E-ISSN : 3025-1311
https://journal.cib.institute/index.php/kohesi

Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek
Volume 11 No 6 Tahun 2026

MODIFIKASI STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG HOTEL HELICONIA – JAWA TIMUR PARK 1 BATU

Mohammad Farhan Arsyah Bahi[1], Aulia Rahman[2], Agustin Dita Lestari[3]

Politeknik Negeri Malang[1-3]
Email: farhanarsyah0617@gmail.com[1], aulia.rahman@polinema.ac.id[2], agustinditalestari@polinema.ac.id[3]

ABSTRAK

Perencanaan ulang struktur atas Hotel Heliconia – Jawa Timur Park 1 Batu dilakukan sebagai respons terhadap perubahan jumlah lantai, dari kondisi eksisting 6 lantai menjadi 8 lantai. Bangunan dirancang sebagai gedung bertingkat dengan struktur beton bertulang yang mencakup pelat lantai, balok, kolom, dan tangga. Perencanaan ini ditujukan untuk menetapkan dimensi elemen struktur beserta penulangannya agar aman dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Data perencanaan mencakup gambar kerja dan beban yang bekerja pada struktur. Analisis struktur dilakukan dengan perangkat lunak ETABS 22 untuk memperoleh gaya-gaya dalam yang terjadi (Vx, Dx, Nx). Acuan pembebanan menggunakan SNI 1727:2020 untuk beban gravitasi dan SNI 1726:2019 untuk beban gempa, sedangkan desain elemen beton bertulang mengacu pada SNI 2847:2019. Hasil perencanaan menunjukkan penggunaan pelat lantai setebal 12 cm berdasarkan dua metode perhitungan pelat. Balok yang direncanakan terdiri atas balok induk 1 berukuran 50/80 cm, balok induk 2 berukuran 45/65 cm, dan balok anak berukuran 25/50 cm. Sementara itu, dimensi kolom interior dan eksterior menyesuaikan ketinggian bangunan, yaitu 70/140 cm, 70/100 cm, 50/50 cm, 60/100 cm, 60/70 cm, dan 30/50 cm. Total biaya struktur atas hasil modifikasi ulang diperoleh sebesar Rp 5.702.960.562,42. Berdasarkan analisis dan perencanaan yang dilakukan, struktur atas gedung mampu menerima beban yang bekerja serta memenuhi persyaratan kekuatan dan layanan.

Kata kunci : modifikasi struktur, struktur beton bertulang, ETABS 22, SRPMK, beban gempa, RAB.

ABSTRACT

The superstructure of the Heliconia Hotel Building – Jatim Park 1 Batu was redesigned in response to a floor-number modification from six existing stories to eight stories. The building was planned as a multi-story reinforced concrete structure comprising floor slabs, beams, columns, and staircases. The study aimed to establish structural dimensions and reinforcement details that provide adequate safety while complying with the applicable standards and regulations. The design data consisted of construction drawings and the loads imposed on the structure. ETABS 22 was used for structural analysis to obtain the internal forces acting on the structural elements, including shear forces, bending moments, and axial forces. Gravity loading was determined

Article History
Received: November 2026
Reviewed:November 2026
Published: November 2026

Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

with reference to SNI 1727:2020, seismic loading followed SNI 1726:2019, and reinforced-concrete element design was based on SNI 2847:2019. The analysis resulted in a floor slab thickness of 12 cm based on two slab calculation approaches. The beam dimensions comprise Primary Beam 1 at 50/80 cm, Primary Beam 2 at 45/65 cm, and Secondary Beam at 25/50 cm. Interior and exterior column dimensions vary with building elevation, namely 70/140 cm, 70/100 cm, 50/50 cm, 60/100 cm, 60/70 cm, and 30/50 cm. The total estimated cost for the redesigned superstructure is IDR 5,702,960,562.42. The analysis and design results indicate that the superstructure can resist the applied loads and meet the required strength and serviceability criteria.

Keywords *: structural modification, reinforced concrete, ETABS 22, special moment-resisting frame, seismic load, cost estimate*

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah wisatawan di Kota Batu seiring berkembangnya kawasan wisata Jawa Timur Park 1 mendorong kebutuhan akan fasilitas akomodasi yang memadai, salah satunya melalui pembangunan Hotel Heliconia. Pada perencanaan awal, hotel ini dirancang sebagai bangunan beton bertulang enam lantai dan satu lantai atap, dengan fungsi utama sebagai kamar hotel dan area kafe. Namun, perkembangan kebutuhan operasional mengharuskan adanya ruang kantor dan ruang pertemuan yang terintegrasi, sehingga dilakukan modifikasi desain dengan menambah jumlah lantai menjadi delapan lantai dan satu lantai atap.

Perubahan tersebut menyebabkan peningkatan beban yang bekerja pada struktur bangunan, sehingga diperlukan perencanaan ulang struktur atas untuk memastikan keamanan dan kinerjanya. Mengingat Kota Batu berada di wilayah dengan tingkat kerawanan gempa yang tinggi, perencanaan struktur harus memperhitungkan pengaruh beban gempa sesuai ketentuan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang struktur atas Hotel Heliconia hasil modifikasi menggunakan sistem beton bertulang, menganalisis struktur menggunakan bantuan *software* ETABS 22, serta menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebagai dasar evaluasi teknis dan ekonomis. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan rancangan struktur yang aman, andal, dan memenuhi standar perencanaan bangunan gedung yang berlaku di Indonesia.

2. METODE

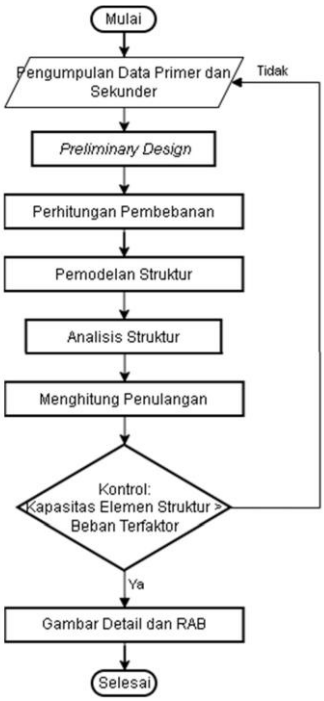
Penelitian ini menggunakan studi kasus pada Gedung Hotel Heliconia yang berlokasi di kawasan Jawa Timur Park 1, Kota Batu, Jawa Timur. Objek penelitian berupa modifikasi struktur atas bangunan beton bertulang menjadi delapan lantai dengan luas bangunan 4.352,4 m^2 dan tinggi 28,80 m. Data yang digunakan terdiri atas data sekunder berupa gambar kerja, spesifikasi material sebagai berikut:

- Mutu beton pelat, balok dan kolom: 25 Mpa
- Mutu tulangan pelat, balok dan kolom: 420 Mpa
- Mutu tulangan sengkang: 280 Mpa

Untuk data dimensi bangunan diperoleh dari kontraktor pelaksana, serta data primer berupa hasil analisis struktur yang diperoleh melalui pemodelan menggunakan perangkat lunak ETABS 22.

Pelaksanaan penelitian dimulai dari pengumpulan data, kemudian dilanjutkan

dengan penyusunan *preliminary design* untuk menetapkan dimensi awal elemen struktur. Tahap berikutnya adalah menentukan pembebanan yang mencakup beban mati, beban hidup, beban air hujan, dan beban gempa berdasarkan SNI 1727:2020 serta SNI 1726:2019. Selanjutnya, model struktur tiga dimensi dibuat menggunakan ETABS 22 untuk mendapatkan respons berupa gaya aksial, gaya geser, momen lentur, simpangan, dan simpangan antar lantai. Data hasil analisis tersebut selanjutnya menjadi dasar untuk merencanakan penulangan pelat, balok, kolom, dan tangga sesuai SNI 2847:2019. Setelah itu, kapasitas elemen diperiksa terhadap beban terfaktor guna memastikan pemenuhan persyaratan kekuatan dan kinerja. Penelitian diakhiri dengan penyusunan gambar detail struktur dan estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan hasil perencanaan.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Preliminary design* struktur gedung adalah tahap awal dalam proses perancangan struktur bangunan yang bertujuan untuk mengembangkan konsep dasar dan spesifikasi teknis dari struktur tersebut. Dalam perencanaan gedung perkantoran ini dilakukan *preliminary design* untuk struktur balok, kolom dan pelat lantai berdasarkan SNI 2847-2019. Berikut merupakan hasil *preliminary design*nya:

Tabel 1. Konfigurasi 1

Elemen	Dimensi (mm)		
	P	L	T
Pelat			120
Balok Induk 1	800	500	
Balok Induk 2	650	450	
Balok Anak	500	250	
Kolom K1A	700	1400	
Kolom K1B	700	1000	
Kolom K1C	500	500	
Kolom K2A	600	1000	
Kolom K2B	600	700	
Kolom K2C	300	500	

2. Perhitungan Pembebanan Struktur

Keamanan struktur bangunan ditentukan oleh kemampuannya dalam menerima beban mati, beban hidup, dan beban lingkungan yang bekerja selama perencanaan. Oleh sebab itu, setiap beban yang bekerja perlu diidentifikasi berdasarkan standar yang berlaku. Acuan pembebanan yang digunakan adalah SNI 1727:2020, sedangkan beban gempa mengacu pada SNI 1726:2019. Beban yang diperhitungkan pada bangunan hotel meliputi:

a. Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati mencakup berat sendiri struktur serta beban mati tambahan yang berasal dari elemen arsitektural (*Sumperimpose Dead Load*). Dalam pemodelan, beban mati tersebut direpresentasikan sebagai berikut:

- Beban mati pada elemen pelat lantai: 1,518 kN/m2
- Beban mati pada elemen beban garis: 2,20 kN/m2
- Beban mati pada elemen dak atap: 0,536 kN/m2

b. Beban Hidup (*Live Load*)

Nilai beban hidup yang dimasukkan ke dalam ETABS 22 ditentukan berdasarkan fungsi ruang pada masing-masing lantai. Penetapan beban hidup bangunan mengacu pada SNI 1727-2020 Halaman 26 Tabel 4.3.1, dengan fungsi ruang sebagai berikut:

Tabel 2. Beban Hidup Ruangan

No	Fungsi Ruangan	Beban (kN/m²)
1	Ruang Tidur	1,44
2	Toilet/Kamar Mandi	1,92
3	Gudang	6,00
4	Roomboy/R.Penyimpanan	6,00
5	Outdoor AC	6,00
6	Korridor	3,83
7	Ruang Tidur	1,44
8	Ruang Rapat	4,79
9	Kantor	2,40
10	Ruang Pertemuan	4,79
11	Beban Hidup Atap (Lr)	0,58

Sumber: SNI 1727:2020 Tabel 4.3-1: 26

c. Beban Air Hujan

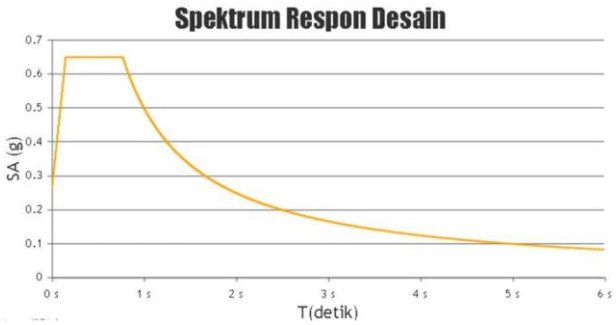
Berdasarkan SNI 1727:2020 beban air hujan dengan merencanakan genangan air maksimum = 50 mm menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R = 0{,}0098 \times (ds+dh)\ kN/m^2$$
$$= 0{,}0098 \times 50\ kN/m^2$$
$$= 0{,}49\ kN/m^2$$

Karena beban air hujan lebih kecil dari beban hidup atap (R<Lr), maka beban hidup yang digunakan pada atap (Lr) adalah 0,58 kN/m^2.

d. Beban Gempa (*Seismic Load*)

Beban gempa timbul akibat pergerakan tanah selama kejadian gempa dan bekerja pada struktur dalam arah horizontal. Salah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk mengevaluasi pengaruh tersebut adalah analisis respons spektrum ragam. Grafik respons spektrum desain yang digunakan ditampilkan berdasarkan hasil *Software* RSA Ciptakarya.



Gambar 2. Grafik Respon Spektrum Desain Hotel Heliconia

Sumber: RSA Cipta Karya

3. Simpangan Ijin Antar Lantai

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi bangunan bertingkat, perbedaan elevasi atau ketebalan antar lantai dapat terjadi akibat toleransi pelaksanaan dan kondisi lapangan. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan mengenai simpangan izin antar lantai sebagai acuan dalam evaluasi kualitas pekerjaan struktur serta untuk memastikan kesesuaian dengan gambar perencanaan dan standar teknis yang berlaku. Pengaturan ini bertujuan untuk menjamin keamanan, kestabilan, serta fungsi bangunan sesuai dengan desain yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, berikut merupakan perhitungan simpangan ijin antar lantai:

Tabel 3. Simpangan Antar Lantai

Lantai	Inelastic Drift		Drift Limit (mm)	Cek
	ΔX (mm)	ΔY (mm)		
Lantai Atap	13.849	12.254	42.604	OK
Lantai 8	27.275	20.070	42.604	OK
Lantai 7	21.588	20.334	42.604	OK
Lantai 6	25.856	24.112	42.604	OK
Lantai 5	29.700	25.707	42.604	OK
Lantai 4	30.536	23.287	42.604	OK
Lantai 3	28.562	19.388	42.604	OK
Lantai 2	15.895	9.394	42.604	OK
Lantai 1	13.849	12.254	42.604	OK

4. P Delta Efek

Selain simpangan antar tingkat, juga perlu dilakukan P-Delta efek untuk mengetahui kestabilan analisis struktur.

Tabel 4. P-Delta Efek

Lantai	h (mm)	θ	θmax	Kontrol
Lantai Atap	3600	0.0049	0.0909	OK
Lantai 8	3600	0.0139	0.0909	OK
Lantai 7	3600	0.0136	0.0909	OK
Lantai 6	3600	0.0185	0.0909	OK
Lantai 5	3600	0.0236	0.0909	OK
Lantai 4	3600	0.0265	0.0909	OK
Lantai 3	3600	0.0271	0.0909	OK
Lantai 2	3600	0.0168	0.0909	OK
Lantai 1	3600	0.0049	0.0909	OK

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa θ < θmax, sehingga pengaruh P-Delta tidak perlu dimasukkan dalam perhitungan.

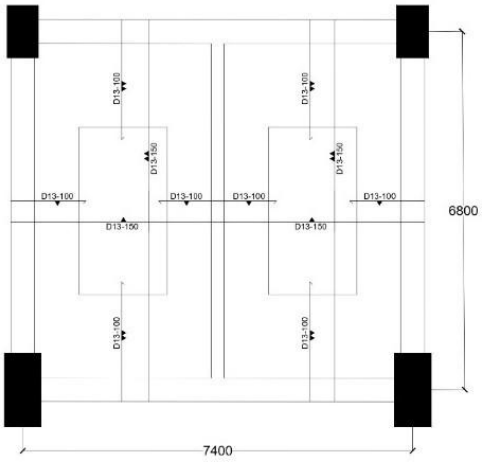
5. Perencanaan Struktur Beton Bertulang

Analisis struktur beton bertulang mencakup elemen pelat lantai, balok, kolom, dan tangga. Hasil perencanaan untuk masing-masing elemen struktur beton bertulang disajikan sebagai berikut:

a. Pelat lantai

Direncanakan memiliki ketebalan 120 mm dengan selimut 20 mm. Beban yang diambil adalah kombinasi beban gravitasi C2B, sehingga penulangan pada pelat lantai diperoleh hasil sebagai berikut:

- Daerah lapangan = D13-150
- Daerah Tumpuan = D13-100



Gambar 3. Detail Penulangan Pelat Lantai

b. Balok induk 1 (B1)

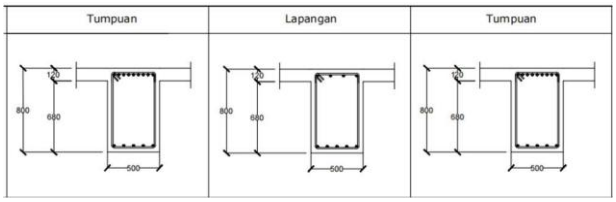
Balok B1 memiliki dimensi 500x800 mm. Berdasarkan analisis statika menggunakan *software* ETABS 22, diperoleh besaran gaya berfaktor sebagai berikut:

- Mu max tumpuan= 606,244 kNm
- Mu max lapangan= 299,626 kNm
- Vu max= 274,446 kN

Sehingga penulangan pada balok B1 diperoleh sebagai berikut:

- Daerah tumpuan (atas) = 9D19
- Daerah tumpuan (bawah) = 5D19
- Daerah lapangan (atas) = 4D19
- Daerah lapangan (bawah) = 5D19
- Sengkang tumpuan = D13-100
- Sengkang lapangan = D13-150

Dibawah ini adalah gambar penulangan balok B1



Gambar 4. Detail Penulangan Balok B1

c. Balok induk 2 (B2)

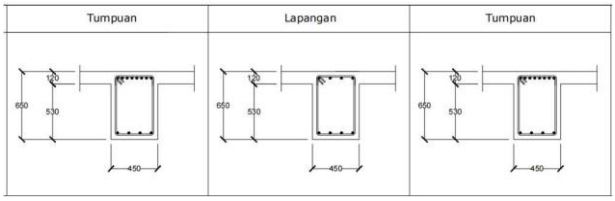
Balok B2 memiliki dimensi 450x650 mm. Berdasarkan analisis statika menggunakan *software* ETABS 22, diperoleh besaran gaya berfaktor sebagai berikut:

- Mu max tumpuan= 407,290 kNm
- Mu max lapangan= 143,999 kNm
- Vu max= 271,961 kN

Sehingga penulangan pada balok B2 diperoleh sebagai berikut:

- Daerah tumpuan (atas)= 8D19
- Daerah tumpuan (bawah)= 4D19
- Daerah lapangan (atas)= 4D19
- Daerah lapangan (bawah)= 4D19
- Sengkang tumpuan= D13-100
- Sengkang lapangan = D13-150

Dibawah ini adalah gambar penulangan balok B2



Gambar 5. Detail Penulangan Balok B2

d. Balok induk Anak (BA)

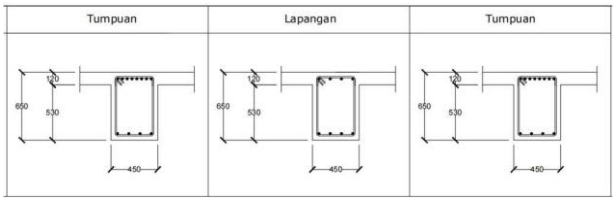
Balok BA memiliki dimensi 250x500 mm. Berdasarkan analisis statika menggunakan *software* ETABS 22, diperoleh besaran gaya berfaktor sebagai berikut:

- Mu max tumpuan= 107,522 kNm
- Mu max lapangan= 70,868 kNm
- Vu max= 59,223 kN

Sehingga penulangan pada balok BA diperoleh sebagai berikut:

- Daerah tumpuan (atas) = 4D16
- Daerah tumpuan (bawah) = 3D16
- Daerah lapangan (atas) = 2D16
- Daerah lapangan (bawah) = 3D16
- Sengkang tumpuan = D10-75
- Sengkang lapangan = D10-150

Dibawah ini adalah gambar penulangan balok B2



Gambar 6. Detail Penulangan Balok BA

e. Kolom K1A

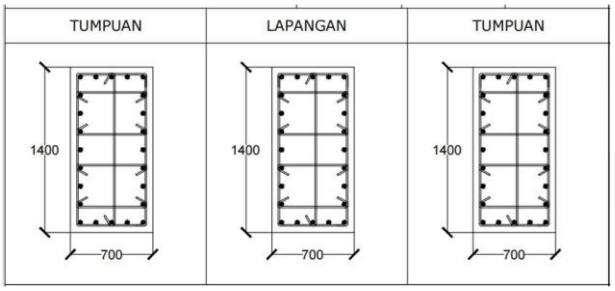
Kolom K1A memiliki dimensi 700x1400 mm. Berdasarkan analisis statika menggunakan *software* ETABS 22, diperoleh besaran gaya berfaktor sebagai berikut:

- Pu Max= 6280,553 kN
- MuX= 882,310 kNm
- MuY= 1709,680 kNm

Sehingga penulangan pada kolom K1A diperoleh sebagai berikut:

- Tulangan utama= 24D25
- Sengkang tumpuan arah X= 3D13-100
- Sengkang tumpuan arah Y= 6D13-100
- Sengkang tumpuan arah X= 3D13-150
- Sengkang tumpuan arah Y= 6D13-150

Dibawah ini adalah gambar penulangan kolom K1A



Gambar 7. Detail Penulangan Kolom K1A

f. Kolom K2A

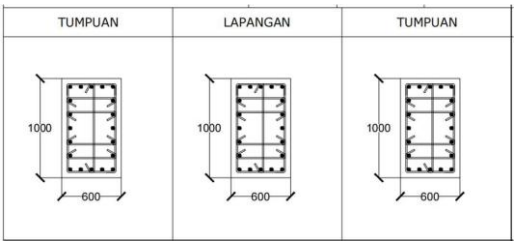
Kolom K2A memiliki dimensi 600x1000 mm. Berdasarkan analisis statika menggunakan *software* ETABS 22, diperoleh besaran gaya berfaktor sebagai berikut:

- Pu Max= 4058,023 kN
- MuX= 143,79kNm
- MuY= 685,510 kNm

Sehingga penulangan pada kolom K1B diperoleh sebagai berikut:

- Tulangan utama= 20D25
- Sengkang tumpuan arah X= 3D13-100
- Sengkang tumpuan arah Y= 6D13-100
- Sengkang tumpuan arah X= 3D13-150
- Sengkang tumpuan arah Y= 6D13-150

Dibawah ini adalah gambar penulangan kolom K1B

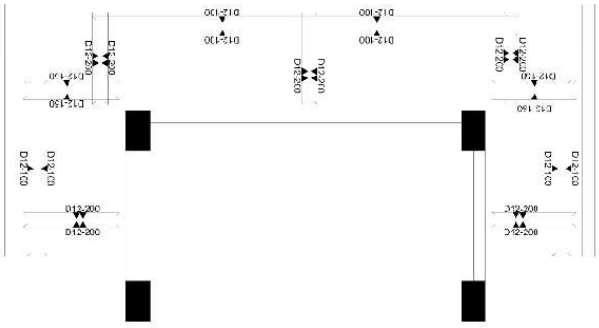


Gambar 8. Detail Penulangan kolom K1B

g. Pelat tangga

Direncanakan memiliki ketebalan 120 mm. Beban yang diambil adalah kombinasi beban C2, sehingga penulangan pada pelat lantai diperoleh hasil sebagai berikut:

- Tangga arah panjang= D12-100
- Tangga arah panjang= D12-200
- Bordes arah panjang= D12-150
- Bordes arah panjang= D12-200



Gambar 9. Detail Penulangan Pelat Tangga

6. Rencana Anggaran Biaya

Evaluasi biaya akibat modifikasi bangunan dilakukan melalui penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Contoh perhitungan RAB disajikan berikut, sedangkan tabel volume, AHSP, dan rincian rencana anggaran biaya tersedia pada lampiran:

Volume tulangan balok (V)= 175.738,52 kg
Harga satuan= Rp 12,798.00
Jumlah Biaya= V x Harga Satuan
= 175.738 x Rp 12,798
= Rp. 2.249.101.558,48

Berdasarkan contoh perhitungan RAB tersebut, dengan mempertimbangkan perubahan jumlah lantai dan dimensi struktur atas, total biaya yang diperoleh adalah sebesar Rp. 5.702.960.562,40.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang diperoleh dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan *preliminary design* struktur atas Gedung Hotel Heliconia adalah sebagai berikut:
   - Tebal pelat lantai yang digunakan adalah 12 cm berdasarkan ketentuan SNI 8900:2020.
   - Dimensi balok terdiri dari balok induk 1 (B1) berukuran 50/80 cm, balok induk 2 (B2) berukuran 45/65 cm, balok anak (BA) berukuran 25/50 cm.
   - Dimensi kolom yang terdiri dari kolom K1A berukuran 70/140 cm, kolom K1B berukuran 70/100 cm, kolom K1C berukuran 50/50 cm, kolom K2A berukuran 60/100 cm, kolom K2B berukuran 60/70 cm, dan kolom K2C berukuran 30/50 cm.
2. Berdasarkan hasil perhitungan pembebanan struktur dari perhitungan pada Bab Hasil dan Pembahasan, hasil pembebanan struktur Gedung Hotel Heliconia adalah sebagai berikut:

a. Beban Mati (*Dead Load*)

Berat sendiri didapat dari *software* ETABS 22

b. Beban Mati Tambahan (SDL)

- Beban mati pada elemen pelat lantai: 1,518 kN/m2
- Beban mati pada elemen beban garis: 2,20 kN/m2
- Beban mati pada elemen dak atap: 0,536 kN/m2

c. Beban Hidup (LL)

Mengacu pada SNI 1727:2020. Bisa dilihat pada Tabel 2.

d. Beban Gempa (*Seismic Load*)

Tabel 5. Story Response

No	Story	Beban X (kN)	Beban Y (kN)
1	ATAP	-450.0515	-450.0515
2	LANTAI 8	-1025.3664	-1025.3664
3	LANTAI 7	-1487.377	-1487.377
4	LANTAI 6	-1816.9227	-1816.9227
5	LANTAI 5	-2056.8924	-2056.8924
6	LANTAI 4	-2219.3784	-2219.3784
7	LANTAI 3	-2312.8669	-2312.8669
8	LANTAI 2	-2347.7679	-2347.7679

Sumber: Hasil Analisis ETABS 22

3. Hasil analisis gaya-gaya dalam pada elemen struktur menggunakan ETABS 22

dan CsiCol 11.1 menunjukkan bahwa pada pelat diperoleh Mmax M11 tumpuan sebesar -25,074 kNm, Mmin M11 lapangan sebesar 16,271 kNm, dan Vmax sebesar 51,66 kN/m. Pada balok B1 diperoleh Mmax tumpuan sebesar 590,222 kNm, Mmax lapangan sebesar 298,023 kNm, dan Vu sebesar 372,211 kN, sedangkan pada balok B2 diperoleh Mmax tumpuan sebesar 418,218 kNm, Mmax lapangan sebesar 149,835 kNm, dan Vu sebesar 242,319 kN. Hasil gaya aksial dan momen pada kolom serta momen pada tangga selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perencanaan tulangan elemen struktur.

4. Hasil perencanaan tulangan struktur beton bertulang adalah sebagai berikut:
   - Pelat lantai daerah tumpuan: D13-100, daerah lapangan: D13-150.
   - Balok induk 1 tumpuan atas: 9D19, tumpuan bawah 5D19, lapangan atas: 4D19, lapangan bawah: 5D19, sengkang tumpuan: D13-100, sengkang lapangan: D13-150.
   - Balok induk 2 tumpuan atas: 8D19, tumpuan bawah 4D19, lapangan atas: 4D19, lapangan bawah: 4D19, sengkang tumpuan: D13-100, sengkang lapangan: D13-150.
   - Balok induk anak tumpuan atas: 4D16, tumpuan bawah 3D16, lapangan atas: 2D16, lapangan bawah: 3D16, sengkang tumpuan: D10-75, sengkang lapangan: D10-150.
   - Kolom K1A tulangan utama: 24D25, sengkang tumpuan: 3D13-100 arah X dan 6D13-100 arah Y, sengkang lapangan: 3D13-150 arah X dan 6D13-150 arah Y
   - Kolom K2A tulangan utama: 20D25, sengkang tumpuan: 3D13-100 arah X dan 6D13-100 arah Y, sengkang lapangan: 3D13-150 arah X dan 6D13-150 arah Y

5. Hasil Rencana Anggaran Biaya

   Berdasarkan hasil perhitungan rencana anggaran biaya, diperoleh bahwa total biaya struktur atas bangunan hasil modifikasi ulang adalah sebesar Rp. 5.702.960.562,40.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. R. Hidayat, *Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data SPT dengan Metode Terzaghi dan Meyerhof*. Bandung, Indonesia: Universitas Sangga Buana YPKP, 2022.

[2] A. Maulidani and E. Santoso, "Evaluasi kinerja struktur gedung beton bertulang tidak beraturan terhadap beban gempa," *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, pp. 45–54, 2023.

[3] A. Maulidani, D. Muhammad, M. Rahman, and E. Santoso, "Studi perbandingan performa ketidakberaturan horizontal bangunan terhadap beban gempa," *G-Tech: Jurnal Teknik Sipil*, pp. 1–10, 2024.

[4] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 1726:2019: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional, 2019.

[5] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 2847:2019: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional, 2019.

[6] Badan Standardisasi Nasional, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung*. Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional, 2019.

[7] Badan Standardisasi Nasional, *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional, 2020.

[8] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 1727:2020: Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional, 2020.

[9] Standardisasi Nasional, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta, Indonesia: Standardisasi Nasional, 2019.