

PERANCANGAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DENGAN MENGUNAKAN METODE *LOAD RESISTANCE FACTOR DESIGN* (LRFD)

(Studi kasus: Mall Bali Galeria)

Okky Arya Syahputra^{1*}, Dafid Irawan², Abdul Halim³, Riman⁴

¹PT. Sukses Bumi Tirtawangi, Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat.

^{2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama Malang

*Email Korespondensi: oarya76@gmail.com

ABSTRAK

Perancangan struktur bangunan adalah aspek penting dalam bidang teknik sipil dengan fokus pada keamanan, efisiensi dan *durabilitas*. Penelitian ini membahas penerapan metode *Load Resistance Factor Design* (LRFD) dalam merancang struktur Mall Bali Galeria, sebuah pusat perbelanjaan dengan kompleksitas arsitektural tinggi di Bali. LRFD menggabungkan faktor beban dan tahanan untuk mengatasi ketidakpastian dalam desain, seperti variasi material dan beban yang diterima bangunan selama masa pakainya, sehingga menghasilkan desain yang lebih aman dan ekonomis dibandingkan metode lain seperti Allowable Stress Design (ASD). Data teknis termasuk denah bangunan, jenis material dan kondisi lingkungan dimodelkan menggunakan software ETABS dengan simulasi untuk menguji respons bangunan terhadap beban mati, hidup dan angin. Hasilnya menunjukkan bahwa penerapan LRFD didukung oleh ETABS memenuhi standar keamanan dan stabilitas serta lebih efisien dalam penggunaan material dibandingkan ASD. Perencanaan struktur tersebut mencakup plat dak dengan ketebalan 10-12 cm, kolom dengan diameter 900-1000 mm, balok dengan dimensi 400x600 hingga 600x750, serta pondasi bored pile dengan diameter 30 cm. Kesimpulannya, metode LRFD sangat efektif untuk bangunan dengan kompleksitas tinggi seperti Mall Bali Galeria sehingga memastikan keamanan dan efisiensi material dalam desain struktur.

Kata kunci: Perancangan, Analisis Struktur, Pembebanan, *Load Resistance Factor Design*, ETABS.

ABSTRACT

Structural design is an important aspect of civil engineering, focusing on safety, efficiency, and durability. This study discusses the application of the Load Resistance Factor Design (LRFD) method in designing the Bali Galeria Mall, a shopping center with high architectural complexity in Bali. LRFD combines load and resistance factors to address uncertainties in design, such as variations in materials and loads received by buildings during their service life, resulting in safer and more economical designs compared to other methods such as Allowable Stress Design (ASD). Technical data, including building plans, material types, and environmental conditions, were modeled using ETABS software with simulations to test the building's response to dead, live, and wind loads. The results show that the application of LRFD supported by ETABS meets safety and stability standards and is more efficient in material usage compared to ASD. The structural design includes 10-12 cm thick floor slabs, 900-1000 mm diameter columns, 400x600 to 600x750 beams, and 30 cm diameter bored pile foundations. In conclusion, the LRFD method is highly effective for buildings with high complexity such as Mall Bali Galeria, ensuring safety and material efficiency in structural design.

Keywords : Design, Structural Analysis, Loads, *Load Resistance Factor Design*, ETABS.

1. PENDAHULUAN

Mall Bali Galeria, yang terletak di Kuta, Badung, Bali, adalah pusat perbelanjaan terkenal yang menjadi tujuan favorit bagi penduduk lokal maupun wisatawan. Selain fungsinya sebagai pusat ritel, Mall Bali Galeria juga menjadi objek penelitian untuk memahami bagaimana tata letak ritel dapat mempengaruhi perilaku belanja impulsif. Terletak strategis di Jalan By Pass Ngurah Rai, dekat dengan pantai terkenal Nusa Dua, mall ini berada di wilayah Kuta yang memiliki karakteristik geografis unik dengan luas 17,52 km² dan ketinggian 0-65 meter di atas permukaan laut. Kuta, yang dikenal sebagai salah satu destinasi wisata populer di Bali, menawarkan berbagai atraksi seperti Pantai Kuta, Pantai Legian, dan Double Six, serta berbagai fasilitas pendukung seperti kafe, pusat perbelanjaan, dan beach club. Daerah ini juga berada dalam Zona Gempa 2, karena posisinya di perbatasan antara lempeng Eurasia dan Australia, dengan jenis tanah dominan Regosol dan Latosol yang tergolong lunak hingga sedang.

Analisis struktur menjadi komponen penting dalam memastikan bahwa bangunan seperti Mall Bali Galeria dapat menahan kondisi lingkungan dan beban dengan aman dan efisien. Metode LRFD, yang dipilih dalam penelitian ini, memberikan kerangka kerja untuk merancang bangunan dengan memperhatikan aspek keamanan dan kestabilan, serta menangani ketidakpastian dalam beban dan ketahanan material [1]. Didukung oleh software ETABS, proses perancangan meliputi pengumpulan data bangunan, pemodelan struktur, penerapan beban yang dihitung, dan analisis gaya dalam untuk memastikan integritas struktur. Penelitian ini secara khusus meneliti perancangan elemen-elemen struktur seperti plat atap, kolom, balok, dan pondasi, dengan fokus pada keselamatan dan kinerja optimal struktur Mall Bali Galeria.

Metode *Load Resistance Factor Design* (LRFD) telah terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi dan keselamatan perancangan struktur bangunan. Penelitian Pranowo dkk. [2] menunjukkan bahwa profil baja yang dirancang dengan LRFD memenuhi syarat kekuatan dan lendutan yang diizinkan, meskipun studi kasusnya berbeda dengan Mall Bali Galeria. Siregar, dkk. [3] menilai reliabilitas model struktur terhadap beban gempa menggunakan LRFD dan menemukan bahwa bangunan masih mampu menahan gempa dengan risiko minimal, yang sejalan dengan aplikasi LRFD pada studi kasus Mall Bali Galeria. Herucahyo dkk. [4] menganalisis kinerja struktur gedung bertingkat menggunakan metode respon spektrum dan LRFD, menemukan bahwa gedung memenuhi persyaratan kinerja batas layanan dan akhir, memberikan referensi penting untuk evaluasi struktur di Mall Bali Galeria. Alfia [5] juga menggunakan LRFD dalam perancangan elemen struktur gedung Rusunawa Universitas Bojonegoro, menyajikan perencanaan detail yang relevan untuk Mall Bali Galeria. Penelitian Mentari [6] pada respon struktur gedung dengan dinding geser menggunakan LRFD menunjukkan bahwa gaya geser dasar memerlukan pembesaran untuk memenuhi standar, yang penting dalam penerapan LRFD pada Mall Bali Galeria. Yanuar [7] membandingkan struktur gabungan menggunakan LRFD dalam desain menara suar, menyoroti perubahan pada partisipasi massa dan gaya seismik, yang relevan untuk struktur tahan gempa seperti Mall Bali Galeria. Wagiri dkk. [8] mengembangkan aplikasi perhitungan balok kolom baja berbasis LRFD yang konsisten dengan hasil perhitungan manual, mendemonstrasikan kepraktisan LRFD dalam desain struktural. Hafid dkk. [9] menunjukkan bahwa profil baja untuk crane beam yang dirancang dengan LRFD aman digunakan, memberikan wawasan tambahan untuk aplikasi industri. Susilo dkk. [10] merancang struktur gedung tahan gempa menggunakan sistem ganda dan LRFD, mengidentifikasi dimensi dan penulangan yang sesuai untuk tahan gempa. Zachari dan Turuallo [11] menganalisis struktur baja tahan gempa dengan sistem SRPMK, menunjukkan bahwa struktur memenuhi persyaratan drift lantai. Penelitian-penelitian ini secara kolektif menyediakan dasar teori dan aplikasi praktis LRFD dalam perancangan struktur gedung, mendukung evaluasi dan desain struktur Mall Bali Galeria sesuai dengan standar keselamatan dan efisiensi yang diinginkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Perancangan

Load and Resistance Factor Design (LRFD) adalah sebuah metode perancangan struktur yang berfokus pada prinsip-prinsip keamanan dan kestabilan struktur dengan mempertimbangkan ketidakpastian dalam beban dan ketahanan bahan. Berikut adalah beberapa aspek penting dari teori LRFD. LRFD berdasarkan pada prinsip limit state, yang membagi kondisi struktur menjadi berbagai negara, termasuk negara layanan dan negara batas akhir. Hal ini memungkinkan perancangan struktur yang lebih akurat dan aman [12]. Faktor beban (γ) digunakan untuk mengakomodasi ketidakpastian dalam beban. Faktor ini berbeda-beda tergantung pada jenis beban, seperti beban mati, beban hidup, angin, dan gempa. Faktor ketahanan (ϕ) digunakan untuk mengakomodasi ketidakpastian dalam ketahanan bahan. Faktor ini juga berbeda-beda tergantung pada jenis bahan dan jenis elemen struktur yang dianalisis. Persamaan dasar LRFD dapat ditulis sebagai :

$$\phi R_n \geq \sum \gamma Q_i \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

- ϕ : Faktor Ketahanan
- R_n : Ketahanan Nominal
- γ : Faktor Beban
- Q_i : Efek Gaya

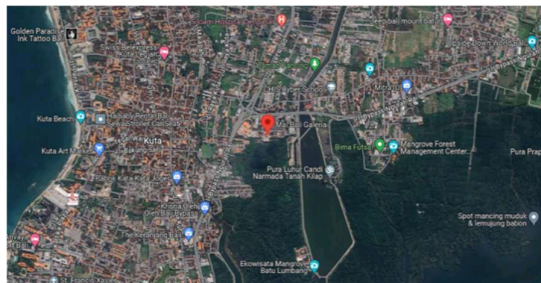
2.2 Konsep Pembebanan

Pembebanan dalam desain struktur merupakan aspek krusial untuk memastikan bangunan mampu menahan berbagai jenis beban sepanjang masa pakainya. Beban ini terbagi menjadi beban mati, yang berasal dari komponen permanen seperti dinding, lantai, dan atap, serta beban hidup, yang berasal dari penggunaan bangunan dan bersifat dinamis, seperti beban dari penghuni, furnitur, dan beban lingkungan seperti angin dan gempa [13]. Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727:2020 mengatur secara komprehensif perhitungan beban-beban ini, termasuk kombinasi beban untuk memastikan kestabilan struktur. Beban angin dan gempa juga menjadi fokus penting, terutama di daerah rawan bencana, dengan beban gempa diatur melalui SNI 1726:2019 yang mengadopsi analisis spektrum respons ragam dan kategori desain seismik [14]. Selain itu, beban hujan dan salju juga diperhitungkan untuk bangunan di daerah tertentu. Dengan menerapkan pedoman pembebanan yang ditetapkan dalam SNI, para perancang struktur dapat memastikan bangunan yang dibangun memiliki kekuatan dan kestabilan yang memadai untuk menahan berbagai jenis beban dan memenuhi standar keselamatan yang tinggi [15].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Pengambilan Data

Lokasi bangunan yang diteliti adalah Mall Bali Galeria, yang terletak di Jl. Bypass Ngurah Rai, Kuta, Bali (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian Mall bali Galeria

Mall Galeria Bali, yang berlokasi di Kuta, Bali, merupakan bangunan dua lantai yang berfungsi sebagai pusat perbelanjaan dan pertokoan. Terletak di Zona Gempa 2, desain strukturnya memerlukan perhatian khusus untuk memastikan stabilitas dalam kondisi seismik. Tanah dasar di area ini tergolong tanah lunak hingga sedang, yang memengaruhi pemilihan jenis fondasi serta perhitungan beban gempa. Struktur bangunan ini menggunakan beton bertulang yang dirancang untuk memberikan kekuatan dan kestabilan yang diperlukan.

Beton yang digunakan memiliki mutu f'_c 25 dengan kuat tekan 20 MPa, berat jenis 24 kN/m³, modulus elastisitas 21019 MPa, dan angka Poisson 0,2. Baja tulangan yang digunakan mencakup beberapa jenis, seperti Baja Profil BJ-37 dengan kuat tarik 210 MPa, Baja Tulangan BJTP-240 dengan kuat tarik 240 MPa, Baja Tulangan BJTS-280 dengan kuat tarik 280 MPa, serta Baja Tulangan BJTS-420A dengan kuat tarik 420 MPa. Semua baja tulangan ini memiliki berat jenis 78,5 kN/m³ dan modulus elastisitas 200000 MPa, namun berbeda dalam kekuatan tarik dan tekan yang memengaruhi penggunaannya dalam berbagai elemen struktur.

3.2 Analisis Struktur

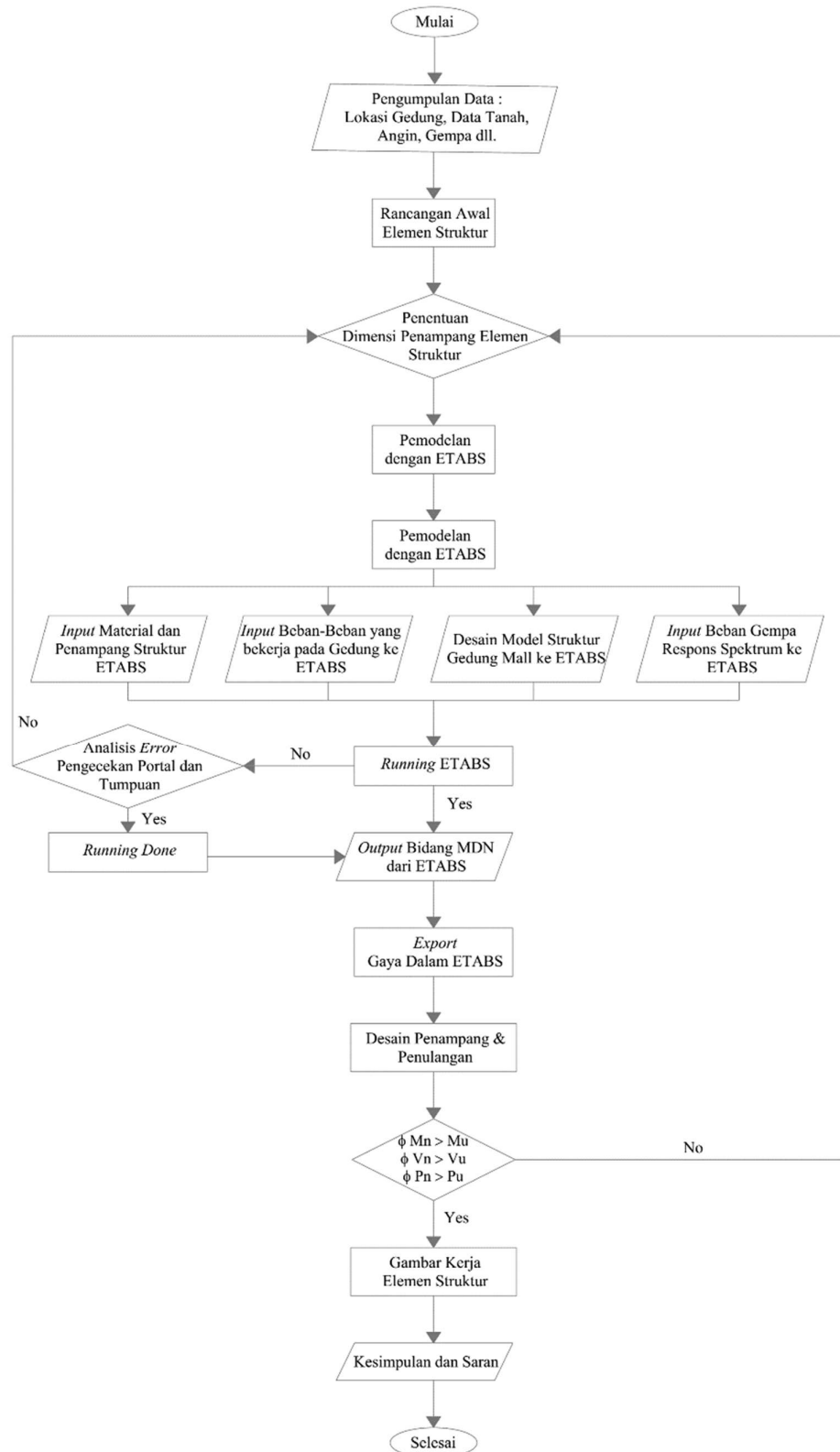
Dalam penelitian ini, analisis struktur bangunan akan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ETABS, Tekla, dan Microsoft Excel secara terpadu untuk memastikan ketepatan dan keandalan hasil perancangan. ETABS digunakan untuk menganalisis gaya dalam struktur, seperti momen (M), dorong (D), dan gaya normal (N), memberikan wawasan mendalam tentang interaksi elemen struktural di bawah berbagai kondisi beban. Tekla digunakan untuk menganalisis daya dukung pondasi, memastikan bahwa pondasi dirancang dengan aman dan efektif untuk menahan beban dari struktur di atasnya. Sementara itu, Microsoft Excel digunakan untuk melakukan perhitungan manual dan verifikasi hasil dari ETABS dan Tekla, serta untuk analisis penampang secara mendetail. Penggunaan ketiga alat ini secara sinergis bertujuan untuk menghasilkan desain struktur yang akurat, aman, dan memenuhi standar keselamatan, serta meminimalkan risiko kesalahan dalam perancangan.

3.3 Diagram Alir

Perancangan struktur gedung dimulai dengan tahap pengumpulan data yang menyeluruh, yang bertujuan untuk memastikan bahwa semua aspek penting dari proyek dapat dianalisis dengan akurat. Data yang dikumpulkan meliputi informasi mengenai lokasi gedung, kondisi dan jenis tanah, serta faktor lingkungan seperti angin dan gempa. Informasi lokasi gedung mencakup data geospasial dan kondisi fisik sekitar lokasi, yang penting untuk menentukan dampak lingkungan terhadap struktur. Sementara itu, data tentang tanah melibatkan pengujian untuk mengukur kekuatan dan stabilitas tanah yang akan menjadi pondasi bagi struktur gedung. Selain itu, data mengenai angin dan gempa sangat diperlukan untuk memahami beban lingkungan yang akan mempengaruhi gedung selama masa operasionalnya. Pengumpulan data yang lengkap dan akurat merupakan langkah krusial karena informasi ini akan mempengaruhi semua keputusan desain selanjutnya, mulai dari pemilihan material hingga dimensi elemen struktur.

Setelah semua data terkumpul, tahap berikutnya adalah merancang struktur awal gedung. Pada tahap ini, rancangan awal mencakup penentuan dimensi keseluruhan gedung, elemen struktur seperti balok dan kolom, serta pemilihan bahan material bangunan. Perhitungan dimensi penampang elemen struktur dilakukan untuk menentukan ukuran dan ketebalan balok, kolom, dan plat yang akan digunakan. Tujuan dari desain awal ini adalah memastikan bahwa struktur dapat menahan beban yang akan diterima selama masa pakainya. Pemilihan bahan material juga sangat penting, karena setiap material memiliki sifat mekanik yang mempengaruhi kekuatan dan daya tahan struktur. Desain ini harus mempertimbangkan semua variabel yang mempengaruhi kekuatan dan kestabilan gedung. Setelah desain awal selesai, proses selanjutnya adalah pemodelan struktur menggunakan software ETABS. Pada tahap ini, bahan dan material, bersama dengan penampang elemen struktur dan pembebanan, dimasukkan ke dalam sistem. Setelah input data selesai, model struktur dijalankan untuk analisis gaya dalam, yang menghasilkan informasi tentang distribusi gaya internal seperti momen, gaya dorong, dan gaya normal di seluruh elemen struktur. Setelah analisis, gaya dalam pada masing-masing elemen diperiksa untuk memastikan bahwa kapasitas penampang elemen cukup untuk menahan gaya tersebut. Jika kapasitas penampang memadai, gambar kerja dapat dibuat. Namun, jika tidak mencukupi, perlu dilakukan

redesign dengan menentukan ulang dimensi elemen struktur untuk memastikan kekuatan dan stabilitas yang memadai. Diagram alir penelitian ditampilkan pada Gambar 2.

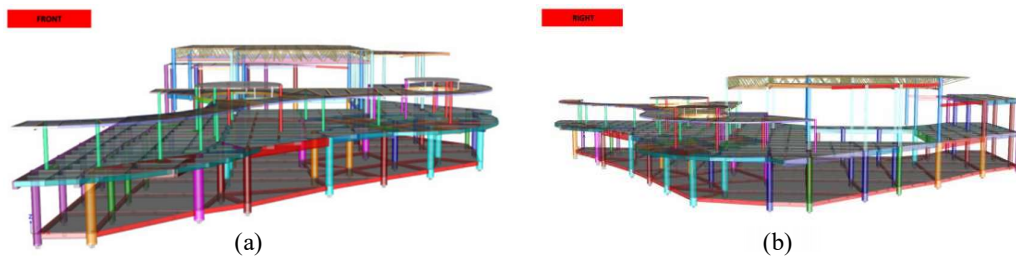


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemodelan Gedung

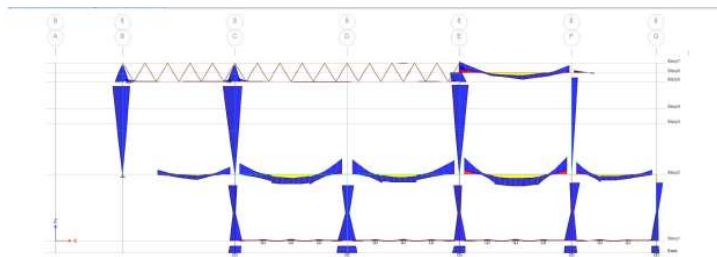
Setelah data yang diperlukan terkumpul, tahap berikutnya adalah merancang struktur awal gedung, termasuk penentuan dimensi keseluruhan serta elemen struktur seperti balok, kolom, dan plat. Perhitungan dimensi penampang elemen dilakukan untuk menentukan ukuran dan ketebalan yang diperlukan agar struktur dapat menahan beban selama masa pakainya, dengan mempertimbangkan beban mati (berat struktur itu sendiri) dan beban hidup (seperti beban pengunjung dan perabot). Pemilihan bahan material yang tepat juga penting untuk memastikan kekuatan dan daya tahan struktur, dengan memperhatikan sifat mekanik seperti kekuatan tarik dan tekan. Setelah desain awal selesai, pemodelan struktur dilakukan menggunakan software ETABS, di mana informasi mengenai bahan, material, dimensi penampang, dan pembebanan dimasukkan ke dalam sistem. Model struktur kemudian dianalisis untuk mendistribusikan gaya di seluruh elemen, memastikan desain mampu menahan gaya yang bekerja dan memenuhi standar kekuatan yang diperlukan (Gambar 3).



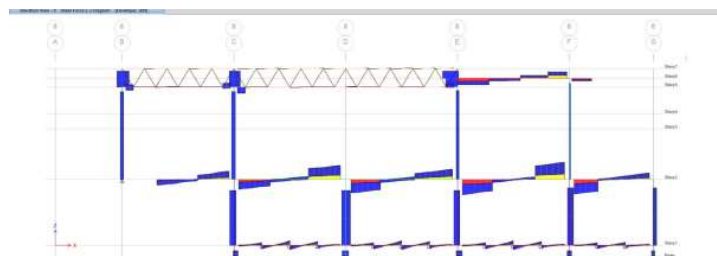
Gambar 3. Tampak Depan (a) dan Tampak Kiri (b) Model Struktur

4.2 Hasil Analisis Struktur

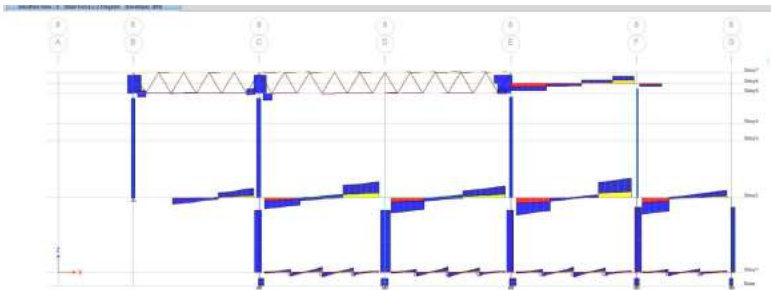
Setelah model struktur dijalankan di ETABS, hasil analisis gaya dalam yang diperoleh mencakup momen lentur, gaya dorong, dan gaya normal yang bekerja pada elemen struktur (Gambar 4, 5 dan 6). Selanjutnya, kapasitas penampang elemen struktur diperiksa untuk memastikan bahwa kapasitas tersebut cukup untuk menahan gaya yang bekerja. Jika kapasitas penampang lebih besar dari gaya yang diterima, desain dianggap memadai dan proses dapat dilanjutkan. Namun, jika kapasitas penampang tidak mencukupi, perlu dilakukan redesign dengan menentukan ulang dimensi elemen struktur untuk memastikan struktur dapat menahan beban dengan aman. Desain yang diperbarui mungkin melibatkan perubahan ukuran balok, kolom, atau plat, serta pemilihan bahan yang lebih kuat jika diperlukan.



Gambar 4. Output Gaya Dalam Bidang M pada Portal



Gambar 5. Output Gaya Dalam Bidang D pada Portal



Gambar 6. Output Gaya Dalam Bidang N pada Portal

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa model struktur dijalankan untuk analisis gaya dalam menghasilkan informasi tentang distribusi gaya internal seperti momen (Gambar 4), gaya dorong (Gambar 5) dan gaya normal (Gambar 6) di seluruh elemen struktur. Hasilnya, gaya dalam pada masing-masing elemen dapat dipastikan bahwa kapasitas penampang elemen dari dimensi elemen struktur cukup untuk menahan gaya-gaya dalam tersebut sehingga kekuatan dan stabilitas struktur telah memadai.

4.3 Perancangan Elemen Struktur

Berdasarkan data perancangan di atas, berikut rekapitulasi untuk masing-masing elemen struktur pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Rekapitulasi Perancangan Balok

Balok	b (mm)	h (mm)	Posisi	As perlu	Tulangan terpasang	As pasang	Cek As pas > As perlu	
BII	800	900	Tumpuan	Atas (mm ²)	3362.75	10D22	3801.33	OK
				Badan (mm ²)	1871.50	8D19	2268.23	OK
				Bawah (mm ²)	3362.75	9D22	3421.19	OK
				Sengkalang (mm ² /mm)	4.73	4D13-100	5.31	OK
			Lapangan	Atas (mm ²)	3362.75	9D22	3421.19	OK
				Badan (mm ²)	1871.50	8D19	2268.23	OK
				Bawah (mm ²)	3491.75	10D22	3801.33	OK
				Sengkalang (mm ² /mm)	3.15	4D13-150	3.54	OK
BII	700	900	Tumpuan	Atas (mm ²)	2904.75	9D22	3421.19	OK
				Badan (mm ²)	1561.50	6D19	1701.17	OK
				Bawah (mm ²)	2904.75	8D22	3041.06	OK
				Sengkalang (mm ² /mm)	4.19	4D13-100	5.31	OK
			Lapangan	Atas (mm ²)	2904.75	8D22	3041.06	OK
				Badan (mm ²)	1561.50	6D19	1701.17	OK
				Bawah (mm ²)	2904.75	9D22	3421.19	OK
				Sengkalang (mm ² /mm)	2.79	4D13-150	3.54	OK
BII	600	900	Tumpuan	Atas (mm ²)	3660.50	10D22	3801.33	OK
				Badan (mm ²)	1514.50	6D19	1701.17	OK
				Bawah (mm ²)	2577.25	7D22	2660.93	OK
				Sengkalang (mm ² /mm)	4.39	4D13-100	5.31	OK
			Lapangan	Atas (mm ²)	2577.25	7D22	2660.93	OK
				Badan (mm ²)	1514.50	6D19	1701.17	OK
				Bawah (mm ²)	3466.50	10D22	3801.33	OK
				Sengkalang (mm ² /mm)	2.93	4D13-150	3.54	OK

BK1	600	750	Tumpuan	Atas (mm^2)	2210.50	9D19	2551.76	OK
				Badan (mm^2)	1401.00	8D16	1608.50	OK
				Bawah (mm^2)	2210.50	8D19	2268.23	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	3.16	3D13-100	3.98	OK
			Lapangan	Atas (mm^2)	2210.50	8D19	2268.23	OK
				Badan (mm^2)	1401.00	8D16	1608.50	OK
				Bawah (mm^2)	2210.50	9D19	2551.76	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	2.11	3D13-150	2.65	OK
BK2	450	700	Tumpuan	Atas (mm^2)	2307.00	9D19	2551.76	OK
				Badan (mm^2)	505.00	4D16	804.25	OK
				Bawah (mm^2)	1307.50	5D19	1417.64	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	4.12	4D13-100	5.31	OK
			Lapangan	Atas (mm^2)	1310.00	5D19	1417.64	OK
				Badan (mm^2)	505.00	4D16	804.25	OK
				Bawah (mm^2)	1307.50	6D19	1701.17	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	2.75	4D13-150	3.54	OK
BK3	400	600	Tumpuan	Atas (mm^2)	1495.25	6D19	1701.17	OK
				Badan (mm^2)	386.50	2D16	402.12	OK
				Bawah (mm^2)	993.25	4D19	1134.11	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	2.58	4D10-100	3.14	OK
			Lapangan	Atas (mm^2)	993.25	4D19	1134.11	OK
				Badan (mm^2)	386.50	2D16	402.12	OK
				Bawah (mm^2)	993.25	5D19	1417.64	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	1.72	4D10-150	2.09	OK
BK4	900 - 500	900 - 500	Tumpuan	Atas (mm^2)	4363.25	12D22	4561.59	OK
				Badan (mm^2)	2440.50	10D19	2835.29	OK
				Bawah (mm^2)	3647.25	10D22	3801.33	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	3.92	4D13-100	5.31	OK
			Lapangan	Atas (mm^2)	3268.25	9D22	3421.19	OK
				Badan (mm^2)	2440.50	10D19	2835.29	OK
				Bawah (mm^2)	3268.25	10D22	3801.33	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	2.61	4D13-150	3.54	OK
BK5	700 - 300	700 - 300	Tumpuan	Atas (mm^2)	2303.75	9D19	2551.76	OK
				Badan (mm^2)	453.50	4D16	804.25	OK
				Bawah (mm^2)	1281.75	5D19	1417.64	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	2.11	3D10-100	2.36	OK
			Lapangan	Atas (mm^2)	1507.75	6D19	1701.17	OK
				Badan (mm^2)	453.50	4D16	804.25	OK
				Bawah (mm^2)	1108.75	7D19	1984.70	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	1.41	3D10-150	1.57	OK
SF	300	450	Tumpuan	Atas (mm^2)	634.75	4D16	804.25	OK
				Badan (mm^2)	223.50	2D13	265.46	OK
				Bawah (mm^2)	797.75	4D16	804.25	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	2.38	4D10-100	3.14	OK
			Lapangan	Atas (mm^2)	677.75	4D16	804.25	OK
				Badan (mm^2)	223.50	2D13	265.46	OK
				Bawah (mm^2)	786.75	4D16	804.25	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	1.59	4D10-150	2.09	OK
BA5	500	600	Tumpuan	Atas (mm^2)	1572.75	7D19	1984.70	OK
				Badan (mm^2)	1145.50	6D16	1206.37	OK
				Bawah (mm^2)	1572.75	6D19	1701.17	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	5.93	5D13-100	6.64	OK
			Lapangan	Atas (mm^2)	1572.75	6D19	1701.17	OK
				Badan (mm^2)	1145.50	6D16	1206.37	OK
				Bawah (mm^2)	1572.75	7D19	1984.70	OK
				Sengkalang (mm^2/mm)	3.95	5D13-150	4.42	OK

Tabel 2. Rekapitulasi Perancangan Kolom

Kolom	b (mm)	h (mm)	Posisi	As perlu (mm ²)	Tulangan terpasang	As pasang (mm ²)	Cek As pas > As perlu
K1	1000	1000	Longitudinal	(mm ²) 19686.00	41D25	20125.83	OK
			Senggang	(mm ² /mm) 3.99	D16-100	10.32	OK
K2A	900	900	Longitudinal	(mm ²) 18022.00	37D25	18162.33	OK
			Senggang	(mm ² /mm) 3.53	D16-110	5.03	OK
K2B	900	900	Longitudinal	(mm ²) 12363.00	26D25	16889.20	OK
			Senggang	(mm ² /mm) 2.74	D13-90	4.47	OK
K3A	800	800	Longitudinal	(mm ²) 13765.00	29D25	14235.34	OK
			Senggang	(mm ² /mm) 2.60	D13-100	3.32	OK
K3B	800	800	Longitudinal	(mm ²) 9339.00	20D25	9817.48	OK
			Senggang	(mm ² /mm) 1.99	D13-130	2.95	OK
K4A	700	700	Longitudinal	(mm ²) 10362.00	22D25	10799.22	OK
			Senggang	(mm ² /mm) 1.93	D13-130	2.95	OK
K4B	700	700	Longitudinal	(mm ²) 6937.00	19D22	7222.52	OK
			Senggang	(mm ² /mm) 1.38	D10-110	1.43	OK

Hasil rekapitulasi perancangan kolom dan balok pada Tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa semua jenis kolom dan balok telah memenuhi persyaratan luas penampang (As) pasang lebih besar dibandingkan dengan luas penampang (As) perlu. Sehingga bangunan Mall Bali Galeria dapat menahan kondisi lingkungan dan beban dengan aman dan efisien. Metode LRFD, yang dipilih dalam penelitian ini, memberikan kerangka kerja untuk merancang bangunan dengan memperhatikan aspek keamanan dan kestabilan, serta menangani ketidakpastian dalam beban dan ketahanan material.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis struktur dan perancangan elemen struktur yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan penting terkait perencanaan elemen struktur pada pembangunan Mall Bali Galeria. Untuk elemen struktur plat atap dak, perencanaan dilakukan dengan menetapkan tebal plat dan jenis penulangan yang digunakan. Plat atap dak S1 direncanakan dengan ketebalan 10 cm dan penulangan menggunakan 1 layer wiremesh M8, sementara plat atap dak S2 direncanakan dengan ketebalan 12 cm dan penulangan menggunakan 2 layer wiremesh M8.

Selanjutnya, perencanaan elemen struktur kolom dan balok juga telah ditentukan. Kolom K1 direncanakan dengan diameter 1000 mm dan konfigurasi tulangan 41D25, sedangkan kolom K2a direncanakan dengan diameter 900 mm dan konfigurasi tulangan 37D25, dan kolom K2b dengan diameter 900 mm dan konfigurasi tulangan 26D25. Untuk elemen balok, dimensi yang direncanakan adalah BK1 dengan ukuran 600x750 mm, BK2 dengan ukuran 450x700 mm, dan BK3 dengan ukuran 400x600 mm.

Perencanaan pondasi pada pembangunan Mall Bali Galeria juga telah ditentukan secara rinci. Pondasi F1 dan F2 terdiri dari 2 buah bored pile dengan diameter 30 cm dan dimensi pilecap 1000x1200 mm. Sementara itu, pondasi F3 dan F4 juga terdiri dari 2 buah bored pile dengan diameter yang sama, yaitu 30 cm, namun dengan dimensi pilecap yang lebih besar, yakni 1200x1500 mm. Perencanaan ini bertujuan untuk memastikan kekuatan dan kestabilan struktur bangunan yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. M. Karim, E. S. Permana, and Y. Yulianto, "Analisis Struktur Pembangunan Pasar Ampara Menggunakan Metode LRFD," *MESA (Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Sipil, Teknik Arsitektur)*, vol. 7, no. 2, 2023, doi: 10.35569/ftk.v7i2.1991.
- [2] D. D. Pranowo, E. Widawati, and A. DeFretes, "Re-disain profil baja pada sistem portal frame bangunan Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi," *Journal Of Civil Engineering And Infrastructure Technology*, vol. 3, no. 1, 2024.

- [3] H. Siregar, M. Aswin, and B. Syam, "Evaluasi Reliabilitas Model Struktur dan Level Kinerja dari Bangunan Baja Eksisting Akibat Beban Gempa," *Action Research Literate*, vol. 8, no. 3, 2024, doi: 10.46799/ar.v8i3.319.
- [4] D. P. Herucahyo, E. Purwanto, and A. Supriyadi, "Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat Terhadap Gempadengan Analisis Respon Spektrum Dan Riwayat Waktu Menggunakan ETABS. Studi Kasus: Rumah Sakit UNS," *Matriks Teknik Sipil*, 2015.
- [5] D. N. N. Alfia Nur Rahmawati, "Perencanaan Struktur Atas Gedung Rusunawa Universitas Bojonegoro 6 (Enam) Lantai," *De'Teksi Jurnal Teknik Sipil Unigoro*, vol. 6, no. 2, 2021.
- [6] S. Mentari, "Respon Struktur Gedung Bertingkat Banyak Dengan Layout Persegi Panjang Menggunakan Dinding Geser di Perimeter Bagian Luar Dan Bagian Dalam," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 16, no. 2, 2020, doi: 10.28932/jts.v16i2.2772.
- [7] H. Yanuar Tabar, "Analisis Perbandingan Struktur Atas Dengan Struktur Gabungan Pada Perancangan Struktur Menara Suar Yang Dikombinasikan Dengan Vts (Vessel Traffic Services) Tanjung Jabung," *Jurnal Sosial Teknologi*, vol. 2, no. 10, 2022, doi: 10.59188/jurnalsostech.v2i10.433.
- [8] R. Wagiri, R. Frans, H. T. Kalangi, and S. Thioritz, "Perancangan Aplikasi Perhitungan Balok Kolom Baja Berbasis Antarmuka Pengguna Grafis," *JNSTA ADPERTISI JOURNAL*, vol. 2, no. 1, 2022.
- [9] A. Hafid, D. Salimi, Ewitha, and S. H. Nur, "Analysis and Design of Crane Beam of Experimental Power Plant Turbine Building," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1198/8/082031.
- [10] F. A. B. Susilo, Sulardi, and S. Pramono, "Perencanaan Struktur Gedung Tahan Gempa Menggunakan Metode Sistem Ganda (Dual System) pada Studi Kasus Rusun Pik-Pulo Gadung," *Journal Of Social Science Research*, vol. 3, no. 5, 2023.
- [11] M. Y. Zachari and G. Turuallo, "Analisis Struktur Baja Tahan Gempa dengan Sistem SRPMK (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus) Berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1726:2012," *Rekonstruksi Tadulako: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 2020, doi: 10.22487/renstra.v1i2.24.
- [12] I. S. Fajarani and I. G. L. B. Eratodi, "Evaluasi Perencanaan Struktur Komposit Menggunakan Metode Load Resistance Factor Design (LRFD) Pada Gedung C Undiknas Denpasar," *Telsinas*, vol. 3, no. 1, 2020.
- [13] I. W. Giatmajaya, I. G. O. Darmayasa, and N. K. S. Astaty Sukawati, "Perencanaan Struktur Komposit Baja-Beton Dengan Metode Lrfd (Load And Resistance Factor Design) Ruang Kelas Lantai Iii Smk Pariwisata Labuan Bajo – Flores – Ntt," *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*, vol. 3, no. 2, 2020, doi: 10.47532/jiv.v3i2.214.
- [14] F. Harjanto, D. Rofiyantama, and M. P. Maharani, "Komparasi Analisis Bangunan Pengaman Lereng Menggunakan Metode Load Resistance Factor Design Dan Allowable Stress Design," *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, vol. 30, no. 1, 2025, doi: 10.36728/jtsa.v30i1.4366.
- [15] B. P. N. Moedjiono, T. Sundari, and ..., "Perencanaan Ulang Struktur Bangunan Atas Baja Pada Gedung 7 Lantai Menggunakan Metode Load Resistance Factor Design," ... *dan Aplikasi Teknik ...*, 2024.