BOUWPLANK
Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan
Vol. 6 No. 2, Oktober 2026

E-ISSN 2807-5579
P-ISSN 2807-5889
Halaman 11-23

Alternatif Perencanaan Struktur Gedung Café 1912 UMY Geblangan Tamantirto Kasihan Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta

Suprapto[1]*, Seno Aji[2], Laily Fatmawati[3]

[1,2,3]Progam Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun, Madiun, Jawa Timur
*Email Korespondensi: praptobom310301@gmail.com

ABSTRAK

Gedung Café 1912 UMY di Geblangan, Tamantirto, Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta direncanakan mengalami perubahan dari bangunan tiga lantai menjadi empat lantai sehingga diperlukan perencanaan ulang struktur agar mampu menahan beban tambahan secara aman. Penelitian ini bertujuan memperoleh alternatif perencanaan struktur atas gedung yang meliputi pelat lantai, pelat atap, balok, kolom, dan struktur atap baja WF sesuai ketentuan SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 1729:2020. Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 melalui pemodelan tiga dimensi dengan metode analisis statik ekuivalen terhadap beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Bangunan yang direncanakan memiliki dimensi 30 m × 13,2 m dengan struktur beton bertulang dan atap baja WF. Bangunan termasuk Kategori Risiko III dengan Kategori Desain Seismik (KDS) D, menggunakan parameter gempa Ss = 1,50 g, S1 = 0,70 g, faktor modifikasi respons R = 8, dan periode fundamental struktur Ta = 0,440 detik. Hasil analisis menunjukkan distribusi gaya lateral seismik total sebesar 204.464,44 kg, sedangkan hasil desain menghasilkan dimensi kolom K1 600×600 mm (tulangan utama 25D22) dan K2 600×300 mm (tulangan utama 12D19), balok B1 300×600 mm dan B2 250×500 mm dengan tulangan memanjang D19 dan sengkang Ø10-100, tulangan pelat atap Ø10-142 mm, serta tulangan pelat lantai Ø10-125 mm. Seluruh elemen struktur memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas berdasarkan SNI (φMn ≥ Mu dan φVn ≥ Vu pada seluruh elemen balok dan kolom) sehingga alternatif penambahan satu lantai pada Gedung Café 1912 UMY dinyatakan layak diterapkan.

Kata kunci : Struktur, Gedung Cafe dan Penambahan Lantai.

ABSTRACT

The Café 1912 UMY building in Geblangan, Tamantirto, Kasihan, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta, is planned to be expanded from a three-story to a four-story structure, requiring structural redesign to safely support the additional load. This study aims to develop alternative structural designs for the building, including floor slabs, roof slabs, beams, columns, and WF steel roof structures, in accordance with the provisions of SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, and SNI 1729:2020. Structural analysis was performed using SAP2000 software through three-dimensional modeling with the equivalent static analysis method for dead loads, live loads, wind loads, and seismic loads. The planned building has dimensions of 30 m × 13.2 m with a reinforced concrete structure and a WF steel roof. The building is classified as Risk Category III with Seismic Design Category (KDS) D, using the seismic parameters Ss = 1.50 g, S1 = 0.70 g, response modification factor R = 8, and structural fundamental period Ta = 0.440 seconds. The analysis results show a total seismic lateral force distribution of 204,464.44 kg, while the design results yield column dimensions of K1 600×600 mm (main reinforcement 25D22) and K2 600×300 mm (main reinforcement 12D19), beams B1 at 300×600 mm and B2 at 250×500 mm with longitudinal reinforcement D19 and stirrups Ø10–100, roof slab reinforcement Ø10–142 mm, and floor slab reinforcement Ø10–125 mm. All structural elements meet the strength, stiffness, and stability requirements based on SNI (φMn ≥ Mu and φVn ≥ Vu for all beam and column elements); therefore, the proposal to add one floor to the Café 1912 UMY building is deemed feasible.

Keywords **:** *Structure, Cafe Building, and Floor Addition.*

1. PENDAHULUAN

Cafe 1912 UMY terletak di Jalan Wawasan UMY, Geblangan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, DIY. Cafe tersebut mengusung konsep "*Campus Without The Wall*" sebagai bentuk peningkatan fasilitas kampus yang menyesuaikan perkembangan era masa kini, dengan menyediakan ruang yang tenang, nyaman, serta memiliki kecepatan internet yang tinggi. Cafe ini menjadi fasilitas penunjang kampus yang dapat digunakan sebagai tempat berkumpul bagi mahasiswa, pegawai, dan masyarakat untuk melakukan berbagai kegiatan dengan suasana yang nyaman dan tenang. Seiring meningkatnya aktivitas mahasiswa, pegawai, dan masyarakat yang semakin ramai, diperlukan pengembangan gedung baru, terutama bagi mahasiswa yang membutuhkan ruang belajar dengan kapasitas yang lebih memadai [1]. Berdasarkan permasalahan tersebut, Gedung Cafe 1912 yang sebelumnya hanya memiliki 3 lantai dengan panjang bangunan 30 m dan lebar 13,2 m, serta menggunakan atap baja WF, direncanakan mengalami perubahan menjadi 4 lantai dengan penggunaan atap berupa pelat beton dan baja WF. Penambahan lantai ini akan difungsikan sebagai ruang pertemuan atau seminar yang dapat digunakan oleh dosen, mahasiswa, dan masyarakat sekitar [2]. Karena memiliki nilai penting, konstruksi bangunan Cafe 1912 perlu dikaji dari berbagai perspektif dan dimodifikasi agar sesuai dengan tujuan penggunaannya berdasarkan tingkat aktivitas serta kapasitas daya dukungnya. Selain itu, kelayakan konstruksi bangunan dari aspek keselamatan juga perlu diperhitungkan. Tingkat kenyamanan dan keamanan pengguna dalam memanfaatkan bangunan Cafe 1912 menjadi hal yang penting untuk diperhatikan [3].

Perencanaan konstruksi yang tepat dan akurat diperlukan untuk membangun struktur yang kuat dan aman [13], [14]. Struktur pelat, kolom, dan balok yang digunakan di Gedung Cafe 1912 harus mampu menahan beban bangunan sendiri, angin, dan gempa [4]. Berbagai elemen harus dipertimbangkan saat merencanakan struktur bangunan bertingkat. Salah satunya adalah kekuatan struktur yang berkaitan dengan keawetan dan keamanan bangunan dalam menerima beban. Oleh karena itu, diperlukan standar spesifikasi struktur bangunan, serta dalam proses perencanaannya harus ditentukan struktur bangunan yang kuat dan memenuhi persyaratan. Desain dan analisis struktur bangunan sebaiknya mengacu pada SNI, yaitu dokumen yang berisi ketentuan dan standar mengenai struktur bangunan di Indonesia [5]. Karena Indonesia adalah wilayah dengan aktivitas seismik yang tinggi, aturan bangunan harus sesuai dengan SNI untuk membuat bangunan yang kuat [6], [7]. Penggunaan struktur atap baja WF juga memerlukan perencanaan yang memenuhi persyaratan kekuatan dan stabilitas struktur sesuai ketentuan yang berlaku [8], [9], [10], [15]. Oleh karena itu, dalam jurnal ini, penulis mengangkat judul "Alternatif Perencanaan Struktur Gedung Cafe 1912 UMY, Geblangan, Tamantirto, Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta".

Perencanaan struktur gedung bertingkat merupakan salah satu tahapan penting untuk menjamin keamanan, kekuatan, dan kinerja bangunan terhadap beban gravitasi maupun beban gempa. Berbagai penelitian mengenai perencanaan struktur beton bertulang telah dilakukan dengan mengacu pada ketentuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Namun, sebagian besar penelitian tersebut hanya berfokus pada perencanaan elemen beton bertulang atau evaluasi struktur secara umum, sedangkan integrasi perencanaan struktur beton bertulang dengan struktur atap baja dalam satu model analisis masih relatif terbatas. Selain itu, beberapa penelitian belum menyajikan parameter analisis gempa secara lengkap sebagai dasar proses perencanaan struktur. Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan melakukan perencanaan struktur atas Gedung Café 1912 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang meliputi pelat, balok, kolom, dan struktur atap baja WF menggunakan pemodelan tiga dimensi pada SAP2000 berdasarkan SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 1729:2020. Kebaruan penelitian ini terletak pada penyajian proses perencanaan struktur atas secara terpadu yang mengombinasikan elemen beton bertulang dan struktur atap baja WF dalam satu model analisis, serta menyajikan parameter analisis gempa dan hasil perencanaan elemen struktur sebagai dasar evaluasi desain. Adapun tujuan penulisan jurnal ini mencakup: menetapkan dimensi profil atap rangka baja WF dan CNP, menghitung dimensi serta penulangan pelat atap dan lantai, menghitung gaya yang diperoleh dari momen analisis struktur, serta menghitung dimensi dan penulangan pada balok dan kolom.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Struktur Gedung Bertingkat

Proses membuat bangunan yang dapat menahan semua beban selama umur layanannya disebut dengan perencanaan struktur gedung bertingkat. Beban hidup, mati, angin, dan gempa adalah semua jenis bebannya. Dalam perencanaan struktur di Indonesia digunakan SNI sebagai acuan utama, yaitu SNI 1727:2020, SNI 1726:2019, SNI 1729:2020, dan SNI 2847:2019. Penggunaan aturan tersebut bertujuan untuk menjamin keamanan, kekuatan, kekakuan, dan stabilitas bangunan [1], [5]. Pada penelitian ini, gedung Cafe 1912 UMY direncanakan ulang dari bangunan tiga lantai menjadi empat lantai sehingga seluruh elemen struktur harus dievaluasi kembali agar mampu memikul beban tambahan sesuai ketentuan SNI [2].

2.2 Struktur Baja WF sebagai Struktur Atap

Karena kekuatan tarik dan tekannya yang tinggi, stabilitasnya terhadap pembebanan, dan kemudahan pemasangannya, profil baja WF banyak digunakan untuk struktur atap [8], [9]. Menurut SNI 1729:2020, metode *LRFD* digunakan untuk merancang struktur baja [10]. Perancangan rangka atap termasuk dalam analisis mengenai beban angin, beban hidup, beban mati, kombinasi beban, lendutan, stabilisasi, serta fleksibilitas. Tahapan ini dilakukan untuk memastikan bahwa struktur atap memenuhi syarat secara teknis dan kekuatan [8].

2.3 Struktur Beton Bertulang

Beton bertulang terbuat dari baja tulangan dan beton, yang berfungsi untuk menahan gaya tekan dan tarik. Menurut SNI 2847:2019, setiap elemen struktur harus memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, serta daktilitas [4]. Tangga, balok, kolom, pelat lantai, pelat atap, dan balok adalah elemen beton bertulang yang dianalisis dalam struktur bertingkat. Perencanaan dilakukan melalui penentuan dimensi penampang, analisis gaya dalam, serta desain tulangan sehingga setiap elemen mampu memikul beban yang bekerja secara aman [4], [11].

2.4 Pembebanan Struktur Gedung

Pembebanan merupakan tahapan penting dalam analisis struktur karena menentukan besarnya gaya yang harus dipikul oleh setiap elemen. Beberapa contoh dari beban tersebut, yaitu beban hujan, beban angin, beban hidup, beban mati, dan juga beban gempa seperti yang terdapat pada SNI 1727:2020. Kondisi pembebanan yang paling penting digunakan sebagai dasar desain struktur setelah nilai pembebanan tersebut digabungkan dengan kombinasi beban yang telah ditetapkan sebelumnya [1].

2.5 Analisis Gempa

Gedung bertingkat harus dirancang untuk mengantisipasi gempa karena Indonesia adalah wilayah dengan aktivitas seismik yang tinggi [6]. SNI 1726:2019 adalah standar untuk perencanaan gempa, yang mengatur kategori risiko bangunan, klasifikasi lokasi, parameter percepatan spektrum, faktor respons gempa, distribusi gaya gempa, dan kombinasi pembebanan gempa. Hasil analisis gempa digunakan sebagai dasar dalam menentukan gaya lateral yang bekerja pada struktur [7], [12].

2.6 Analisis Struktur Menggunakan SAP2000

SAP2000 adalah program untuk analisis struktur yang berbasis *Finite Element Method/FEM.* Program ini memiliki kemampuan untuk menghitung berbagai gaya, termasuk momen, geser, aksial, lendutan, dan reaksi tumpuan [5]. Dalam penelitian ini SAP2000 digunakan untuk memodelkan struktur gedung empat lantai sehingga diperoleh gaya-gaya dalam yang selanjutnya digunakan sebagai dasar perencanaan balok, kolom, pelat, dan elemen struktur lainnya [1].

2.7 Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian mengenai perencanaan struktur gedung telah dilakukan dengan menggunakan standar perencanaan yang berlaku di Indonesia, seperti SNI 2847:2019, SNI

1726:2019, SNI 1729:2020, serta SNI 1727:2020. Penelitian-penelitian tersebut membahas berbagai aspek, mulai dari perencanaan struktur beton bertulang, struktur baja, analisis beban gempa, evaluasi kinerja struktur, hingga pemanfaatan perangkat lunak analisis struktur seperti SAP2000 dan ETABS [1], [3], [7], [8]. Hasil penelitian terdahulu menjadi dasar dalam memahami metode analisis, peraturan yang digunakan, serta perkembangan perencanaan struktur bangunan. Ringkasan penelitian yang relevan dengan penelitian ini telah ditampilkan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Utama
1	Alifa Butsainah Nur Salsabila dkk. (2025)	Desain Struktur Baja Komposit Bangunan 4 Lantai di Indramayu, Jawa Barat	Bangunan kategori seismik C menggunakan SRPMM dan memenuhi ketentuan SNI.
2	Ariyanto & Adi Wicaksono (2024)	Perencanaan Gedung Bertingkat Asrama Putri Pondok Pesantren Hasyim Asy'ari Bangsri Jepara	Menghasilkan analisis momen, geser, dan aksial untuk desain struktur.
3	Intan Imrotuzzakiyah & Anggi Rahmat Zulfikar (2024)	Pekerjaan Struktur Atap pada Proyek Gedung Terpadu Psikologi Olahraga UNESA	Rangka atap baja memenuhi persyaratan kekuatan dan kestabilan.
4	Achmad Bagus Subakhi & Pujo Priyono (2025)	Studi Tebal Minimum Pelat Beton pada Lantai Atap Gedung Tipe Dua Lantai	Tulangan minimum 172,5 mm² memenuhi persyaratan SNI.
5	Azka Sabila & Maedewi Jamal (2024)	Analisis Struktur Penulangan Balok pada Proyek Rehabilitasi Gedung Kantor Dinsos Kota Samarinda	Dimensi dan jumlah tulangan berbeda dengan DED.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Objek Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah Gedung Café 1912 UMY di Geblagan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, DIY. Objek penelitian berupa alternatif perencanaan struktur gedung dengan penambahan satu lantai dari bangunan eksisting sehingga menjadi bangunan empat lantai. Perencanaan mencakup pemeriksaan struktur atap baja, pelat lantai, balok, dan kolom menggunakan SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, SNI 1729:2020, serta SNI 1727:2020 [1], [5].

3.2 Data Penelitian

Data sekunder yang digunakan berasal dari dokumen perencanaan Gedung Cafe 1912 UMY. Data yang digunakan meliputi gambar rencana arsitektur dan struktur, dimensi bangunan, spesifikasi material, data pembebanan, serta parameter perencanaan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) pada Tabel 2. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam pemodelan dan analisis struktur [1], [5].

Tabel 2. Data Penelitian

Jenis Data	Sumber Data	Kegunaan
Gambar arsitektur	Dokumen proyek	Menentukan geometri bangunan
Gambar struktur	Dokumen proyek	Pemodelan SAP2000
Data material	Dokumen proyek	Menentukan mutu beton dan baja
Data pembebanan	SNI 1727:2020	Analisis beban
Data gempa	SNI 1726:2019	Analisis beban gempa
Peraturan struktur baja	SNI 1729:2020	Desain atap baja
Peraturan beton	SNI 2847:2019	Desain elemen beton

3.2.1 Parameter Perencanaan

Parameter utama yang digunakan dalam perencanaan struktur ditunjukkan pada Tabel 3. Selain data geometri bangunan, penelitian ini menggunakan mutu material dan sistem struktur sebagai dasar pemodelan pada SAP2000.

Tabel 3. Parameter Perencanaan Struktur

Parameter	Nilai
Fungsi bangunan	Gedung Café dan ruang seminar
Jumlah lantai	4 lantai
Panjang bangunan	30 m
Lebar bangunan	13,2 m
Sistem struktur	Beton bertulang (SRPMK) + atap baja WF
Mutu beton (fc')	25 MPa
Mutu baja tulangan ulir/D (balok, kolom) (fy)	400 MPa
Mutu baja tulangan polos/sengkang (fy)	240 MPa
Mutu baja profil WF (fy/fu)	240 MPa / 370 MPa
Software analisis	SAP2000 V14
Standar	SNI 1726:2019; SNI 1727:2020; SNI 2847:2019; SNI 1729:2020

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan metode studi literatur dan dokumentasi. Metode dokumentasi dilakukan dengan melakukan pengumpulan gambar kerja, data dimensi bangunan, dan spesifikasi bahan yang digunakan di Gedung Café 1912 UMY. Setelah itu, studi literatur dilakukan untuk mendapatkan dasar teori dan standar rencana desain sesuai SNI 2847:2019, SNI 1727:2020, SNI 1726:2019, serta SNI 1729:2020 [1], [5].

3.4 Metode Analisis

Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan *software* SAP2000 dan prosedur sebagai berikut: (1) Penentuan data geometris bangunan dari gambar rencana, (2) Penentuan mutu material beton, baja tulangan dan baja profil, (3) Sesuai dengan SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019, beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa dihitung, (4) Pemrosesan model struktur tiga dimensi dengan menggunakan *software* SAP2000, (5) Analisis struktur guna mendapatkan gaya berupa momen, gaya geser, gaya aksial dan lenturan, (6) Perancangan dimensi dan penulangan elemen struktur seperti pelat, balok, kolom, dan struktur atap baja, dan (7) Evaluasi hasil perencanaan untuk memastikan bahwa seluruh komponen memenuhi persyaratan kekuatan dan stabilitas sesuai standar [1], [5]. Bangunan dimodelkan sebagai struktur beton bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang dikombinasikan dengan struktur atap baja profil WF. Mutu beton yang digunakan adalah fc' = 25 MPa. Tulangan ulir (D) pada balok dan kolom menggunakan fy = 400 MPa, sedangkan tulangan polos dan sengkang menggunakan fy = 240 MPa. Untuk struktur atap digunakan baja mutu fy = 240 MPa dengan fu = 370 MPa. Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 dengan kombinasi pembebanan mengacu pada SNI 1727:2020 dan analisis gempa berdasarkan SNI 1726:2019.

3.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari pengumpulan data hingga penyusunan hasil perencanaan struktur. Diagram alir penelitian meliputi identifikasi permasalahan, pengumpulan data, studi literatur, pemodelan struktur menggunakan SAP2000, analisis pembebanan, perencanaan elemen struktur, evaluasi hasil, dan penarikan kesimpulan [1].

3.6 Tahapan Perencanaan Struktur

Langkah-langkah dalam perancangan struktur adalah: identifikasi data bangunan, penetapan nilai parameter material, kalkulasi beban, analisis struktur dengan SAP2000, perancangan struktur atap baja, perancangan pelat lantai, perancangan balok, desain kolom, desain tangga, desain pondasi, serta evaluasi hasil perencanaan sesuai SNI. Tahapan tersebut dilakukan secara berurutan sehingga diperoleh alternatif desain struktur yang aman, kuat, dan memenuhi persyaratan teknis [1], [8].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Struktur Atap Baja WF

Berdasarkan SNI 1729:2020, profil baja WF digunakan untuk merencanakan struktur atap [8], [9]. SAP2000 digunakan untuk melakukan analisis untuk mengetahui reaksi struktur terhadap kombinasi beban yang bekerja [1], [5]. Hasil kombinasi pembebanan yang digunakan dalam analisis ditunjukkan pada Tabel 4.

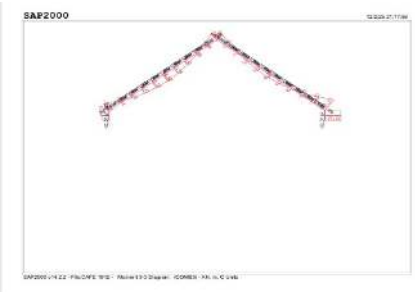
Tabel 4. Kombinasi Pembebanan Struktur

No	Kombinasi Beban	Keterangan
1	1,4D	Beban mati terfaktor
2	1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr atau R)	Beban mati dan beban hidup
3	1,2D + 1,6 (Lr atau R) + 1,0L	Beban atap dan beban hidup
4	1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5 (Lr atau R)	Kombinasi beban angin
5	0,9D + 1,0W	Kombinasi stabilitas akibat angin
6	1,2D + 1,0E + 1,0L	Kombinasi beban gempa
7	0,9D + 1,0E	Kombinasi stabilitas akibat gempa

Keterangan:

D : Beban mati
L : Beban hidup
Lr : Beban hidup atap
R : Beban hujan
W : Beban angin
E : Beban gempa

Hasil pemodelan dan analisis struktur atap menggunakan SAP2000 ditunjukkan pada Gambar 1 [1], [5]. Berdasarkan hasil analisis tersebut, struktur atap mampu menahan kombinasi beban rencana tanpa melampaui kapasitas elemen yang direncanakan [8], [9].



Gambar 1. Hasil Analisa SAP2000 Struktur Atap WF

Struktur atap direncanakan menggunakan profil baja WF 300×150×6,5×9 sebagai elemen utama dan CNP 150×50×20×3,2 sebagai gording. Baja yang digunakan memiliki mutu fy = 240 MPa dan fu = 370 MPa (Tabel 5). Pemodelan dilakukan menggunakan SAP2000 untuk memperoleh gaya dalam akibat kombinasi beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Hasil analisis menunjukkan bahwa profil yang digunakan memenuhi persyaratan kekuatan dan stabilitas berdasarkan SNI 1729:2020. Struktur atap pada Gedung Café 1912 UMY direncanakan menggunakan rangka baja profil WF sebagai elemen utama dan baja ringan profil CNP sebagai elemen sekunder (gording). Perencanaan struktur baja mengacu pada SNI 1729:2020 tentang Spesifikasi Bangunan Gedung Baja Struktural. Mutu baja yang digunakan memiliki tegangan leleh (fy) sebesar 240 MPa dan tegangan tarik minimum (fu) sebesar 370 MPa sesuai spesifikasi material baja struktural yang digunakan pada penelitian ini. Struktur atap dimodelkan menggunakan perangkat lunak SAP2000 untuk memperoleh gaya dalam akibat kombinasi beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Pemilihan profil baja dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas lentur, tekan, dan stabilitas elemen sesuai ketentuan SNI 1729:2020 yang sejalan dengan konsep perencanaan struktur baja dalam Steel Construction Manual [13]. Perilaku struktur baja terhadap kombinasi pembebanan harus memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas agar mampu memberikan kinerja struktur yang aman selama umur rencana bangunan [14].

Tabel 5. Rekapitulasi Struktur Atap Baja

Parameter	Nilai
Profil Kuda-kuda	WF 300.150.6,5.9
Profil Gording	CNP 150.50.20.3,2
Jarak Kuda-kuda	6 m
Jarak Gording	1,25 m
Bentang Kuda-kuda	19,2 m
Sudut Kemiringan Atap	35°
Modulus Elastisitas (E)	200.000 N/mm²
Mutu Baja (fy)	240 MPa
Mutu Baja (fu)	370 MPa

4.2 Analisis Beban Gempa

Parameter gempa ditentukan berdasarkan lokasi bangunan, kategori risiko, kelas situs, serta parameter spektrum respons gempa yang diperoleh dari aplikasi Desain Spektra Indonesia. Berdasarkan hasil analisis pada lokasi penelitian, bangunan termasuk Kategori Risiko III dengan Kelas Situs SD (tanah sedang). Nilai parameter spektrum yang digunakan dalam analisis ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Parameter Analisis Gempa

Parameter	Nilai
Kategori Risiko	III
Kelas Situs	SD
Ss	1,50 g
S1	0,70 g
Fa	0,929
Fv	2,156
SDS	0,92 g
SD1	0,67 g
Kategori Desain Seismik (KDS)	D
Faktor modifikasi respons (R)	8
Periode fundamental (Ta)	0,440 detik
Base shear (V)	204.464,44 kg

Analisis gempa dilakukan menggunakan metode statik ekuivalen berdasarkan SNI 1726:2019. Parameter gempa yang digunakan meliputi S1 sebesar 0,70 g, SDS sebesar 0,92 g, R = 8, periode fundamental struktur Ta = 0,440 detik, serta gaya geser dasar (base shear) sebesar 204.464,44 kg. Nilai tersebut kemudian digunakan untuk menentukan distribusi gaya lateral pada setiap tingkat bangunan sebagai dasar perencanaan elemen struktur. Berdasarkan hasil analisis, distribusi gaya lateral terbesar terjadi pada lantai empat karena memiliki elevasi dan massa yang lebih besar dibandingkan lantai di bawahnya. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa pengaruh gempa meningkat seiring bertambahnya tinggi struktur sehingga elemen struktur pada lantai atas memerlukan kapasitas yang memadai terhadap gaya lateral. Berdasarkan parameter tersebut, struktur gedung termasuk dalam Kategori Desain Seismik (KDS) D, sehingga perencanaan struktur harus memenuhi ketentuan sistem struktur tahan gempa sesuai SNI 1726:2019. Analisis beban gempa dilakukan menggunakan metode statik ekuivalen dengan bantuan perangkat lunak SAP2000. Beban gempa didistribusikan ke setiap tingkat bangunan berdasarkan berat seismik efektif dan elevasi masing-masing lantai.

Analisis beban gempa menggunakan metode statik ekuivalen merupakan metode yang umum diterapkan pada bangunan beraturan dengan tinggi tertentu dan didasarkan pada konsep respons dinamik struktur terhadap pembebanan gempa [15]. Metode tersebut juga menjadi dasar penyusunan ketentuan dalam SNI 1726:2019. Nilai percepatan spektrum desain yang digunakan dalam analisis terdiri atas SDS sebesar 0,92 g dan S1 sebesar 0,70 g, dengan koefisien situs Fa sebesar 0,929 dan Fv sebesar 2,156. Sistem struktur menggunakan faktor modifikasi respons R = 8. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh periode fundamental struktur minimum (Ta) sebesar 0,440 detik, sedangkan periode maksimum yang diizinkan sebesar 0,616 detik. Hasil analisis menghasilkan gaya geser dasar (*base shear*) sebesar 204.464,44 kg, yang selanjutnya digunakan dalam distribusi gaya lateral pada setiap tingkat bangunan sesuai ketentuan SNI 1726:2019. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi gaya lateral semakin besar pada lantai yang lebih tinggi.

Hal ini disebabkan oleh bertambahnya ketinggian struktur dan akumulasi berat bangunan sehingga gaya gempa yang diterima setiap lantai meningkat seiring bertambahnya elevasi. Distribusi gaya lateral pada masing-masing lantai disajikan pada Tabel 7.

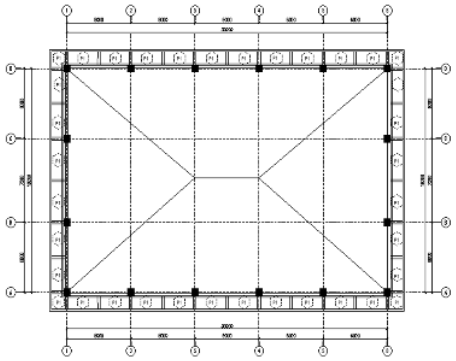
Tabel 7. Distribusi Gaya Lateral Seismik/Fx

Lantai	W (kg)	Tinggi(m)	$W_i h_x^{k}$(Kg.m)	C_{vx}	Fx=Fy (kg)	Sumbu y (kg)	Sumbu x (kg)
Atap	145.375.93	16	2.326.014,88	0,13	26.539,71	6.634,93	4.423,28
4	755.293,68	12	9.063.524,16	0,51	103.414,33	25.853,58	17.235,72
3	755.293,68	8	6.042.349,44	0,34	68.942,88	17.235,72	11.490,48
2	121.988.40	4	487.953,60	0,03	5.567,52	1.391,88	927,92
Total	**1.777.591,69**		**17.919.842,08**		**204.464,44**		

Berdasarkan Tabel 7, total gaya lateral gempa yang bekerja pada struktur sebesar 204.464,44 kg. Gaya terbesar terjadi pada lantai empat karena memiliki elevasi tertinggi sehingga menerima kontribusi gaya gempa paling besar. Distribusi gaya lateral tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis gaya dalam dan perencanaan elemen struktur seperti pelat, balok, kolom, dan struktur atap baja WF. Pemeriksaan simpangan antar lantai (story drift) menunjukkan bahwa simpangan yang terjadi pada setiap tingkat masih berada di bawah simpangan izin (Δa) sesuai SNI 1726:2019.

4.3 Perencanaan Pelat Lantai dan Pelat Atap

Menurut SNI 2847:2019, perencanaan pelat didasarkan pada beban mati, beban hidup, dan kombinasi beban ultimit [4], [11]. Gambar 2 menunjukkan geometri pelat yang menunjukkan denah pelat dan sistem pembebanan pada struktur bangunan.



Gambar 2. Denah Pelat dan Atap

Tabel 8. Perhitungan Momen Pelat Atap

Tipe Pelat	Lx (m)	Ly (m)	W_U (kg/m^2)	Kofisien Momen Pelat	Arah X		Arah Y	
					Mtx (kgm)	Mlx (kgm)	Mty (kgm)	Mly (kgm)
1	1,00	6,00	646,4	Ctx = 83; Clx = 42 Cty = 57; Cly = 11	-482,86	244,33	-331,60	64,99
2	2,00	4,00	848,8	Ctx = 83; Clx = 41 Cty = 57; Cly = 12	-281,8	139,20	-193,53	40,74
3	2,00	2,50	848,8	Ctx =69; Clx = 31 Cty = 57; Cly = 19	-234,3	105,25	-193,53	64,51
4	2,50	4,00	848,8	Ctx = 79; Clx = 37 Cty = 57; Cly = 16	-419,1	196,29	-302,39	84,88
5	1,25	400	848,8	Ctx = 83; Clx = 43 Cty = 57; Cly = 8	-110,1	55,70	-75,60	10,61

Berdasarkan hasil perhitungan momen pelat, diperoleh kebutuhan tulangan yang memenuhi persyaratan kekuatan dan lendutan [4], [11]. Perhitungan momen pelat atap dapat disimak dalam Tabel 8, sementara perhitungan penulangan pelat atap dapat dilihat dalam Tabel 9. Perencanaan pelat dilakukan berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 dengan mempertimbangkan beban mati, beban hidup, dan kombinasi beban ultimit. Koefisien momen pelat dua arah mengacu pada tabel koefisien momen SNI 2847:2019. Selain penentuan kebutuhan

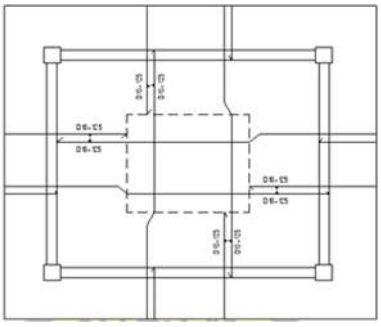
tulangan, dilakukan pula pemeriksaan terhadap luas tulangan minimum, lendutan, dan kapasitas geser untuk memastikan pelat memenuhi persyaratan kekuatan maupun kemampuan layan. Perencanaan pelat dilakukan berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 dengan mempertimbangkan kebutuhan tulangan minimum, kapasitas lentur, kapasitas geser, dan batas lendutan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa luas tulangan yang digunakan telah memenuhi kebutuhan minimum sehingga mampu menahan momen ultimit yang bekerja. Pelat atap dan pelat lantai direncanakan menggunakan tebal 100 mm. Pemeriksaan lendutan menunjukkan bahwa tebal pelat tersebut masih berada dalam batas yang diizinkan, sedangkan pemeriksaan geser menunjukkan bahwa kapasitas geser nominal beton lebih besar daripada gaya geser ultimit sehingga pelat dinyatakan aman.

Tabel 9. Penulangan Pelat Atap

Tipe	Momen				Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan	
	Mtx (kgm)	Mlx (kgm)	Mty (kgm)	Mly (kgm)	Arah X (mm)	Arah Y (mm)	Arah X (mm)	Arah Y (mm)
A	-482,86	244,33	-331.60	63,99	Ø10-142	Ø10-142	Ø10-142	Ø10-142
B	-281,80	139,20	-193,53	40,74	Ø10-142	Ø10-142	Ø10-142	Ø10-142
C	-234,27	105,25	-193,53	64,51	Ø10-142	Ø10-142	Ø10-142	Ø10-142
D	-600,0	281,02	-432,92	121,52	Ø10-142	Ø10-142	Ø10-142	Ø10-142
E	-157,6	79,75	-108,23	15,19	Ø10-142	Ø10-142	Ø10-142	Ø10-142

Tabel 10. Penulangan Pelat Lantai

Tipe	Momen				Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan	
	Mtx (kgm)	Mlx (kgm)	Mty (kgm)	Mly (kgm)	Arah X (mm)	Arah Y (mm)	Arah X (mm)	Arah Y (mm)
A	*-529,93*	224,55	-485,02	188,62	Ø10-125	Ø10-125	Ø10-125	Ø10-125
B	-281,80	139,20	-193,53	40,74	Ø10-125	Ø10-125	Ø10-125	Ø10-125
C	-234,27	105,25	-193,53	64,51	Ø10-125	Ø10-125	Ø10-125	Ø10-125
D	-600,0	281,02	-432,92	121,52	Ø10-125	Ø10-125	Ø10-125	Ø10-125
E	-157,6	79,75	-108,23	15,19	Ø10-125	Ø10-125	Ø10-125	Ø10-125



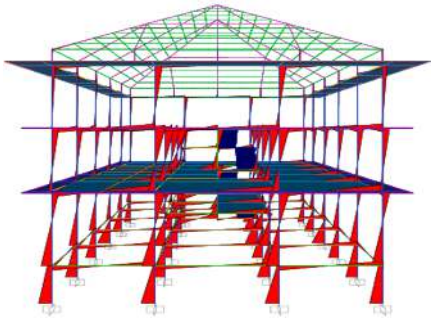
Gambar 3. Detail Penulangan Pelat Lantai

Hasil perencanaan menunjukkan bahwa tulangan yang digunakan telah memenuhi kebutuhan luas tulangan minimum menurut SNI 2847:2019. Tebal pelat yang direncanakan juga memenuhi persyaratan lendutan sehingga tidak diperlukan penambahan ketebalan. Pemeriksaan geser menunjukkan bahwa gaya geser ultimit yang bekerja masih lebih kecil dibanding kapasitas geser nominal beton sehingga pelat dinyatakan aman terhadap kegagalan geser. Selanjutnya, hasil perencanaan pelat lantai menunjukkan bahwa dimensi dan tulangan yang digunakan telah memenuhi ketentuan desain [4], [11]. Rekapitulasi kebutuhan tulangan pelat lantai disajikan pada Tabel 10.

4.4 Analisis Struktur Gedung

Pada SNI 1726:2019, model struktur bangunan tiga dimensi dihasilkan menggunakan software SAP2000 agar mampu mengalkulasi beban gempa dan beban gravitasi [1], [5]. Gambar 4 menunjukkan model struktur yang digunakan. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi gaya lateral akibat gempa telah tersebar pada setiap tingkat bangunan sesuai massa dan ketinggian lantai [6], [7]. Tabel 7 menunjukkan distribusi gaya gempa statik ekuivalen yang diperoleh dari analisis. Analisis gempa dilakukan menggunakan metode statik ekuivalen sesuai SNI 1726:2019. Beban gempa ditentukan berdasarkan parameter lokasi bangunan, kategori risiko, kelas situs, nilai

percepatan spektrum, faktor modifikasi respons, dan periode struktur. Parameter tersebut digunakan untuk menentukan gaya geser dasar (base shear) yang kemudian didistribusikan ke setiap tingkat bangunan sesuai berat seismik dan tinggi lantai. Berdasarkan hasil tersebut, struktur menunjukkan respons yang stabil terhadap pengaruh beban gempa dan memenuhi persyaratan analisis seismik yang berlaku [3], [7].



Gambar 4. Permodelan Struktur SAP2000

Berdasarkan hasil analisis diperoleh total distribusi gaya lateral sebesar 204.464,44 kg. Gaya terbesar terjadi pada lantai empat karena memiliki kontribusi berat dan elevasi yang lebih tinggi dibanding lantai di bawahnya. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa respons struktur terhadap pembebanan gempa telah mengikuti ketentuan distribusi gaya lateral statik ekuivalen pada SNI 1726:2019. Hasil analisis selanjutnya digunakan sebagai dasar perencanaan balok, kolom, pelat, dan elemen struktur lainnya. Pemodelan struktur tiga dimensi menggunakan SAP2000 memberikan distribusi gaya dalam yang digunakan sebagai dasar perencanaan balok, kolom, pelat, dan struktur atap baja. Analisis menunjukkan bahwa distribusi gaya lateral telah mengikuti distribusi massa dan tinggi bangunan sehingga respons struktur sesuai dengan asumsi metode statik ekuivalen.

4.5 Perencanaan Blok

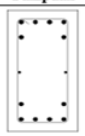
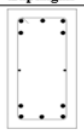
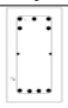
Perencanaan balok dilakukan berdasarkan gaya dalam hasil analisis SAP2000 [1], [4]. Tabel 11 menggambarkan nilai momen ultimit yang bekerja pada balok.

Tabel 11. Momen yang Bekerja pada Balok

Balok	Mu Tumpuan (Kg/m)	Mu Lapangan (Kg/m)	Vu Tumpuan (Kg)	Vu Lapangan (Kg)
B1	-50696,49	45759,23	-27975,67	24966,87
B2	-42472,17	35289,86	-34428,95	42465,03
B3	-8742,18	10071,62	-8069,75	10691,55

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tulangan longitudinal dan geser yang dapat menahan gaya dan momen geser diperlukan [4]. Hasil desain menunjukkan bahwa rasio tulangan yang digunakan masih berada dalam batas minimum dan maksimum yang dipersyaratkan oleh SNI 2847:2019 sehingga perilaku balok tetap daktail [4]. Perencanaan balok dilakukan berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 dengan menggunakan gaya dalam hasil analisis SAP2000 berupa momen lentur dan gaya geser. Balok yang digunakan terdiri atas balok induk tipe B1 dan B2. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa balok B1 menggunakan dimensi 300 × 600 mm, sedangkan balok B2 menggunakan dimensi 250 × 500. Tulangan memanjang menggunakan diameter D19 pada daerah tumpuan dan lapangan sesuai kebutuhan momen positif maupun negatif, dengan tulangan geser (sengkang) Ø10-100 dengan jarak yang disesuaikan terhadap besarnya gaya geser pada masing-masing daerah balok.

Kapasitas lentur balok telah memenuhi persyaratan karena nilai momen nominal lebih besar daripada momen ultimit yang bekerja ($\varphi Mn \geq Mu$). Demikian pula kapasitas geser memenuhi ketentuan SNI 2847:2019 dengan nilai $\varphi Vn \geq Vu$, sehingga balok dinyatakan aman terhadap beban yang bekerja. Hasil kontrol penampang menunjukkan bahwa seluruh balok memenuhi persyaratan kekuatan struktur.

B1	Detail B1	
	300x600	
Notes	Tumpuan	Lapangan
Deskripsi		
Tulangan	6 D 19	5 D 19
Tulangan Bawah	6 D 19	5 D 19
Tulangan Sengkang	Ø10 – 100	Ø10 – 100
B2	Detaill B2	
	250x500	
Notes	Tumpuan	Lapangan
Potongan		
Tulangan	5 D 19	3 D 19
Tulangan Bawah	4 D 19	3 D 19
Tulangan Sengkang	Ø10 – 100	Ø10 – 100

Gambar 5. Detail Penulangan B1 dan B2

Berdasarkan hasil analisis menggunakan SAP2000, perencanaan balok dilakukan dengan mempertimbangkan kombinasi beban ultimit yang menghasilkan momen lentur dan gaya geser terbesar. Penentuan dimensi penampang serta kebutuhan tulangan mengacu pada SNI 2847:2019. Tulangan memanjang dipasang pada daerah tumpuan dan lapangan sesuai kebutuhan momen positif dan negatif, sedangkan tulangan geser ditentukan berdasarkan gaya geser yang bekerja. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa seluruh balok memenuhi persyaratan kekuatan lentur dan geser sehingga aman digunakan sebagai elemen struktur utama bangunan. Penentuan kebutuhan tulangan lentur dan tulangan geser dilakukan agar kapasitas penampang lebih besar dibandingkan gaya dalam yang bekerja. Konsep tersebut merupakan prinsip dasar desain beton bertulang sebagaimana dijelaskan dalam ACI 318-19 dan Nilson et al. (2010) [16], [17].

4.6 Perencanaan Kolom

Kolom dirancang untuk menahan kombinasi gaya aksial dan momen yang dihasilkan dari analisis struktur [12]. Tabel 12 menggambarkan hasil perhitungan kebutuhan tulangan kolom.

Tabel 12. Rekapitulasi Penulangan Kolom

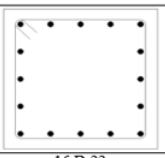
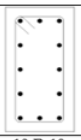
Kolom	Tulangan Utama		Tulangan geser	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
K1	25 D22	25 D22	Ø10-200	Ø10-200
K2	12 D19	12 D19	Ø10-150	Ø10-150

Kapasitas penampang dilakukan menggunakan diagram interaksi P-M. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas kolom masih lebih besar dibandingkan beban rencana yang bekerja sehingga elemen kolom memenuhi persyaratan kekuatan struktur. Selain itu, konfigurasi tulangan yang digunakan telah memenuhi ketentuan daktilitas [6], [12]. Perencanaan kolom dilakukan berdasarkan kombinasi beban terfaktor yang menghasilkan gaya aksial dan momen terbesar pada masing-masing kolom. Dimensi kolom ditentukan agar mampu menahan kombinasi pembebanan tersebut sesuai ketentuan SNI 2847:2019. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa kolom menggunakan dimensi sesuai kebutuhan struktur dengan tulangan utama berdiameter D19–D22 dan sengkang Ø10.

Perencanaan kolom mempertimbangkan kombinasi gaya aksial dan momen sehingga kapasitas penampang memenuhi persyaratan kekuatan beton bertulang. Prinsip tersebut sejalan dengan ketentuan ACI 318-19 serta teori desain beton bertulang yang dikemukakan oleh Nilson et al. (2010) [16], [17]. Pemeriksaan penampang kolom menunjukkan bahwa kapasitas penampang masih lebih besar dibanding gaya aksial dan momen yang bekerja sehingga kolom memenuhi persyaratan kekuatan. Rasio tulangan longitudinal juga masih berada dalam batas minimum dan maksimum yang dipersyaratkan oleh SNI 2847:2019 sehingga penampang kolom layak digunakan.

Tabel 13. Rekapitulasi Perencanaan Kolom

Tipe Kolom	Dimensi (mm)	Tulangan Utama	Tulangan Geser
K1	600 × 600	25D22	Ø10-200
K2	600 × 300	12D19	Ø10-150

K1	**Detail Kolom K1**
	600x600
Deskripsi	
Tul.Utama	16 D 22
Sengkang	Ø10 - 200
K2	**Detail Kolom K2**
	600x300
Deskripsi	
Tul.Utama	12 D 19
Sengkang	Ø8 – 150

Gambar 6. Detail Penulangan K1 dan K2

4.7 Evaluasi Hasil Perencanaan

Secara keseluruhan, hasil analisis dan perencanaan menunjukkan bahwa alternatif pengembangan Gedung Cafe 1912 UMY dari tiga lantai menjadi empat lantai masih memenuhi persyaratan kekuatan, akuan, dan stabilitas struktur [2], [3]. Sesuai dengan SNI 1729:2020, SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, serta SNI 1727:2020, struktur atap baja WF, pelat lantai, balok, dan kolom yang direncanakan dapat menahan beban gravitasi dan beban gempa [1], [7], [8].

4.8 Pembahasan

Dimensi elemen struktur diperoleh berdasarkan hasil analisis SAP2000 terhadap kombinasi beban sesuai SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019. Balok, kolom, dan pelat dirancang agar memenuhi persyaratan kekuatan lentur, geser, serta kekakuan struktur berdasarkan SNI 2847:2019. Pemilihan dimensi tidak hanya mempertimbangkan kapasitas struktur tetapi juga efisiensi penggunaan material sehingga diperoleh penampang yang aman dan ekonomis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem beton bertulang yang dikombinasikan dengan struktur atap baja WF mampu memberikan kapasitas struktur yang memenuhi ketentuan perencanaan bangunan tahan gempa. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian-penelitian terdahulu [1], [7] yang menyatakan bahwa penggunaan analisis tiga dimensi menggunakan SAP2000 mampu menghasilkan perencanaan struktur yang memenuhi persyaratan kekuatan dan stabilitas sesuai standar nasional.

Hasil perencanaan menunjukkan bahwa dimensi elemen struktur yang diperoleh mampu memenuhi persyaratan kekuatan sesuai standar nasional. Pendekatan pemodelan menggunakan SAP2000 juga banyak digunakan dalam penelitian perencanaan struktur karena mampu memberikan hasil analisis gaya dalam yang representatif untuk perencanaan beton bertulang maupun struktur baja [14], [15]. Dibandingkan penelitian terdahulu yang hanya membahas perencanaan beton bertulang, penelitian ini juga mengintegrasikan perencanaan struktur atap baja WF dalam satu model analisis menggunakan SAP2000. Dengan demikian, proses perencanaan menjadi lebih komprehensif karena seluruh struktur atas dianalisis dalam satu sistem struktur yang sama.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa struktur atas Gedung Café 1912 UMY berhasil direncanakan menggunakan sistem beton bertulang dengan struktur atap baja WF sesuai ketentuan SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, SNI

1727:2020, dan SNI 1729:2020. Hasil analisis menunjukkan distribusi gaya lateral gempa total sebesar 204.464,44 kg, yang digunakan sebagai dasar perencanaan elemen struktur. Perencanaan menghasilkan dimensi dan penulangan pelat, balok, kolom, serta struktur atap yang memenuhi persyaratan kekuatan berdasarkan standar yang digunakan. Hasil penelitian ini hanya berlaku pada struktur atas bangunan sehingga tidak mencakup evaluasi fondasi maupun kondisi struktur eksisting secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ariyanto, A. Wicaksono, N. Hidayati, Mochammad Qomaruddin, and T. Roesdiana, "Perencanaan Gedung Bertingkat 5 Lantai Asrama Putri Pondok Pesantren Hasyim Asy'ari Bangsri Jepara," *Basement : Jurnal Teknik Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, Feb. 2024, doi: 10.36873/basement.v2i1.10878.

[2] R. I. Asshidiqi, M. Sulton, and D. R. Sulaksitaningrum, "Perencanaan Ulang Gedung Malang Creative Center (MCC) dengan Penambahan Jumlah Lantai Serta Penambahan Sistem Penahan Gempa Berupa Shear Wall," 2024.

[3] F. S. Siadari, E. Desimaliana, and A. S. Arifin, "Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Café di Kabupaten Bandung dengan Time History Berdasarkan FEMA 356," *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, vol. 10, no. 3, p. 211, Feb. 2025, doi: 10.26760/rekaracana.v10i3.211.

[4] A. Sabila and M. Jamal, "Analisis Struktur Penulangan Balok pada Proyek Rehabilitasi Gedung Kantor Dinas Sosial Kota Samarinda," *Teknologi Sipil: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, vol. 8, no. 1, p. 8, Jun. 2024, doi: 10.30872/ts.v8i1.16020.

[5] T. M. I. Jaji, "Perencanaan Gedung Menggunakan Metode Statik Ekuivalen pada Bangunan Gedung Bertingkat," pp. 141–146, 2023.

[6] A. H. Afifuddin and K. Sunoko, "Penerapan Prinsip Bangunan Tanggap Bencana Gempa Bumi pada Desain Resort Hotel di Pantai Parangtritis Bantul," vol. 7, no. 3, pp. 1104–1113, 2024.

[7] I. Septhia Irawati, I. Heriawati, and A. F. Setiawan, "Evaluasi Seismik Gedung Perkuliahan 3 dan 6 Lantai Eksisting di Kota Yogyakarta," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 18, no. 1, pp. 39–50, Oct. 2024, doi: 10.24002/jts.v18i1.10168.

[8] L. Darmiyanti, A. P. Rodji, and A. Mumtaz, "Perencanaan Struktur Atap Profil Baja WF," *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, vol. 4, no. 02, Oct. 2022, doi: 10.47080/josce.v4i02.2258.

[9] I. Imroatuzzakiyah, "Pekerjaan Struktur Atap pada Proyek Gedung Terpadu Psikologi Olahraga Unesa," *Jurnal Vokasi Teknik Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 51–58, 2024.

[10] H. Mahdisra, Muhammad Aryya Saputra, and Sumirin, "Studi Analisis Variasi Dimensi Baut dan Pelat Sambungan Balok – Kolom Baja Prakualifikasi SNI 7279:2020," *Jurnal Teknik SILITEK*, vol. 5, no. 1, pp. 515–528, 2025.

[11] A. B. Subkhi, P. Priyono, and I. C. Dewi, "Studi Tebal Minimum Pelat Beton Bertulang Terletak pada Lantai Pelat Atap Gedung Type Dua Lantai," 2023. [Online]. Available: http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST

[12] M. Z. Khalfani and W. Wahiddin, "Pengaruh Rasio Tulangan Kolom Concrete Filled Steel Tubular (CFST) pada Bangunan Tahan Gempa," *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, vol. 6, no. 3, pp. 188–195, Sep. 2025, doi: 10.33795/jos-mrk.v6i3.7988.

[13] American Institute of Steel Construction, *Steel Construction Manual (15th Edition)*. 2016.

[14] C. G. Salmon, J. E. Johnson, and F. A. Malhas, *Steel Structures: Design and Behavior*. Pearson, 2009.

[15] A. K. Chopra, *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering*. Pearson.

[16] American Concrete Institute, "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19)," 2019.

[17] A. H. Nilson, D. Darwin, and C. W. Dolan, *Design of Concrete Structures*. McGraw-Hill, 2010.