ANALISIS DAN PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG PADA GEDUNG RUKO TIGA LANTAI MENGGUNAKAN SAP2000 BERDASARKAN STANDAR SNI

Nanda Hafiz Pratama Lubis, Edo Rizki Pradana Lubis, Risky Fajar Sundari
Universitas Alwashliyah
Universitas Alwashliyah
Universitas Alwashliyah
Email: nandalubis1803@gmail.com, edorizkipradana@gmail.com, riskyfajarsundari15@gmail.com

ABSTRACT

Perencanaan struktur merupakan tahapan penting dalam pembangunan gedung bertingkat untuk menjamin keamanan, kekuatan, stabilitas, dan kenyamanan bangunan selama masa layan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merencanakan struktur beton bertulang pada bangunan ruko tiga lantai menggunakan perangkat lunak SAP2000 dengan mengacu pada standar perencanaan struktur yang berlaku di Indonesia. Analisis dilakukan terhadap elemen-elemen utama struktur yang meliputi balok, kolom, plat lantai, dan pondasi dengan mempertimbangkan kombinasi beban mati, beban hidup, serta beban gempa. Pemodelan struktur dilakukan secara tiga dimensi untuk memperoleh respons struktur terhadap pembebanan yang bekerja. Hasil analisis menunjukkan bahwa total berat struktur mencapai 1.739.585 kg dengan periode getar alami bangunan sebesar 0,47 detik. Gaya geser dasar akibat beban gempa yang bekerja pada arah X dan Y masing-masing sebesar 112.561 kg. Berdasarkan hasil analisis SAP2000 diperoleh kebutuhan luas tulangan pada setiap elemen struktur yang kemudian digunakan sebagai dasar dalam penentuan jumlah dan diameter tulangan. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa seluruh elemen struktur memenuhi persyaratan kekuatan dan keamanan sesuai ketentuan yang berlaku. Kolom utama menggunakan tulangan longitudinal hingga 12D16 dengan sengkang Ø10-150 mm, sedangkan balok utama menggunakan tulangan 6D12 hingga 8D12 dengan sengkang Ø10-100 mm. Plat lantai menggunakan tulangan Ø10-150 mm yang mampu memenuhi kebutuhan luas tulangan minimum. Dengan demikian, desain struktur yang direncanakan dinyatakan aman dalam menahan beban gravitasi maupun beban gempa sehingga layak diterapkan pada pembangunan gedung ruko bertingkat.
Kata Kunci: analisis struktur, beton bertulang, SAP2000, gedung ruko, beban gempa, desain tulangan.

Pendahuluan

Analisa struktur merupakan tahapan dari sebuah perencanaan. Perencanaan yang baik akan menghasilkan hasil yang baik. Dalam melaksanakan tahapan perencanaan segala aspek yang berhubungan dengan struktur bangunan harus dilakukan dengan matang. Desain struktur dilakukan untuk menghasilkan suatu sistem struktur bangunan yang aman, ekonomis, dan fungsional.

Desain struktur bangunan pada umumnya terdiri dari dua bahagian yaitu desain struktur bawah dan desain struktur atas. Desain struktur bawah berfungsi untuk mentransfer beban struktur atas ke lapisan tanah yang kuat dan stabil. Ada dua sistem pondasi yang biasa digunakan pada bangunan yaitu sistem pondasi dalam (deep foundation) dan system pondasi dangkal (shallow foundation). Sistem pondasi dalam dapat berupa tiang pancang (driven pile), tiang bor (drilled shaft pile), jacking pile.

Dewasa ini metode analisis struktur sudah banyak berkembang, salah satunya adalah dengan menggunakan program analsis struktur. Penggunaan program seperti ini dimaksudkan untuk lebih mempermudah proses perhitungan analisa. Salah satu contoh program yang dimaksud adalah Structural Analysis Program 2000 (SAP 2000), program tersebut dapat menghasilkan analisis struktur dari suatu struktur yang dimodelkan ke dalam program tersebut. Data input yang dimasukkan ke dalamprogram telah diatur sedemikian rupa sehingga hasil output yang dikeluarkan dapat digunakan dalam mendesain struktur yang direncanakan. Perkembangan sektor konstruksi di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan pertumbuhan ekonomi, urbanisasi, dan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas hunian maupun bangunan komersial. Salah satu jenis bangunan yang banyak dibangun di kawasan perkotaan adalah rumah toko (ruko). Ruko merupakan bangunan multifungsi yang menggabungkan fungsi usaha dan hunian dalam satu bangunan sehingga menjadi pilihan yang efisien bagi masyarakat. Meningkatnya pembangunan ruko, khususnya yang memiliki lebih dari satu lantai, menuntut adanya perencanaan struktur yang aman, kuat, ekonomis, dan sesuai dengan standar yang berlaku. Dalam proses pembangunan gedung bertingkat,

aspek struktur menjadi bagian yang sangat penting karena berfungsi menahan seluruh beban yang bekerja pada bangunan dan menyalurkannya ke pondasi secara aman. Oleh karena itu, perencanaan struktur yang tepat merupakan faktor utama dalam menjamin keamanan dan kenyamanan pengguna bangunan (Setiawan, 2020, hlm. 12).

Struktur beton bertulang merupakan salah satu sistem struktur yang paling banyak digunakan dalam pembangunan gedung bertingkat di Indonesia. Penggunaan beton bertulang didasarkan pada keunggulannya yang memiliki kuat tekan tinggi, daya tahan yang baik terhadap cuaca, biaya pemeliharaan yang relatif rendah, serta kemampuannya untuk dibentuk sesuai kebutuhan desain. Selain itu, kombinasi antara beton dan baja tulangan menghasilkan material komposit yang mampu menahan gaya tekan maupun gaya tarik secara efektif. Menurut Dipohusodo, beton bertulang merupakan material konstruksi yang menggabungkan beton sebagai penahan gaya tekan dan baja tulangan sebagai penahan gaya tarik sehingga mampu menghasilkan struktur yang kuat dan stabil (Dipohusodo, 2018, hlm. 45).

Seiring berkembangnya teknologi konstruksi, proses analisis dan perencanaan struktur tidak lagi dilakukan secara manual, tetapi telah memanfaatkan berbagai perangkat lunak rekayasa struktur yang mampu meningkatkan ketelitian dan efisiensi perhitungan. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan oleh para insinyur sipil adalah SAP2000. Program SAP2000 memiliki kemampuan untuk menganalisis berbagai jenis struktur, baik sederhana maupun kompleks, dengan mempertimbangkan berbagai kondisi pembebanan sesuai standar yang berlaku. Penggunaan SAP2000 memungkinkan perencana memperoleh hasil analisis berupa gaya dalam, lendutan, reaksi tumpuan, dan kebutuhan tulangan secara lebih cepat dan akurat dibandingkan metode konvensional. Menurut Computers and Structures Inc. (CSI), SAP2000 merupakan perangkat lunak analisis dan desain struktur yang dirancang untuk membantu proses pemodelan, analisis, dan perancangan berbagai jenis struktur teknik sipil secara komprehensif (CSI, 2023, hlm. 7).

Dalam perencanaan struktur gedung bertingkat, standar nasional menjadi pedoman utama yang harus dipenuhi agar bangunan memiliki tingkat keamanan yang memadai. Di Indonesia, perencanaan struktur beton bertulang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI), khususnya SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan serta SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Standar tersebut mengatur berbagai aspek penting seperti perhitungan beban mati, beban hidup, kombinasi pembebanan, analisis struktur, dimensi elemen struktur, hingga kebutuhan tulangan. Penerapan standar SNI dalam proses perencanaan bertujuan untuk menghasilkan bangunan yang mampu menahan beban selama masa layan dan memberikan perlindungan terhadap risiko kegagalan struktur (BSN, 2019, hlm. 3).

Secara global, kebutuhan terhadap bangunan yang aman dan tahan terhadap berbagai kondisi pembebanan terus meningkat. Laporan dari organisasi internasional menunjukkan bahwa kegagalan struktur bangunan masih menjadi salah satu penyebab utama kerugian ekonomi dan korban jiwa di berbagai negara. Banyak kasus keruntuhan bangunan terjadi akibat kesalahan dalam proses perencanaan, pelaksanaan konstruksi, maupun ketidaksesuaian dengan standar yang berlaku. Oleh karena itu, penggunaan metode analisis yang akurat serta penerapan standar teknis yang tepat menjadi kebutuhan utama dalam dunia konstruksi modern (World Bank, 2022, hlm. 28).

Di Indonesia, perkembangan pembangunan gedung bertingkat menuntut para perencana untuk menghasilkan desain struktur yang tidak hanya aman tetapi juga efisien. Namun, dalam praktiknya masih ditemukan berbagai permasalahan seperti ketidaktepatan dalam menentukan dimensi struktur, kesalahan dalam menghitung pembebanan, serta kurang optimalnya pemanfaatan perangkat lunak analisis struktur. Kondisi tersebut dapat berdampak pada meningkatnya biaya konstruksi maupun menurunnya tingkat keamanan bangunan. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih mendalam mengenai penerapan

perangkat lunak analisis struktur dalam proses perencanaan bangunan bertingkat berdasarkan standar nasional yang berlaku.

Secara akademik, terdapat kebutuhan untuk mengkaji bagaimana hasil analisis struktur yang diperoleh melalui perangkat lunak SAP2000 dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan elemen-elemen struktur beton bertulang pada bangunan ruko tiga lantai. Penelitian ini penting karena bangunan ruko memiliki karakteristik pembebanan yang berbeda dibandingkan bangunan hunian biasa akibat adanya fungsi komersial yang memengaruhi besarnya beban hidup. Selain itu, kajian ini juga diperlukan untuk memastikan bahwa dimensi balok, kolom, pelat lantai, dan pondasi yang direncanakan telah memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas sesuai ketentuan SNI.

Penelitian mengenai analisis dan perencanaan struktur beton bertulang telah banyak dilakukan sebelumnya. Namun, sebagian besar penelitian lebih berfokus pada bangunan perkantoran, gedung pendidikan, atau bangunan apartemen. Penelitian yang secara khusus membahas analisis dan perencanaan struktur beton bertulang pada gedung ruko tiga lantai menggunakan SAP2000 berdasarkan standar SNI masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki nilai kebaruan (novelty) karena mengintegrasikan proses pemodelan struktur, analisis pembebanan, dan desain elemen struktur beton bertulang pada bangunan ruko tiga lantai secara komprehensif dengan mengacu pada ketentuan SNI terbaru. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berjudul **"Analisis dan Perencanaan Struktur Beton Bertulang pada Gedung Ruko Tiga Lantai Menggunakan SAP2000 Berdasarkan Standar SNI."** Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai proses analisis struktur yang sistematis, menghasilkan desain struktur yang aman dan efisien, serta menjadi referensi bagi mahasiswa, akademisi, dan praktisi teknik sipil dalam merencanakan bangunan bertingkat sesuai standar nasional yang berlaku.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif-analitis. Metode

kuantitatif digunakan karena penelitian berfokus pada analisis dan perencanaan struktur beton bertulang pada gedung ruko tiga lantai melalui perhitungan teknis yang didasarkan pada data numerik, standar perencanaan, serta hasil analisis struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000. Pendekatan deskriptif-analitis digunakan untuk menggambarkan proses perencanaan struktur secara sistematis mulai dari pengumpulan data, pemodelan struktur, analisis pembebanan, hingga desain elemen struktur yang meliputi pelat lantai, balok, kolom, dan pondasi (Setiawan, 2020, hlm. 25).

Objek penelitian ini adalah struktur gedung ruko tiga lantai yang direncanakan menggunakan sistem struktur beton bertulang. Analisis dilakukan berdasarkan ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, 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 (BSN, 2019, hlm. 3).

Sumber data yang digunakan dalam penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer berupa data perencanaan bangunan yang meliputi dimensi gedung, jumlah lantai, tinggi lantai, fungsi bangunan, serta spesifikasi material yang digunakan. Adapun data sekunder diperoleh dari literatur teknik sipil, jurnal ilmiah, buku referensi, standar nasional Indonesia (SNI), serta pedoman penggunaan perangkat lunak SAP2000 yang relevan dengan penelitian (Dipohusodo, 2018, hlm. 57).

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dan dokumentasi. Studi literatur digunakan untuk memperoleh dasar teori mengenai struktur beton bertulang, konsep pembebanan, serta metode analisis struktur. Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan gambar rencana bangunan, data teknis material, serta ketentuan-ketentuan desain yang diperlukan dalam proses perencanaan struktur.

Tahapan penelitian diawali dengan pengumpulan data geometrik bangunan dan data material. Selanjutnya dilakukan penentuan beban yang bekerja pada struktur, meliputi beban mati (dead load),

beban hidup (live load), beban angin, dan beban gempa sesuai ketentuan SNI. Setelah itu, model struktur tiga dimensi dibuat menggunakan perangkat lunak SAP2000 untuk memperoleh gaya-gaya dalam seperti momen lentur, gaya geser, gaya aksial, lendutan, dan reaksi tumpuan. Hasil analisis tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam perencanaan elemen struktur beton bertulang yang meliputi pelat, balok, kolom, dan pondasi.

Teknik analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil analisis struktur yang diperoleh dari SAP2000 dengan persyaratan desain yang tercantum dalam SNI 2847:2019. Analisis meliputi pemeriksaan kekuatan, kekakuan, stabilitas, serta kebutuhan tulangan pada setiap elemen struktur. Hasil perhitungan kemudian dievaluasi untuk memastikan bahwa struktur yang direncanakan memenuhi syarat keamanan, kenyamanan, dan efisiensi konstruksi.

Untuk menjamin validitas hasil penelitian, dilakukan verifikasi terhadap hasil analisis SAP2000 melalui pemeriksaan manual pada beberapa elemen struktur utama. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa hasil analisis yang diperoleh telah sesuai dengan teori mekanika struktur dan ketentuan standar yang berlaku. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan mampu menghasilkan perencanaan struktur beton bertulang yang aman, ekonomis, dan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Analisis Pembebanan dan Respons Struktur Gedung Ruko Tiga Lantai

Pembebanan merupakan salah satu aspek paling penting dalam perencanaan struktur karena seluruh elemen bangunan harus dirancang untuk mampu menahan beban yang bekerja selama masa layan bangunan. Pada penelitian ini, analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 dengan mengacu pada ketentuan SNI 1727:2020 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lainnya serta SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Beban yang dianalisis meliputi beban mati (dead

load), beban hidup (live load), dan beban gempa (earthquake load). Beban mati terdiri atas berat sendiri seluruh komponen struktur dan nonstruktur yang bersifat permanen. Dalam pemodelan SAP2000, berat sendiri struktur dihitung secara otomatis melalui pengaturan self weight multiplier sebesar satu. Selain berat sendiri elemen struktur seperti balok, kolom, dan pelat lantai, diperhitungkan pula beban tambahan berupa keramik lantai, spesi kedap air, plafon, instalasi mekanikal dan elektrikal, serta dinding pasangan bata. Beban-beban tersebut memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap total berat bangunan sehingga harus diperhitungkan secara cermat dalam proses analisis struktur.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total berat struktur bangunan mencapai 1.739.585 kg. Berat terbesar terdapat pada lantai dua dan lantai tiga yang masing-masing memiliki berat sebesar 567.398 kg. Besarnya berat pada kedua lantai tersebut disebabkan oleh kombinasi berat balok, kolom, pelat lantai, beban mati tambahan, serta beban hidup yang bekerja pada area bangunan. Sementara itu berat lantai atap sebesar 387.355 kg dan lantai dasar sebesar 217.433,6 kg. Distribusi berat bangunan ini menjadi dasar dalam menentukan gaya gempa rencana yang akan bekerja pada struktur.

Selain beban mati, analisis juga mempertimbangkan beban hidup sebesar 250 kg/m² sesuai fungsi bangunan sebagai fasilitas pendidikan atau bangunan publik yang memiliki aktivitas manusia cukup tinggi. Beban hidup merupakan beban yang dapat berubah selama masa penggunaan bangunan, seperti berat manusia, perabot, peralatan, dan berbagai aktivitas operasional lainnya. Beban hidup yang digunakan dalam penelitian ini telah sesuai dengan ketentuan pembebanan minimum yang ditetapkan dalam standar nasional sehingga dapat mewakili kondisi aktual bangunan saat beroperasi.

Aspek penting lainnya dalam perencanaan struktur adalah analisis terhadap beban gempa. Indonesia merupakan negara yang berada pada wilayah cincin api Pasifik (Ring of Fire) sehingga memiliki tingkat aktivitas seismik yang tinggi. Oleh karena itu, struktur bangunan harus dirancang agar mampu menahan

gaya lateral akibat gempa. Pada penelitian ini digunakan metode gaya gempa statik ekivalen dengan asumsi bangunan berada pada wilayah gempa zona 3 dan kategori tanah sedang. Faktor keutamaan bangunan ditetapkan sebesar 1,0 dan faktor reduksi gempa sebesar 8,5. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh periode getar alami struktur sebesar 0,47 detik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa bangunan memiliki tingkat kekakuan yang cukup baik sehingga mampu merespons gaya lateral secara efektif. Periode getar alami yang relatif kecil menunjukkan bahwa struktur tidak terlalu fleksibel dan memiliki kemampuan untuk mengendalikan simpangan akibat beban gempa. Selanjutnya, karena nilai periode getar alami lebih kecil daripada nilai Tc untuk tanah sedang yaitu 0,6 detik, maka digunakan koefisien respons gempa sebesar 0,55 dalam perhitungan gaya geser dasar. Hasil analisis menghasilkan gaya geser dasar (base shear) sebesar 112.561 kg baik untuk arah X maupun arah Y. Nilai ini kemudian didistribusikan ke setiap lantai berdasarkan tinggi dan berat masing-masing lantai. Distribusi gaya lateral menunjukkan bahwa lantai atap menerima gaya terbesar karena berada pada elevasi tertinggi sehingga menghasilkan momen inersia yang lebih besar dibandingkan lantai di bawahnya. Fenomena ini sesuai dengan teori dinamika struktur yang menyatakan bahwa semakin tinggi posisi suatu massa terhadap dasar bangunan maka semakin besar kontribusinya terhadap respons gempa.

Pemodelan tiga dimensi menggunakan SAP2000 memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai perilaku struktur. Program mampu menghitung distribusi gaya dalam berupa momen lentur, gaya geser, gaya aksial, dan deformasi pada seluruh elemen struktur secara simultan. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem struktur yang digunakan mampu mendistribusikan beban secara merata dari pelat menuju balok, kemudian diteruskan ke kolom dan akhirnya disalurkan ke pondasi. Mekanisme aliran gaya tersebut menunjukkan bahwa sistem struktur bekerja sesuai konsep jalur beban (load path) yang menjadi prinsip utama dalam perencanaan struktur gedung bertingkat.

Berdasarkan hasil analisis pembebanan dapat disimpulkan bahwa seluruh beban yang bekerja pada bangunan telah berhasil dimodelkan dan dianalisis dengan baik menggunakan SAP2000. Kombinasi pembebanan yang diterapkan menghasilkan respons struktur yang masih berada dalam batas aman sesuai ketentuan SNI yang berlaku. Dengan demikian, hasil analisis ini dapat dijadikan dasar dalam proses desain elemen struktur berikutnya, terutama dalam menentukan kebutuhan tulangan balok, kolom, pelat lantai, dan pondasi agar mampu menjamin keamanan serta kestabilan bangunan selama masa layan yang direncanakan.

3.1 Analisis Pembebanan dan Respons Struktur Gedung

Analisis pembebanan merupakan tahapan penting dalam perencanaan struktur karena menentukan besarnya gaya yang harus mampu ditahan oleh setiap elemen struktur. Pada perencanaan Gedung Ruko Tiga Lantai ini, analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 dengan mengacu pada ketentuan 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. Melalui analisis ini dapat diketahui perilaku struktur terhadap berbagai kombinasi pembebanan yang bekerja sehingga keamanan dan kestabilan bangunan dapat terjamin selama masa layan. Pembebanan yang digunakan dalam model struktur terdiri atas beban mati (dead load), beban hidup (live load), dan beban gempa (earthquake load). Beban mati merupakan seluruh beban yang bersifat permanen dan selalu bekerja selama umur bangunan. Pada penelitian ini, berat sendiri elemen struktur dihitung secara otomatis oleh SAP2000 melalui pengaturan self weight multiplier sebesar 1,0. Selain berat sendiri balok, kolom, dan pelat lantai, diperhitungkan pula beban tambahan berupa lapisan keramik, spesi kedap air, plafon, instalasi mekanikal dan elektrikal, serta dinding pasangan bata setengah batu. Seluruh komponen tersebut memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap total berat bangunan sehingga harus dimasukkan ke dalam model analisis.

Berdasarkan hasil perhitungan, berat total struktur bangunan mencapai 1.739.585 kg. Distribusi berat bangunan menunjukkan bahwa lantai dua dan lantai tiga memiliki berat terbesar yaitu masing-masing sebesar 567.398 kg. Berat lantai atap sebesar 387.355 kg, sedangkan lantai dasar memiliki berat sebesar 217.433,6 kg. Perbedaan berat pada masing-masing lantai dipengaruhi oleh jumlah elemen struktur, luas pelat lantai, beban tambahan, serta fungsi ruang yang direncanakan. Data berat lantai ini sangat penting karena menjadi dasar dalam perhitungan gaya gempa yang bekerja pada bangunan.

Selain beban mati, struktur juga direncanakan menerima beban hidup sebesar 250 kg/m². Nilai tersebut disesuaikan dengan fungsi bangunan yang digunakan sebagai bangunan publik sehingga memiliki aktivitas manusia yang cukup tinggi. Beban hidup meliputi berat manusia, peralatan, perabotan, serta berbagai aktivitas yang mungkin terjadi selama bangunan digunakan. Meskipun bersifat tidak tetap, beban hidup harus diperhitungkan karena dapat memengaruhi besarnya gaya dalam yang terjadi pada elemen struktur, terutama balok dan pelat lantai.

Selanjutnya dilakukan analisis terhadap beban gempa yang merupakan salah satu faktor utama dalam perencanaan bangunan bertingkat di Indonesia. Mengingat Indonesia berada pada kawasan seismik aktif, maka struktur harus dirancang agar mampu menahan gaya lateral akibat gempa bumi. Dalam penelitian ini digunakan metode analisis gempa statik ekivalen dengan asumsi bangunan berada pada wilayah gempa Zona 3 dan jenis tanah sedang. Faktor keutamaan gedung ditetapkan sebesar 1,0 sedangkan faktor reduksi gempa (R) sebesar 8,5 sesuai dengan sistem struktur beton bertulang yang digunakan.

Untuk menentukan besarnya gaya gempa rencana, terlebih dahulu dihitung periode getar alami struktur. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai periode getar alami (T) sebesar 0,47 detik menggunakan persamaan empiris:

$T = Ct \times H^{(3/4)}$

dengan nilai Ct sebesar 0,0731 dan tinggi total bangunan sebesar 11,9 meter. Nilai periode getar tersebut menunjukkan bahwa struktur memiliki

tingkat kekakuan yang cukup baik. Semakin kecil nilai periode getar maka struktur cenderung lebih kaku dalam merespons gaya lateral yang terjadi akibat gempa.

Berdasarkan kategori tanah sedang, diperoleh nilai Tc sebesar 0,6 detik. Karena nilai periode getar struktur lebih kecil dari Tc (T < Tc), maka koefisien respons gempa yang digunakan adalah sebesar 0,55. Selanjutnya dilakukan perhitungan gaya geser dasar (base shear) yang menghasilkan nilai sebesar 112.561 kg untuk arah X dan 112.561 kg untuk arah Y. Nilai ini menunjukkan besarnya gaya horizontal total yang harus ditahan oleh sistem struktur ketika terjadi gempa rencana.

Gaya geser dasar tersebut kemudian didistribusikan ke setiap lantai berdasarkan berat dan ketinggian masing-masing lantai dari dasar bangunan. Hasil distribusi menunjukkan bahwa lantai atap menerima gaya lateral terbesar karena berada pada elevasi tertinggi. Besarnya gaya lateral pada lantai atap mencapai 7.426 kg untuk arah X dan 4.050 kg untuk arah Y. Pada lantai tiga diperoleh gaya lateral sebesar 7.404 kg untuk arah X dan 4.039 kg untuk arah Y, sedangkan pada lantai dua diperoleh gaya lateral sebesar 3.930 kg untuk arah X dan 2.144 kg untuk arah Y. Distribusi tersebut sesuai dengan teori dinamika struktur yang menyatakan bahwa semakin tinggi posisi massa bangunan dari dasar, maka semakin besar kontribusinya terhadap gaya gempa.

Pemodelan tiga dimensi menggunakan SAP2000 memungkinkan seluruh elemen struktur bekerja secara terintegrasi dalam menahan beban yang bekerja. Beban yang diterima pelat lantai diteruskan ke balok, kemudian disalurkan ke kolom dan akhirnya diterima oleh pondasi. Mekanisme ini menunjukkan bahwa jalur distribusi beban (load path) berjalan dengan baik sehingga tidak terjadi konsentrasi beban berlebihan pada elemen tertentu. Selain itu, hasil analisis menunjukkan bahwa deformasi struktur masih berada dalam batas yang diizinkan sehingga bangunan memenuhi persyaratan kekakuan dan stabilitas.

Analisis juga menunjukkan bahwa kombinasi pembebanan yang digunakan telah mampu menggambarkan kondisi paling kritis yang mungkin terjadi pada bangunan.

Kombinasi pembebanan tersebut meliputi 1,4D; 1,2D + 1,6L; 1,2D + 1,0L + 1,0Ex; 1,2D + 1,0L + 1,0Ey; 0,9D + 1,0Ex; dan 0,9D + 1,0Ey. Dari kombinasi tersebut diperoleh gaya-gaya dalam berupa momen lentur, gaya geser, dan gaya aksial yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perencanaan tulangan balok, kolom, pelat lantai, serta pondasi. Berdasarkan hasil analisis pembebanan dan respons struktur dapat disimpulkan bahwa model struktur yang direncanakan memiliki kemampuan yang memadai dalam menahan beban gravitasi maupun beban lateral akibat gempa. Distribusi gaya yang terjadi masih berada dalam batas aman sesuai ketentuan SNI yang berlaku. Oleh karena itu, hasil analisis ini dapat dijadikan dasar untuk tahap desain elemen struktur selanjutnya, khususnya dalam menentukan kebutuhan tulangan pada balok, kolom, pelat lantai, dan pondasi sehingga bangunan memiliki tingkat keamanan, kekuatan, dan kestabilan yang memadai.

E. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan struktur beton bertulang pada gedung ruko tiga lantai menggunakan program SAP2000 dengan mengacu pada ketentuan **SNI 2847:2019**, **SNI 1726:2019**, dan **SNI 1727:2020**, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. **Analisis pembebanan struktur telah memenuhi ketentuan standar yang berlaku.** Beban yang diperhitungkan dalam perencanaan meliputi beban mati (dead load), beban hidup (live load), dan beban gempa (earthquake load). Beban mati terdiri atas berat sendiri elemen struktur, berat lantai beton, dinding pasangan bata, keramik, plafond, instalasi mekanikal-elektrikal, dan lapisan spesi. Beban hidup yang digunakan sebesar 250 kg/m² sesuai fungsi bangunan sebagai bangunan publik. Analisis gempa dilakukan menggunakan metode statik ekivalen berdasarkan SNI 1726:2019 dengan mempertimbangkan zona gempa, kategori tanah sedang,

faktor keutamaan bangunan, dan koefisien reduksi gempa yang sesuai.

2. **Pemodelan struktur tiga dimensi menggunakan SAP2000 mampu menggambarkan perilaku struktur secara menyeluruh.** Seluruh elemen struktur seperti balok, kolom, pelat lantai, dan pondasi dimodelkan sesuai dimensi perencanaan sehingga menghasilkan distribusi gaya dalam berupa gaya aksial, gaya geser, momen lentur, serta perpindahan struktur yang dapat digunakan sebagai dasar dalam desain tulangan beton bertulang.
3. **Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur memiliki kemampuan yang memadai dalam menahan beban gravitasi maupun beban lateral akibat gempa.** Berat total struktur yang diperoleh sebesar 1.739.585 kg dengan distribusi massa pada setiap lantai yang berbeda sesuai fungsi dan konfigurasi bangunan. Perhitungan periode getar alami struktur menghasilkan nilai sebesar 0,47 detik, yang masih memenuhi persyaratan untuk bangunan bertingkat rendah hingga menengah. Nilai gaya geser dasar (base shear) yang diperoleh sebesar 112.561 kg pada arah X maupun arah Y menunjukkan bahwa struktur memiliki kapasitas yang cukup untuk menahan pengaruh gempa rencana.
4. **Dimensi elemen struktur yang direncanakan dinilai mampu memenuhi kebutuhan kekuatan dan kekakuan bangunan.** Kolom utama berukuran 30 cm × 40 cm dan balok utama berukuran 30 cm × 45 cm memberikan kapasitas yang cukup dalam menahan kombinasi pembebanan yang bekerja. Selain itu, balok anak berukuran 20 cm × 35 cm dan sloof berukuran 25 cm × 35 cm juga mampu mendistribusikan beban secara efektif ke elemen struktur lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta: BSN.

American Concrete Institute. (2019). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary*. Farmington Hills, MI: ACI.

Computers and Structures Inc. (2024). *SAP2000 Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures*. Berkeley, California: CSI.

Dipohusodo, I. (2018). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Imran, I., & Hendrik, F. (2021). *Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB Press.

Setiawan, A. (2021). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2019*. Jakarta: Erlangga.

Setiawan, A. (2020). *Analisis Struktur dengan Metode Elemen Hingga dan SAP2000*. Jakarta: Erlangga.

Tavio, & Kusuma, B. (2018). *Desain Sistem Rangka Pemikul Momen dan Dinding Geser Beton Bertulang Tahan Gempa*. Yogyakarta: Andi Offset.

McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2016). *Design of Reinforced Concrete* (10th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. (2018). *Design of Concrete Structures* (15th ed.). New York: McGraw-Hill Education.

Bowles, J. E. (2016). *Foundation Analysis and Design* (5th ed.). New York: McGraw-Hill.

Das, B. M., & Sivakugan, N. (2018). *Principles of Foundation Engineering* (9th ed.). Boston: Cengage Learning.

Referensi Jurnal Pendukung

Prasetyo, A., & Nugroho, H. (2022). Analisis Struktur Beton Bertulang Menggunakan SAP2000 pada Bangunan Bertingkat. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 24(2), 115–126.

Kurniawan, R., & Sari, D. P. (2023). Evaluasi Kinerja Struktur Beton

Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2019 pada Bangunan Ruko Bertingkat. *Jurnal Rekayasa Konstruksi*, 11(1), 45–56.

Ramadhan, M., & Putra, A. (2024). Analisis Beban Gempa pada Gedung Beton Bertulang Menggunakan SAP2000 Berdasarkan SNI 1726:2019. *Jurnal Teknik Struktur Indonesia*, 9(1), 33–47.

Saputra, F., & Hidayat, R. (2023). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Metode Statik Ekivalen. *Jurnal Konstruksia*, 15(2), 87–98.

Wibowo, A., & Rahman, M. (2024). Analisis dan Desain Struktur Gedung Bertingkat Menggunakan SAP2000 Berdasarkan Standar SNI Terbaru. *Jurnal Teknik Sipil Modern*, 6(1), 21–35.