

OPTIMALISASI DESAIN DAN PERHITUNGAN STRUKTUR KOLOM DAN BALOK PADA BANGUNAN RUMAH SAKIT BHAYANGKARA TULUNGAGUNG

Jadhoege Tegar Al Syam

Teknik Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya

E-mail: *jadhoegetegar14@gmail.com

ABSTRAK

Bangunan rumah sakit termasuk dalam kategori bangunan dengan fungsi vital sehingga memerlukan tingkat keandalan struktur yang tinggi, khususnya pada elemen utama seperti kolom dan balok yang berfungsi menyalurkan beban. Perencanaan struktur yang tidak efisien dapat mengakibatkan penggunaan material berlebih serta meningkatnya biaya konstruksi tanpa peningkatan kinerja struktur yang signifikan. Oleh sebab itu, diperlukan optimalisasi desain struktur untuk menghasilkan bangunan yang aman, efisien, dan ekonomis sesuai dengan ketentuan standar yang berlaku. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan desain dan perhitungan struktur kolom dan balok pada Bangunan Rumah Sakit Bhayangkara Tulungagung. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 dengan mengacu pada SNI terkait pembebanan, ketahanan gempa, dan perencanaan beton bertulang. Desain existing dibandingkan dengan desain hasil optimasi berdasarkan gaya dalam, dimensi elemen, kebutuhan tulangan, dan efisiensi material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain optimasi memenuhi persyaratan kekuatan dan keamanan struktur serta mampu mengurangi penggunaan material beton dan tulangan sehingga menghasilkan penghematan biaya konstruksi tanpa menurunkan tingkat keselamatan struktur.

Kata kunci

Optimalisasi Struktur, Kolom, balok, Bangunan Rumah Sakit, SAP2000

ABSTRACT

Hospital buildings are classified as vital facilities that require a high level of structural reliability, particularly in primary structural elements such as columns and beams that function to transfer loads. Inefficient structural planning can result in excessive material usage and increased construction costs without providing significant improvements in structural performance. Therefore, structural design optimization is necessary to achieve a safe, efficient, and economical building in accordance with applicable standards. This study aims to optimize the design and calculation of column and beam structures in the Bhayangkara Tulungagung Hospital Building. Structural analysis was conducted using SAP2000 software by referring to Indonesian National Standards (SNI) for loading, seismic resistance, and reinforced concrete design. The existing design was compared with the optimized design based on internal forces, member dimensions, reinforcement requirements, and material efficiency. The results indicate that the optimized design satisfies structural strength and safety requirements while reducing the use of concrete and reinforcement, thereby resulting in construction cost savings without reducing the level of structural safety.

Keywords

structural optimization, columns, beams, hospital building, SAP2000

1. PENDAHULUAN

Konstruksi bangunan merupakan aspek penting dalam pengembangan infrastruktur yang secara langsung memengaruhi fungsi, kenyamanan, dan keamanan suatu fasilitas. Setiap proyek konstruksi membutuhkan perencanaan dan desain struktur yang tepat agar bangunan mampu berfungsi secara optimal serta memenuhi ketentuan standar teknis yang berlaku. Kesalahan dalam perencanaan struktur dapat berdampak pada penurunan kinerja bangunan dan peningkatan risiko kegagalan struktur.

Proyek Rumah Sakit Bhayangkara Tulungagung merupakan bangunan dengan fungsi vital yang menuntut tingkat keandalan struktur yang tinggi. Dengan skala dan kompleksitas bangunan yang cukup besar, perencanaan struktur harus dilakukan secara matang agar mampu mendukung aktivitas pelayanan kesehatan secara aman dan berkelanjutan. Oleh karena itu, ketepatan dalam desain dan analisis struktur menjadi faktor utama untuk mencapai bangunan yang aman dan efisien.

Kolom dan balok merupakan elemen struktur utama yang berfungsi menyalurkan beban dari struktur atas menuju fondasi. Kolom berperan dalam menahan beban vertikal, sedangkan balok berfungsi mendistribusikan beban lantai dan atap ke kolom penyangga. Perhitungan dan evaluasi ulang (redesign) terhadap elemen kolom dan balok perlu dilakukan, terutama jika terdapat perubahan kondisi lapangan atau asumsi perencanaan, guna memastikan stabilitas dan keamanan struktur tetap terjaga.

Efisiensi biaya dan waktu merupakan aspek penting dalam keberhasilan suatu proyek konstruksi. Optimalisasi desain struktur melalui perhitungan yang akurat dapat mengurangi penggunaan material yang berlebihan serta meminimalkan perubahan desain selama tahap pelaksanaan. Pada proyek Rumah Sakit Bhayangkara Tulungagung, dimensi kolom dan balok direncanakan relatif seragam di setiap lantai, meskipun beban struktur berbeda pada tiap tingkat. Oleh karena itu, dilakukan analisis ulang dengan mengacu pada standar pembebanan SNI 1727:2020 untuk memperoleh desain struktur yang lebih efisien dan sesuai dengan kondisi beban masing-masing lantai.

2. METODE PENELITIAN

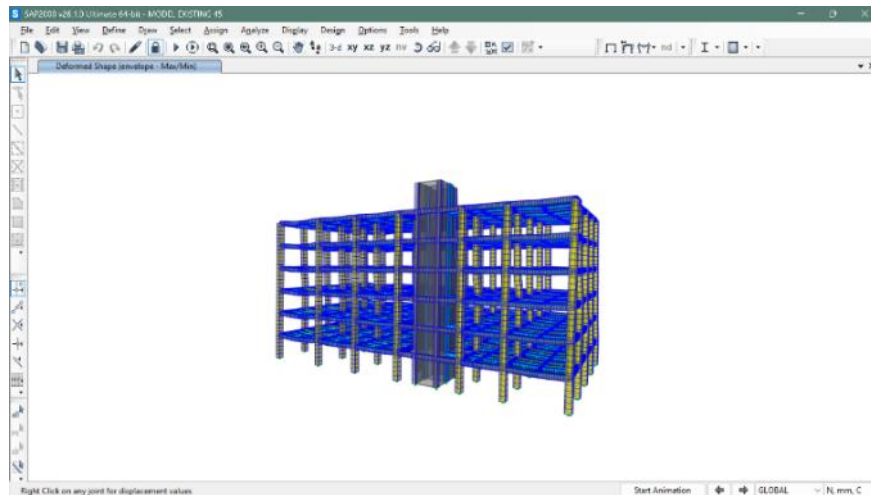
Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian komparatif, yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan membandingkan kinerja serta kekuatan struktur pada pelaksanaan pembangunan Proyek Rumah Sakit Bhayangkara Tulungagung. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan kondisi desain struktur existing dengan desain struktur hasil evaluasi dan perhitungan ulang. Fokus utama penelitian diarahkan pada analisis elemen struktur kolom dan balok sebagai komponen utama penyalur beban, guna mengetahui sejauh mana desain awal telah memenuhi persyaratan kekuatan dan keamanan struktur sesuai dengan standar perencanaan yang berlaku.

Selain mengevaluasi aspek kekuatan struktur, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis dampak perubahan desain terhadap efisiensi biaya konstruksi. Perbandingan dilakukan terhadap kebutuhan material beton dan baja tulangan sebelum dan sesudah dilakukan perubahan desain pada struktur kolom dan balok. Dalam proses analisis, penelitian ini memanfaatkan bantuan perangkat lunak analisis struktur untuk memperoleh gaya dalam, dimensi elemen, serta kebutuhan tulangan yang akurat. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar untuk menilai perbedaan biaya dan efektivitas desain struktur pada Bangunan Rumah Sakit Bhayangkara Tulungagung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Parameter Input Pemodelan di SAP2000

Setelah dilakukan proses korelasi terhadap data Pemodelan struktur existing Bangunan Rumah Sakit Bhayangkara Tulungagung dalam perangkat lunak SAP2000 dilakukan dengan menginput parameter yang merepresentasikan kondisi struktur sebenarnya, meliputi geometri bangunan, dimensi elemen kolom dan balok, mutu material, kondisi perletakan, serta pembebanan yang bekerja pada struktur. Seluruh data pemodelan mengacu pada gambar rencana dan dokumen perencanaan struktur existing, sehingga hasil analisis yang diperoleh mampu menggambarkan perilaku struktur secara akurat dan dapat digunakan sebagai dasar dalam evaluasi serta perhitungan ulang desain struktur pada tahap pembahasan selanjutnya. Berikut adalah gambar pemodelan pada aplikasi SAP2000:



Gambar 1. Hasil Pemodelan Strukur Sap2000

3.2 Pembebanan Pada SAP2000

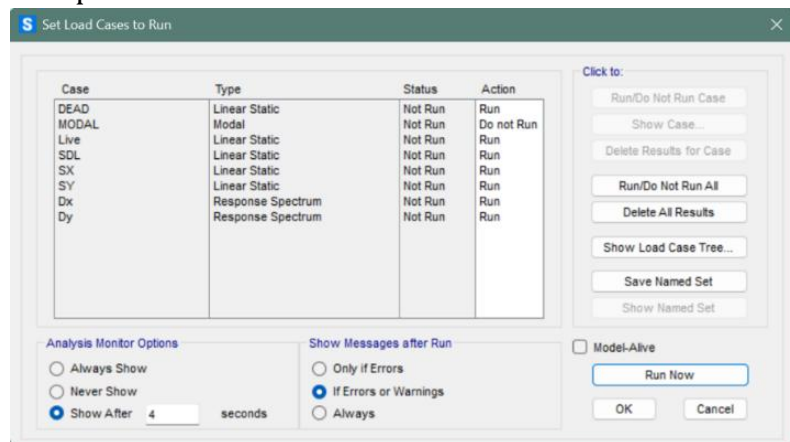
Pembebanan struktur Bangunan Rumah Sakit Bhayangkara Tulungagung dalam pemodelan SAP2000 meliputi beban mati tambahan (super dead load), beban hidup, dan beban gempa. Beban mati tambahan dimodelkan pada pelat dan balok, di mana beban pada pelat dimasukkan sebagai beban merata menggunakan elemen shell atau didistribusikan ke balok apabila pelat tidak dimodelkan, sedangkan beban dinding dimasukkan sebagai beban terdistribusi sepanjang balok penumpu. Beban hidup dimodelkan sebagai beban merata pada pelat sesuai fungsi bangunan rumah sakit. Beban gempa dianalisis menggunakan metode dinamis respons spektrum dengan mendefinisikan fungsi respons spektrum dan faktor skala yang mengacu pada ketentuan peraturan. Seluruh beban tersebut kemudian dikombinasikan sesuai kombinasi pembebanan rencana berdasarkan SNI 2847:2019 untuk memperoleh kondisi gaya dalam maksimum. Setelah pendefinisian beban dan kombinasi beban selesai, analisis struktur dijalankan menggunakan analisis tiga dimensi penuh (full 3D) dengan memastikan seluruh derajat kebebasan aktif, sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja dan kapasitas struktur kolom dan balok secara menyeluruh.

Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam analisis struktur Bangunan Rumah Sakit Bhayangkara Tulungagung disusun berdasarkan ketentuan Pasal 5.3.1 SNI 2847:2019 dengan mempertimbangkan beban mati (DEAD), beban mati tambahan (SDL), beban hidup (LIVE), serta beban gempa dinamis hasil analisis respons spektrum arah X

(RSPX) dan arah Y (RSPY). Kombinasi beban gravitasi diterapkan melalui kombinasi 1,4 DEAD + 1,4 SDL serta 1,2 DEAD + 1,2 SDL + 1,6 LIVE untuk merepresentasikan kondisi beban maksimum akibat beban vertikal. Selanjutnya, kombinasi beban gempa disusun dengan menggabungkan pengaruh beban mati, beban hidup, dan respons spektrum dua arah menggunakan faktor 1,277 dan 0,823 untuk beban gravitasi, serta faktor 1,3 dan 0,39 untuk beban gempa arah utama dan ortogonal. Kombinasi tersebut mencakup kondisi penjumlahan dan pengurangan beban gempa pada arah X dan Y guna menangkap respons struktur pada kondisi paling kritis. Seluruh kombinasi beban tersebut kemudian dirangkum dalam satu kombinasi envelope yang mencakup kombinasi U1 hingga U18, sehingga gaya dalam maksimum yang terjadi pada elemen struktur kolom dan balok dapat diperoleh dan digunakan sebagai dasar evaluasi serta perhitungan ulang desain struktur.

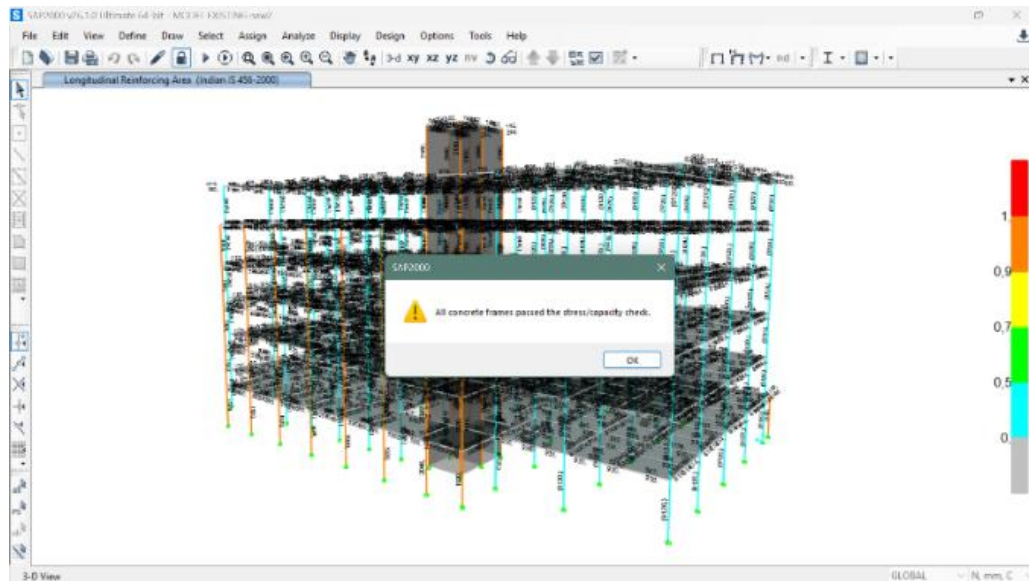
3.3 Run Analysis dan Review Hasil Desain

Tahap *run analysis* merupakan proses pelaksanaan perhitungan struktur pada model Bangunan Rumah Sakit Bhayangkara Tulungagung yang telah dimodelkan dan diberi pembebanan serta kombinasi pembebanan di dalam SAP2000. Pada tahap ini, seluruh *load case* yang meliputi beban mati, beban mati tambahan, beban hidup, beban gempa statik, serta beban gempa dinamis respons spektrum dipilih dan diaktifkan untuk dianalisis secara menyeluruh. Analisis dilakukan menggunakan metode analisis tiga dimensi penuh (*full 3D analysis*) dengan memastikan seluruh derajat kebebasan struktur telah aktif, sehingga respons struktur yang dihasilkan dapat merepresentasikan kondisi aktual bangunan. Proses pemilihan dan pengaturan *load case* yang dijalankan pada analisis ditunjukkan pada Gambar berikut



Gambar 2. Set Load Cases to Run

Setelah proses analisis selesai dijalankan, tahap selanjutnya adalah melakukan review terhadap hasil analisis dan desain struktur yang dihasilkan oleh SAP2000. Review hasil dilakukan dengan mengevaluasi respons struktur berupa gaya dalam (gaya aksial, momen lentur, dan gaya geser), simpangan antar lantai, serta kapasitas elemen struktur kolom dan balok terhadap kombinasi pembebanan paling kritis. Hasil analisis tersebut kemudian digunakan untuk menilai apakah desain struktur telah memenuhi persyaratan kekuatan dan keamanan sesuai standar yang berlaku, serta sebagai dasar dalam evaluasi dan perhitungan ulang desain struktur. Tampilan hasil run analysis dan output desain struktur yang digunakan dalam proses evaluasi ditunjukkan pada Gambar berikut:



Gambar 3. Hasil Run Analysis

Gambar tersebut menunjukkan bahwa struktur kolom dan balok pada Rumah Sakit Bhayangkara Tulungagung memiliki kapasitas yang sangat memadai, bahkan cenderung over-designed, yang ditunjukkan oleh dominasi indikator warna biru muda pada elemen frame hasil analisis. Kondisi ini mengindikasikan pemanfaatan material yang belum optimal, karena desain yang efisien idealnya berada pada rentang rasio utilitas 0,7–0,9 yang umumnya ditunjukkan oleh warna kuning hingga oranye. Oleh karena itu, diperlukan upaya optimalisasi desain lebih lanjut untuk memperoleh dimensi kolom dan balok yang lebih efisien, sehingga tercapai keseimbangan antara keamanan struktur dan efektivitas penggunaan material konstruksi.

3.4 Iterasi Desain dan Analisis Ulang

Setelah dilakukan analisis awal terhadap struktur existing, tahapan selanjutnya adalah melakukan iterasi desain dan analisis ulang untuk memperoleh desain struktur yang lebih optimal. Iterasi pertama dilakukan dengan mengganti dimensi kolom dan balok utama yang dinilai memiliki kapasitas berlebih pada desain existing. Dimensi kolom dan balok rencana hasil optimalisasi pertama kemudian dimodelkan kembali ke dalam perangkat lunak SAP2000 untuk dianalisis. Hasil run analysis pada iterasi pertama menunjukkan bahwa sebagian besar elemen struktur masih didominasi oleh indikator warna biru muda, yang menandakan bahwa struktur masih memiliki kapasitas yang terlalu besar dibandingkan beban yang bekerja. Oleh karena itu, diperlukan upaya optimalisasi lanjutan melalui iterasi desain berikutnya.

Pada iterasi desain kedua, dilakukan penyesuaian dimensi kolom dan balok dengan membedakan ukuran elemen struktur pada setiap lantai, dengan asumsi bahwa beban struktur akan semakin berkurang seiring bertambahnya ketinggian lantai. Dimensi kolom dan balok pada lantai bawah direncanakan lebih besar dibandingkan lantai di atasnya agar distribusi kapasitas struktur lebih proporsional terhadap beban yang diterima. Hasil analisis ulang pada iterasi kedua menunjukkan adanya peningkatan efisiensi desain, yang ditandai dengan berkurangnya elemen berwarna biru muda dan mulai munculnya variasi warna indikator seperti hijau, kuning, dan oranye. Namun demikian, pada beberapa bagian bangunan, khususnya area tepi, masih ditemukan elemen struktur dengan kapasitas berlebih sehingga optimalisasi dinilai belum sepenuhnya tercapai.

Iterasi desain ketiga kemudian dilakukan dengan melakukan penyesuaian lanjutan terhadap dimensi kolom dan balok pada area-area yang masih menunjukkan indikator kapasitas berlebih. Penyesuaian ini mempertimbangkan perbedaan beban antar lantai serta variasi fungsi ruang dalam satu lantai, sehingga desain struktur menjadi lebih proporsional dan efisien. Hasil analisis ulang pada iterasi ketiga menunjukkan peningkatan rasio pemanfaatan elemen struktur yang lebih mendekati kondisi optimal. Perbandingan dimensi kolom dan balok antara struktur existing, iterasi desain pertama, iterasi desain kedua, dan iterasi desain ketiga disajikan secara rinci pada Tabel Perbedaan Dimensi Kolom dan Balok Hasil Iterasi Desain

Tabel 1. Perbandingan Dimensi Penampang Kolom

NO	DIMENSI EXISTING	PERUBAHAN DESAIN STRUKTUR			PERBANDINGAN LUAS PENAMPANG EXISTING DAN PERUBAHAN KE-3 (%)
		PERUBAHAN 1	PERUBAHAN 2	PERUBAHAN 3	
1	Kolom K1 Lantai 1				
	800 x 800 mm	600 x 600 mm	650 x 650 mm	650 x 650 mm	33,98%
2	Kolom K1 Lantai 2				
	800 x 800 mm	600 x 600 mm	600 x 600 mm	600 x 600 mm	43,75%
3	Kolom K1 lantai 3				
	800 x 800 mm	600 x 600 mm	550 x 550 mm	550 x 550 mm	52,73%
4	Kolom K1 Lantai 4				
	800 x 800 mm	600 x 600 mm	500 x 500 mm	450 x 450 mm	68,36%
5	Kolom K1 lantai 5				
	800 x 800 mm	600 x 600 mm	450 x 450 mm	450 x 450 mm	68,36%
6	Kolom K1 Lantai 6				
	800 x 800 mm	600 x 600 mm	450 x 450 mm	450 x 450 mm	68,36%
RATA-RATA					55,92%

Tabel 2. Perbandingan Dimensi Penampang Balok

NO	DIMENSI EXISTING	PERUBAHAN DESAIN STRUKTUR			PERBANDINGAN LUAS PENAMPANG EXISTING DAN PERUBAHAN KE-3 (%)
		PERUBAHAN 1	PERUBAHAN 2	PERUBAHAN 3	
1	Balok B2 Lt 1 - Lt 3				
	700 x 400 mm	300 x 500 mm	300 x 550 mm	300 x 550 mm	41,07%
2	Balok B2 Lt 4 - Lt 6				
	700 x 400 mm	300 x 500 mm	300 x 500 mm	300 x 500 mm	46,43%
3	Balok B2 C				
	800 x 400 mm	700 x 400 mm	700 x 400 mm	600 x 400 mm	25,00%
4	Balok B3 Lt 1 - Lt 3				
	700 x 350 mm	700 x 350	350 x 500	300 x 500 mm	38,78%
5	Balok B3 Lt 4 - Lt 6				
	700 x 350 mm	700 x 350 mm	300 x 450 mm	300 x 450 mm	44,90%
6	Balok B4 Lt 1 - Lt 3				
	600 x 300 mm	600 x 300 mm	300 x 500 mm	300 x 500 mm	16,67%
7	Balok B4 Lt 4 - Lt 6				
	600 x 300 mm	600 x 300 mm	300 x 400 mm	300 x 400 mm	33,33%
RATA-RATA					35,17%

3.5 Perbandingan Hasil Perhitungan Bangunan Existing dan Rencana

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis struktur, perbandingan antara desain bangunan existing dan desain rencana hasil optimalisasi menunjukkan adanya pengurangan dimensi elemen struktur yang signifikan, baik pada kolom maupun balok. Pada desain rencana (Perubahan 3), dimensi kolom direncanakan semakin kecil seiring bertambahnya ketinggian lantai, menyesuaikan dengan besarnya beban yang diterima.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata pengurangan luas penampang kolom mencapai 55,92%, sedangkan pada balok rata-rata pengurangan luas penampang mencapai 35,17%. Pengurangan ini menunjukkan bahwa desain hasil optimalisasi mampu meningkatkan efisiensi penggunaan material secara signifikan tanpa mengurangi pemenuhan terhadap persyaratan kekuatan dan keamanan struktur sesuai ketentuan yang berlaku. Dengan demikian, desain Perubahan 3 dapat dianggap sebagai kondisi desain yang paling optimal dalam perbandingan ini, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2 Perbandingan Dimensi Penampang Kolom dan Balok Existing dan Rencana.

Selain perbandingan dimensi elemen struktur, evaluasi juga dilakukan terhadap kebutuhan tulangan utama pada kolom dan balok. Perubahan dimensi elemen struktur secara langsung memengaruhi luas penampang tulangan yang dibutuhkan untuk menahan gaya dalam yang bekerja. Oleh karena itu, dilakukan perbandingan luas penampang tulangan utama antara desain existing dan desain hasil optimalisasi untuk menilai tingkat efisiensi penggunaan tulangan. Berdasarkan hasil perhitungan, desain Perubahan 3 menunjukkan pengurangan luas penampang tulangan utama yang cukup signifikan, dengan rata-rata pengurangan sebesar 46,91% pada kolom K1, 41,13% pada balok bagian tumpuan, dan 51,97% pada balok bagian lapangan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa desain hasil optimalisasi mampu menghasilkan efisiensi material tulangan yang optimal, namun tetap memenuhi persyaratan kekuatan dan keamanan struktur sesuai standar perencanaan. Perbandingan kebutuhan tulangan utama kolom dan balok pada desain existing dan rencana disajikan pada Tabel Perbandingan Tulangan Utama Kolom dan Balok Existing dan Rencana.

Tabel 3. Perbandingan Tulangan Utama Kolom

NO	Tulangan Utama Existing	Tulangan Utama Rencana 1	Tulangan Utama Rencana 2	Tulangan Utama Rencana 3	PERBANDINGAN LUAS PENAMPANG (AS) EXISTING DAN PERUBAHAN Ke-3 (%)
1	KOLOM K1 LANTAI 1				17,36%
	24-D22	24-D20	24-D20	24-D20	
AS	9.123,19 mm ²	7.539,82 mm ²	7.539,82 mm ²	7.539,82 mm ²	
2	KOLOM K1 LANTAI 2				44,89%
	24-D22	24-D20	20-D20	16-D20	
AS	9.123,19 mm ²	7.539,82 mm ²	6283,19 mm ²	5.026,55 mm ²	
3	KOLOM K1 LANTAI 3				44,89%
	24-D22	24-D20	20-D20	16-D20	
AS	9.123,19 mm ²	7.539,82 mm ²	6283,19 mm ²	5.026,55 mm ²	
4	KOLOM K1 LANTAI 4				44,89%
	24-D22	20-D20	20-D20	16-D20	
AS	9.123,19 mm ²	6283,19 mm ²	6283,19 mm ²	5.026,55 mm ²	
5	KOLOM K1 LANTAI 5				64,72%
	24-D22	20-D20	16-D20	16-D16	
AS	9.123,19 mm ²	6283,19 mm ²	5.026,55 mm ²	3.216,99 mm ²	
6	KOLOM K1 LANTAI 6				64,72%
	24-D22	20-D20	16-D20	16-D16	
AS	9.123,19 mm ²	6283,19 mm ²	5.026,55 mm ²	3.216,99 mm ²	
	RATA-RATA				46,91%

Tabel 4. Perbandingan Tulangan Utama Balok

NO		Tulangan Utama Tumpuan Existing	Tulangan Utama Tumpuan Rencana 1	Tulangan Utama Tumpuan Rencana 2	Tulangan Utama Tumpuan Rencana 3	PERBANDINGAN LUAS PENAMPANG (AS) EXISTING DAN PERUBAHAN Ke-3 (%)
BALOK B2						
1	Tulangan Atas	10-D19	10-D19	10-D16	8-D16	46,83%
	Tulangan Bawah	6-D19	6-D19	5-D16	4-D16	
	Total Tulangan	16-D19	16-D19	15-D19	12-D16	
AS		4537 mm ²	4537 mm ²	4260 mm ²	2412 mm ²	
BALOK B2C						
2	Tulangan Atas	12-D19	12-D19	9-D19	9-D19	44,87%
	Tulangan Bawah	6-D19	6-D19	5-D19	5-D19	
	Total Tulangan	18-D19	18-D19	14-D19	14-D19	
AS		5104 mm ²	5104 mm ²	3976 mm ²	3976 mm ²	
BALOK B3						
3	Tulangan Atas	9-D19	9-D19	9-D19	9-D16	29,30%
	Tulangan Bawah	5-D19	5-D19	5-D19	5-D16	
	Total Tulangan	14-D19	14-D19	14-D19	14-D16	
AS		3976 mm ²	3976 mm ²	3976 mm ²	2814 mm ²	
BALOK B4						
4	Tulangan Atas	6-D19	6-D19	5-D16	5-D16	43,50%
	Tulangan Bawah	4-D19	4-D19	3-D16	3-D16	
	Total Tulangan	10-D19	10-D19	8-D16	8-D16	
AS		2840 mm ²	2840 mm ²	1608 mm ²	1608 mm ²	
						41,13%

Tabel 5. Perbandingan Tulangan Lapangan Balok

NO		Tulangan Utama Tumpuan Existing	Tulangan Utama Tumpuan Rencana 1	Tulangan Utama Tumpuan Rencana 2	Tulangan Utama Tumpuan Rencana 3	PERBANDINGAN LUAS PENAMPANG (AS) EXISTING DAN PERUBAHAN Ke-3 (%)
BALOK B2						
1	Tulangan Atas	10-D19	10-D19	10-D16	8-D16	46,83%
	Tulangan Bawah	6-D19	6-D19	5-D16	4-D16	
	Total Tulangan	16-D19	16-D19	15-D19	12-D16	
AS		4537 mm ²	4537 mm ²	4260 mm ²	2412 mm ²	
BALOK B2C						
2	Tulangan Atas	12-D19	12-D19	9-D19	9-D19	44,87%
	Tulangan Bawah	6-D19	6-D19	5-D19	5-D19	
	Total Tulangan	18-D19	18-D19	14-D19	14-D19	
AS		5104 mm ²	5104 mm ²	3976 mm ²	3976 mm ²	
BALOK B3						
3	Tulangan Atas	9-D19	9-D19	9-D19	9-D16	29,30%
	Tulangan Bawah	5-D19	5-D19	5-D19	5-D16	
	Total Tulangan	14-D19	14-D19	14-D19	14-D16	
AS		3976 mm ²	3976 mm ²	3976 mm ²	2814 mm ²	
BALOK B4						
4	Tulangan Atas	6-D19	6-D19	5-D16	5-D16	43,50%
	Tulangan Bawah	4-D19	4-D19	3-D16	3-D16	
	Total Tulangan	10-D19	10-D19	8-D16	8-D16	
AS		2840 mm ²	2840 mm ²	1608 mm ²	1608 mm ²	
						41,13%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai Optimalisasi Desain dan Perhitungan Struktur Kolom dan Balok pada Bangunan Rumah Sakit Bhayangkara Tulungagung, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

a. Perbandingan Dimensi Elemen Struktur

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa desain struktur existing cenderung over-designed, yang ditandai dengan dimensi kolom dan balok yang relatif besar dibandingkan kebutuhan aktual struktur. Melalui proses optimalisasi desain, diperoleh dimensi elemen struktur yang lebih proporsional dan sesuai dengan besarnya beban yang bekerja pada masing-masing lantai. Rata-rata pengurangan luas penampang kolom mencapai 55,92%, sedangkan pada balok rata-rata pengurangan sebesar 35,17%. Meskipun terjadi pengurangan dimensi yang cukup signifikan, hasil analisis menunjukkan bahwa desain rencana tetap memenuhi persyaratan kapasitas, kekuatan, dan stabilitas struktur sesuai dengan ketentuan perencanaan yang berlaku.

b. Perbandingan Kebutuhan Tulangan Struktur

Optimalisasi desain juga memberikan efisiensi yang signifikan terhadap kebutuhan tulangan pada elemen struktur kolom dan balok. Pada kolom K1, luas penampang tulangan utama mengalami pengurangan rata-rata sebesar 46,91%. Pada balok, pengurangan luas tulangan utama tercatat sebesar 41,13% pada daerah tumpuan

dan 51,97% pada daerah lapangan. Selain itu, kebutuhan tulangan sengkang juga mengalami penurunan yang cukup besar, dengan rata-rata pengurangan sebesar 57,08% pada kolom, 39,94% pada balok bagian tumpuan, dan 27,52% pada balok bagian lapangan. Hasil ini menunjukkan bahwa desain hasil optimalisasi mampu meningkatkan efisiensi penggunaan material tanpa mengurangi tingkat keamanan dan kinerja struktur bangunan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Apran Heri Yuliyanto (2021) "Perencanaan Struktur Gedung Rumah Sakit Ibu Dan Anak 15 (Lima Belas) Lantai Di Colomadu Provinsi Jawa Tengah".
- Aries Saputra & Arief Firmanto (2020) " Analisis Struktur Rumah Sakit Permata Cirebon". Badan Standarisasi Nasional. (2019). "Standart Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, BSN, Jakarta, Indonesia (SNI 1726-2019)".
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). "Tata Cara Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847- 2019)".
- Badan Standarisasi Nasional.(2020). "Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2020)".
- Edhi Widiyanto & Arfiq Bayu Adam (2022). "Desain Struktur Gedung 8 Lantai Rumah Sakit Wahidin Sudirohusodo Dan Tinjauan Level Kinerja Struktur Dengan Performance Based Design".
- Ermawati, Ermawati (2020) "Analisis Perhitungan Struktur Kolom Gedung Instalasi Rawat Inap (Irna) Bedah Rsud. Dr. H. Moch. Ansari Saleh Banjarmasin".
- F. M. Nabil, M. R. T. Bagaskoro, A. Nurdiana, and B. Setiabudi (2023). "Penerapan Software SAP2000 pada Re-Design Struktur Gedung Terpadu Psikologi Olahraga Universitas Negeri Surabaya," Jurnal Sipil dan Arsitektur.
- Indah, A. L., Mas Suryanto. H. S. (2022). "Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Untuk Efisiensi Biaya Pada Proyek Konstruksi Studi Kasus: Pembangunan Parkir Bertingkat Unair Kampus B Surabaya).
- Nur Khanifah, Nasyiin Faqih, Ashal Abdussalam, Mochammad Qomaruddin. (2023). "Analisis Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pekerjaan Struktur Pada Proyek Pembangunan Gedung Hotel Permai Banjarnegara".