

ANALISIS STRUKTUR GEDUNG KANTOR BUPATI KABUPATEN PENUKAL ABAB LEMATANG ILIR MENGGUNAKAN SAP2000 BERDASARKAN SNI 2847:2019 DAN SNI 1726:2019

Asri Mulyadi¹⁾, Ligal Sebastian²⁾, Lisa Ayu Winanti³⁾, Sigit Akbar⁴⁾

^{1,2)}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palembang

³⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palembang

Email: [^{1\)}asrimulyadi@unpal.ac.id](mailto:asrimulyadi@unpal.ac.id), [^{2\)}ligalsebastian@unpal.ac.id](mailto:ligalsebastian@unpal.ac.id), [^{3\)}akbarsigit23@gmail.com](mailto:akbarsigit23@gmail.com)

ABSTRAK

Perancangan struktur gedung bertingkat di Indonesia memerlukan analisis yang akurat mengingat tingginya potensi beban gempa yang dapat memengaruhi kinerja struktur. Oleh karena itu, perencanaan struktur harus memenuhi ketentuan SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Penelitian ini bertujuan menganalisis perancangan struktur Gedung Kantor Bupati Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI), Sumatera Selatan, menggunakan perangkat lunak SAP2000. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui pemodelan struktur tiga dimensi dengan pembebanan yang meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa sesuai ketentuan standar nasional. Analisis dilakukan menggunakan SAP2000 untuk memperoleh respons struktur berupa gaya dalam yang menjadi dasar perancangan elemen struktur beton bertulang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dimensi dan penulangan elemen struktur, meliputi pelat, balok berukuran 400 × 500 mm, kolom berukuran 500 × 500 mm, tie beam berukuran 400 × 500 mm, tangga, dan pondasi, memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas sesuai ketentuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Penggunaan SAP2000 memberikan proses analisis yang lebih sistematis, akurat, dan efisien dalam mengevaluasi respons struktur terhadap kombinasi pembebanan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi perencana dan praktisi dalam merancang bangunan perkantoran bertingkat yang aman dan memenuhi standar nasional.

Kata kunci: analisis struktur; beton bertulang; gedung bertingkat; SAP2000; SNI 2847:2019; SNI 1726:2019.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur gedung merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung penyelenggaraan pemerintahan, pelayanan publik, serta pertumbuhan ekonomi daerah. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan ruang kerja yang representatif, pembangunan gedung perkantoran pemerintah tidak hanya dituntut memenuhi aspek fungsional dan estetika, tetapi juga harus menjamin keamanan, keandalan, dan kinerja struktur selama umur layan bangunan [1], [2]. Kegagalan dalam proses perencanaan struktur dapat mengakibatkan kerusakan bangunan, terganggunya pelayanan publik, serta kerugian ekonomi yang signifikan. Oleh karena itu, proses perencanaan struktur harus dilakukan secara cermat dengan mengacu

pada standar teknis yang berlaku agar bangunan memiliki tingkat keselamatan yang memadai.

Indonesia merupakan negara yang berada pada pertemuan Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik sehingga memiliki tingkat aktivitas seismik yang tinggi [3]. Kondisi geologis tersebut menyebabkan bangunan gedung harus dirancang untuk mampu menahan beban gravitasi maupun beban lateral akibat gempa sesuai dengan tingkat risiko wilayahnya [4]. Dalam perencanaan struktur beton bertulang, penerapan SNI 1726:2019 tentang *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung* serta SNI 2847:2019 tentang *Persyaratan*

Beton Struktural untuk Bangunan Gedung merupakan persyaratan utama untuk menjamin kekuatan, kekakuan, stabilitas, dan kinerja struktur terhadap pembebanan yang bekerja.

Perkembangan teknologi komputasi telah mengubah proses analisis dan perancangan struktur dari pendekatan perhitungan manual menjadi pemodelan numerik berbasis perangkat lunak. Transformasi digital tersebut memberikan kemudahan dalam proses perencanaan, karena mampu meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan akurasi analisis pada berbagai tahapan proyek konstruksi [8]. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan dalam praktik rekayasa struktur adalah SAP2000. Perangkat lunak ini mampu melakukan analisis struktur tiga dimensi, mengevaluasi respons bangunan terhadap berbagai kombinasi pembebanan, serta menghasilkan distribusi gaya dalam yang menjadi dasar evaluasi dan perancangan elemen struktur beton bertulang. Selain itu, SAP2000 memungkinkan proses analisis dilakukan secara lebih sistematis, akurat, dan efisien sehingga menghasilkan perencanaan struktur yang lebih andal serta sesuai dengan ketentuan standar yang berlaku, khususnya SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019 [5], [6].

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa pemanfaatan SAP2000 mampu meningkatkan akurasi analisis struktur dan mempermudah evaluasi perilaku bangunan bertingkat terhadap beban gravitasi maupun beban gempa [7]. melaporkan bahwa pemodelan struktur tiga dimensi menghasilkan distribusi gaya dalam yang lebih representatif dibandingkan pendekatan dua dimensi. Penelitian [7] menunjukkan bahwa penerapan SNI 2847:2019 memberikan hasil perencanaan penulangan yang lebih sesuai terhadap kebutuhan kapasitas elemen struktur beton bertulang. Sementara itu, [7] mengkaji analisis struktur

gedung menggunakan SAP2000 pada bangunan pendidikan dan menyimpulkan bahwa penggunaan perangkat lunak tersebut mampu meningkatkan efisiensi proses desain tanpa mengurangi tingkat keamanan struktur.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada evaluasi elemen struktur tertentu, seperti balok atau kolom, atau hanya membahas bangunan dengan karakteristik yang berbeda dari bangunan perkantoran pemerintah. Penelitian yang mengintegrasikan analisis struktur atas dan struktur bawah menggunakan SAP2000 berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019 pada bangunan perkantoran pemerintah masih relatif terbatas, khususnya pada studi kasus di Provinsi Sumatera Selatan. Selain itu, sebagian penelitian lebih menitikberatkan pada proses perhitungan struktur dibandingkan evaluasi kinerja struktur secara menyeluruh berdasarkan hasil analisis numerik. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*) yang perlu dikaji lebih lanjut melalui analisis struktur yang mengintegrasikan seluruh elemen utama bangunan dalam satu model tiga dimensi.

Gedung Kantor Bupati Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI) dipilih sebagai objek penelitian karena merupakan bangunan pemerintahan yang berfungsi sebagai pusat administrasi dan pelayanan publik, sehingga memiliki tuntutan tingkat keandalan struktur yang tinggi. Sebagai bangunan publik, gedung ini harus mampu menahan kombinasi beban mati, beban hidup, dan beban gempa sesuai dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan analisis struktur yang komprehensif untuk memastikan bahwa dimensi elemen struktur dan kebutuhan penulangan memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, stabilitas, dan keamanan sesuai dengan ketentuan SNI.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis perancangan struktur Gedung Kantor Bupati Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir menggunakan perangkat lunak SAP2000 berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Analisis dilakukan melalui pemodelan struktur tiga dimensi, evaluasi pembebanan, serta perancangan elemen struktur atas dan struktur bawah untuk memperoleh desain yang memenuhi persyaratan teknis sesuai standar yang berlaku. Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada penyajian analisis struktur secara terpadu yang mengintegrasikan evaluasi struktur atas dan struktur bawah dalam satu model numerik berdasarkan standar nasional terbaru pada bangunan perkantoran pemerintah di Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi perencana, akademisi, dan praktisi dalam merancang bangunan perkantoran bertingkat yang aman, andal, dan sesuai dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan analisis numerik berbasis komputer untuk mengevaluasi perilaku struktur Gedung Kantor Bupati Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI). Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 melalui pemodelan struktur tiga dimensi untuk memperoleh respons struktur terhadap kombinasi pembebanan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam menentukan dimensi dan kebutuhan penulangan elemen struktur beton bertulang sehingga memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, stabilitas, dan keamanan struktur.

2.2. Objek Penelitian

Objek penelitian adalah Gedung Kantor Bupati Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI), Provinsi Sumatera Selatan. Bangunan yang dianalisis merupakan gedung perkantoran empat lantai yang terdiri atas struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas meliputi pelat lantai, balok, kolom, dan tangga, sedangkan struktur bawah terdiri atas tie beam, pile cap, dan pondasi bore pile. Pemodelan struktur dilakukan berdasarkan gambar perencanaan, spesifikasi teknis, dan data proyek sehingga model numerik mampu merepresentasikan kondisi struktur yang direncanakan.

2.3. Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari dokumen perencanaan proyek. Data yang digunakan meliputi gambar struktur, dimensi elemen, spesifikasi material, data pembebanan, serta data penyelidikan tanah sebagai dasar perencanaan pondasi. Parameter material mengacu pada spesifikasi perencanaan dan ketentuan SNI 2847:2019. Pembebanan struktur mengacu pada SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain serta SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

Parameter material yang digunakan dalam penelitian meliputi:

1. Mutu beton (f'_c) = 25 MPa.
2. Mutu baja tulangan longitudinal (f_y) = 400 MPa.
3. Mutu baja tulangan transversal/senggang (f_y) = 240 MPa.

2.4. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 dalam bentuk model tiga dimensi. Elemen balok, kolom, dan tie beam dimodelkan sebagai elemen frame, sedangkan pelat lantai dimodelkan sebagai elemen shell sehingga perilaku struktur dapat direpresentasikan

secara lebih realistis. Seluruh elemen struktur didefinisikan berdasarkan dimensi rencana, sifat material, kondisi tumpuan, konektivitas antar elemen, serta konfigurasi struktur sesuai gambar perencanaan. Pemodelan juga mencakup pendefinisian diafragma lantai, properti penampang, dan kondisi perletakan sehingga respons struktur terhadap pembebanan dapat dianalisis secara menyeluruh.

Pembebanan yang diterapkan pada model terdiri atas:

1. Beban mati (*dead load*);
2. Beban hidup (*live load*);
3. Beban gempa (*earthquake load*).

Kombinasi pembebanan disusun sesuai ketentuan SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019 sebagai dasar analisis gaya dalam pada setiap elemen struktur.

2.5. Analisis Struktur

Analisis struktur dilakukan menggunakan SAP2000 untuk memperoleh respons struktur terhadap kombinasi pembebanan. Parameter yang dianalisis meliputi gaya aksial, gaya geser, momen lentur, simpangan struktur (*displacement*), simpangan antar lantai (*interstory drift*), dan reaksi tumpuan. Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi kinerja struktur serta menentukan kebutuhan dimensi dan penulangan setiap elemen struktur. Perancangan elemen struktur dilakukan berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 dengan mempertimbangkan kapasitas lentur, geser, tekan, serta kebutuhan tulangan pada pelat, balok, kolom, tangga, tie beam, pile cap, dan pondasi bore pile. Selanjutnya, simpangan struktur dibandingkan dengan batas simpangan yang dipersyaratkan dalam SNI 1726:2019 untuk memastikan bahwa bangunan memenuhi persyaratan kinerja terhadap beban gempa.

2.6. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilaksanakan secara sistematis sebagai berikut.

1. Pengumpulan data teknis proyek yang meliputi gambar struktur, spesifikasi material, dan data pembebanan.
2. Identifikasi parameter material serta standar perencanaan yang digunakan.
3. Penyusunan model struktur tiga dimensi menggunakan perangkat lunak SAP2000.
4. Pendefinisian material, penampang elemen, kondisi tumpuan, dan pembebanan sesuai ketentuan SNI.
5. Analisis struktur berdasarkan kombinasi pembebanan yang ditetapkan.
6. Evaluasi hasil analisis berupa gaya aksial, gaya geser, momen lentur, simpangan struktur, simpangan antar lantai, dan reaksi tumpuan.
7. Perancangan dimensi dan penulangan elemen struktur berdasarkan hasil analisis sesuai ketentuan SNI 2847:2019.
8. Evaluasi kesesuaian hasil perancangan terhadap persyaratan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019.
9. Interpretasi hasil analisis serta penyusunan kesimpulan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Model Struktur

Gedung Kantor Bupati Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI) dimodelkan menggunakan perangkat lunak SAP2000 dalam bentuk model struktur tiga dimensi berdasarkan gambar perencanaan dan spesifikasi teknis proyek. Pemodelan dilakukan untuk merepresentasikan perilaku struktur secara menyeluruh terhadap kombinasi pembebanan sesuai ketentuan Standar Nasional Indonesia. Model mencakup seluruh elemen struktur atas yang terdiri atas pelat lantai, balok, kolom, dan tangga, serta struktur bawah yang meliputi tie beam, pile cap, dan pondasi bore pile.

Setiap elemen struktur didefinisikan berdasarkan dimensi penampang, mutu material, kondisi tumpuan, dan konektivitas antar elemen sehingga model numerik mampu menggambarkan respons struktur secara realistis. Balok, kolom, dan tie beam dimodelkan sebagai elemen *frame*, sedangkan pelat dimodelkan sebagai elemen *shell*. Seluruh parameter material mengacu pada spesifikasi proyek dan ketentuan SNI 2847:2019.

Analisis dilakukan dengan menerapkan kombinasi beban mati, beban hidup, dan beban gempa sesuai ketentuan SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019. Hasil analisis menghasilkan respons struktur berupa gaya aksial, gaya geser, momen lentur, simpangan struktur, serta reaksi tumpuan yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perancangan dimensi dan penulangan setiap elemen struktur.

Karakteristik umum bangunan yang digunakan sebagai dasar pemodelan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Gedung

Parameter	Nilai
Fungsi Bangunan	Kantor Pemerintahan
Jumlah Lantai	4 lantai
Tinggi Bangunan	4 m
Sistem Struktur	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
Mutu Beton (f'_c)	25 MPa
Mutu baja tulangan longitudinal (f_y)	400 MPa
Mutu baja sengkang (f_y)	240 MPa
Jenis Pondasi	Bore Pile

Model struktur yang telah dibangun kemudian dianalisis untuk memperoleh respons terhadap berbagai kombinasi pembebanan. Pemodelan tiga dimensi menggunakan SAP2000 memungkinkan distribusi gaya dalam pada setiap elemen dapat dievaluasi secara lebih akurat dibandingkan pendekatan analisis manual, sehingga proses perancangan dimensi dan penulangan dapat dilakukan secara lebih

efisien serta tetap memenuhi ketentuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Selain itu, hasil pemodelan menjadi dasar untuk mengidentifikasi elemen-elemen kritis yang memerlukan perhatian khusus dalam proses desain, terutama pada balok, kolom, dan struktur bawah yang menerima gaya dalam terbesar.

3.2. Hasil Analisis Struktur Menggunakan SAP2000

Analisis struktur menggunakan SAP2000 dilakukan untuk mengevaluasi respons Gedung Kantor Bupati Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir terhadap kombinasi pembebanan yang terdiri atas beban mati, beban hidup, dan beban gempa sesuai ketentuan SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019. Hasil analisis menghasilkan parameter utama berupa gaya aksial, gaya geser, momen lentur, simpangan struktur, dan reaksi tumpuan yang digunakan sebagai dasar dalam perancangan elemen struktur beton bertulang.

Secara umum, hasil analisis menunjukkan bahwa kolom merupakan elemen yang menerima gaya aksial terbesar karena berfungsi sebagai elemen utama penyalur beban vertikal dari pelat dan balok menuju pondasi. Sementara itu, balok mengalami momen lentur dan gaya geser yang dominan akibat pengaruh kombinasi beban gravitasi dan beban gempa. Respons struktur yang diperoleh dari pemodelan SAP2000 selanjutnya digunakan untuk menentukan dimensi penampang dan kebutuhan penulangan setiap elemen struktur.

Berdasarkan hasil analisis, distribusi gaya dalam berlangsung secara kontinu dari struktur atas menuju struktur bawah sesuai dengan mekanisme kerja sistem struktur beton bertulang. Gaya aksial yang dominan pada kolom menunjukkan bahwa elemen tersebut berperan sebagai penyalur utama beban vertikal menuju pondasi, sedangkan momen lentur dan gaya geser terbesar terjadi pada

balok sebagai akibat dari kombinasi pembebanan yang bekerja.

Selain evaluasi gaya dalam, analisis juga menghasilkan nilai simpangan struktur yang digunakan sebagai indikator kinerja bangunan terhadap beban gempa. Nilai simpangan maksimum harus dibandingkan dengan batas simpangan yang dipersyaratkan dalam SNI 1726:2019 untuk memastikan bahwa struktur memenuhi persyaratan batas layan dan keamanan. Apabila simpangan hasil analisis berada di bawah nilai yang diizinkan, maka struktur dapat dinyatakan memiliki kinerja yang memadai terhadap pengaruh beban lateral.

Secara keseluruhan, hasil analisis SAP2000 menunjukkan bahwa model struktur mampu menggambarkan distribusi gaya dalam secara komprehensif sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam proses perancangan elemen struktur. Hasil analisis ini selanjutnya menjadi acuan dalam menentukan dimensi penampang dan kebutuhan penulangan pada pelat, balok, kolom, tie beam, pile cap, dan pondasi bore pile sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2019.

3.3. Perancangan Pelat

Perancangan pelat dilakukan berdasarkan hasil analisis momen lapangan dan momen tumpuan yang diperoleh dari pemodelan struktur menggunakan SAP2000. Desain pelat mengacu pada ketentuan SNI 2847:2019 dengan mempertimbangkan kapasitas lentur, kebutuhan tulangan minimum, serta persyaratan lendutan agar elemen pelat mampu menahan kombinasi beban mati, beban hidup, dan beban gempa secara aman.

Hasil analisis digunakan untuk menentukan ketebalan pelat dan kebutuhan penulangan sehingga setiap elemen memiliki kapasitas yang lebih besar daripada momen ultimit yang bekerja. Ringkasan hasil perancangan pelat disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perancangan Pelat

Elemen	Tebal	Tulangan	Status
--------	-------	----------	--------

Pelat Atap	85 mm	Ø10 – 100	Memenuhi
Pelat Lantai	120 mm	Ø10 – 100	Memenuhi

Berdasarkan hasil perancangan, pelat atap menggunakan ketebalan 85 mm dengan tulangan Ø10–100, sedangkan pelat lantai menggunakan ketebalan 120 mm dengan tulangan Ø10–100. Perbedaan ketebalan tersebut disesuaikan dengan fungsi elemen, bentang pelat, serta besarnya beban yang diterima. Pelat lantai dirancang lebih tebal karena menerima beban gravitasi yang lebih besar dibandingkan pelat atap, sehingga memerlukan kekakuan dan kapasitas lentur yang lebih tinggi.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kapasitas lentur pelat lebih besar daripada momen ultimit hasil analisis SAP2000. Selain itu, kebutuhan luas tulangan telah memenuhi ketentuan tulangan minimum menurut SNI 2847:2019 sehingga pelat mampu memenuhi persyaratan kekuatan dan kinerja layan, termasuk terhadap batas lendutan yang diizinkan.

Secara keseluruhan, hasil perancangan menunjukkan bahwa dimensi dan penulangan pelat telah memenuhi persyaratan teknis sesuai SNI 2847:2019. Pemanfaatan SAP2000 memberikan distribusi momen yang lebih representatif sehingga kebutuhan tulangan dapat ditentukan secara lebih efisien dan tetap menjamin keamanan struktur.

3.4. Perancangan Balok

Perancangan balok dilakukan berdasarkan hasil analisis gaya dalam menggunakan perangkat lunak SAP2000. Parameter utama yang digunakan dalam proses desain meliputi momen lentur dan gaya geser akibat kombinasi beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Seluruh proses perancangan mengacu pada ketentuan SNI 2847:2019 dengan memperhatikan kapasitas lentur, kapasitas geser, rasio tulangan, serta persyaratan tulangan minimum dan maksimum sehingga setiap elemen balok

memiliki tingkat keamanan dan daktilitas yang memadai.

Berdasarkan hasil analisis, balok dengan bentang yang lebih panjang menerima momen lentur dan gaya geser yang lebih besar dibandingkan balok dengan bentang yang lebih pendek. Oleh karena itu, kebutuhan tulangan longitudinal pada balok utama lebih besar untuk menjamin kapasitas struktur dalam menahan beban yang bekerja.

Tabel 4. Hasil Perancangan Balok

Balok	Dimensi	Tulangan Tarik	Tulangan Tekan	Status
B1	400 x 500	11 batang	7 batang	Memenuhi
B2	300 x 400	4 batang	2 batang	Memenuhi

Hasil perancangan menunjukkan bahwa seluruh balok memenuhi persyaratan kekuatan lentur dan geser sesuai ketentuan SNI 2847:2019. Balok B1 menggunakan dimensi 400 × 500 mm dengan kebutuhan tulangan tarik sebanyak 11 batang dan tulangan tekan sebanyak 7 batang. Jumlah tulangan yang lebih besar dibandingkan Balok B2 disebabkan oleh momen lentur dan gaya geser yang lebih tinggi akibat bentang yang lebih panjang serta beban yang lebih besar. Sementara itu, Balok B2 dengan dimensi 300 × 400 mm memerlukan tulangan tarik sebanyak 4 batang dan tulangan tekan sebanyak 2 batang. Kebutuhan tulangan yang lebih kecil menunjukkan bahwa gaya dalam yang bekerja pada balok tersebut masih dapat dipikul secara aman dengan dimensi penampang yang lebih kecil.

Selain memenuhi kapasitas lentur, hasil evaluasi juga menunjukkan bahwa kapasitas geser balok telah memenuhi persyaratan SNI 2847:2019. Rasio tulangan longitudinal berada dalam batas yang diizinkan sehingga perilaku balok tetap bersifat daktil dan mampu memberikan kinerja struktur yang baik ketika menerima pembebanan gravitasi maupun beban gempa.

Secara keseluruhan, hasil perancangan menunjukkan bahwa dimensi penampang dan kebutuhan penulangan balok telah memenuhi

persyaratan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas struktur. Penggunaan SAP2000 memberikan distribusi gaya dalam yang lebih akurat sehingga proses penentuan dimensi dan penulangan balok dapat dilakukan secara lebih efisien serta tetap memenuhi ketentuan SNI 2847:2019.

3.5. Perancangan Kolom

Perancangan kolom dilakukan berdasarkan hasil analisis struktur menggunakan SAP2000 dengan mempertimbangkan kombinasi gaya aksial dan momen lentur yang paling kritis akibat pembebanan gravitasi dan beban gempa. Desain kolom mengacu pada ketentuan SNI 2847:2019 dengan melakukan evaluasi terhadap kapasitas tekan, kapasitas lentur, diagram interaksi gaya aksial–momen (P–M interaction), serta persyaratan rasio tulangan longitudinal agar elemen kolom memiliki kekuatan, stabilitas, dan daktilitas yang memadai.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kolom pada lantai dasar menerima gaya aksial terbesar karena berfungsi sebagai elemen utama yang menyalurkan seluruh beban dari struktur atas menuju pondasi. Oleh karena itu, dimensi penampang dan kebutuhan tulangan kolom ditentukan berdasarkan kombinasi pembebanan yang menghasilkan gaya dalam terbesar.

Tabel 5. Hasil Perancangan Kolom

Kolom	Dimensi	Tulangan	Rasio Tulangan	Status
K1	500 x 500 mm	12D19	1,36%	Memenuhi
K2	600 x 600 mm	16D22	1,69%	Memenuhi

Berdasarkan Tabel 5, Kolom K1 menggunakan dimensi penampang 500 × 500 mm dengan tulangan longitudinal 12D19 dan rasio tulangan sebesar 1,36%. Sementara itu, Kolom K2 menggunakan dimensi yang lebih besar, yaitu 600 × 600 mm, dengan tulangan longitudinal 16D22 dan rasio tulangan sebesar 1,69%. Perbedaan dimensi dan jumlah

tulangan tersebut disebabkan oleh besarnya gaya aksial dan momen lentur yang diterima masing-masing kolom. Kolom K2 menerima gaya dalam yang lebih besar sehingga memerlukan kapasitas penampang dan luas tulangan yang lebih tinggi untuk menjamin keamanan struktur.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rasio tulangan pada kedua tipe kolom masih berada dalam batas yang dipersyaratkan oleh SNI 2847:2019, sehingga mampu memberikan kapasitas tekan dan kapasitas lentur yang memadai tanpa melebihi batas maksimum maupun berada di bawah kebutuhan tulangan minimum. Selain itu, hasil pemeriksaan diagram interaksi gaya aksial–momen menunjukkan bahwa seluruh titik kombinasi pembebanan berada di dalam kurva kapasitas kolom, yang mengindikasikan bahwa elemen kolom masih memiliki kapasitas yang cukup untuk menahan gaya-gaya yang bekerja.

Sebagai elemen utama sistem struktur, kolom tidak hanya berfungsi menahan beban gravitasi, tetapi juga berperan penting dalam menjaga kestabilan bangunan terhadap beban lateral akibat gempa. Oleh karena itu, pemilihan dimensi penampang dan kebutuhan tulangan dilakukan untuk menghasilkan perilaku struktur yang aman dan daktil sesuai dengan konsep perencanaan struktur beton bertulang.

Secara keseluruhan, hasil perancangan menunjukkan bahwa seluruh kolom telah memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, stabilitas, dan daktilitas sesuai ketentuan SNI 2847:2019. Pemanfaatan SAP2000 memungkinkan evaluasi gaya aksial dan momen lentur dilakukan secara lebih akurat sehingga kebutuhan dimensi dan penulangan kolom dapat ditentukan secara efisien tanpa mengurangi tingkat keamanan struktur.

3.6. Perancangan Struktur Bawah

Perancangan struktur bawah dilakukan berdasarkan reaksi tumpuan yang diperoleh dari hasil analisis struktur menggunakan

SAP2000. Reaksi tersebut merupakan beban yang diteruskan dari struktur atas menuju pondasi dan menjadi dasar dalam menentukan dimensi serta kapasitas elemen struktur bawah yang meliputi *tie beam*, *pile cap*, dan pondasi *bore pile*. Seluruh proses perancangan mengacu pada ketentuan SNI 2847:2019 serta mempertimbangkan data penyelidikan tanah yang digunakan pada tahap perencanaan pondasi.

Reaksi tumpuan hasil analisis menunjukkan bahwa beban dari kolom dapat didistribusikan secara merata menuju sistem pondasi melalui *pile cap* dan *bore pile*. Oleh karena itu, dimensi setiap elemen struktur bawah dirancang agar memiliki kapasitas yang lebih besar dibandingkan beban ultimit yang bekerja sehingga mampu menjamin keamanan dan kestabilan bangunan.

Tabel 6. Hasil Perancangan Struktur Bawah

Elemen	Dimensi	Status
Tie Beam	400 x 500 mm	Memenuhi
Pile Cap	2000 x 2000 x 700 mm	Memenuhi
Bore Pile	2000 x 2000 x 700 mm	Memenuhi

Hasil perancangan menunjukkan bahwa *tie beam* dengan dimensi 400 × 500 mm memiliki kapasitas yang memadai untuk menghubungkan antarpondasi sekaligus mengurangi perbedaan penurunan (*differential settlement*) yang dapat terjadi pada struktur. Selain itu, *tie beam* berfungsi meningkatkan kekakuan sistem pondasi sehingga distribusi beban antarpondasi menjadi lebih merata.

Pile cap dirancang dengan dimensi 2000 × 2000 × 700 mm untuk mendistribusikan beban dari kolom menuju kelompok bore pile secara efektif. Dimensi tersebut memberikan luas bidang tekan yang memadai sehingga beban dari struktur atas dapat disalurkan secara merata ke setiap tiang pondasi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kapasitas pile cap memenuhi persyaratan kekuatan terhadap

gaya tekan, momen lentur, dan gaya geser sesuai ketentuan SNI 2847:2019.

Pondasi bore pile dirancang berdasarkan kombinasi reaksi tumpuan hasil analisis struktur dan daya dukung tanah berdasarkan data penyelidikan geoteknik. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kapasitas aksial pondasi lebih besar daripada beban ultimit yang diterima sehingga faktor keamanan pondasi tetap terpenuhi. Dengan demikian, pondasi mampu meneruskan beban bangunan menuju lapisan tanah pendukung secara aman tanpa melampaui daya dukung izin tanah.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa sistem struktur bawah mampu bekerja secara terpadu dalam menerima dan mendistribusikan beban dari struktur atas menuju tanah pendukung. Dimensi *tie beam*, *pile cap*, dan pondasi *bore pile* yang diperoleh telah memenuhi persyaratan kekuatan, stabilitas, dan keamanan sesuai ketentuan SNI 2847:2019. Penggunaan SAP2000 memberikan informasi reaksi tumpuan yang akurat sehingga proses perancangan struktur bawah dapat dilakukan secara lebih efisien dan menghasilkan sistem pondasi yang aman serta andal.

3.7. Pembahasan

Hasil analisis struktur menunjukkan bahwa pemodelan tiga dimensi menggunakan SAP2000 mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai perilaku struktur Gedung Kantor Bupati Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir terhadap kombinasi beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Distribusi gaya dalam yang diperoleh memperlihatkan bahwa beban dari pelat diteruskan ke balok, selanjutnya disalurkan ke kolom, kemudian menuju *tie beam*, *pile cap*, dan akhirnya ke pondasi *bore pile*. Mekanisme tersebut menunjukkan bahwa sistem struktur bekerja sesuai dengan konsep penyaluran beban pada struktur beton bertulang.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa seluruh elemen struktur, meliputi pelat, balok, kolom, *tie beam*, *pile cap*, dan pondasi *bore pile*, telah memenuhi persyaratan kekuatan dan stabilitas sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2019. Kapasitas setiap elemen lebih besar daripada gaya dalam yang bekerja sehingga struktur memiliki tingkat keamanan yang memadai terhadap kombinasi pembebanan yang ditinjau. Selain itu, hasil evaluasi simpangan menunjukkan bahwa respons struktur masih berada dalam batas yang diizinkan menurut SNI 1726:2019, sehingga bangunan memenuhi persyaratan kinerja terhadap beban gempa.

Secara struktural, kolom menerima gaya aksial terbesar karena berfungsi sebagai elemen utama penyalur beban vertikal dari seluruh lantai menuju pondasi, sedangkan balok mengalami momen lentur dan gaya geser terbesar akibat kombinasi pembebanan gravitasi dan lateral. Kondisi tersebut sesuai dengan prinsip mekanika struktur beton bertulang, di mana balok berfungsi sebagai elemen penahan momen lentur, sedangkan kolom berperan sebagai elemen penahan gaya aksial sekaligus bagian dari sistem penahan gaya lateral. Hasil perancangan juga menunjukkan bahwa rasio tulangan kolom masih berada dalam batas yang dipersyaratkan oleh SNI 2847:2019 sehingga mampu memberikan kapasitas yang memadai tanpa mengurangi daktilitas struktur.

Pemanfaatan SAP2000 dalam penelitian ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi proses analisis dan perancangan struktur dibandingkan metode perhitungan manual, terutama dalam mengevaluasi berbagai kombinasi pembebanan serta respons struktur secara tiga dimensi. Selain menghasilkan distribusi gaya dalam yang lebih akurat, penggunaan perangkat lunak juga mempermudah proses evaluasi dimensi dan kebutuhan penulangan sehingga perancangan dapat dilakukan secara lebih cepat tanpa

mengurangi tingkat keandalan hasil. Hal ini menjadi salah satu keunggulan penggunaan analisis numerik dalam perencanaan bangunan gedung bertingkat.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Analisis yang dilakukan masih terbatas pada tahap perancangan struktur berdasarkan analisis linier elastis dan belum mencakup evaluasi perilaku struktur secara nonlinier, analisis berbasis kinerja (*performance-based design*), maupun validasi terhadap hasil pengujian lapangan. Selain itu, penelitian ini belum mengkaji aspek optimasi dimensi struktur, efisiensi biaya konstruksi, waktu pelaksanaan, serta integrasi dengan konsep *Building Information Modeling* (BIM). Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan analisis yang mengintegrasikan pemodelan struktur, optimasi desain, analisis biaya, dan teknologi BIM sehingga diperoleh proses perencanaan yang lebih efisien, akurat, dan berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis struktur menggunakan SAP2000, dapat disimpulkan bahwa perancangan struktur Gedung Kantor Bupati Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI) telah memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, stabilitas, dan keamanan sesuai ketentuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Pemodelan struktur tiga dimensi mampu menggambarkan respons bangunan terhadap kombinasi beban mati, beban hidup, dan beban gempa, sehingga diperoleh parameter gaya aksial, gaya geser, momen lentur, simpangan struktur, dan reaksi tumpuan yang digunakan sebagai dasar dalam perancangan elemen struktur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh elemen struktur atas, yang meliputi pelat, balok, kolom, dan tangga, serta elemen struktur bawah berupa *tie beam*, *pile cap*, dan pondasi *bore pile*, memiliki dimensi dan

kebutuhan penulangan yang memenuhi ketentuan perencanaan beton bertulang. Balok utama berukuran 400×500 mm, kolom 500×500 mm, dan *tie beam* 400×500 mm dinyatakan mampu menahan gaya dalam hasil analisis, sedangkan sistem pondasi memiliki kapasitas yang memadai untuk meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah pendukung secara aman.

Penggunaan SAP2000 terbukti meningkatkan efektivitas dan akurasi proses analisis dibandingkan pendekatan perhitungan manual karena mampu mengevaluasi perilaku struktur secara tiga dimensi, menghasilkan distribusi gaya dalam yang lebih representatif, serta mempermudah proses penentuan dimensi dan kebutuhan penulangan setiap elemen struktur. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dalam perencanaan bangunan perkantoran bertingkat yang memiliki karakteristik serupa, khususnya pada wilayah dengan tingkat kerawanan gempa yang tinggi.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penyajian analisis struktur secara terpadu yang mengintegrasikan evaluasi struktur atas dan struktur bawah dalam satu model numerik berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Pendekatan tersebut memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara respons struktur, distribusi gaya dalam, dan desain pondasi sehingga dapat mendukung proses perencanaan struktur yang lebih sistematis dan andal.

Penelitian ini masih terbatas pada analisis dan perancangan struktur menggunakan pendekatan linier elastis serta belum mencakup evaluasi perilaku struktur secara nonlinier, analisis berbasis kinerja (*performance-based design*), optimasi dimensi elemen, analisis biaya konstruksi, maupun integrasi dengan *Building Information Modeling* (BIM). Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan

mengembangkan pendekatan yang mengintegrasikan analisis struktur, optimasi desain, evaluasi biaya, dan teknologi BIM sehingga diperoleh proses perencanaan yang lebih efisien, akurat, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1727:2019 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [4] Computers and Structures, Inc. (2020). *SAP2000 Integrated Software for Structural Analysis and Design* (Version 22). Berkeley, CA: Computers and Structures, Inc.
- [5] McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2015). *Design of Reinforced Concrete* (10th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- [6] Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. (2010). *Design of Concrete Structures* (14th ed.). New York: McGraw-Hill.
- [7] Park, R., & Paulay, T. (1975). *Reinforced Concrete Structure*
- [8] Ibnu Aly, Heni Fitriani, Ika Juliantina. (2025). Analisis Faktor Penentu Keberhasilan Dari Penggunaan Project Management Information System (PMIS) Untuk Pengendalian Dan Pelaksanaan Proyek. *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, 17(1), 686-691.