

PERENCANAAN GEDUNG HOTEL 7 LANTAI MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DI YOGYAKARTA DENGAN TEKLA STRUCTURAL DESIGNER

**Prasandy Gilang Dewantara; Nur Khotimah Handayani,
Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Abstrak

Yogyakarta merupakan daerah yang memiliki aneka ragam objek wisata, hal tersebut mendasari perkembangan yang pesat pada wilayah Yogyakarta, terutama dalam bidang infrastruktur. Hotel merupakan salah satu bidang infrastruktur sebagai sarana penginapan bagi para wisatawan yang berkunjung di Yogyakarta. Oleh karena itu, keamanan dan kekuatan struktur bangunan merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Berdasarkan data geological drill log diketahui nilai rata-rata tahanan standart penetration test (N-SPT) di wilayah Yogyakarta adalah 29,57 sehingga termasuk dalam kelas situs tanah sedang. Maka dari itu direncanakan struktur gedung hotel 7 lantai yang mengacu pada peraturan SNI 1726-2019, SNI 2847-2019, dan SNI 1727-2020. Struktur gedung hotel direncanakan menggunakan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan aplikasi berbasis Building Information Modeling (BIM) sebagai media pembelajaran baru yaitu Tekla Structural Designer 2021. Berdasarkan hasil analisa didapatkan dimensi balok anak 250/500, balok induk 300/500; 300/600; 350/500; dan 350/700, kolom 600/700 dan 700/800, pelat atap dan pelat lantai dengan ketebalan 130 mm. Adapun tulangan yang digunakan untuk kolom D22, balok induk D22, balok anak D16, pelat atap dan pelat lantai D10. Perhitungan tulangan dengan Tekla Structural Designer secara otomatis (autodesign) pada beberapa elemen struktur masih dapat dioptimalisasi, sehingga mendapatkan hasil tulangan yang optimum berdasarkan perhitungan tulangan secara manual yang mana masih dalam kategori aman di Tekla Structural Designer.

Kata kunci: Gedung hotel, SRPMK, Tekla Structural Designer.

Abstract

Yogyakarta is an area that has a variety of tourist attractions, this underlies the rapid development of the Yogyakarta region, especially in the field of infrastructure. Hotel is one of the infrastructure fields as a means of lodging for tourists visiting Yogyakarta. Therefore, the safety and strength of building structures are very important things to pay attention to. Based on geological drill log data, it is known that the average value of standard penetration test (N-SPT) resistance in the Yogyakarta region is 29.57 so it is included in the class of medium soil sites. Therefore, a 7-storey hotel building structure is planned which refers to SNI 1726-2019, SNI 2847-2019, and SNI 1727-2020 regulations. The structure of the hotel building is planned to use the Special Moment Resisting Frame System (SMRFS) with an application based on Building Information Modeling (BIM) as a new learning medium, namely Tekla Structural Designer 2021. Based on the results of the analysis, the dimensions of the secondary beam 250/500, the primary beam 300/500; 300/600; 350/500; and 350/700, columns 600/700 and 700/800, roof plates and floor plate with a thickness of 130 mm. The reinforcement used for column D22, primary beam D22, secondary beam D16, roof plate and floor plate D10. Automatic calculation of reinforcement with Tekla

Structural Designer (autodesign) on several structural elements can still be optimized, so as to obtain optimal reinforcement results based on manual reinforcement calculations which are still in the safe category at Tekla Structural Designer.

Keywords: Hotel building, SMRFS, Tekla Structural Designer.

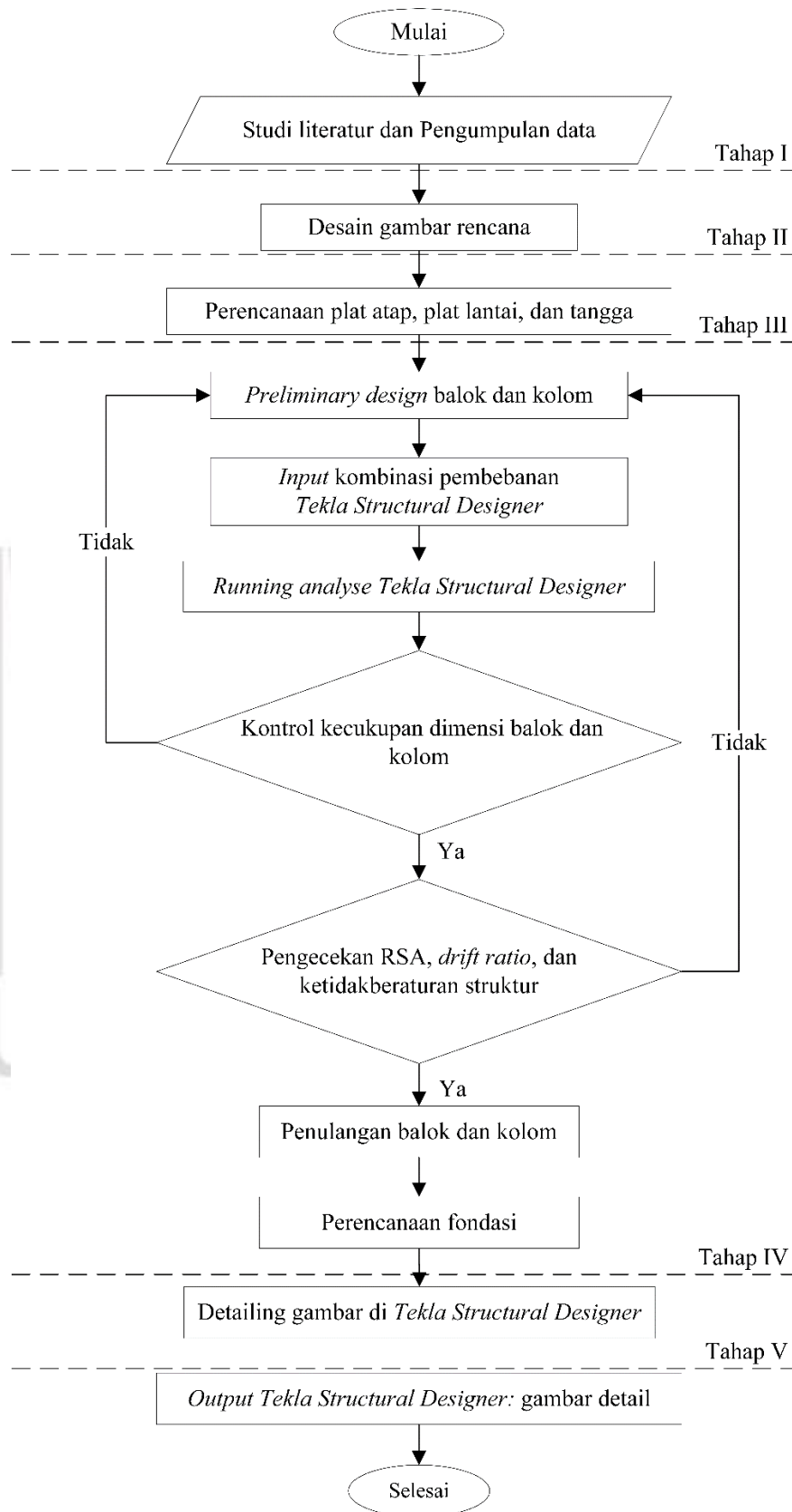
1. PENDAHULUAN

Yogyakarta merupakan daerah yang memiliki aneka ragam objek wisata, hal tersebut mendasari perkembangan yang pesat pada wilayah Yogyakarta, terutama dalam bidang infrastruktur. Hotel merupakan salah satu bidang infrastruktur sebagai sarana penginapan bagi para wisatawan yang berkunjung di Yogyakarta. Demi menarik wisatawan, tidak cukup hanya mengutamakan aspek estetika saja, aspek keamanan dan kekuatan struktur bangunan merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan.

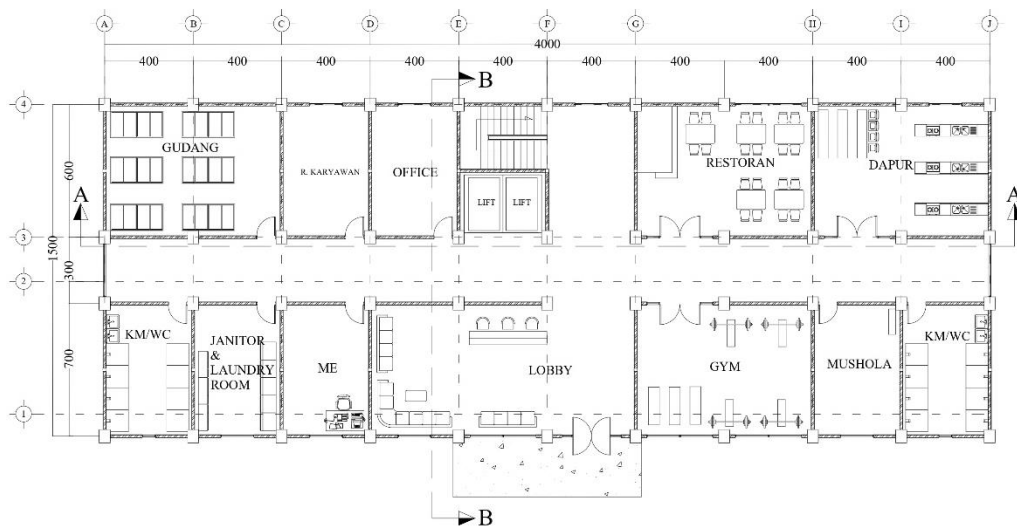
Berdasarkan data *geological drill log*, diketahui nilai rata-rata tahanan *standart penetration test* (N-SPT) di wilayah Yogyakarta adalah 29,57 sehingga termasuk dalam kelas situs tanah sedang dengan nilai S_{DS} dan S_{D1} berturut-turut yaitu 0,73g dan 0,57g. Menurut SNI 1726-2019 berdasarkan nilai S_{DS} dan S_{D1} , bangunan hotel dengan kategori risiko II termasuk dalam kategori desain seismik D, dimana dalam perencanaan strukturnya diperbolehkan menggunakan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

2. METODE

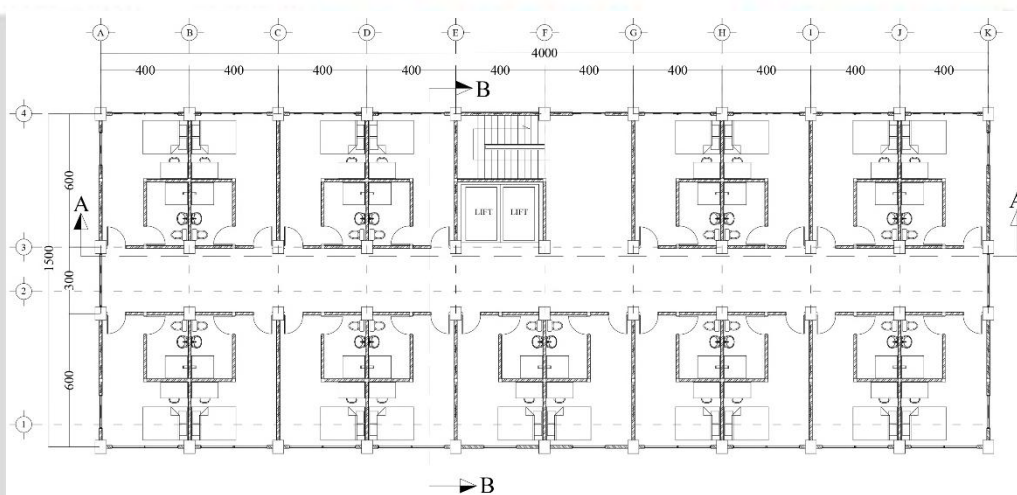
Perencanaan gedung hotel 7 lantai menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) di wilayah Yogyakarta dengan *Tekla Structural Designer* ini direncanakan berdasar dari data *geological drill log* dimana nilai rata-rata tahanan *standart penetration test* (N-SPT) di wilayah Yogyakarta adalah 29,57 sehingga termasuk dalam kelas situs tanah sedang. Kemudian, berdasarkan aplikasi desain spektra Indonesia tahun 2021, pada wilayah Yogyakarta dengan kelas situs tanah sedang diperoleh nilai S_{DS} dan S_{D1} berturut-turut yaitu 0,73g dan 0,57g dimana dalam perencanaanya mengacu pada SNI 1726-2019, SNI 2847-2019 dan SNI 1727-2020. Adapun dalam perencanaan gedung hotel ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan tersebut disajikan secara lengkap dalam bentuk bagan alir pada Gambar 1.



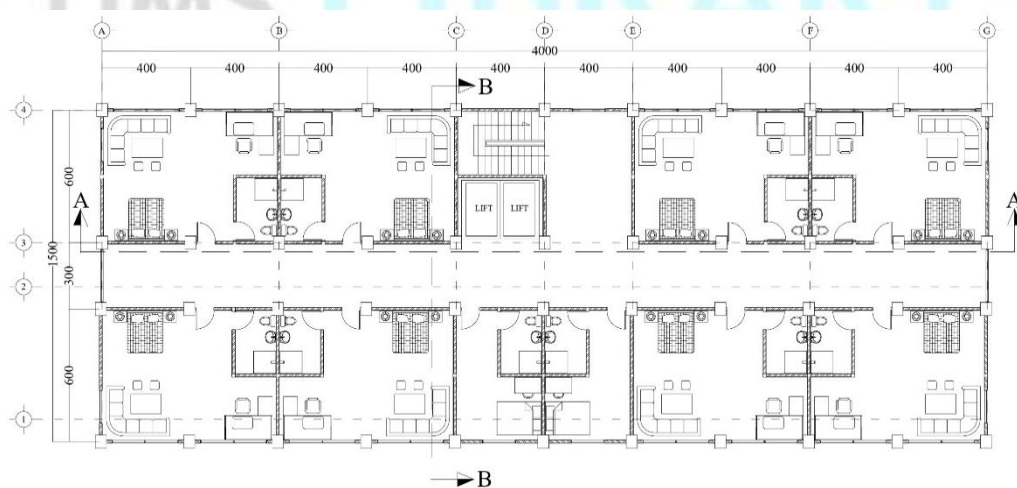
Gambar 1. Skema tahapan perencanaan



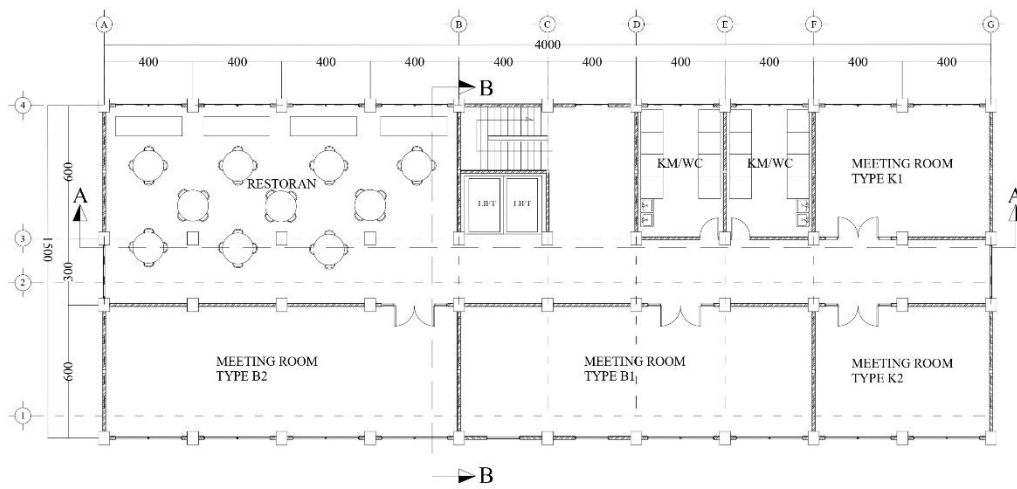
Gambar 2. Denah lantai 1



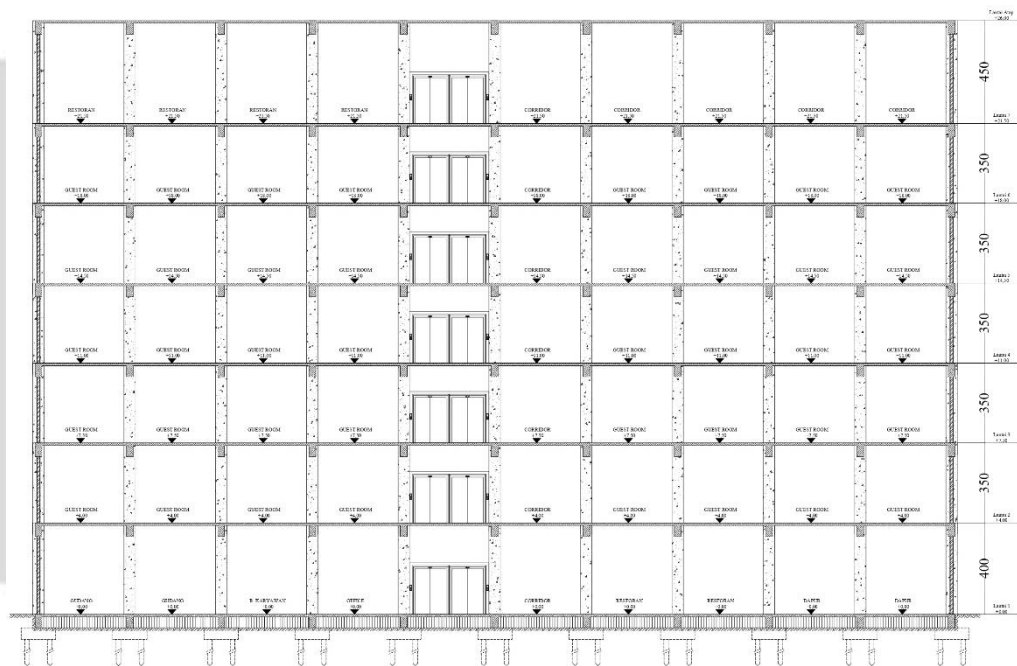
Gambar 3. Denah lantai 2 – 5



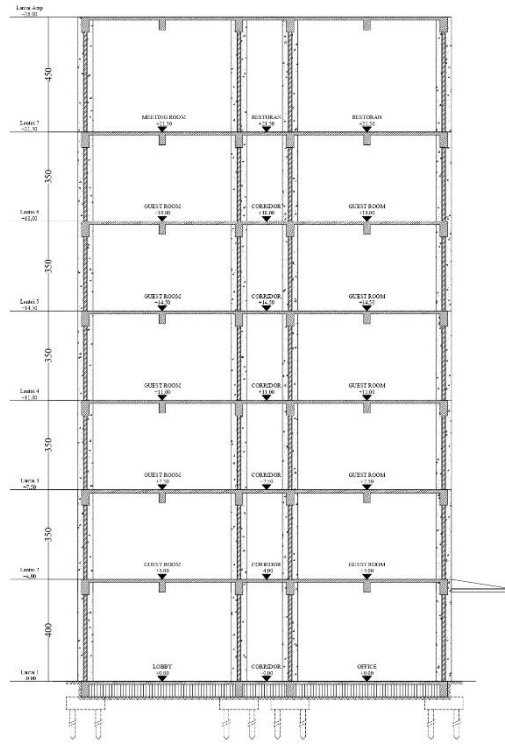
Gambar 4. Denah lantai 6



Gambar 5. Denah lantai 7



Gambar 6. Potongan A – A



Gambar 7. Potongan B - B

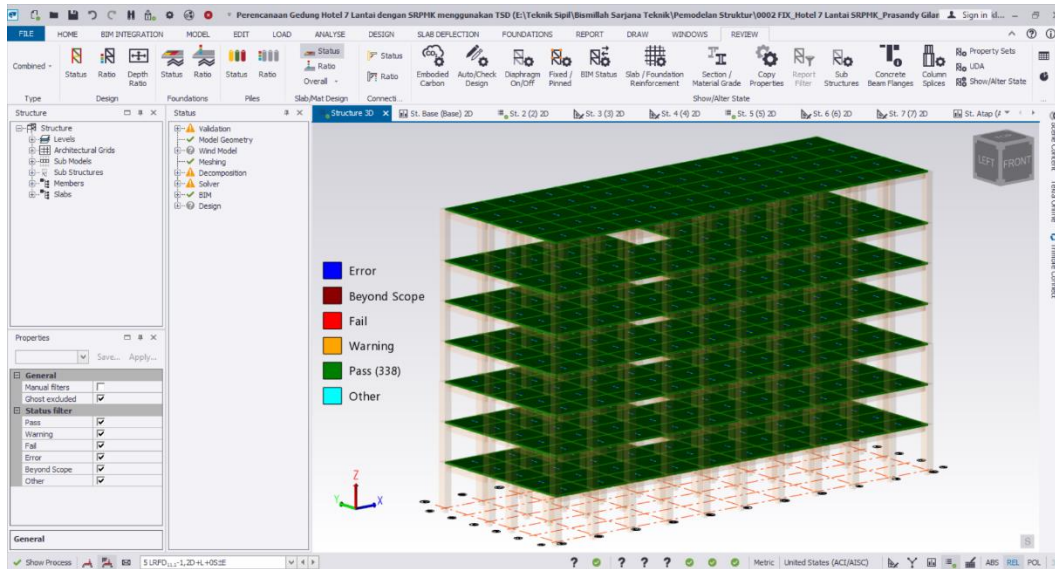
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan pelat lantai dan pelat atap

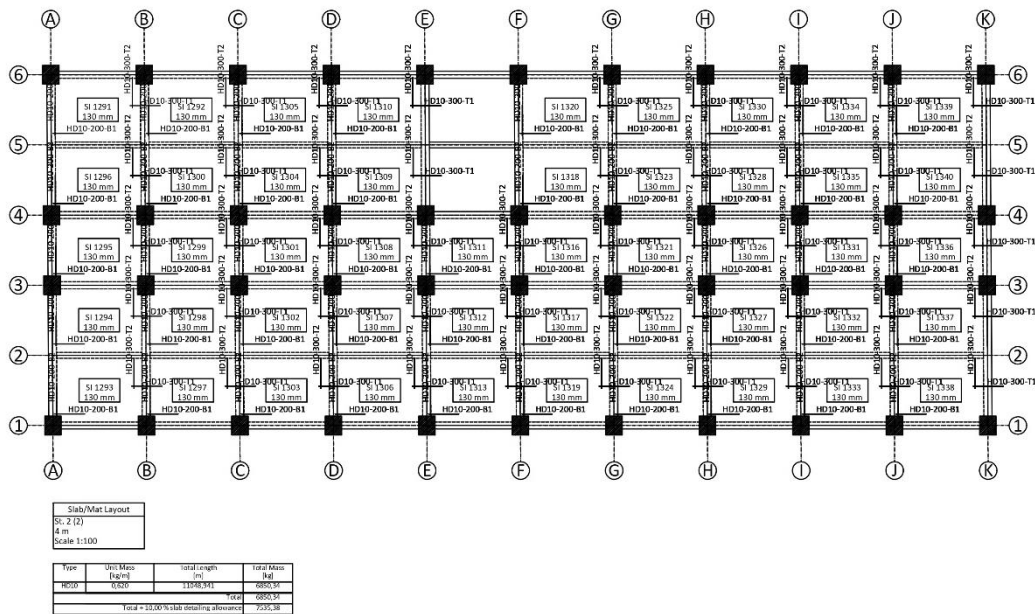
Pelat lantai terbagi menjadi 11 jenis sesuai dengan fungsi ruangan dan 1 jenis fungsi ruangan untuk pelat atap. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan fitur *autodesign* dari *Tekla Structural Designer*. Adapun data-data perencanaan yang digunakan sebagai berikut.

- 1). f'_c = 25 MPa
- 2). f_y = 300 MPa
- 3). Tebal pelat = 130 mm

Hasil analisa dan desain dari *Tekla Structural Designer* didapatkan ketebalan pelat 130 mm untuk pelat lantai dan pelat atap telah dinyatakan *pass* atau telah memenuhi persyaratan yang digunakan. Tulangan yang digunakan untuk pelat lantai dan pelat atap yaitu D10 – 200 untuk tulangan pokok dan D10 – 250 untuk tulangan bagi. Sehingga mendapatkan hasil tulangan yang optimum berdasarkan perhitungan tulangan secara manual yang mana masih dalam kategori aman di *Tekla Structural Designer* yaitu D10 – 220 untuk tulangan pokok dan D10 – 330 untuk tulangan bagi.



Gambar 8. Hasil desain pelat



Gambar 9. Detail tulangan pelat

3.2 Perencanaan tangga

Perencanaan tangga dilakukan menggunakan bantuan aplikasi SAP 2000 untuk mencari momen yang terjadi pada tangga, dikarenakan pada analisis dan desain *Tekla Structural Designer* mendapatkan hasil *beyond scope* atau di luar jangkauan. Pada perencanaan gedung hotel 7 lantai ini, terdapat dua jenis tangga dengan ketinggian yang berbeda. Berikut data-perencanaan dan spesifikasi tangga yang digunakan.

- 1). f_c = 30 MPa
- 2). f_y = 420 MPa
- 3). Tebal pelat = 0,12 m
- 4). Tebal bordes = 0,12 m

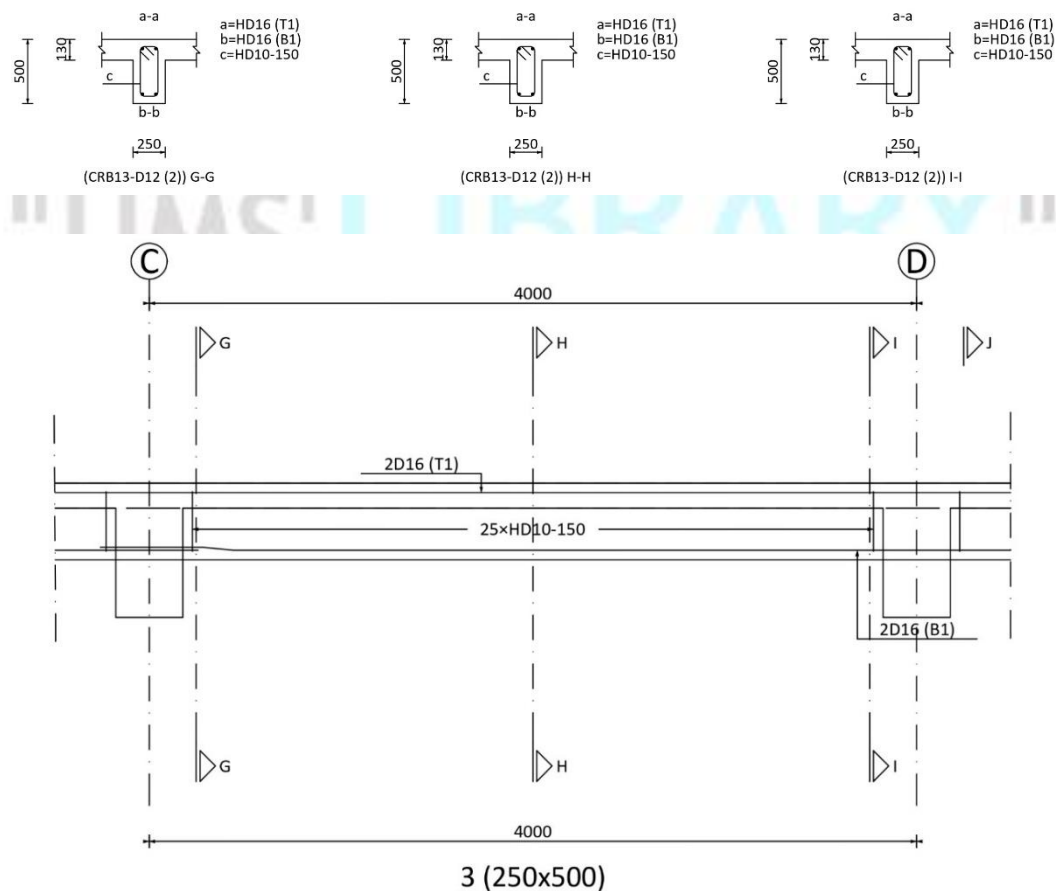
- 5). Lebar tangga = 1,30 m
- 6). Sudut kemiringan = 34° dan 30°
- 7). Tinggi anak tangga = 17 cm dan 16 cm
- 8). Panjang anak tangga = 28 cm dan 26 cm

3.3 Perencanaan balok anak

Balok anak merupakan elemen nonstruktural yang berfungsi membagi beban pelat lantai menjadi bagian lebih kecil dan juga untuk mengurangi lendutan pelat yang berlebihan akibat jarak antar balok induk yang terlalu besar. Dimensi balok anak dari *preliminary design* yang telah diperhitungkan sebelumnya yaitu 250/500. Adapun data-data perencanaan yang digunakan sebagai berikut.

- 1). f'_c = 30 MPa
- 2). f_y = 420 MPa
- 3). f_{yt} = 300 MPa
- 4). Lebar, b = 250 mm
- 5). Tinggi, h = 500 mm

Hasil detail tulangan yang digunakan pada balok anak disajikan pada Gambar 6.



Gambar 10. Detail penulangan balok anak

3.4 Analisa beban gempa dan pemodelan struktur 3D

Perencanaan gedung hotel 7 lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus di wilayah Yogyakarta sesuai dengan peraturan SNI 1726-2019 didapatkan parameter percepatan gempa yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter percepatan gempa

No	Keterangan	Hasil
1	Kelas situs	SD
2	Nilai I_e	1,0
3	Nilai S_s	0,9837
4	Nilai S_1	0,4619
5	Nilai F_a	1,1065
6	Nilai F_v	1,8381
7	Nilai SMS	1,0885
8	Nilai SM1	0,8490
9	Nilai SDS	0,7257
10	Nilai SD1	0,5660
11	Nilai T_0	0,1560
12	Nilai T_s	0,7800
13	Nilai KDS	D

Berdasarkan Tabel 12 SNI 1726-2019 untuk perencanaan gedung dengan mempertimbangkan sistem penahan gaya gempa yang digunakan, maka didapatkan faktor-faktor sebagai berikut:

Koefisien modifikasi respons, $R = 8$

Faktor kuat-lebih sistem, $\Omega_0 = 3$

Faktor pembesaran defleksi, $C_d = 5,5$

Ketinggian maksimum, $h_n = TB$ (Tidak dibatasi)

3.4.1 Periode struktur

Periode fundamental struktur (T) diatur dalam SNI 1726-2019 Pasal 7.8.2. Hasil analisa beban gempa pada Tekla Structural Designer didapatkan beberapa nilai sebagai berikut.

Periode hasil analisis arah x, $= 1,225$ detik

Periode hasil analisis arah y, $= 1,225$ detik

3.4.2 Gaya geser dasar seismik

Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal Apabila kombinasi respons untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_t) kurang dari 100 % dari gaya geser (V) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V/V_t .

Gaya geser dasar seismik, $V_x = 5683,2 \text{ kN}$

$V_y = 5683,2 \text{ kN}$

Gaya geser dasar hasil analisis, $V_{tx} = 2989,2 \text{ kN}$

$V_{ty} = 2990,8 \text{ kN}$

Penskalaan gaya, $F_x = V_x / V_{tx} = 5683,2 / 2989,2 = 1,901$

$F_y = V_y / V_{ty} = 5683,2 / 2990,8 = 1,900$

3.4.3 Kontrol ketidakberaturan struktur

Struktur gedung yang direncanakan termasuk dalam kategori risiko II dan kategori desain seismik D, berdasarkan parameter kegempaan yang telah diketahui nantinya akan berguna dalam analisa kegempaan sehingga dapat dilakukan pengecekan terhadap ketidakberaturan struktur horizontal maupun vertikal. Pemeriksaan ketidakberaturan struktur horizontal mengacu pada Pasal 7.3.2.1. SNI 1726-2019 Tabel 13 dan Pemeriksaan ketidakberaturan struktur vertikal mengacu pada Pasal 7.3.2.2. SNI 1726-2019 Tabel 14. Dari pengecekan didapatkan hasil bahwa struktur gedung hotel yang direncanakan tidak memiliki ketidakberaturan horzional maupun vertikal.

3.4.4 Kontrol simpangan antar tingkat

Penentuan simpangan antar lantai desain (Δ), dihitung sebagai selisih terbesar dari defleksi titik-titik di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Penentuan simpangan antar lantai mengacu pada pasal 7.8.6 SNI 1726-2019. Simpangan antar lantai (Δ) dipersyaratkan tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat izin (Δ_a).

Berdasarkan pasal 7.12.1.1 SNI 1726-2019 sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi Δ_a/ρ . Pada aplikasi *Tekla Structural Designer* nilai dari simpangan antar tingkat dengan sendirinya terhitung beserta dengan simpangan izinnya. Hasil pemeriksaan simpangan antar tingkat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemeriksaan simpangan antar tingkat

Letak kolom	h_{sx} (mm)	ΔE_x (mm)	ΔE_y (mm)	Δa (mm)	$\Delta a/\rho$ (mm)	Keterangan
Kolom lt. 7	4500	13,2	13,4	90	69,2	Aman
Kolom lt. 6	3500	15,7	15	70	53,8	Aman
Kolom lt. 5	3500	21,8	19,9	70	53,8	Aman
Kolom lt. 3	3500	31	26,7	70	53,8	Aman
Kolom lt. 2	3500	33,6	27,6	70	53,8	Aman
Kolom lt. 1	4000	32,5	24,2	80	61,5	Aman

3.4.5 Pengaruh P-Delta

Berdasarkan pasal 7.8.7 SNI 1726-2019, pengaruh P-Delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas (θ) diperkenankan sama dengan atau kurang dari 0,10 dan koefisien stabilitas (θ) tidak boleh lebih dari θ_{max} . Jika θ lebih besar dari θ_{max} , struktur berpotensi tidak stabil dan harus didesain ulang.

Pada aplikasi *Tekla Structural Designer* nilai koefisien stabilitas (θ) secara otomatis terhitung beserta dengan θ_{max} . Hasil pemeriksaan P-Delta pada tiap tingkat dapat dilihat pada 3.

Tabel 3. Pemeriksaan P-Delta

Letak kolom	θE_x (mm)	θE_y (mm)	θ_{max} (mm)	Keterangan
Kolom lt. 7	0,005	0,005	0,091	Struktur stabil
Kolom lt. 6	0,010	0,010	0,091	Struktur stabil
Kolom lt. 5	0,015	0,015	0,091	Struktur stabil
Kolom lt. 4	0,021	0,020	0,091	Struktur stabil
Kolom lt. 3	0,027	0,025	0,091	Struktur stabil
Kolom lt. 2	0,033	0,029	0,091	Struktur stabil
Kolom lt. 1	0,032	0,026	0,091	Struktur stabil

3.4.6 Modal Participating Mass Ratio

Berdasarkan Pasal 7.9.1.1 SNI 1726-2019 Analisis harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami untuk struktur. Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur. Untuk mencapai ketentuan ini, untuk ragam satu badan kaku (*single rigid body*) dengan periode 0,05 detik, diizinkan untuk mengambil semua ragam dengan periode

dibawah 0,05 detik. Pengecualian: Sebagai alternatif, analisis diizinkan untuk memasukkan jumlah ragam yang minimum untuk mencapai massa ragam terkombinasi paling sedikit 90% dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model. Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan menggunakan *Tekla Structural Designer*, diperoleh rasio partisipasi massa pada Tabel 4.

Tabel 4. Ringkasan *Modal Participating Mass Ratio*

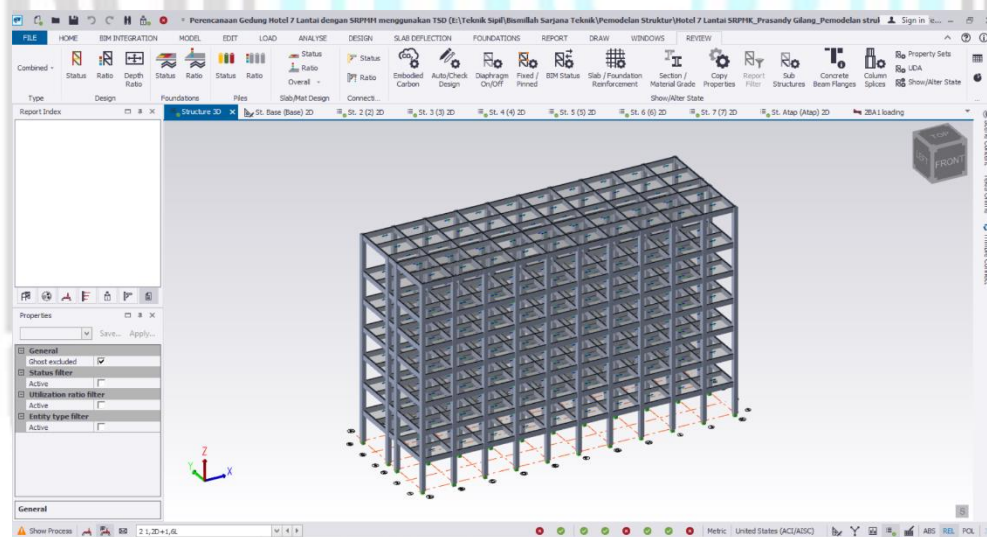
Mode	Periode (detik)	UX (%)	UY (%)	RZ (%)
1	1,206	0,00	81,91	0,00
2	1,142	78,00	0,00	0,00
3	1,118	7,07	0,02	0,00
4	0,393	0,00	11,14	0,00
5	0,382	8,84	0,00	0,00
6	0,366	0,19	0,00	0,00
7	0,230	2,96	0,00	0,00
8	0,224	0,00	3,42	0,00
9	0,211	0,01	0,00	0,00
10	0,161	1,51	0,00	0,00
11	0,154	0,00	0,00	0,00
12	0,154	0,00	0,00	0,00
13	0,154	0,00	0,00	0,00
14	0,153	0,00	0,50	0,00
15	0,153	0,00	0,06	0,00
16	0,153	0,00	1,00	0,00
17	0,152	0,00	0,00	0,00
18	0,152	0,00	0,00	0,01
19	0,151	0,00	0,05	0,00
20	0,150	0,00	0,00	0,00
Σ		98,58	98,12	

3.4.7 Kelebihan dan kelemahan *Tekla Structural Designer*

Penggunaan *Tekla Structural Designer* dalam tugas akhir ini ditemukan beberapa kelebihan anatar lain *Tekla Structural Designer* dapat digunakan sebagai media pembelajaran baru dalam perencanaan struktur terutama dalam bidang teknologi BIM. Proses mulai dari pemodelan struktur sampai dengan analisa desain serta *output detailing* membutuhkan waktu yang tidak lama, dimana dalam melakukan perubahan pemodelan di *Tekla Structural Designer* seperti dimensi elemen struktur, penambahan lantai gedung,

perubahan dan penambahan penulangan dapat dilakukan dengan cepat tanpa harus memodelkan kembali dari awal.

Adapun kekurangan yang dimiliki *Tekla Structural Designer* yaitu analisis beban gempa yang dapat digunakan hanya analisis respons spektra sehingga tidak bisa menggunakan analisis gempa riwayat waktu / *time history*, ketidakberaturan didefinisikan sedari awal pada saat mendefinisikan beban seismik yang pada umumnya ketidakberaturan didapatkan setelah menganalisis struktur sehingga perlu dilakukan analisis secara manual, dalam melakukan desain tulangan pada daerah lapangan di *Tekla Structural Designer* belum bisa mendefinisikan tulangan lapangan, sehingga pada daerah lapangan hasil tulangan sama dengan tulangan daerah tumpuan dan hasil *output* dari *detail drawing* dapat dilakukan secara otomatis akan tetapi perlu dilakukan lagi optimalisasi sehingga dapat disajikan dengan baik dan rapi. Pemodelan keseluruhan struktur gedung hotel 7 lantai dapat dilihat pada Gambar 7.



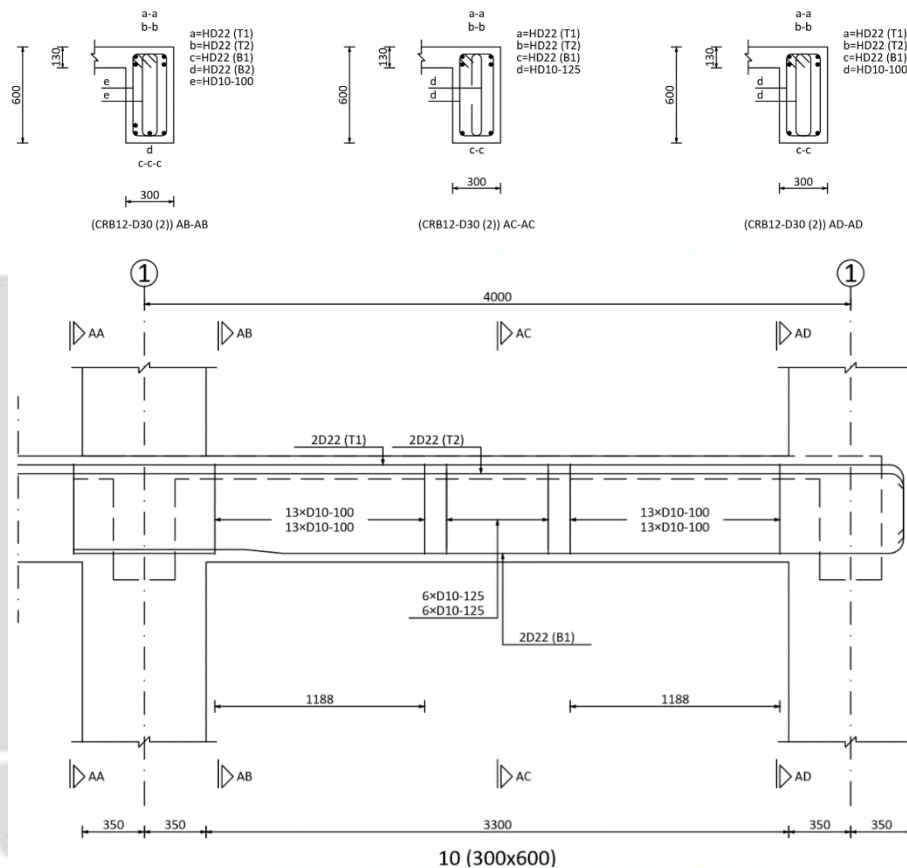
Gambar 11. Pemodelan struktur gedung di *Tekla Structural Designer*

3.5 Perencanaan balok induk

Hasil *analyze Tekla Structural Designer* mendapatkan hasil gaya dalam seperti momen, geser, dan torsi dari balok induk tiap lantai. Dikarenakan pada perencanaan ini terdapat empat jenis balok induk, maka sebagai contoh diambil balok induk 3B1-10. Hasil momen dan gaya geser balok induk tiap lantai dengan dimensi yang sama rata-rata memiliki momen yang sama, maka untuk penulangan balok induk dibuat sama secara keseluruhan berdasarkan jenis dan dimensi balok induk dengan memakai balok induk yang memiliki momen terbesar sebagai acuan tulangannya. Data-data perencanaan balok induk sebagai berikut.

- 1). $f'_c = 30 \text{ MPa}$
- 2). $f_y = 420 \text{ MPa}$
- 3). $f_{yt} = 300 \text{ MPa}$
- 4). Lebar, $b = 300 \text{ mm}$
- 5). Tinggi, $h = 600 \text{ mm}$

Hasil detail tulangan yang digunakan pada balok anak disajikan pada Gambar 8.



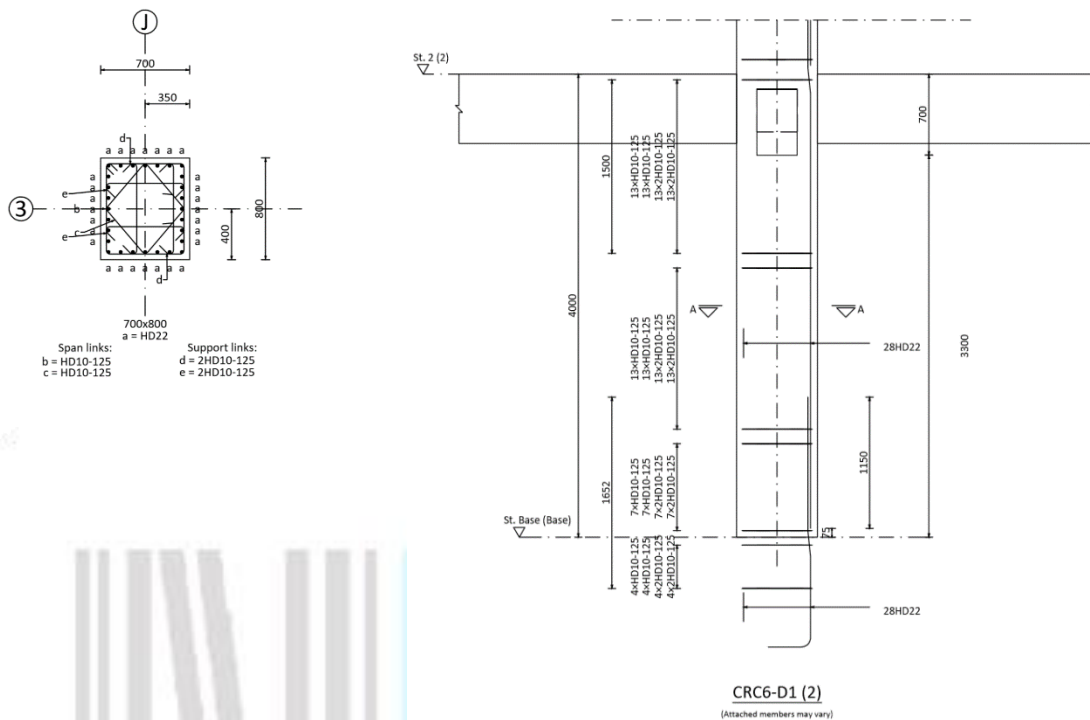
Gambar 12. Detail penulangan balok induk

3.6 Perencanaan kolom

Perhitungan kolom dilakukan dengan aplikasi *Tekla Structural Designer*, dimana dari analisa *Tekla Structural Designer* didapatkan tulangan–tulangan yang mampu menahan beban yang bekerja pada kolom dan memenuhi persyaratan–persyaratan yang ada, dalam perencanaan ini terdapat dua jenis kolom, sebagai contoh dipilih kolom C21. Data–data perencanaan kolom sebagai berikut.

- 1). $f'_c = 30 \text{ MPa}$
- 2). $f_y = 420 \text{ MPa}$
- 3). $f_{yt} = 300 \text{ MPa}$
- 4). Lebar, $b = 700 \text{ mm}$
- 5). Tinggi, $h = 800 \text{ mm}$

Hasil detail tulangan yang digunakan pada balok anak disajikan pada Gambar 9.



Gambar 13. Detail penulangan kolom

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan gedung hotel 7 lantai menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus di wilayah Yogyakarta dengan *Tekla Structural Designer* dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1). Analisa menggunakan *Tekla Structural Designer* memperoleh dimensi-dimensi elemen struktur yang aman untuk digunakan yaitu:
 - a). Pelat lantai dan pelat atap = 130 mm,
 - b). Balok anak = 250/500
 - c). Balok induk terdapat 4 jenis yaitu, 300/600; 300/500; 350/500; dan 350/700
 - d). Kolom terdapat 2 jenis yaitu, 600/700 dan 700/800.
- 2). Perhitungan tulangan dengan *Tekla Structural Designer* secara otomatis (*autodesign*) pada beberapa elemen struktur masih dapat dioptimalisasi, sehingga mendapatkan hasil tulangan yang optimum berdasarkan perhitungan tulangan secara manual yang mana masih dalam kategori aman di *Tekla Structural Designer*.
- 3). Perencanaan struktur gedung menggunakan *Tekla Structural Designer*, dalam perencanaannya dihasilkan *report* dari analisa perhitungan elemen struktur yang telah memenuhi persyaratan yang ada. Adapun hasil gambar detail yang didapatkan secara otomatis dari *Tekla Structural Designer* dimana hasilnya murni sebagaimana adanya.

4.2 Saran

- 1). Perlu adanya pemahaman sedini mungkin terkait teori desain struktur dan teori kegempaan agar tidak terjadi keterlambatan dalam pengerjaan.
- 2). Perlunya adanya pemahaman terhadap peraturan-peraturan terbaru, tidak hanya SNI saja tetapi juga peraturan yang digunakan di *Tekla Structural Designer* seperti ACI dan ASCE.
- 3). Penggunaan alat bantu *Tekla Structural Designer* harus benar-benar dikuasai dan dipahami agar tidak terjadi kendala saat dalam pengerjaan mulai dari pemodelan struktur, pembebanan, analisa hingga penggunaan hasil *output* agar meminimalisir kesalahan yang mungkin terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A., Muntafi, Y., dan Solikin, M. (2020). *Dasar Perencanaan Portal Daktil Menurut SNI 2847-2013*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Asroni, Ali. (2018). *Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang: Berdasarkan SNI 2847-2013*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Asroni, Ali. (2018). *Teori dan Desain Kolom Fondasi Balok "T": Berdasarkan SNI 2847-2013*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- BSN. (2019). *Standar Nasional Indonesia : Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (SNI 2847-2019)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2019). *Standar Nasional Indonesia : Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726-2019)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2020). *Standar Nasional Indonesia : Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727-2020)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Budiono, B., Nyoman, T.H.D., Merilda, K., Silviani, L.C.M, dan Eben, H.K.O. (2017). *Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Dan Sistem Dinding Struktur Khusus Di Jakarta*. Bandung: ITB Press.
- Karisoh, P.H. Servie, O.D., dan Ronny, P. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. *Jurnal Sipil Statik*, vol. 6, no.6, 361-372.
- Prasetyo, I.A.N., Taufiq, R., dan Wahiddin. (2021). Perencanaan Dan Pemodelan 3D Struktur Gedung *Co-Working Space* Lantai Soekarno Hatta Kota Malang Berbasis *Building Information Modeling* (BIM). *JOS – MRK*, vol. 2, no.1, 78-84.

- Rianti, D., Ahmad, A.P., Himawan, I., dan Parang, S. (2013). Perencanaan Struktur Gedung Kuliah Lima Lantai Di Kota Semarang (Dengan Menggunakan Metode SRPMK). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol.2, no. 3, 255-262.
- Shubki, M.S.A., dan Utari, K. (2019). Perencanaan Struktur Gedung Apartemen Permata Intan Dengan Konstruksi Beton Bertulang Menggunakan Metode SRPMK Di Kota Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, vol. 7, no. 2, 101-112.
- Soelarso, Baehaki, dan Subhan, F.D. (2015). Analisis Struktur Beton Bertulang SRPMK Terhadap Beban Gempa Static Dan Dinamik Dengan Peraturan SNI 1726-2021. *Jurnal Fondasi*, vol. 4, no. 2, 1-7.
- Tekla Solutions Corporation. tekla.com. Diakses pada 10 Juni 2022 dari <https://www.tekla.com/id/produk/tekla-structural-designer>

