



## **Analisis Perhitungan Struktur Gedung Asrama MAN I Tanjung Pura, Kabupaten Langkat Menggunakan Software SAP 2000**

### ***Structural Calculation Analysis MAN I Dormitory Building Tanjung Pura, Langkat Regency Using Software SAP 2000***

**Rokiyah, Hermansyah\* & Nurmaidah**

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Medan Area, Indonesia

#### **Abstrak**

Artikel ini bertujuan untuk menganalisis struktur gedung Asrama Madrasah Aliyah Negeri I Tanjung Pura, Kab. Langkat menggunakan software SAP 2000 untuk memperoleh perhitungan cepat dan tepat, serta membandingkan hasil perhitungan tulangan kolom, balok, pelat, dan pondasi dengan konsultan perencana. Hasil perhitungan menunjukkan dimensi dan tulangan sebagai berikut: Kolom K1 (40x40 cm) menggunakan 8D22mm, K2 (30x30 cm) menggunakan 8D16mm, balok B1 (25x50 cm) T8D16mm, L9D16mm, balok B2 (25x60 cm) T8D16mm, L7D16mm, balok B3 (20x40 cm) T6D16mm, L7D16mm, dan balok BA (20x30 cm) T5D16mm, L5D16mm. Pelat atap (tebal 10 cm) dan pelat lantai (tebal 12 cm) menggunakan tulangan  $\phi$ 10-200mm dan  $\phi$ 10-150mm. Pondasi pilecap memakai tulangan D16-200mm untuk arah X dan Y. Hasil analisis SAP 2000 menunjukkan tulangan lebih besar hingga 50% dibandingkan konsultan, akibat perbedaan asumsi terkait keekonomisan dan kemudahan pelaksanaan di lapangan.

**Kata Kunci:** Analisis Struktur; Asrama; SAP2000; Kolom; Balok; Pelat; Pondasi; Penulangan.

#### **Abstract**

*This article aims to analyze the structure of the building of Madrasah Aliyah Negeri I Tanjung Pura Dormitory, Langkat Regency using SAP 2000 software to obtain fast and accurate calculations, and compare the results of the calculation of column reinforcement, beams, slabs, and foundations with planning consultants. The calculation results show the dimensions and reinforcement as follows: Column K1 (40x40 cm) uses 8D22mm, K2 (30x30 cm) uses 8D16mm, beam B1 (25x50 cm) T8D16mm, L9D16mm, beam B2 (25x60 cm) T8D16mm, L7D16mm, beam B3 (20x40 cm) T6D16mm, L7D16mm, and beam BA (20x30 cm) T5D16mm, L5D16mm. Roof slabs (10 cm thick) and floor slabs (12 cm thick) use  $\phi$ 10-200mm and  $\phi$ 10-150mm reinforcement. The pilecap foundation uses D16-200mm reinforcement for X and Y directions. The results of SAP 2000 analysis show that the reinforcement is up to 50% larger than that of consultants, due to differences in assumptions related to economics and ease of implementation in the field.*

**Keywords:** Structural Analysis; Boarding house; SAP2000; Column; Beam; Plate; Foundation; Returns.

**How to Cite:** Rokiyah, Hermansyah, & Nurmaidah. (2025). Analisis Perhitungan Struktur Gedung Asrama MAN I Tanjung Pura, Kabupaten Langkat Menggunakan Software SAP 2000. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Arsitektur*, 4(1): 1-8

\*E-mail: [hermansyah@staff.uma.ac.id](mailto:hermansyah@staff.uma.ac.id)

ISSN 2830-3911 (Online)

## PENDAHULUAN

Perhitungan struktur pada gedung bertingkat merupakan salah satu tahapan krusial dalam perancangan bangunan, yang harus memperhatikan berbagai faktor penting seperti fungsi, kekuatan, keamanan, kestabilan, keindahan, keekonomisan, serta kemudahan pelaksanaan konstruksi (Panjaitan, 2024; Purba, 2022). Dalam sebuah gedung, struktur bangunan terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas meliputi elemen-elemen seperti kolom, balok, pelat lantai, dan atap yang berfungsi sebagai pendukung gaya-gaya yang bekerja pada gedung. Sementara itu, struktur bawah terdiri dari pondasi yang bertugas menahan dan menyalurkan gaya-gaya tersebut ke tanah. Keseimbangan antara kedua struktur ini sangat penting untuk memastikan keamanan dan stabilitas gedung secara keseluruhan (Alfianto & others, 2017; Ndruru, 2023; Telaumbanua & others, 2023).

Semakin kompleks desain suatu gedung, semakin rumit pula perhitungan strukturnya. Kompleksitas ini disebabkan oleh banyaknya derajat kebebasan yang harus dihitung, terutama pada struktur bertingkat yang melibatkan berbagai beban, seperti beban mati, beban hidup, dan beban angin (Barus & others, 2021; Doloksaribu, 2018; Harefa & others, 2021). Jika dilakukan secara manual, perhitungan ini akan membutuhkan waktu yang lama dan meningkatkan risiko kesalahan. Untuk mengatasi tantangan ini, teknologi komputasi seperti SAP 2000 menjadi solusi yang efektif. Program SAP 2000 adalah perangkat lunak analisis struktur yang umum digunakan dalam dunia teknik sipil karena kemampuannya dalam memvisualisasikan analisis mekanika dan analisis non-linear secara efisien (Ritonga & others, 2023; Saragih & others, 2021; Siburian & others, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur gedung Asrama Madrasah Aliyah Negeri (MAN) I Tanjung Pura, Kabupaten Langkat, menggunakan program SAP 2000. Proses analisis dilakukan dengan pemodelan struktur tiga dimensi (3D) untuk menentukan besaran gaya-gaya dalam yang bekerja pada elemen-elemen struktur. Gaya-gaya tersebut meliputi momen, gaya lintang, dan gaya normal yang dihasilkan dari berbagai beban pada gedung. Data gaya-gaya ini kemudian digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan pada kolom, balok, pelat lantai, atap, dan pondasi (Elysta & others, 2019; Manullang & others, 2023; Siringo-Ringo & others, 2023).

Pemanfaatan SAP 2000 tidak hanya memungkinkan perhitungan struktur dilakukan secara lebih cepat tetapi juga memastikan hasil yang lebih akurat dibandingkan metode manual. Program ini dapat memodelkan perilaku struktur dengan lebih realistis melalui simulasi dan analisis berbasis elemen hingga (Lumbanraja, 2023; Natolius & others, 2022; Simatupang & others, 2023). Dengan demikian, software ini menjadi alat yang sangat efektif untuk menentukan kebutuhan tulangan elemen struktur berdasarkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan. Perhitungan tulangan ini melibatkan elemen-elemen seperti diameter tulangan utama, jumlah tulangan, jarak antar tulangan, serta dimensi elemen struktur yang sesuai dengan standar perencanaan (Laia, 2023; Sajiwo, 2022; Sari & others, 2020).

Gedung Asrama MAN I Tanjung Pura merupakan proyek penting yang membutuhkan analisis struktur yang teliti untuk memastikan bahwa bangunan tidak hanya kuat dan stabil tetapi juga efisien dari segi penggunaan material. Dalam penelitian ini, hasil perhitungan menggunakan SAP 2000 akan dibandingkan dengan perhitungan yang dilakukan oleh konsultan perencana. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi apakah hasil analisis menggunakan program ini lebih besar atau lebih kecil dari yang direncanakan, serta untuk memahami perbedaan yang terjadi akibat asumsi-asumsi tertentu, seperti keekonomisan atau kemudahan pelaksanaan di lapangan.

Pendekatan perbandingan ini penting untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang efisiensi metode perhitungan yang digunakan. Jika hasil analisis SAP 2000 menunjukkan kebutuhan tulangan yang lebih besar, hal ini dapat dijelaskan oleh pendekatan program yang cenderung konservatif untuk memastikan keamanan struktur. Di sisi lain, jika hasilnya lebih kecil, ini bisa menunjukkan bahwa konsultan perencana telah menerapkan asumsi keekonomisan dalam desain mereka. Perbandingan ini juga dapat memberikan rekomendasi yang berguna untuk optimasi desain, baik dari segi efisiensi material maupun kestabilan struktur.

Selain itu, penelitian ini juga membahas berbagai elemen struktur gedung, termasuk kolom, balok, pelat lantai, atap, dan pondasi. Kolom merupakan elemen vertikal yang bertugas menyalurkan beban dari balok ke pondasi, sehingga membutuhkan perhitungan tulangan yang

sesuai untuk menahan gaya aksial dan momen lentur. Balok, sebagai elemen horizontal utama, berfungsi menyalurkan beban dari pelat lantai ke kolom dan juga harus diperhitungkan untuk menahan momen lentur dan gaya geser. Pelat lantai dan atap dirancang untuk menahan beban mati serta beban hidup seperti furnitur, manusia, dan atap. Pondasi, sebagai struktur bawah, harus mampu menyalurkan semua gaya dari struktur atas ke tanah dengan aman.

Penggunaan SAP 2000 memungkinkan analisis gaya-gaya yang bekerja pada elemen-elemen ini dilakukan secara simultan dalam satu model struktur. Program ini tidak hanya memberikan hasil gaya dalam tetapi juga memungkinkan visualisasi distribusi beban dan respons struktur terhadap beban tersebut. Dengan demikian, insinyur dapat memeriksa apakah desain elemen struktur sesuai dengan standar keamanan dan efisiensi material.

Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam mendukung penerapan teknologi modern untuk analisis struktur bangunan di Indonesia. Dengan memanfaatkan perangkat lunak seperti SAP 2000, proses perhitungan yang rumit dapat diselesaikan lebih cepat dan dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Selain itu, penelitian ini juga memberikan gambaran tentang bagaimana teknologi dapat digunakan untuk mendukung proses perencanaan yang lebih efisien, baik dari segi waktu maupun biaya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi proyek-proyek serupa di masa depan, khususnya dalam hal penggunaan software analisis struktur untuk mendukung desain yang optimal.

Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan teknologi komputasi modern dengan prinsip-prinsip perencanaan struktur bangunan. Dengan menganalisis dan membandingkan hasil perhitungan struktur gedung Asrama MAN I Tanjung Pura menggunakan SAP 2000 dan konsultan perencana, penelitian ini tidak hanya menghasilkan evaluasi desain yang lebih komprehensif tetapi juga mendukung pengembangan metode perhitungan yang lebih efisien dan andal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang tepat dan berkelanjutan untuk tantangan dalam perencanaan struktur bangunan, sekaligus berkontribusi pada peningkatan kualitas konstruksi di Indonesia.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk menganalisis struktur gedung Asrama Madrasah Aliyah Negeri I Tanjung Pura, Kabupaten Langkat. Metode ini bertujuan mendeskripsikan data yang telah dikumpulkan dan menganalisisnya secara sistematis. Sumber data yang digunakan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer berupa shop drawing, hasil sondir tanah, dan spesifikasi teknik, yang menjadi dasar untuk mengetahui dimensi dan spesifikasi struktur gedung, serta pemodelan struktur tiga dimensi (3D) menggunakan software SAP 2000. Data sekunder mencakup pedoman peraturan dan syarat teknis yang berlaku, literatur penunjang, grafik, tabel, peta, serta data lainnya yang mendukung proses perancangan struktur bangunan.

Pengumpulan data dilakukan melalui teknik observasi, yaitu pengamatan langsung terhadap objek penelitian. Objek yang diamati meliputi data primer dan sekunder, yang kemudian dianalisis secara deskriptif untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai karakteristik struktur gedung dan kondisi tapak. Data yang telah dikumpulkan kemudian disusun dan disajikan menggunakan berbagai alat bantu. Perhitungan tulangan dilakukan secara manual menggunakan Microsoft Excel, sedangkan hasil perhitungan divisualisasikan dalam bentuk gambar dengan Autocad, Data deskriptif disajikan dalam bentuk uraian kualitatif untuk memudahkan pembaca memahami proses dan hasil penelitian secara rinci.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan software SAP 2000 untuk memodelkan struktur gedung dalam bentuk tiga dimensi (3D). Analisis ini melibatkan simulasi beban dan respons struktur untuk menghasilkan data gaya-gaya dalam, seperti momen, gaya lintang, dan gaya normal. Hasil dari running output SAP 2000, berupa grafik dan tabel, digunakan sebagai acuan utama dalam pembahasan dan evaluasi struktur. Data hasil simulasi ini kemudian dibandingkan dengan perhitungan manual untuk memvalidasi hasil dan memberikan wawasan terkait efisiensi serta akurasi metode yang digunakan.

Metode penelitian ini diterapkan dengan langkah-langkah yang dimulai dari pengumpulan data primer dan sekunder untuk memahami karakteristik struktur gedung dan kondisi tapak. Data

ini kemudian digunakan untuk pemodelan struktur 3D menggunakan SAP 2000, yang menghasilkan simulasi gaya-gaya dalam pada struktur gedung. Hasil simulasi digunakan untuk menentukan kebutuhan tulangan pada kolom, balok, pelat, dan pondasi. Perhitungan manual menggunakan Excel dan visualisasi dengan Autocad melengkapi analisis, sehingga memberikan hasil yang jelas dan terperinci. Dengan pendekatan ini, penelitian mampu memberikan analisis yang mendalam dan akurat terhadap struktur gedung asrama. Perbandingan hasil analisis SAP 2000 dengan perhitungan manual memberikan validasi terhadap hasil, serta memungkinkan evaluasi efisiensi desain dan pelaksanaan konstruksi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban mati sendiri gedung (Dead Load) akan dihitung otomatis sebagai self weight oleh software SAP 2000 berdasarkan input data material dan dimensi material yang digunakan.

Adapun beban yang diperhitungkan adalah beban mati tambahan (Super Dead Load) yaitu dinding pasangan ½ bata, waterproofing, spesi keramik, keramik, plafond & penggantung dan beban hidup (Live Load).

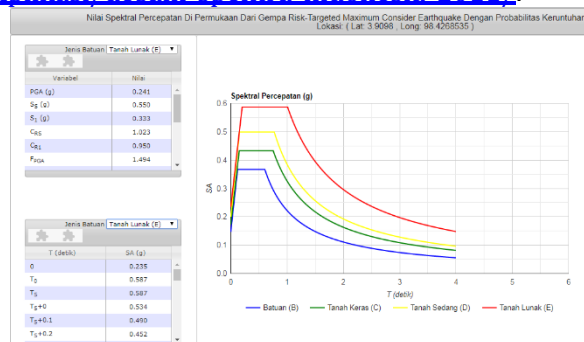
**Tabel 1. Pembebanan (PPIUG 1983)**

Lantai	Beban		
	Mati Tambahan (SD)		Hidup (LL)
	(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	(kg/m <sup>2</sup> )
Elv.+11.00	19.5	250	100
Elv.+7.50	94.5	875	250
Elv.+4.00	94.5	875	250

Sumber: Penulis, 2022

Beban gempa (*Earthquake*) diperoleh dari

[http://puskim.pu.go.id/id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011/](http://puskim.pu.go.id/id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/).



Gambar 1. Spektrum Respon Desain Wilayah MAN I Tanjung Pura Kab. Langkat

Sumber: [http://puskim.pu.go.id/id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011](http://puskim.pu.go.id/id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/)

**Tabel 2. Beban Gempa (*Earthquake*)**

Lokasi	: Tanjung Pura Kab. Langkat
Koordinat	: 3.9098S 98.4268E
Kategori risiko	: IV
Faktor keutamaan	: 1.5
Klasifikasi situs	: E (Tanah Lunak)
PGA	: 0.241 g
Ss	: 0.550 g
S1	: 0.333 g
CRS	: 1.023
CR1	: 0.950
FPGA	: 1.494
Fa	: 1.600
Fv	: 2.668

PSA	: 0.360 g
SMS	: 0.880 g
SM <sub>1</sub>	: 0.888 g
SDS	: 0.587 g
SD <sub>1</sub>	: 0.592 g
To (detik)	: 0.202
TS (detik)	: 1.010
KDS	: D (0.50 ≤ SDS)
	: D (0.20 ≤ SD <sub>1</sub> )
R	: 8 (SRPMK)

Sumber: Penulis, 2022

### KOMBINASI PEMBEBANAN

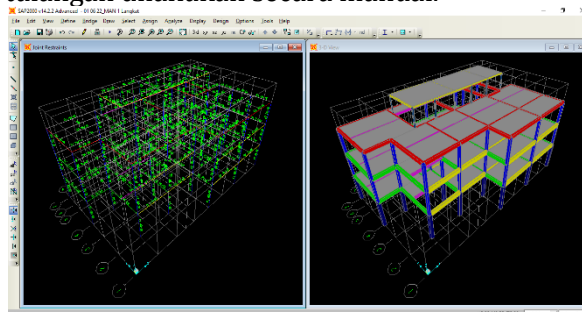
- 1) 1.4 D + 1.4 SD
- 2) 1.2 D + 1.2 SD + 1.6 L
- 3) 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L + 1.0 EX + 0.3 EY
- 4) 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L + 1.0 EX - 0.3 EY
- 5) 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L - 1.0 EX + 0.3 EY
- 6) 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L - 1.0 EX - 0.3 EY
- 7) 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L + 0.3 EX + 1.0 EY
- 8) 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L + 0.3 EX - 1.0 EY
- 9) 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L - 0.3 EX + 1.0 EY
- 10) 1.2 D + 1.2 SD + 1.0 L - 0.3 EX - 1.0 EY
- 11) 0.9 D + 0.9 SD + 1.0 EX + 0.3 EY
- 12) 0.9 D + 0.9 SD + 1.0 EX - 0.3 EY
- 13) 0.9 D + 0.9 SD - 1.0 EX + 0.3 EY
- 14) 0.9 D + 0.9 SD - 1.0 EX - 0.3 EY
- 15) 0.9 D + 0.9 SD + 0.3 EX + 1.0 EY
- 16) 0.9 D + 0.9 SD + 0.3 EX - 1.0 EY
- 17) 0.9 D + 0.9 SD - 0.3 EX + 1.0 EY
- 18) 0.9 D + 0.9 SD - 0.3 EX - 1.0 EY

Keterangan:

- D = beban mati
- SD = beban mati tambahan
- L = beban hidup
- EX = beban gempa arah X
- EY = beban gempa arah Y

### ANALISIS STRUKTUR SAP 2000

Tahapan analisis antara lain pemodelan struktur 3D dengan menggunakan program SAP 2000 dan memasukkan perhitungan beban - beban elemen struktur pada program SAP 2000. Tahap akhir yaitu tahap output membahas tentang detail dari gaya-gaya dalam yang terjadi dan selanjutnya perhitungan tulangan dilakukan secara manual.



Gambar 2. Pemodelan Struktur 3D Gedung Asrama MAN 1 Tanjung Pura, Kab. Langkat

Sumber: Penulis, 2022

Adapun penulangan hasil analisis SAP 2000 dan rasio perbandingan dengan konsultan perencana sebagai berikut.

**Tabel 3. Penulangan Balok Hasil Analisis**

Tipe Balok	Lokasi	Hasil Analisis		
		Tulangan (mm <sup>2</sup> )		
		Utama		Geser
Atas	Bawah			
B1 25/50	Tump.	1,005	603	157
	Lap.	603	1,206	157
B2 25/60	Tump.	1,206	402	157
	Lap.	402	1,005	157
B3 20/40	Tump.	804	402	157
	Lap.	402	1,005	157
BA 20/30	Tump.	603	402	157
	Lap.	402	603	157

Sumber: Penulis, 2022

**Tabel 4. Penulangan Balok Perencanaan Konsultan**

Tipe Balok	Lokasi	Perencanaan Konsultan		
		Tulangan (mm <sup>2</sup> )		
		Utama		Geser
Atas	Bawah			
B1 25/50	Tump.	1,070	603	157
	Lap.	668	603	157
B2 25/60	Tump.	1,472	402	157
	Lap.	668	1,006	157
B3 20/40	Tump.	603	402	157
	Lap.	402	402	157
BA 20/30	Tump.	603	402	157
	Lap.	402	402	157

Sumber: Penulis, 2022

**Tabel 5. Perbandingan Penulangan Balok**

Tipe Balok	Lokasi	Rasio Perbandingan		
		Utama		
		Atas	Bawah	Geser
B1 25/50	Tump.	1 : 1.1	1 : 1.0	
	Lap.	1 : 1.1	1 : 0.5	1 : 1
B2 25/60	Tump.	1 : 1.2	1 : 1.0	1 : 1
	Lap.	1 : 1.7	1 : 1.0	1 : 1
B3 20/40	Tump.	1 : 0.8	1 : 1.0	1 : 1
	Lap.	1 : 1.0	1 : 0.4	1 : 1
BA 20/30	Tump.	1 : 1.0	1 : 1.0	1 : 1
	Lap.	1 : 1.0	1 : 0.7	1 : 1

Sumber: Penulis, 2022

**Tabel 6. Penulangan Kolom Hasil Analisis**

Tipe Kolom	Hasil Analisis	
	Tulangan (mm <sup>2</sup> )	
	Utama	Geser
K1 40/40	3040	314
K2 30/30	1608	314

Sumber: Penulis, 2022

**Tabel 7. Penulangan Kolom Perencanaan Konsultan dan Rasio Perbandingan**

Tipe Kolom	Perencanaan Konsultan		Rasio Perbandingan	
	Tulangan (mm <sup>2</sup> )			
	Utama	Geser	Utama	Geser
K1 40/40	1,609	314	1 : 0.5	1 : 1
K2 30/30	1,207	314	1 : 0.8	1 : 1

Sumber: Penulis, 2022

**Tabel 8. Penulangan Pelat Hasil Analisa**

Tipe Pelat	Hasil Analisis	
	Tulangan (mm)	
	Arah X	Arah Y
PL	∅ 10 - 150	∅ 10 - 150
PA	∅ 10 - 200	∅ 10 - 200

Sumber: Penulis, 2022

**Tabel 9. Penulangan Pelat Perencanaan Konsultan dan Rasio Perbandingan**

Tipe Pelat	Perencanaan Konsultan		Rasio Perbandingan	
	Tulangan (mm)			
	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
PL	∅ 10 - 200	∅ 10 - 200	1 : 0.8	1 : 0.8
PA	∅ 10 - 200	∅ 10 - 200	1 : 1	1 : 1

Sumber: Penulis, 2022

**Tabel 10. Penulangan Pilecap Hasil Analisis**

Titik Sondir	Hasil Analisis	
	Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> )	
	Arah X	Arah Y
S-4	653	1,257
S-5	1,407	2,011
S-6	653	1,206

Sumber: Penulis, 2022

**Tabel 11. Perbandingan Penulangan Pilecap**

Titik Sondir	Perencanaan Konsultan		Rasio Perbandingan	
	Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> )			
	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
S-4	871	1,676	1 : 1.3	1 : 1.3
S-5	1,877	2,681	1 : 1.3	1 : 1.3
S-6	871	1,608	1 : 1.3	1 : 1.3

Sumber: Penulis, 2022

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu K1 40x40cm menggunakan tulangan 8D22mm dengan begel  $\emptyset$ 10-200mm. Kolom K2 30x30cm menggunakan tulangan 8D16mm dengan begel  $\emptyset$ 10-150mm. Balok B1 25x50cm menggunakan tulangan tumpuan (T) 8D16mm, tulangan lapangan (L) 9D16mm dan begel  $\emptyset$ 10-

170mm. Balok B2 25x60cm T8D16mm, L7D16mm dan begel  $\phi$ 10-130mm. Balok B3 20x40cm T6D16mm, L7D16mm dan begel  $\phi$ 10-170 mm. Balok BA 20x30cm T5D16mm, L5D16mm dan begel  $\phi$ 10-120mm. Pelat atap tebal 10cm menggunakan tulangan  $\phi$ 10-200mm. Pelat lantai tebal 12cm menggunakan tulangan  $\phi$ 10-150mm. Pondasi pilecap S-4, S-5 dan S-6 menggunakan tulangan D16-200mm untuk arah X dan Y.

Setelah dianalisis hasil dari SAP 2000 diatas dan dibandingkan dengan konsultan perencanaan, tulangan hasil analisis perhitungan menggunakan SAP 2000 didapat lebih besar dari tulangan konsultan perencanaan dengan nilai perbandingan maksimum 50%, perbedaan tersebut terjadi karena adanya asumsi-asumsi yang memperhatikan keekonomisan dan kemudahan dalam pelaksanaan dilapangan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Alfianto, R., & others. (2017). Analisa Perhitungan Bangunan Dengan Metode Etabs Versi 9.7. 2 (Studi Kasus).  
Barus, Y. F. W., & others. (2021). Analisis Kekuatan Struktur Gedung Bertingkat Terhadap Beban Gempa dengan Analisis Pushover Berdasarkan SNI 1726: 2019. Universitas Medan Area.  
Doloksaribu, B. (2018). Analisa Perhitungan Kekuatan Perancah Terhadap Waktu Siklus Pengecoran Lantai Untuk Memenuhi Keamanan Struktur Bangunan.  
Elysta, U. P., & others. (2019). Evaluasi Perhitungan Stabilitas Dinding Penahan Tanah Untuk Basemant pada Proyek Podomoro City Deli Medan. Universitas Medan Area.  
Harefa, A. C. A., & others. (2021). Analisa Getaran Yang Terjadi Pada Gedung Bertingkat Akibat Gerakan Manusia. Universitas Medan Area.  
Laia, Y. E. (2023). Analisis Perhitungan Plat Lantai Jembatan pada Proyek Penggantian Jembatan Idano Eho.  
Lumbanraja, W. (2023). Analisis Struktur Bangunan Gedung Irian Supermarket Tembung--Percut Sei Tuan Dengan Menggunakan Aplikasi Sap 2000. Universitas Medan Area.  
Manullang, Y. A., & others. (2023). Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Rumah Sakit Regina Maris Medan Dengan Metode Riwayat Waktu Menggunakan Software Etabs. Universitas Medan Area.  
Natolius, M., & others. (2022). Analisis Struktur Kolom dan Balok pada Pembangunan Rumah Sakit Regina Maris Jl. Brigjend Katamsa Medan. Universitas Medan Area.  
Ndruru, P. A. (2023). Metode Pelaksanaan Pemasangan dan Perhitungan Struktur Tower Crane Pada Proyek Pembangunan Living Plaza Medan.  
Panjaitan, M. R. (2024). Evaluasi Perhitungan Struktur Gedung Bertingkat pada Pembangunan Rumah Susun Tower C (Sukaramai Medan).  
Purba, J. M. (2022). LKP Proyek Pembangunan Gedung Menara Bank BRI Medan.  
Ritonga, L., & others. (2023). Perhitungan Struktur Dengan Menggunakan Sap 2000 Pada Proyek Pembangunan Klinik Building Medan. Universitas Medan Area.  
Sajiwo, A. (2022). LKP SPBU Shell Adam Malik (Proyek Pembangunan).  
Saragih, M. B., & others. (2021). Analisis Perhitungan Struktur Dengan Menggunakan SAP 2000 dan Metode Cross di Gedung Kantor Dinas Kesehatan Kota Medan. Universitas Medan Area.  
Sari, N. P., & others. (2020). Laporan Kerja Praktek Proyek Pembangunan Konstruksi 7 Gedung dan Infrastruktur Pendukung UIN Sumatera Utara.  
Siburian, J. T., & others. (2023). Analisis Portal Struktur Menggunakan Metode Takabeya Dan Sap 2000 Pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige Sumatera Utara. Universitas Medan Area.  
Simatupang, P. J. M., & others. (2023). Analisis Struktur Gedung Wing Hotel Achmad Tahir Politeknik Pariwisata Medan. Universitas Medan Area.  
Siringo-Ringo, J., & others. (2023). Analisis Struktur Kolom Bulat Beton Bertulang dengan Software SAP 2000 pada Proyek Vihara Prasadha Jinadhammo Medan.  
Telaumbanua, F., & others. (2023). Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pada Proyek Pembangunan Pasar Baru Panyabungan. Universitas Medan Area.