	Aman
10	4000	28,76	31,88	14,74	17,71	100	Aman
9	4000	26,08	28,66	16,39	19,20	100	Aman
8	4000	23,10	25,17	17,99	20,68	100	Aman
7	4000	19,83	21,41	19,58	21,95	100	Aman
6	4000	16,27	17,42	19,64	21,73	100	Aman
5	4000	12,70	13,47	20,57	22,33	100	Aman
4	4000	8,96	9,41	20,74	22,11	100	Aman
3	4000	5,19	5,39	18,70	19,53	100	Aman
2	4000	1,79	1,84	9,85	10,12	100	Aman
1	0	0	0	0	0	0	Aman

Tabel 7. Simpangan Anatai Lantai pada Gedung Hotel Dracarys

3.4.1 Perencanaan Balok Induk

Dalam perencanaan gedung Hotel Dracarys, terdapat dua tipe balok induk, diantaranya balok induk ekterior dan balok induk interiorn. Diperlukan pemeriksaan momen – momen yang terjadi pada setiap balok yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Output Momen Balok Induk

Momen	Besar (Nmm)
Tumpuan Negatif	300072800,75
Tumpuan Positif	150624652,28
Lapangan Positif	300072800,75
Lapangan Negatif	190708549,62

1) Balok Induk 40/70 cm

Direncanakan balok induk menggunakan dimensi 40/70 cm, (f'_c) = 35 MPa dan (f_y) = 420 MPa.. Gaya dalam balok induk didapatkan dari hasil perhitungan dan analisis beban. Didapat tulangan yang digunakan seperti Tabel 9 dengan sket gambar penulangan seperti pada Gambar 12.

Tabel 10. Rekapitulasi Penulangan Balok Induk 40/70 cm

Tulangan	Tumpuan (mm)	Lapangan (mm)
Atas	10D22	7D22
Tengah (Torsi)	4D16	4D16
Bawah	7D22	10D22
Sengkang	3D13-100	3D13-150

2) Balok Induk 40/60 cm

Direncanakan Balok Induk menggunakan dimensi 40/60 cm, (f'_c) = 35 MPa dan (f_y) = 420 Mpa. Gaya dalam balok Induk didapatkan dari

hasil perhitungan dan analisis beban. Didapat tulangan yang digunakan seperti Tabel 10 Dengan sket gambar penulangan seperti Gambar 13.

Tabel 9. Rekapitulasi Penulangan Balok Induk 40/60 cm

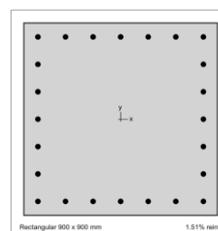
Tulangan	Tumpuan (mm)	Lapangan (mm)
Atas	6D22	4D22
Tengah (Torsi)	4D16	4D16
Bawah	4D22	6D22
Sengkang	3D13-100	3D13-150

3.4.2s Perencanaan Kolom

Kolom direncanakan menggunakan dimensi 90/90 cm, 80/80 cm & 70/70 cm. berdasarkan konfigurasi menggunakan program bantu, diperoleh $\rho = 0,025$ sehingga nilai $0,001 < \rho < 0,06 = 0,001 < 0,0151 < 0,06$ terpenuhi. Kekuatan tekan kolom ditentukan menggunakan rumusan berikut :

$$\phi P_n \max = \phi 0,85((0,85 \times f'_c (A_g - A_{st}) + (f_y \times A_{st}))$$

$$\phi P_n \max > P_u = 92593334,29 \text{ N} > 8209052 \text{ N}$$



Gambar 11. Konfigurasi Penulangan Kolom

Tabel 11. Rekapitulasi Penulangan Kolom

PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG HOTEL "DRACARYS" 13 LANTAI DENGAN SISTEM SRPMK DI KOTA DEPOK

(Juan Ajiwidarta Anwar, Andaryati)

Kolom	Dimensi (cm)	Tulangan	Mn (Tonm)	ϕPn (Ton)
K1	90 x 90	24 D 25	497,57	10652,66
K2	80 x 80	20 D 25	360,91	8809,53
K3	70 x 70	16 D 25	246,70	7005,08

Cek Persyaratan *Strong Column Weak Beam*

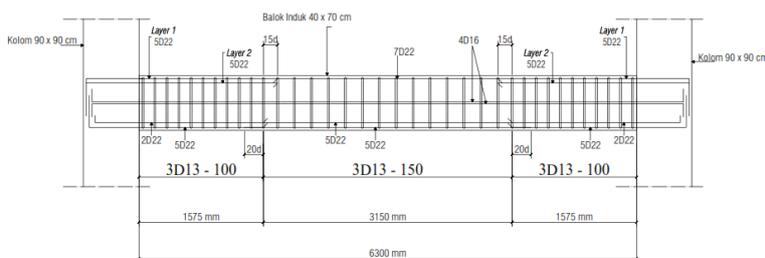
$$\sum M_{nc} \geq 1,2 \sum M_{nb}$$

$$7732,15 \text{ Knm} \geq 1981,56 \text{ Knm}$$

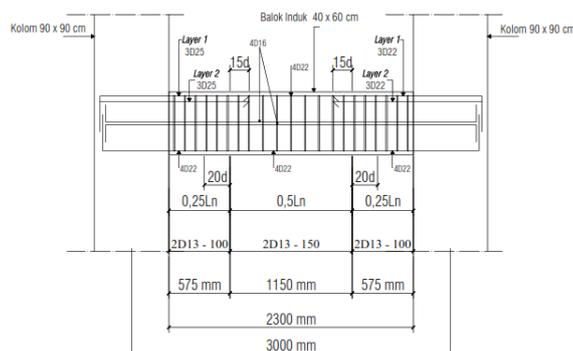
Untuk persyaratan *Strong Column Weak Beam* telah terpenuhi dan dapat disimpulkan bahwa kolom yang direncanakan termasuk dalam sistem penahan gempa.

3.4.3 Perencanaan Hubungan Balok Kolom

Untuk menyalurkan gaya dalam antara dapat dilihat pada **Gambar 14**.



Gambar 12. Sket Denah Penulangan Balok Induk 40/70 cm



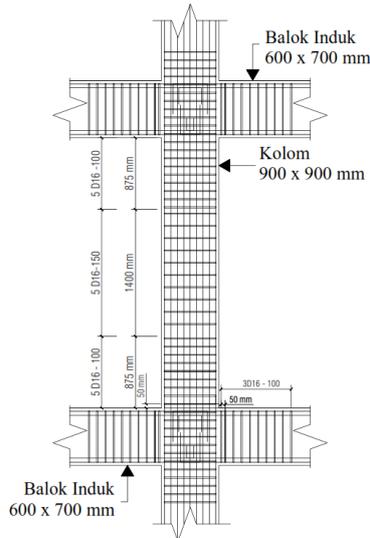
Gambar 13. Sket Denah Penulangan Balok Induk 40/60 cm

Kekuatan lentur kolom harus memenuhi pedoman SNI 2847 – 2019 Pasal 18.7.3.2 berikut :

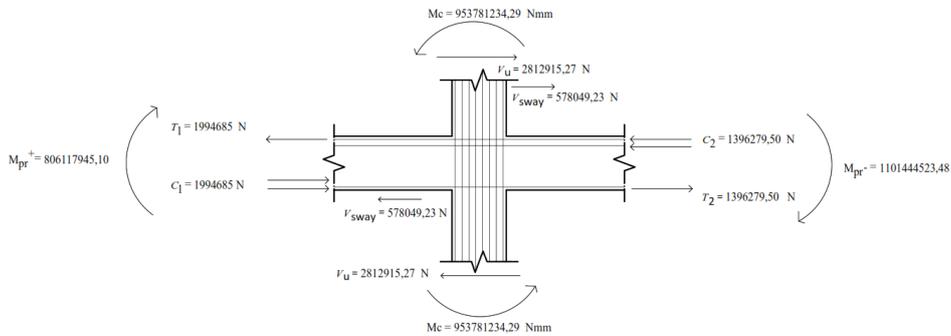
Komponen struktur yang terhubung, sambungan seperti sambungan balok – balok atau sambungan balok – kolom digunakan dalam Perencanaan struktur bangunan bertingkat. SNI 2847 – 2019 Pasal 18.8 mengatur pertemuan . antara balok dengan kolom SRPMK. Terdapat dua jenis hubungan balok dan kolom, antara lain

1) Terkekang Empat Balok

Tulangan tarik tekan balok T1 dan T2 yang disambungkan ke HBK menentukan gaya geser yang diaplikasikan pada kolom HBK K1 dan keempat balok induk yang mengekang kolom . Detail hubungan kolom terkekang empat balok seperti **Gambar 15**.



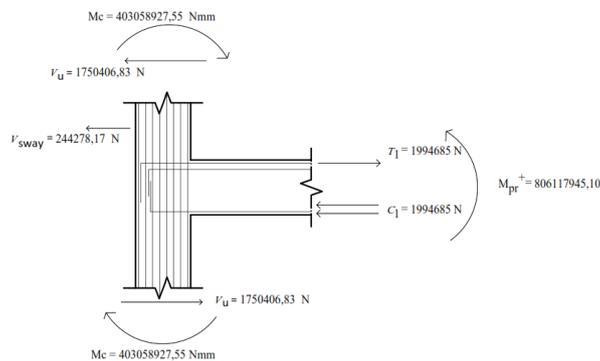
Gambar 14. Detail Hubungan Balok dan Kolom



Gambar 15. Hubungan Balok Kolom Terkekang Empat Balok

2) **Terkekang Tiga atau Dua balok**
Tulangan tarik dan tekan balok T1 yang dihubungkan ke HBK menentukan gaya geser dan ketiga atau kedua balok induk yang mengekang kolom. Detail hubungan kolom

yang diaplikasikan pada kolom HBK K1 dan terkekang tiga atau dua balok seperti **Gambar 16**.



Gambar 16. Hubungan Balok Kolom Terkekang Tiga atau Dua Balok

PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG HOTEL "DRACARYS" 13 LANTAI DENGAN SISTEM SRPMK DI KOTA DEPOK

(Juan Ajiwidarta Anwar, Andaryati)

3.5. Perencanaan Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang ada di bawahnya. Terdapat dua klasifikasi pondasi, yaitu pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya secara langsung, seperti pondasi telapak, pondasi memanjang dan pondasi rakit. Sedangkan pondasi dalam merupakan pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang terletak relatif jauh dari permukaan, contohnya pondasi sumuran dan pondasi tiang (Hardiatmo, 2011).

Perencanaan struktur bawah gedung Hotel Dracarys menggunakan pondasi tiang pancang dengan material beton bertulang. Direncanakan dimensi dengan diameter 600 mm jenis *prestressed concrete spun piles* produk dari PT. Wijaya Karya Beton. Ptiang didapat 1028 Ton. Dengan

Daya Dukung Tiang Kelompok

$$P_{ijin\ grup} = P_{ijin\ tiang\ bersih} \cdot E_g = 220,19 \cdot 0,717 = 157,96\ \text{Ton}$$

Dilakukan kontrol terhadap beban yang bekerja di atas pondasi tiang, jika $\Sigma P_{ijin\ grup} > \text{beban } (P)$ maka pondasi mampu menerima beban yang diberikan. Dapat dilihat pada kontrol perhitungan pada tiang pancang dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$P_2 = \frac{P}{n} + \frac{M_x}{\Sigma x^2} + \frac{M_y}{\Sigma y^2} = \frac{918,58}{7} + \frac{44,51 \times 1,5}{3} + \frac{50,33 \times 1,5}{4,25} = 150,74\ \text{Ton}$$

$$\text{beban } (P) < \Sigma P_{ijin\ grup} = 150,74\ \text{Ton} < 157,96\ \text{Ton}$$

Untuk hasil kontrol satu tiang pancang pada satu kelompok tiang dapat dilihat pada **Tabel 12**.

Tabel 12 Hasil Kontrol Pmax Satu Tiang Pancang pada Satu Kelompok Tiang

Titik	Jumlah Tiang	P (ton)	Mx (ton.m)	My (ton.m)	Pmax (ton)	Pijin group (ton)	Kontrol
					(1)	(2)	
E3	7	837,09	50,33	44,51	150,74	157,96	OK
D1	6	658,56	48,11	42,87	148,07	157,96	OK
H1	4	438,73	45,09	43,28	152,06	166,85	OK

Perhitungan Pile Cap

Dari hasil perhitungan kelompok tiang pancang, didapatkan 3 tipe *pile cap* yang harus direncanakan. Pada perencanaan tebal *pile cap* harus memenuhi ketentuan bahwa kekuatan geser nominal harus lebih besar dari geser ponds yang terjadi. Setelah dianalisa didapatkan bahwa:

a. Pile cap 1

Direncanakan tebal *pile cap* yang digunakan 120 cm dengan dimensi 480/480 cm.

$$\phi V_c \geq \Sigma P_{u\ tiang} = 2797,15 \geq 933,55\ \text{Ton}$$

b. Pile cap 2

Direncanakan tebal *pile cap* yang digunakan 100

cm dengan dimensi 480/330 cm

$$\phi V_c \geq \Sigma P_{u\ tiang} = 2797,15 \geq 708,33\ \text{Ton}$$

c. Pile cap 3

Direncanakan tebal *pile cap* yang digunakan 80 cm dengan dimensi 330/330 cm.

$$\phi V_c \geq \Sigma P_{u\ tiang} = 2797,15 \geq 470,68\ \text{Ton}$$

Untuk hasil kontrol geser ponds menunjukkan bahwa persyaratan telah memenuhi, maka perencanaan *pile cap* dapat digunakan dengan hasil penulangan seperti pada **Tabel 13**.

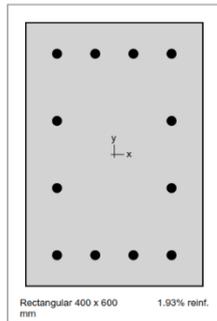
Tabel 13. Rekapitulasi Penulangan *Pile Cap*

Tipe	Tebal (mm)	Letak Tulangan	Tulangan Arah X			Tulangan Arah Y		
			Ulir (D)	(D)	420 Mpa (mm)	Ulir (D)	(D)	480 Mpa (mm)
PC1	1200	Atas	19	-	150	19	-	150
		Tengah	2	D	13	2	D	13
		Bawah	19	-	150	19	-	150
PC2	1000	Atas	19	-	150	19	-	150
		Tengah	2	D	13	2	D	13
		Bawah	19	-	100	19	-	100
PC3	800	Atas	19	-	150	19	-	150
		Tengah	1	D	16	1	D	16
		Bawah	19	-	150	19	-	150

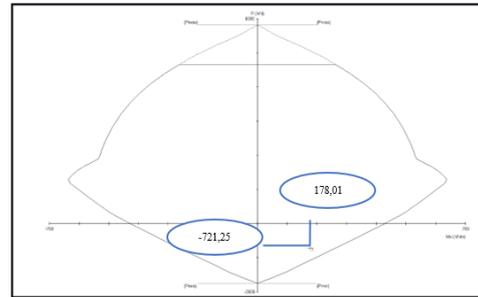
Perhitungan Sloof

Penulangan sloof didasarkan pada kondisi pembebanan Dimana beban yang diterima adalah beban aksial dan lentur sehingga perilaku penampang hamper mirip dengan perilaku kolom. Sloof yang direncanakan terdiri dari 2 yaitu, Sloof S1 dan Sloof S2.

Berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 18.7.4.1, luas tulangan longitudinal tidak boleh kurang dari 0,01Ag dan tidak boleh lebih dari 0,06Ag.



Gambar 17. Konfigurasi Penulangan Sloof
(Sumber : Program Bantu SPColumn)



Gambar 18. Diagram Interaksi

Pada **Gambar 17** dan **Gambar 18** didapat hasil desain menggunakan program bantu komputer berdasarkan gaya dalam dengan dimensi sloof yang digunakan adalah 400 x 600 mm, didapatkan rasio tulangan = 1,93% = 0,0193, sehingga nilai $0,01 < 0,0193 < 0,06$ terpenuhi. Setelah dilakukan analisa gaya dalam, maka dapat memperhitungkan penulangan yang akan digunakan. Didapatkan hasil penulangan seperti **Tabel 14**.

Tabel 14. Rekapitulasi Penulangan Sloof

Tipe	Tebal (mm)	Letak Tulangan	Tulangan Arah X			Tulangan Arah Y		
			Ulir (D)	480 Mpa (mm)		Ulir (D)	480 Mpa (mm)	
S1	500 X 700	Atas	4	D	22	4	D	22
		Tengah	4	D	22	4	D	22
		Bawah	4	D	22	4	D	22
		Senggang	10	-	350	10	-	350
S2	400 X 600	Atas	4	D	22	4	D	22
		Tengah	4	D	22	4	D	22
		Bawah	4	D	22	4	D	22
		Senggang	10	-	300	10	-	300

4. KESIMPULAN

Hasil perencanaan gedung Hotel Dracarys dapat disimpulkan yaitu Berdasarkan kontrol pendetailan untuk hubungan balok kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) telah memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 2847 – 2019 Pasal 18.6 sampai dengan Pasal 18.8. Beserta dari hasil analisa pada hubungan balok kolom terkekang 4 balok telah memenuhi persyaratan berdasarkan SNI 2847 – 2019 Pasal 18.8.4.1. Struktur gedung Hotel Dracarys ini dapat menahan gaya geser yang terjadi pada *joint* yang terkekang oleh 4 balok dan 3 atau 2 balok. Diperoleh nilai simpangan horizontal yang terjadi = 36,45 mm, lebih kecil dari nilai simpangan izin (Δa) = 100 mm, dan juga kontrol waktu $T_a = 1,63$ detik tidak melebihi batas waktu getar alami pada arah X sebesar ($T_r x$) = 2,27 detik, pada arah Y sebesar ($T_r y$) = 5,25 detik. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan struktur gedung Hotel

Dracarys mampu menahan beban gempa yang terjadi dan menjaga stabilitas lateral struktur. Berdasarkan kontrol *Strong Column Weak Beam* (SCWB) telah memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 2847 – 2019 Pasal 18.7.3.2. rencana kolom kuat dengan kapasitas kolom lebih besar 1,2 balok kapasitas dengan nilai didapat $\Sigma M_{nc} = 7732,15 \text{ kNm} \geq \Sigma M_{nb} = 1981,56 \text{ kNm}$ telah memenuhi., maka bila terjadi gempa pada stuktur maka keruntuhan bangunan akibat dari simpangan antar lantai maka dapat meminimalisir dampak yang besar akibat gempa.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Indonesia. (2020). SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. *Jakarta*, 8, 1–336.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). Beban

PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG HOTEL "DRACARYS" 13 LANTAI DENGAN SISTEM SRPMK DI KOTA DEPOK

(Juan Ajiwidarta Anwar, Andaryati)

- Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. *Sni 1727-2013*, 196. www.bsn.go.id
- Badan Standardisasi Nasional. (2019a). Persyaratan Beton Struktural Struktural Untuk Bangunan Gedung. *SNI 2847-2019*, Badan Standardisasi, Jakarta, 720.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019b). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. *SNI 1726-2019*, Badan Standardisasi, Jakarta.
- Depok, B. K. (2023). *KOTA DEPOK DALAM ANGKA DEPOK MUNICIPALITY IN FIGURE 2023*. BPS KOTA DEPOK. <https://depokkota.bps.go.id/publication/download.html>.
- Detikjateng. (2022). *Korban Gempa Cianjur: 162 Orang Tewas dan 13.784 Mengungsi*. Tim DetikJateng. <https://www.detik.com/jateng/berita/d-6419047/korban-gempa-cianjur-162-orang-tewas-dan-13-784-mengungsi>
- Hartini, H. (2021). Analisis Kapasitas Dukung Tiang Pancang Pada Tanah Granular Menggunakan Metode Statis Dan Dinamis. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 10(1), 20–30. <https://doi.org/10.55340/jmi.v10i1.665>
- Honarto, R. J. (2019). Perencanaan Bangunan Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Di Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(2), 201–208.
- Irawan, D. (2023). Perencanaan struktur beton bertulang gedung perkantoran dir 10 lantai dengan metode sistem rangka pemikul momen khusus di Kabupaten Ende. *Jurnal Axial*, 11(1), 159–174. <https://erepository.uwks.ac.id/15660/>
- Patrisko Hirel Karisoh, Servie O. Dupas, R. P. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). *Universitas Sam Ratulangi Manado*, 6(6), 1–260.
- Risnandar, R., & Ryanto, M. (2022). Bertulang Elemen Balok Dan Kolom Pada Gedung Bertingkat 10 Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen. *Jurnal Axial*, 2(2).
- Salsabila, A. D., & Machmoed, S. P. (2023). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Hotel Dame 10 Lantai Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Di Kota Padang. *Jurnal Axial*, 11(1), 159–174. <https://erepository.uwks.ac.id/15660/>
- SNI 03 1727. (1989). SNI 03-1727-1989 Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung. *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*, 1–17.
- Tiara, P., & Janggur, S. (2023). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Hotel "HAZELTOWN" 12 Lantai Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Di Kota Palu. *Jurnal Axial*, 225.