



JURNAL TEKNIK SIPIL LATERAL
PRODI TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS TRIDINANTI

**ANALISIS PERBANDINGAN MUTU BETON $f_c'25$ MPa DAN $f_c'30$ MPa
PADA STRUKTUR RUSUNAWA UIGM MENGGUNAKAN SAP 2000**

Elsa Dwi Apriyanti^{1)*}, Indra Syahrul Fuad²⁾, Ani Firda²⁾, Irwandra Septiadi²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridinanti, Kota Palembang

²⁾ Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridinanti, Kota Palembang

*Corresponding Author, Email: elsaaapriyanti@gmail.com

Artikel Info	ABSTRAK
Diterima : 13 Februari 2025 Disetujui : 11 Juli 2026 Diterbitkan : 15 Juli 2026	Pembangunan infrastruktur di sektor pendidikan memiliki peranan yang sangat penting. Universitas Indo Global Mandiri merupakan salah satu perguruan tinggi yang mendukung pembangunan infrastruktur pendidikan melalui penyediaan rumah susun sewa (rusunawa). Salah satu aspek penting dalam pembangunan rusunawa adalah kualitas struktur bangunan yang mampu menahan beban serta menjamin keamanan penghuni. Beton sebagai material utama penyusun struktur memiliki peranan penting karena kekuatannya sangat menentukan kinerja bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan struktur bangunan dengan mutu beton $f_c'25$ dan $f_c'30$ pada rusunawa Universitas Indo Global Mandiri, serta mengetahui perbedaan gaya dalam yang dihasilkan dan kebutuhan tulangan yang diperoleh. Bangunan direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan didesain untuk mampu menahan berbagai kombinasi pembebanan, meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 untuk memperoleh gaya-gaya dalam, sedangkan program Microsoft Excel digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa gaya dalam pada kolom dan balok dengan mutu beton $f_c'25$ MPa menghasilkan nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan mutu beton $f_c'30$ MPa. Namun, perbedaan mutu beton $f_c'25$ MPa dan $f_c'30$ MPa tidak memengaruhi kebutuhan jumlah tulangan. Balok utama memerlukan tulangan tumpuan 3D16 dan tulangan geser 2P10–190, sedangkan balok anak memerlukan tulangan tumpuan 2D16 dan tulangan geser 2P10–190. Kolom memerlukan tulangan longitudinal 3D13 serta tulangan transversal D10–200.
Kata Kunci	ABSTRACT
Rusunawa, Mutu Beton, Gaya Dalam, Tulangan, SAP 2000. <i>Keywords:</i> <i>Rusunawa, Concrete Quality, Internal Force, Reinforcement, SAP 2000</i>	Infrastructure development in the education sector plays an important role. Universitas Indo Global Mandiri supports educational infrastructure development through the provision of student rental flats (Rusunawa). One of the key aspects in rusunawa construction is the structural quality, which must be capable of resisting loads and ensuring occupant safety. Concrete, as the primary structural material, significantly influences the performance of the structure. This study aims to compare the structural design of the Universitas Indo Global Mandiri rusunawa using concrete compressive strengths of $f_c'25$ MPa and $f_c'30$ MPa, and to determine the differences in internal forces and reinforcement requirements. The building was designed using a Special Moment Resisting Frame (SMRF) system subjected to dead, live, wind, and earthquake loads. Structural analysis was conducted using SAP2000 to obtain internal forces, while Microsoft Excel was used to determine reinforcement requirements. The results showed that beams and columns with $f_c'25$ MPa concrete produced lower internal forces than those with $f_c'30$ MPa concrete. However, the variation in concrete compressive strength did not affect the required reinforcement. The main beams required 3D16 support reinforcement and 2P10–190 shear reinforcement, secondary beams required 2D16 support reinforcement and 2P10–190 shear reinforcement, while columns required 3D13 longitudinal reinforcement and D10–200 transverse reinforcement.

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia terus mengalami perkembangan seiring dengan peningkatan fasilitas umum, bangunan komersil, dan perumahan. Infrastruktur memegang peranan penting sebagai salah satu roda penggerak pembangunan dan pertumbuhan ekonomi. Keberadaan infrastruktur yang memadai sangat diperlukan dan menjadi bagian yang sangat penting dalam sistem pelayanan masyarakat. Berbagai fasilitas fisik merupakan hal yang vital guna mendukung berbagai kegiatan pemerintahan, perekonomian, industri dan kegiatan sosial di masyarakat dan pemerintahan (Soemardi, dkk. 2009).

Pembangunan infrastruktur dalam sektor pendidikan menjadi sangat penting untuk menunjang pendidikan itu sendiri. Salah satu bentuk pembangunan infrastruktur yang penting dalam dunia pendidikan adalah pembangunan gedung tempat tinggal bagi siswa dan mahasiswa. Penyediaan hunian yang nyaman dan layak dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih kondusif. Rumah susun sewa (Rusunawa) merupakan sarana hunian yang bersifat sementara dan dioperasikan berdasarkan sistem sewa dengan hak pengelola sepenuhnya menjadi tanggung jawab pengelola lokasi untuk melakukan pengaturan sesuai dengan ketentuan yang berlaku (Syukur, 2016). Pemerintah terus mendorong pembangunan rusunawa pada setiap universitas yang belum memiliki fasilitas tersebut. Universitas Indo Global Mandiri menjadi salah satu universitas yang mendukung pembangunan infrastruktur dalam bidang pendidikan dengan menyediakan rumah susun sewa (Rusunawa) bagi mahasiswanya. Salah satu faktor penting dalam pembangunan rusunawa adalah kualitas struktur bangunan yang mampu menahan beban dan memastikan keamanan penghuni. Dalam konteks ini, kekuatan beton sebagai material utama struktur bangunan memegang peranan sangat penting. Beton yang digunakan pada struktur bangunan harus memiliki kekuatan yang memadai untuk menahan berbagai beban yang bekerja, baik beban akibat berat sendiri bangunan maupun beban lainnya, seperti beban angin, beban gempa, dan beban penghuni.

Mutu beton (f_c') 25 MPa dan 30 MPa merupakan dua standar yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan bertingkat rendah. Beton dengan mutu yang lebih tinggi umumnya memiliki kekuatan tekan yang lebih besar, yang bisa meningkatkan stabilitas struktur dan

kapasitas beban. Perubahan mutu beton dapat mempengaruhi perilaku struktur, khususnya pada gaya dalam yang terjadi pada struktur atas seperti balok, kolom, dan pelat. Perbedaan mutu beton juga dapat memengaruhi kebutuhan dan desain tulangan pada elemen struktur, yang ditentukan berdasarkan gaya dalam yang diperoleh dari hasil analisis. Beton dengan mutu yang lebih tinggi cenderung dapat mengurangi jumlah tulangan yang diperlukan.

Pada penelitian ini dilakukan analisis perbandingan gaya dalam dan desain tulangan pada struktur dengan mutu beton f_c' 25 MPa dan f_c' 30 MPa pada proyek pembangunan Rusunawa Universitas Indo Global Mandiri. Analisis dilakukan untuk mengetahui perbedaan gaya dalam yang dihasilkan dari penggunaan kedua mutu beton tersebut dengan bantuan program SAP2000, serta mengkaji perbedaan desain tulangan, khususnya dalam penentuan jumlah dan ukuran tulangan yang dibutuhkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna dalam pengambilan keputusan terkait pemilihan mutu beton yang tepat pada proyek yang sedang berjalan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Struktur Bangunan Atas

Struktur atas suatu gedung adalah seluruh bagian struktur gedung yang berada di atas muka tanah (SNI 2002). Struktur atas ini terdiri atas kolom, pelat, balok, dinding geser dan tangga, yang masing-masing mempunyai peran yang sangat penting. Di dalam struktur atas kita dapat menemukan beberapa bagian yaitu kolom, balok, plat lantai, dan atap.

2. Pembebanan Struktur

Pengertian beban sendiri yaitu beban-beban baik secara langsung ataupun tidak langsung yang dapat mempengaruhi struktur bangunan itu. Secara umum, struktur bangunan dikatakan aman serta stabil ketika mampu menahan beban gravitasi berupa beban mati dan beban hidup dengan tambahan beban gempa yang bekerja pada bangunan tersebut.

a. Beban Mati

Berdasarkan SNI 1727:2020 halaman 21 tentang pembebanan, beban mati merupakan berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang secara permanen. Beban tersebut meliputi dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, lapisan *finishing*, kladding gedung, komponen arsitektural dan struktur

lainnya, serta peralatan terpasang, termasuk berat derek dan sistem pengangkut material. Berat bahan bangunan dan berat komponen bangunan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Daftar Beban Sendiri Bahan Bangunan

Bahan Bangunan	kg/m ³
Baja	7850
Batu alam	2600
Batu belah, batu bulat, batu gunung	1500
Batu karang	700
Batu pecah	1450
Besi tuang	7250
Beton	2200
Beton bertulang	2400

Sumber : SNI 1727-2020 Tentang pembebanan

Tabel 2. Berat Komponen Bangunan

Komponen Gedung	kg/m ³
Adukan per cm tebal:	
• dari semen	21
• dari kapur semen merah atau tras	17
Aspal per cm tebal	14
Dinding pasangan bata merah	
• satu batu	450
• setengah batu	250

Sumber : SNI 1727-2020 tentang pembebanan

b. Beban Hidup

Berdasarkan SNI 1727: 2020 hal 25 tentang pembebanan, beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir atau beban mati. Daftar beban hidup dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar Beban Hidup Pada Lantai Gedung

Jenis	kg/m ²
Lantai dan tangga rumah tinggal kecuali yang disebut dalam b	200
Lantai dan tangga sederhana rumah tinggal dan gudang yang tidak penting yang bukan untuk took, pabrik atau bengkel	125
Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, rumah sakit	250
Lantai ruang olahraga	400
Lantai ruang dansa	500

Sumber : SNI 1727-2020 tentang pembebanan

c. Beban Angin

Berdasarkan SNI 1727-2020 pasal 26.1.2.1 tentang sistem penahan gaya angin utama (SPGAU), beban angin untuk SPGAU harus ditentukan dengan menggunakan salah satu prosedur berikut :

- (1) Prosedur terarah untuk bangunan dari semua ketinggian seperti disyaratkan dalam pasal 27 untuk bangunan memenuhi persyaratan yang disyaratkan di dalamnya;
- (2) Prosedur amplop untuk bangunan bertingkat rendah seperti disyaratkan dalam pasal 28 untuk bangunan memenuhi persyaratan yang disyaratkan di dalamnya;
- (3) Prosedur terarah untuk perlengkapan bangunan (struktur dan peralatan bagian atap) dan struktur lainnya (seperti dinding solid berdiri bebas dan panel penunjuk solid berdiri bebas, cerbong asap, tangki, panel penunjuk terbuka, rangka terbuka bidang tunggal dan menara rangka batang) sebagaimana disyaratkan dalam pasal 29 atau;
- (4) Prosedur terowongan angin untuk bangunan gedung dan struktur lain seperti disyaratkan dalam pasal 31.

d. Beban Gempa

Beban gempa adalah beban yang terjadi akibat adanya pergerakan tanah yang disebabkan oleh getaran gempa bumi. Pada SNI 1726-2019 beban gempa ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewati besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun sebesar 20%.

3. Beton

Beton merupakan elemen penting dan banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan konstruksi industri (Firda, A dkk. 2023). Beton adalah campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan air serta dapat ditambah bahan lain dengan perbandingan tertentu (Al Faritzie, H dkk. 2023).

4. Sistem Struktur

Sistem rangka pemikul momen merupakan system rangka uang elemen struktur serta sambungannya menahan gaya kerja sekaligus memiliki rangka ruang bantalan beban gravitasi yang lengkap. Sistem ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu (Karisoh dkk. 2018):

1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SPRMB), Sistem ini mempunyai tingkat daktilitas terbatas dan hanya cocok digunakan pada daerah dengan tingkat resiko gempa yang rendah.
2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah

(SPRMM), sistem ini memiliki tingkat daktilitas sedang dan cocok digunakan pada daerah dengan tingkat resiko gempa yang sedang.

3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, sistem ini mempunyai tingkat daktilitas tinggi dan cocok digunakan pada daerah dengan tingkat resiko gempa yang tinggi.

5. Program SAP 2000

Program SAP2000 merupakan salah satu perangkat lunak yang telah dikenal luas dalam dunia teknik sipil, khususnya pada bidang analisis struktur dan metode elemen hingga (finite element method). Analisis yang dapat dilakukan menggunakan SAP2000 meliputi analisis statik, analisis dinamik, serta analisis elemen hingga. Pemodelan struktur dapat dilakukan dalam bentuk dua dimensi maupun tiga dimensi. Selain itu, SAP2000 juga menyediakan berbagai fasilitas desain untuk struktur baja dan struktur beton, serta memungkinkan penggunaan material struktur lainnya. Dengan berbagai kemampuan tersebut, SAP2000 dapat digunakan untuk menganalisis berbagai jenis desain struktural.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Rusunawa Universitas Indo Global Mandiri yang berlokasi di Jl. Jendral Sudirman/Inspektur Yazid No. 7490 KM 4 Kota Palembang. Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Oktober-Desember 2024 (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

1. Bagan Alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir dibawah ini, penelitian ini berdasarkan beberapa tahapan yaitu:

a. Studi Literatur

Studi literatur adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan gambaran mengenai pokok yang dibahas pada penelitian. Studi literatur yang digunakan sebagai pedoman perencanaan yaitu SNI 2847-2019 tentang beton structural untuk gedung, SNI 1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung, SNI 1727-2020 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung, serta mengkaji penelitian sebelumnya untuk dijadikan referensi dalam penelitian ini.

b. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang didapat berupa data jenis tanah, dimensi struktur gambar perencanaan dari proyek pembangunan rusunawa Universitas Indo Global Mandiri.

c. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur pada penelitian ini menggunakan bantuan program SAP 2000 untuk menghitung gaya-gaya dalam pada struktur bangunan Rusunawa Universitas Indo Global Mandiri dimana struktur bangunan tersebut dimodelkan secara 3 dimensi yang terdiri dari 3 lantai.

d. Input Dimensi Struktur

Dalam penelitian ini penulis merencanakan dimensi struktur terlebih dahulu, setelah itu di input ke dalam proses pemodelan struktur yang telah dilakukan sebelumnya pada program SAP 2000.

e. Analisis Pembebanan

Pembebanan yang harus diperhitungkan dalam perencanaan bangunan Rusunawa Universitas Indo Global Mandiri yaitu meliputi beban mati (*Dead Load*), beban hidup (*Live Load*), beban gempa (*Seismic Load*), dan beban angin (*Wind Load*)

f. Pemeriksaan Terhadap Output

Berdasarkan data yang sudah diperoleh dan selanjutnya diperiksa untuk mengetahui apakah bangunan yang telah direncanakan sudah sesuai dan aman, gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur bangunan terbaca atau tidak, gaya-gaya dalam digunakan untuk melihat penulangan.

g. Hasil dan kesimpulan

Hasil dan kesimpulan yang didapatkan berupa gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur bangunan dan detail tulangan pada bangunan tersebut.

2. Bagan Alir SAP 2000

Sebagai tahapan awal dalam proses analisis struktur, dilakukan pemodelan bangunan menggunakan program SAP2000 berdasarkan data perencanaan yang telah diperoleh. Bentuk dan konfigurasi model struktur yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan Alir SAP 2000

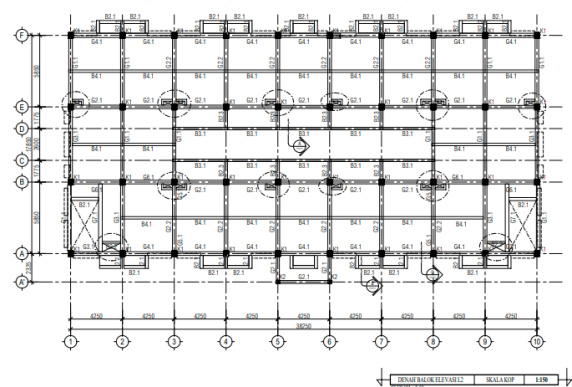
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Bangunan

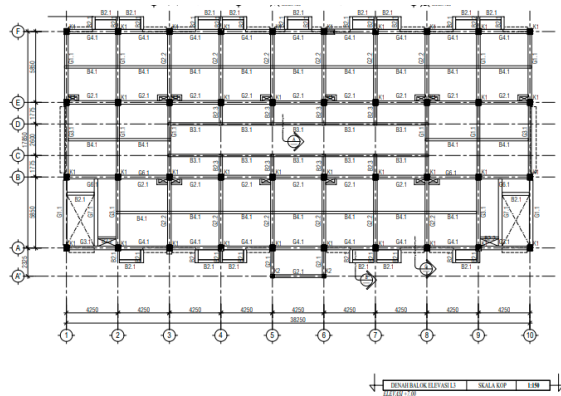
Bangunan yang direncanakan adalah rumah susun mahasiswa (Rusunawa) Universitas Indo Global Mandiri yang terletak di Jl. Jendral Sudirman/Inspektur Yazid No. 74 KM 4 kota Palembang Sumatera Selatan, dengan koordinat 2°58'04.4"S dan 104°44'26.1"E. Bangunan ini memiliki fungsi sebagai hunian mahasiswa yang terdiri dari 3 lantai dengan total tinggi 104 meter.

Tinggi antar lantai yaitu 36 meter untuk lantai 1 ke lantai 2, serta 3,4 meter untuk lantai 2 ke lantai 3, dan lantai 3 ke lantai atap. Dimensi bangunan meliputi panjang 40,65 meter dan lebar 21,845 meter. Struktur bangunan menggunakan beton bertulang dengan fokus analisis struktur atas yang terdiri dari balok, kolom dan pelat.

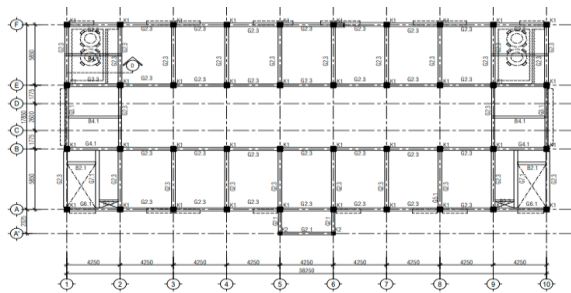
Dimensi elemen struktur meliputi balok dengan berbagai ukuran, seperti G2 (250 x 450 mm), G3 (300 x 550 mm), G4 (350 x 450 mm), G5 (300 x 400 mm), G6 (300 x 450 mm), G7 (350 x 450 mm), Balok B2 (250 x 450 mm), B3 (200 x 400 mm), dan B4 (200 x 350 mm). Dimensi sloof adalah 300 x 500 mm, kolom K1 berukuran 400 x 500 mm, dan kolom K2 berukuran 300 x 300 mm. Tebal pelat lantai adalah 120 mm, sedangkan pelat atap memiliki ketebalan 100 mm. Spesifikasi material meliputi mutu beton (f_c') sebesar 25 Mpa dan 30 Mpa untuk pelat. Pada balok dan kolom memiliki mutu baja (f_y) tulangan sebesar 420 MPa. asar perencanaan dalam penelitian ini mengacu pada standar tata cara yang berlaku di Indonesia, yaitu SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, serta SNI 2052:2017 tentang Baja Tulangan Beton.



Gambar 4. Dimensi Struktur Lantai 2



Gambar 5 Dimensi Struktur Lantai 3



Gambar 6 Dimensi Struktur Lantai Dak

Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 menyajikan denah balok elevasi pada lantai 2, lantai 3, dan dak bangunan Rusunawa Universitas Indo Global Mandiri yang disusun dengan skala 1:50. Pada denah tersebut, balok-balok yang digunakan dalam struktur ditandai dengan berbagai kode, seperti G1, G2, B2, B3, dan kode lainnya untuk membedakan jenis serta dimensi balok yang digunakan. Selain itu, kolom juga ditampilkan dengan kode K1 yang menunjukkan dimensi dan posisi kolom pada struktur bangunan.

Analisis Pembebanan

Standar pembebanan pada bangunan gedung atau struktur diatur dalam SNI 1727-2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.

a. Beban Mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat derek dan sistem pengangkut material (SNI 1727-2020 Pasal 3.1.1). Beban mati pada gedung dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Beban Mati

Beban Mati	Hasil Perhitungan (kN/m ²)
Plat Lantai 2-3	1,04
Plat Atap/dak	0,86
Plat Tangga	1,56
Pelat Bordes	1,56
Beban Dinding lantai 1	9
Beban Dinding Lantai 2	8,5
Beban Dinding Lantai 3	8,5

Beban mati pada elemen struktur terdiri atas beberapa komponen yaitu pelat lantai 2-3 dengan nilai 1,04 kN/m², plat atap dak sebesar 0,86 kN/m², dan pelat tangga sebesar 1,56 kN/m². Selain itu pelat bordes memiliki nilai beban mati yang sama dengan plat tangga yaitu 1,56 kN/m².

Beban dinding hasil perhitungan menunjukkan bahwa beban dinding pada lantai 1 memiliki nilai 9 kN/m², sementara pada lantai 2 dan lantai 3 memiliki nilai sebesar 8,5 kN/m². Setelah dilakukan perhitungan beban mati dilanjutkan dengan penginputan data beban mati pada frame, berikut ditampilkan hasil perhitungan dan tampilan 3D setelah dimasukkan beban mati pada pemodelan struktur.

b. Beban Hidup

Beban hidup pada struktur bangunan rusunawa Universitas Indo Global Mandiri dimodelkan secara langsung untuk menumpu di bagian pelat. Berikut beban hidup yang diinputkan dalam program analisis SAP 2000 diuraikan sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Beban Hidup

Beban Hidup	Hasil Perhitungan (kN/m ²)
Plat Lantai 2-3	2,5
Plat Atap/dak	0,96
Tangga/Bordes	4,79

Pada Tabel 5 menyajikan hasil perhitungan beban hidup pada elemen struktur atas bangunan. Beban hidup pada plat lantai 2-3 diperoleh sebesar 2,5 kN/m², sedangkan untuk plat atap dak nilai beban hidup yang dihitung adalah 0,96 kN/m². Beban hidup yang lebih besar yaitu pada tangga dan bordes, yaitu sebesar 4,79 kN/m.

c. Beban Angin

Berdasarkan SNI 1727-2020 berikut perhitungan untuk beban angin:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Beban Angin

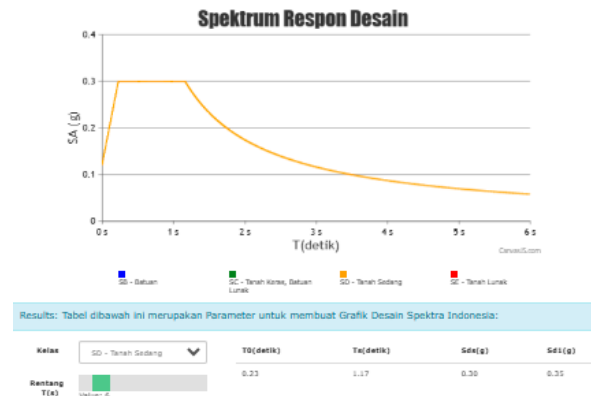
Beban Angin	Hasil Perhitungan
Kecepatan angin	4,63 mph
Faktor arah angin	0,85
Kategori Eksposur	C
Faktor topografi	1
Faktor elevasi permukaan tanah	1
Faktor efek hembusan angin	0,85
Koefisien tekanan dinding, C_p	0,8
Sisi angin datang	-0,3
Sisi angin pergi	-0,3
Koefisien Eksposur tekanan kecepatan K_z dan K_h	1,04
Koefisien tekanan internal G_{cpi}	-0,18
G_{cpi} datang	-0,18
G_{cpi} Pergi	-0,18
Tekanan Velositas q_z	2,32 m/s ²

Pada Tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan beban angin pada struktur yang dianalisis. Kecepatan angin yang digunakan dalam perhitungan adalah 4,63 mph, dengan faktor arah angin sebesar 0,85 dan kategori eksposur C yang mencerminkan kondisi lingkungan sekitar bangunan. Faktor topografi dan faktor elevasi permukaan tanah masing-masing bernilai 1, faktor efek hembusan angin memiliki nilai 0,85 yang menunjukkan pengaruh tambahan dari hembusan angin pada struktur.

Koefisien tekanan dinding (C_p) dihitung untuk dua sisi, yaitu sisi angin datang sebesar 0,8 dan sisi angin pergi sebesar -0,3. Koefisien eksposur tekanan kecepatan (K_z dan K_h) memiliki nilai 1,04. Untuk koefisien tekanan internal (G_{cpi}) menunjukkan nilai -0,18 untuk sisi angin datang dan pergi. Tekanan velositas angin (q_z) yang dihitung adalah 2,32 m/s².

d. Beban Gempa

Peninjauan beban gempa pada perencanaan struktur bangunan rusunawa Universitas Indo Global Mandiri ini ditinjau secara analisa dinamis respon spectrum gempa. Respons bangunan terhadap gempa perlu dianalisis di arah X dan arah Y bangunan gedung. Data data gempa untuk perhitungan ini diperoleh dari aplikasi resmi RSA desain spectra Indonesia 2024 rilis Kementrian PUPR seperti pada Gambar 7. Berdasarkan peta pada google maps, bangunan rusunawa Universitas Indo Global Mandiri terletak pada 2°58'04.4"S dan 104°44'26.1"E.



Sumber: Desain Spektra Indonesia

Gambar 7. Grafik Respon Spectrum Palembang (SD) tahun 2024.

Berdasarkan hasil analisis *respons spektrum* pada bangunan Rusunawa Universitas Indo Global Mandiri tahun 2024 yang berlokasi di Kota Palembang, diperoleh:

- (1) Lokasi : Palembang
- (2) S_s : 0,2876
- (3) S_1 : 0,2530
- (4) F_a : 1,57
- (5) F_v : 1,89
- (6) S_{MS} : 0,4153 g
- (7) S_{M1} : 0,4782 g
- (8) S_{DS} : 0,277 g
- (9) S_{D1} : 0,3152 g
- (10) T_L : 6 detik
- (11) T_0 : 0,2276 detik
- (12) T_s : 1,14 detik

Data beban gempa berdasarkan SNI 1726-2019 bangunan rusunawa UIGM:

- (1) Kategori resiko : II
- (2) Faktor keutamaan : 1
- (3) Kelas situs : tanah sedang
- (4) Kategori desain *seismic* : D
- (5) Koefisien modifikasi respons (R) : 8
- (6) Faktor kuat lebih sistem (Ω_0) : 3
- (7) Faktor pembesian defleksi : 5,5
- (8) Skala faktor : 1,23

Berdasarkan data yang diperoleh dari SAP 2000 berikut merupakan output perbandingan gaya dalam antara mutu beton (f'_c) 25 MPa dan 30 MPa dan hasil penulangan yang dihasilkan dari SAP 2000.

Pada Tabel 7 dan Tabel 8 dapat dilihat nilai *output* yang dihasilkan dari program SAP 2000 yang terdiri dari gaya dalam terhadap balok dan kolom.

Tabel 7. Output Gaya Dalam pada Kolom

Output Gaya Dalam	Mutu Beton	
	$f_c'25 \text{ MPa}$	$f_c'30 \text{ MPa}$
KOLOM		
Gaya Aksial (kN)	15,20	15,55
Gaya geser pada bidang 1-2 (V2) (kN)	118,68	119,66
Gaya geser pada bidang 1-3 (V3) (kN)	82,45	82,55
Momen puntir (torsion) (kN-m)	0,68	0,66
Momen pada bidang 1-3 (M2) (kN-m)	173,18	171,72
Momen pada bidang 1-2 (M3) (kN-m)	210,51	212,02

Tabel 8. Output Gaya Dalam Untuk Balok

Output Gaya Dalam	Mutu Beton	
	$f_c'25 \text{ MPa}$	$f_c'30 \text{ MPa}$
BALOK		
Gaya Aksial (kN)	$1,958 \times 10^{-13}$	$1,859 \times 10^{-13}$
Gaya geser pada bidang 1-2 (V2) (kN)	256,68	258,95
Gaya geser pada bidang 1-3 (V3) (kN)	$2,812 \times 10^{-11}$	$3,039 \times 10^{-11}$
Momen puntir (torsion) (kN-m)	105,69	107,43
Momen pada bidang 1-3 (M2) (kN-m)	$1,41 \times 10^{-12}$	$8,931 \times 10^{-13}$
Momen pada bidang 1-2 (M3) (kN-m)	422,67	427,72

Perbedaan gaya dalam antara mutu beton $f_c'25 \text{ MPa}$ dan $f_c'30 \text{ MPa}$ pada balok menunjukkan bahwa gaya aksial (P) pada $f_c'25 \text{ MPa}$ sebesar $1,958 \times 10^{-13} \text{ kN}$ lebih besar dibandingkan $f_c'30 \text{ MPa}$ sebesar $1,859 \times 10^{-13} \text{ kN}$. Sebaliknya, gaya geser V2, gaya geser V3, momen puntir (T), dan momen M3 pada $f_c'30 \text{ MPa}$ berturut-turut sebesar 258,95 kN; $3,039 \times 10^{-11} \text{ kN}$; 107,43 kN·m; dan 427,72 kN·m, lebih besar dibandingkan $f_c'25 \text{ MPa}$ yang sebesar 256,68 kN; $2,812 \times 10^{-11} \text{ kN}$; 105,69 kN·m; dan 422,67 kN·m. Sementara itu, momen M2 pada $f_c'25 \text{ MPa}$ sebesar $1,41 \times 10^{-12} \text{ kN·m}$ lebih besar dibandingkan $f_c'30 \text{ MPa}$ sebesar $8,931 \times 10^{-13} \text{ kN·m}$.

Perbandingan gaya dalam pada kolom menunjukkan bahwa mutu beton $f_c'30 \text{ MPa}$

menghasilkan nilai gaya aksial (P), gaya geser V2, gaya geser V3, dan momen M3 yang lebih besar dibandingkan mutu beton $f_c'25 \text{ MPa}$. Nilai gaya aksial pada $f_c'30 \text{ MPa}$ sebesar 15,55 kN lebih besar dibandingkan $f_c'25 \text{ MPa}$ sebesar 15,20 kN. Nilai V2 dan V3 pada $f_c'30 \text{ MPa}$ masing-masing sebesar 119,66 kN dan 82,55 kN, sedangkan pada $f_c'25 \text{ MPa}$ sebesar 118,68 kN dan 82,45 kN. Momen M3 pada $f_c'30 \text{ MPa}$ sebesar 212,02 kN·m lebih besar dibandingkan $f_c'25 \text{ MPa}$ sebesar 210,51 kN·m. Sebaliknya, momen puntir (T) dan momen M2 pada mutu beton $f_c'25 \text{ MPa}$ masing-masing sebesar 0,68 kN·m dan 173,18 kN·m, lebih besar dibandingkan mutu beton $f_c'30 \text{ MPa}$ yang sebesar 0,66 kN·m dan 171,72 kN·m.

Untuk menentukan kebutuhan tulangan diperlukan nilai momen positif dan momen negatif yang diperoleh dari analisis gaya dalam menggunakan SAP 2000. Nilai momen tersebut menjadi dasar untuk menentukan kebutuhan luas tulangan dan menentukan jumlah tulangan yang sesuai dengan kebutuhan struktur. Pada Tabel 9 dan Table 10 dapat dilihat hasil momen positif dan momen negatif dari analisis SAP 2000 yang digunakan sebagai acuan dalam perhitungan kebutuhan tulangan.

Tabel 9. Nilai momen positif, momen negative dan gaya geser balok $f_c'25 \text{ MPa}$

Gaya Dalam Balok $f_c'25 \text{ MPa}$	Nilai
Momen positif	18,36 kN-m
Momen negatif	41,9179 kN-m
Gaya Geser	52,715 kN

Tabel 10. Nilai momen positif, momen negative dan gaya geser balok $f_c'30 \text{ MPa}$

Gaya dalam Balok $f_c'25 \text{ MPa}$	Nilai
Momen positif	70,4781 kN-m
Momen negatif	41,9563 kN-m
Gaya Geser	52,721 kN

Pada Tabel 9 dapat dilihat hasil perhitungan kebutuhan tulangan untuk bangunan rusunawa Universitas Indo Global Mandiri dengan mutu beton $f_c'25 \text{ MPa}$ dan $f_c'30 \text{ MPa}$.

Jumlah kebutuhan tulangan seperti pada tabel diatas didapatkan melalui nilai gaya dalam yang ada pada SAP 2000 dimana beban yang diterapkan pada mutu beton $f_c'25 \text{ MPa}$ dan $f_c'30 \text{ MPa}$ besarnya sama. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah tulangan pada elemen struktur atas sama meskipun terjadi perubahan mutu beton dari $f_c'25 \text{ MPa}$ ke $f_c'30 \text{ MPa}$ dikarenakan gaya dalam

yang terjadi pada struktur memiliki perbedaan nilai yang tidak terlalu jauh sehingga kebutuhan tulangan juga tetap sama walaupun mutu beton yang digunakan berbeda.

Tabel 11 Hasil Perhitungan Kebutuhan tulangan kolom dan balok

Output	Mutu Beton $f_c' 25$ Mpa			Mutu Beton $f_c' 30$ Mpa		
	Luas tulangan yang diperlukan As (mm^2)	Luas Diameter Rencana D16 (mm^2)	Tulangan Yang Dibutuhkan As/A	Luas tulangan yang diperlukan As (mm^2)	Luas Diameter Rencana D16 (mm^2)	Tulangan Yang Dibutuhkan
KOLOM (400 mm x 500 mm)						
Tulangan	282,78	132,67	3D13	282,78	132,67	3D13
Tulangan Transversal			D10-200			D10-200
BALOK INDUK (300 mm x 550 mm)						
Tulangan Momen Positif	480	200,96	3D16	480	200,96	3D16
Tulangan Momen Negatif	480	200,96	3D16	480	200,96	3D16
Tulangan Geser			2P10-240			2P10-240
BALOK ANAK (250 mm x 450 mm)						
Tulangan Momen Positif	317	200,96	2D16	317	200,96	2D16
Tulangan Momen Negatif	317	200,96	2D16	317	200,96	2D16
Tulangan Geser			2P10-190			2P10-190

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan teori yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Pada kolom, mutu beton $f_c' 25$ MPa memiliki nilai momen puntir dan momen bidang M2 yang lebih besar dibandingkan mutu beton $f_c' 30$ MPa. Pada balok, mutu beton $f_c' 25$ MPa memiliki nilai gaya aksial dan momen bidang M2 yang lebih besar dibandingkan mutu beton $f_c' 30$ MPa. Namun, secara umum gaya dalam pada kolom dan balok dengan mutu beton $f_c' 25$ MPa lebih kecil dibandingkan mutu beton $f_c' 30$ MPa. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan mutu beton memengaruhi distribusi kekakuan struktur sehingga menyebabkan perbedaan nilai gaya dalam yang dihasilkan pada setiap elemen. Perubahan mutu beton $f_c' 25$ MPa dan mutu beton $f_c' 30$ MPa tidak berpengaruh terhadap kebutuhan jumlah tulangan.
2. Pada kolom digunakan tulangan 3D13 dengan tulangan transversal D10–200, sedangkan pada balok digunakan tulangan momen positif dan negatif 3D16 serta tulangan geser 2P10–190. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan mutu beton dari $f_c' 25$ MPa menjadi $f_c' 30$ MPa belum memberikan perubahan yang signifikan terhadap kebutuhan tulangan. Oleh karena itu, dengan pertimbangan efisiensi dan aspek ekonomis terhadap jumlah tulangan yang dibutuhkan, penggunaan mutu beton

$f_c' 25$ MPa dapat menjadi alternatif yang lebih menguntungkan pada proyek yang ditinjau.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Faritzie, H., Fuad, I. S., & Akbar, I. (2023). Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Serta Super Plasticizer Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton. *Jurnal Deformasi*, 8(1), 38-44.
- Chalisto, J., Mamarimbing, N., Kawet, R. S., & Roring, R. F. (2023). analisis perbandingan perhitungan gaya-gaya dalam program sap2000 v21 dengan metode matriks kekakuan pada gedung rumah susun mahasiswa universitas negeri manado. *jurnal ilmiah media engineering*, 13(1), 11-24.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1983).
- Firda, A., Sagaff, A., & Hanafiah, S. (2023). Characteristic of Polymeric Lightweight Aggregate with Coal Fly Ash and Epoxy Resin for Manufacturing the Lightweight Concrete. *Civil Engineering and Architecture*, 11(1), 13.
- Hasibuan, S. A. R. S., Azmi, F., & Anisa, Y. (2022). Studi Perbandingan Analisis Struktur Balok Menggunakan Aplikasi Berbasis Android dan SAP2000. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 6(1), 23-33.
- Liando, F. J., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2020). Perencanaan struktur beton bertulang gedung kuliah 5 lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Martayase, W. (2022). Analisis Struktur Bangunan Gedung Asrama 3 Lantai Jati Agung Lampung Selatan Dengan Menggunakan Aplikasi Sap 2000. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(2).
- Mulyono, T. (2006). *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi.
- Pakiding, Y., Padang, J., & Parubak, W. T. (2023). Analisis Struktur Gedung Gereja Toraja Jemaat Ledo Buntao Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Moment Biasa (Srpmb) (Studi Kasus Gedung Gereja Toraja Jemaat Ledo Buntao Kabupaten Toraja Utara). *Journal on Education*, 6(1), 9415-9430.
- Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Bangunan Gedung (PPIUG 1983). Bandung.
- Rahmawati, A. N., & Ningrum, D. N. (2021). Perencanaan Struktur Atas Gedung Rusunawa Universitas Bojonegoro 6 (Enam) Lantai. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 65-76.
- Standar Nasional Indonesia (2017). 2052-2017 *Standar Struktur Baja*. Badan Standar Nasional.

- Standar Nasional Indonesia. (2019). 1726-2019 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Standar Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (2019). 2847-2019 *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standar Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (2020). 1727-2020 *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standar Nasional.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil Teknik UGM.
- Yuniarti, D. (2024). *analisis perbandingan struktur beton dengan mutu $f_c'30$ dan $f_c'35$ pada model perencanaan gedung ormawa unanti*.