BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Karakteristik dan parameter yang unik memerlukan penyesuaian pada analisis struktur menggunakan aplikasi ETABS v.21, agar sesuai dengan kondisi fisik dan beban yang sebenarnya di lokasi bangunan. Dalam penelitian ini, analisis struktur dilakukan untuk gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru dengan menggunakan ETABS v.21. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menciptakan model struktur bangunan yang akurat dengan mempertimbangkan berbagai faktor penting yang memengaruhi perilaku struktur, termasuk sifat material dan geometri bangunan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi kinerja struktur dalam menghadapi beban gravitasi dan lateral, serta mengidentifikasi potensi kelemahan yang ada (Simanjuntak 2022).

Melalui penelitian ini, kami ingin menekankan betapa pentingnya melakukan analisis struktur pada bangunan komersial menggunakan perangkat lunak ETABS v.21. Dengan pemahaman yang lebih mendalam mengenai struktur bangunan dan penerapan perangkat lunak analisis struktural, diharapkan kesadaran akan pentingnya keamanan struktural dalam proses pembangunan kota yang berkelanjutan dapat meningkat (Durachman, Hasyim, and Komarudin 2022).

Berdasarkan pembahasan dan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini menggunakan perangkat lunak aplikasi ETABS v.21

untuk menganalisis dan mengkaji kekuatan struktur bangunan. Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian ini membahas permasalahan tersebut dengan judul: **"STUDI ANALISIS STRUKTUR GEDUNG KANTOR DINAS PARIWISATA PEMUDA OLAHRAGA KAB. BARRU TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN MENGGUNAKAN ETABS"**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan penelitian yang telah dipaparkan, rumusan masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara melakukan pemodelan struktur Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru menggunakan software ETABS v.21?
2. Bagaimana cara menganalisis kekuatan maksimum struktur Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru dengan menggunakan software ETABS v.21?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memahami proses pemodelan struktur Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru melalui software ETABS v.21.
2. Untuk mengevaluasi analisis kekuatan maksimum struktur Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru dengan memanfaatkan program software ETABS v.21. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk menilai apakah desain yang ada telah memenuhi standar

ketahanan terhadap beban gempa dan untuk mengidentifikasi potensi kelemahan dalam desain yang mungkin mempengaruhi keselamatan dan kinerja struktur gedung.

D. Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembahasan, peneliti menguraikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Gedung yang dianalisis adalah Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga, yang berlokasi di Jl. HM Saleh Lawa, Kel. Sumpang Binangae, Kec. Barru, Sulawesi Selatan 90712.
2. Penelitian ini menggunakan data sekunder, yaitu dokumen DED yang diteliti kembali untuk keperluan peneliti, tanpa mengandalkan data primer.
3. Struktur yang dianalisis mencakup dari kolom, balok, plat lantai, dan atap.
4. Jenis beban yang dipertimbangkan dalam analisis perilaku struktur yaitu beban gempa.
5. Pengolahan informasi data output menggunakan program software ETABS.

E. Manfaat Menelitian

Berikut ini adalah manfaat yang dihasilkan dari penelitian ini:

1. Penelitian ini berkontribusi dalam peningkatan pengetahuan di bidang teknik sipil.
2. Penelitian ini memberikan wawasan lebih dalam mengenai karakteristik struktur Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru, serta kinerja strukturnya dalam memikul beban gempa. Dengan demikian, penelitian ini membantu dalam mengidentifikasi potensi

kerusakan di struktur, yang disebabkan oleh beban gempa kemudian bisa diperbaiki atau ditingkatkan agar bangunan lebih aman.

3. Penelitian ini juga meningkatkan pemahaman tentang penggunaan program *ETABS* v.21.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat dilihat sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan ini mengandung latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, sistematika penulisan yang digunakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka ini mengandung landasan teori dan berbagai literatur berhubungan persoalan yang akan dibahas.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian dijelaskan lokasi pengujian, waktu pengujian, alat dan bahan penelitian, serta dijelaskan hal-hal apa saja yang dikerjakan pada penelitian ini dan langkah kerjanya.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas analisis data berlandaskan hasil pengujian yang didapat selama melakukan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan langkah akhir dari pengerjaan tugas akhir yang menghasilkan kesimpulan dan saran secara garis besar dan hasil penelitian yang dilakukan beserta saran yang disampaikan untuk pembaca dan penelitian berikutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. SNI 1726:2019

SNI 1726:2019 merupakan standar gempa terbaru di Indonesia menggantikan SNI 1726-2012 yang dianggap tidak memadai sebagai panduan struktur tahan gempa mengingat kerusakan yang disebabkan oleh gempa bumi di Indonesia, seperti gempa selat sunda 2006 menelan 550 korban jiwa, gempa bumi Yogyakarta 2006 menelan 5600 korban jiwa (Febrianto & Putra, 2024). Pembaharuan pada SNI 1726:2019 mencakup pasal 4.2.2 mengenai perubahan kombinasi pembeban metode ultimit, pasal 6.4 yang membahas perubahan respons spektrum desain, pasal 7.9.1 mengenai perubahan persyaratan analisis ragam, serta pasal 7.9 yang mengalami perubahan dalam pengskalaan gaya gempa dan pembaharuan peta gempa Indonesia (Nasional, 2012)

Tujuan dari struktur gedung yang ketahanan gempanya direncanakan dapat berfungsi sebagai berikut:

1) Membatasi ketidaknyamanan penghunian bagi penghuni gedung ketika terjadi gempa ringan sampai sedang.
2) Mempertahankan setiap layanan vital dari fungsi gedung, membatasi kerusakan gedung akibat gempa ringan sampai sedang, sehingga masih bisa diperbaiki.

3) Menghindari terjadinya korban jiwa manusia oleh runtuhnya gedung akibat gempa yang kuat.

B. Struktur Bangunan

Sebuah sistem struktur kerangka terdiri dari kumpulan elemen-elemen struktur. Dalam konstruksi beton bertulang, elemen seperti balok, kolom, atau dinding geser membentuk kerangka yang dikenal sebagai sistem struktur portal. Sementara itu, sistem struktur yang tidak membedakan unsur-unsurnya, seperti plat, cangkang, atau tangki, disebut sistem struktur kontinum. Setiap elemen dalam sistem struktur memiliki fungsi dan karakteristik yang berbeda. Dalam keseluruhan sistem tersebut, elemen-elemen struktur bertugas untuk menyalurkan beban dari atas menuju ke tanah sistem fondasi (Dimas Arief Wicaksono, Reni Suryanita, and Zulfikar Djauhari 2019).

Menurut SNI 1726-2012, bangunan gedung terdiri dari dua bagian utama, yaitu struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas adalah bagian dari bangunan yang berada di atas permukaan tanah, sedangkan struktur bawah adalah bagian yang terletak di bawah permukaan tanah. Struktur bawah ini mencakup elemen-elemen seperti bangunan besmen dan fondasi (Anggraini, Septiandini, and Wangi 2024).

1. Beton Bertulang

Beton bertulang adalah material komposit dimana tulangan baja disusun ke dalam beton sedemikian rupa, berfungsi menahan gaya tarik pada struktur. Kedua material tersebut bekerja sama untuk menahan gaya-gaya yang bekerja pada

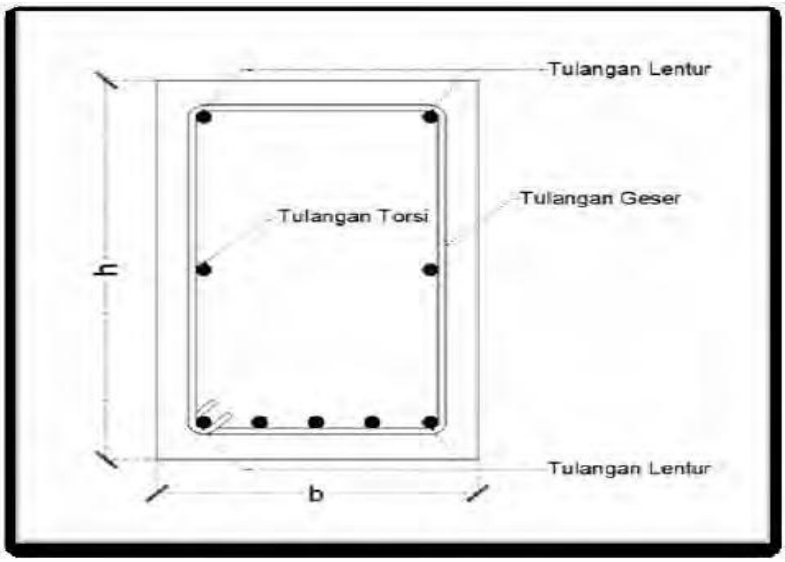
elemen tersebut. Kombinasi kedua material menjadikan beton bertulang mempunyai sifat yang sangat kuat terhadap gaya tekan dan tarik (Rifaldo 2020).

Meskipun beton bertulang memiliki berbagai kelebihan dibandingkan dengan material lainnya, ia juga menghadapi sejumlah tantangan yang dapat mengurangi keunggulannya. Salah satu masalah yang paling umum terjadi adalah keretakan pada material ini. Keretakan tersebut biasanya disebabkan oleh beban yang bekerja pada beton. Jika kita mengamati lebih dekat, kita akan menemukan pola retak pada balok yang bersifat vertikal dan diagonal, serta adanya retakan halus atau retak rambut lainnya (Saputra and Krisno 2024).

Menurut (Novyeremia, Baru, and Meilawaty 2023), beton secara sederhana terbentuk melalui pengerasan campuran semen, air, agregat halus (seperti pasir), dan agregat kasar (seperti batu pecah atau kerikil). Untuk meningkatkan kualitas beton, sering kali ditambahkan bahan tambahan (*admixture*). Meskipun beton memiliki ketahanan yang tinggi terhadap gaya tekan, ia memiliki ketahanan yang sangat rendah terhadap gaya tarik.

2. Struktur Balok

Balok merupakan elemen struktural horizontal yang berfungsi untuk menahan beban dan menghasilkan gaya lentur serta geser. Balok ini terletak di antara kolom, dan berperan penting dalam mendistribusikan beban yang diterima dari plat ke arah kolom, sehingga beban tersebut dapat diteruskan dengan efektif ke struktur yang lebih besar.



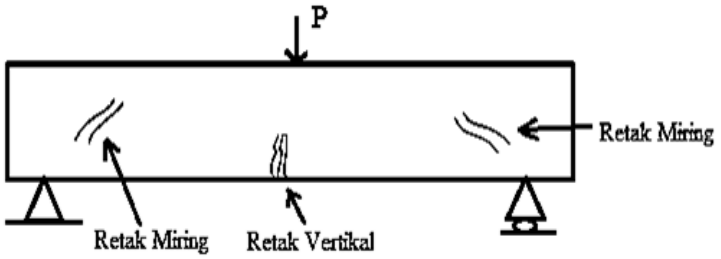
Gambar 2. 1 Susunan Tulangan Balok
Sumber: (Lesmana, Teori Desain Struktur Beton Bertulang, 2019)

Pada Gambar 2. 1, tampak balok yang ditempatkan secara merata di seluruh area dan ditopang oleh penyangga sederhana di setiap ujungnya. Dalam keadaan pembebanan ini, balok mengalami lenturan yang menyebabkan terjadinya tegangan tarik dan tekan pada penampangnya. Tegangan tekan terjadi pada serat bagian atas penampang balok, sedangkan tegangan tarik muncul pada serat bagian bawah. Ternyata, beban yang relatif kecil pada kolom bisa mengakibatkan anomali dalam aliran tekanan. Pada kondisi ini, tegangan tekan dan tarik belum mencapai kekuatan maksimum bahan dasar atau penopang. Distribusi tegangan tekan dalam situasi ini juga bersifat linier.

Perilaku balok beton bertulang ketika diberikan gaya sangat bervariasi, tergantung pada apakah gaya tersebut bersifat lentur atau geser. Saat balok beton mengalami beban tegak lurus, perilaku lentur yang terjadi akan menyebabkan lendutan pada balok. Di sisi lain, perilaku geser pada balok dapat dikenali melalui

pola retak dan keruntuhan yang muncul saat gaya diterapkan.

Misalnya, ketika sebuah balok ditumpu secara sederhana (dengan tumpuan sendi-rol) dan diberikan beban yang cukup berat di atasnya, dua jenis retakan bisa muncul. Retak ini bisa berupa retakan vertikal dan retakan miring. Retak vertikal terjadi akibat kegagalan balok dalam menahan beban lentur, biasanya terletak di area tengah atau lapangan balok, di mana momen lentur mencapai puncaknya. Sementara itu, retak miring muncul akibat kegagalan dalam menahan gaya geser, umumnya terjadi di area ujung atau dekat dengan tumpuan balok, di mana gaya geser atau gaya lintang juga mencapai nilai maksimum (Dimas Arief Wicaksono, Reni Suryanita, and Zulfikar Djauhari 2019).

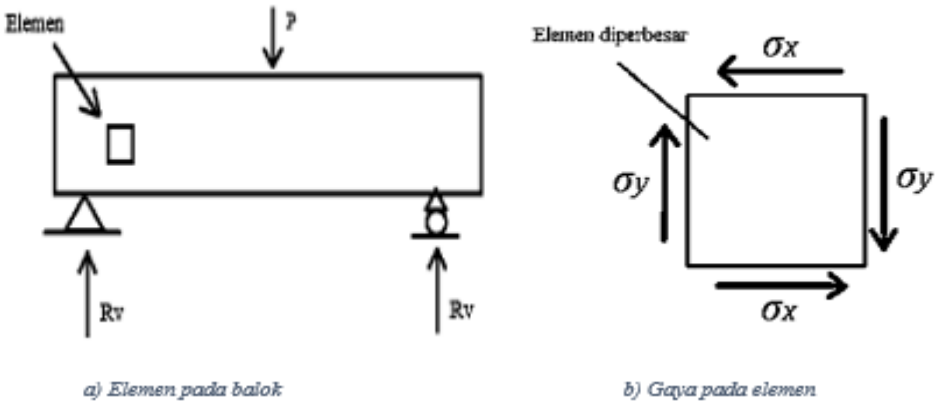


Gambar 2. 2 Keruntuhan Lentur dan Geser pada Balok.
Sumber: (Dimas Arief Wicaksono, Reni Suryanita, and Zulfikar Djauhari 2019)

3. Kuat Geser Pada Balok

Elemen struktur dirancang untuk dapat menahan gaya-gaya eksternal. Dalam menghadapi gaya-gaya tersebut, elemen struktur memberikan perlawanan yang berupa tegangan normal, tegangan lentur, tegangan torsi, dan tegangan geser. Pada sebuah balok yang diletakkan di atas dua tumpuan, tegangan geser dan lentur muncul di sepanjang bagian balok yang mendukung gaya eksternal yang diterima di permukaannya. Reaksi dari tumpuan dan gaya yang diterapkan

akan menyebabkan terjadinya geser di antara material penyusun beton. Untuk membantu pemahaman mengenai geser yang terjadi pada elemen balok, dapat dilihat ilustrasi di bawah ini.



Gambar 2. 3 Geser pada Elemen Balok Sederhana

Sumber: (Dimas Arief Wicaksono, Reni Suryanita, and Zulfikar Djauhari 2019)

Reaksi vertikal bergerak ke atas, sehingga di permukaan elemen di sebelah kiri muncul gaya geser yang juga mengarah ke atas. Karena elemen beton berada dalam keadaan stabil, ini menandakan adanya keseimbangan gaya vertikal. Akibatnya, di permukaan elemen di sebelah kanan, timbul gaya geser yang mengarah ke bawah. Besar kedua gaya geser pada permukaan bidang kiri dan kanan ini adalah sama.

Dampak dari gaya geser yang mengarah ke atas pada permukaan kiri dan gaya geser yang mengarah ke bawah pada permukaan kanan adalah timbulnya momen pada elemen beton yang arahnya sejalan dengan arah putaran jarum jam. Dalam keadaan stabilnya elemen beton, keseimbangan momen harus terjaga. Oleh karena itu, momen yang ada harus dilawan oleh momen lain yang besarnya sama,

tetapi arahnya berlawanan dengan arah putaran jarum jam.

Momen lawan yang berlawanan arah dengan putaran jarum jam ini dapat terjadi jika pada permukaan elemen di sebelah atas terdapat gaya geser yang mengarah ke kiri, sementara pada permukaan elemen di sebelah bawah terdapat gaya geser yang mengarah ke kanan (Dimas Arief Wicaksono, Reni Suryanita, and Zulfikar Djauhari 2019).

4. Struktur Kolom

Kolom adalah elemen struktural berbentuk batang vertikal yang berfungsi untuk menahan beban aksial. Desain kolom dirancang khusus untuk menghadapi beban aksial, momen, serta gaya geser. Kolom ini menyalurkan beban dari tingkat atas ke tingkat bawah, hingga akhirnya beban tersebut diteruskan ke tanah melalui fondasi.

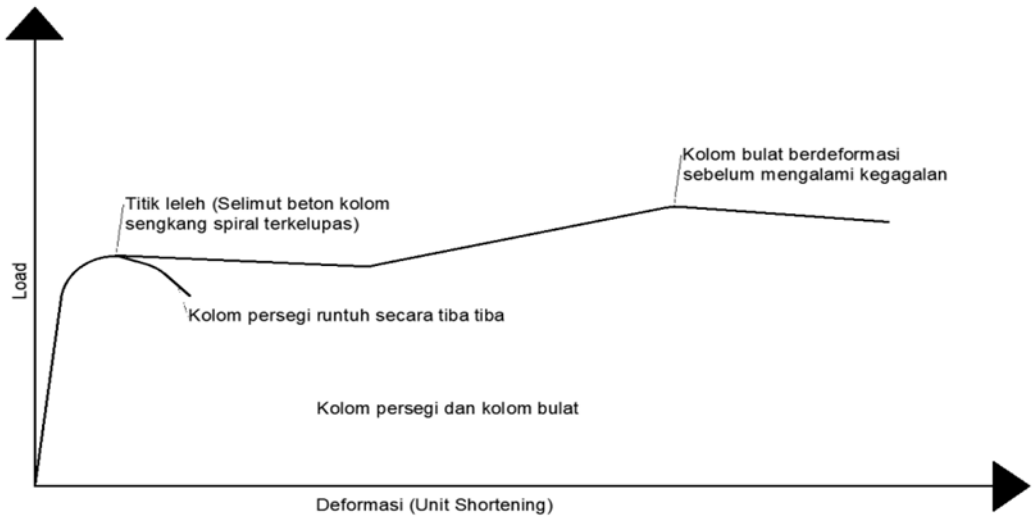
Ketika beton dan tulangan baja berfungsi secara bersamaan dalam kondisi tekan, beban yang diambil oleh keduanya mengalami perubahan yang teratur sepanjang periode pembebanan. Pada awalnya, tegangan yang terjadi pada tulangan (ES/EC) berhubungan langsung dengan tegangan pada beton, sesuai dengan teori elastis. Namun, seiring dengan pengaruh rangkak dan susuk yang terjadi pada kolom, tulangan baja secara perlahan mulai menanggung beban yang melebihi kapasitas elastisnya.

Perbandingan perilaku antara kolom yang menggunakan sengkang persegi (kolom persegi) dan sengkang spiral (kolom bulat) menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4 yang menggambarkan hubungan antara gaya dan deformasi. Kolom bulat, saat menghadapi beban aksial

tekan, akan mengalami kondisi leleh (yield) pada titik beban tertentu. Jika beban terus diterapkan, lapisan beton di sekitar kolom bulat akan terkelupas, menyebabkan elemen kolom berhenti berdeformasi secara lateral. Ini disebabkan oleh sengkang spiral yang secara efektif mengikat inti beton di tengah, sehingga mencegah kolom dari kegagalan struktural. Apabila desain tulangan sengkang dilakukan dengan baik, kekuatan inti beton di tengah dapat melebihi kondisi kolom sebelum selimut beton terkelupas. Kondisi ini dikenal sebagai kekuatan batas maksimum (ultimate strength) dari kolom bulat.

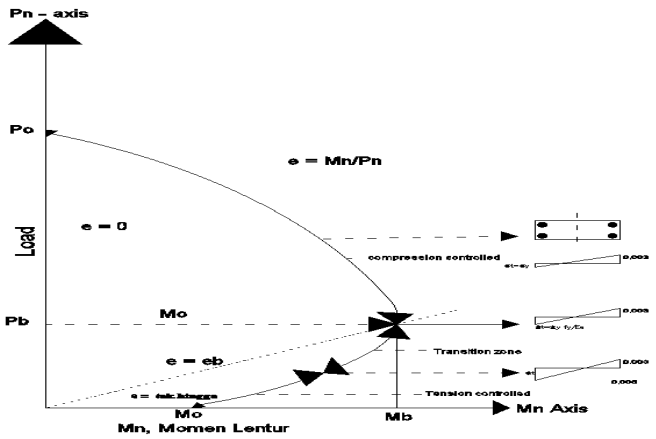
Berbeda dengan perilaku kolom bulat yang menunjukkan kapasitas deformasi lebih baik, kolom persegi tidak menunjukkan karakteristik yang sama. Hubungan antara gaya dan deformasi pada kolom persegi hanya memperlihatkan satu puncak, seperti yang terlihat pada Gambar 4. Pada kondisi tersebut, selimut kolom akan mulai terkelupas, dan tulangan longitudinal di antara sengkang akan mengalami tekuk.

Dapat dikatakan bahwa pada kolom persegi, fenomena leleh (yield) tidak terjadi. Puncak pertama yang muncul dalam hubungan gaya-deformasi ini merupakan batas maksimum (ultimate strength) dari kolom persegi.



Gambar 2. 4 Space truss analogy
Sumber: (Yudha Lesmana, Teori Desain Struktur Beton Bertulang, 2019)

Kolom adalah elemen dalam struktur yang menghadapi kombinasi beban berupa tekanan aksial dan momen. Dari interaksi antara dua parameter ini (P dan M), terdapat berbagai kombinasi kekuatan yang hampir tak terhingga. Interaksi antara tekanan aksial (P) dan momen (M) dapat digambarkan dalam sebuah kurva yang dikenal sebagai diagram interaksi P - M, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. 5.



Gambar 2. 5 Diagram indeks P – M elemen kolom
Sumber: (Yudha Lesmana, Teori Desain Struktur Beton Bertulang, 2019)

Rasio P dan M dalam diagram interaksi dibagi menjadi dua kondisi, yaitu kompresi dan tegangan. Pada kondisi kompresi, hampir seluruh penampang kolom mencapai regangan maksimum tekan sebesar εc = 0,003, sebelum tulangan baja mulai meleleh pada regangan (εy). Pada saat yang sama, material kolom juga mengalami regangan tekan sebesar (εc = 0,003). Di antara kedua kondisi ini terdapat kondisi di mana P dan M seimbang, yang dikenal dengan istilah kondisi regangan seimbang *(*balanced strain condition*)*.

Kondisi regangan berimbang, yang juga dikenal sebagai batas kontrol tekan (compression control limit). mengacu pada situasi di mana interaksi momen (M) dan gaya axial (P) berada di atas batas yang ditentukan. Dalam kasus ini, kolom akan dikategorikan sebagai kondisi dikendalikan oleh kompresi. Faktor reduksi untuk kolom bulat ditetapkan sebesar 0,75, sedangkan untuk kolom persegi adalah 0,65. Ketentuan ini sesuai dengan SNI 2847-2019, khususnya pada Pasal 21. 2. 2 dan Gambar R21. 2. 2b. Sementara itu, untuk wilayah yang berada di bawah batas kontrol tekan, terbagi menjadi dua kategori, yaitu kontrol tarik dan zona transisi.

Dalam kondisi kontrol tegangan, regangan pada lapisan ekstrim tulangan tarik dapat mencapai εt ≥ 0,005 dengan faktor reduksi kekuatan mencapai 0,9. Selain itu, pada kondisi kontrol tegangan, elemen struktur hanya menerima beban berupa momen lentur tanpa adanya gaya aksial tekan yang signifikan (sekalipun ada, nilai tersebut sangat kecil sehingga dapat diabaikan). Sementara itu, pada zona transisi, regangan yang terjadi adalah:

$$fy / Es < \varepsilon t < 0{,}005$$

Ket:

Fy = Tegangan leleh baja tulangan

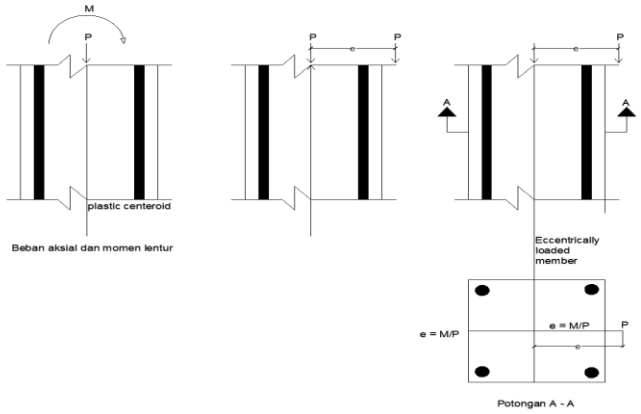
Es = Modulus elastisitas baja tulangan

εt = Modulus elastisitas batas beton dalam tarik

Faktor reduksi untuk kolom bervariasi secara linear, di mana untuk kolom bulat berkisar antara 0,75 hingga 0,9, sedangkan untuk kolom persegi berada dalam rentang 0,65 hingga 0,9.

Dalam Gambar 5, terlihat bahwa perbandingan antara beban P dan momen M dapat dinyatakan dengan istilah (e). Ketika kolom hanya menerima beban tekan eksentris, kolom tersebut akan mengalami pengaruh dari beban tekan dan sekaligus momen. Momen ini muncul akibat pengaruh eksentrisitas beban tersebut. Oleh karena itu, pada diagram interaksi P-M, sumbu vertikal mewakili nilai e = 0, sedangkan sumbu horizontal menunjukkan e = ∞ .

Konsep beban eksentris ini sering digunakan sebagai pendekatan dalam analisis dan desain struktur beton bertulang, untuk menggambarkan gaya aksial tekan dan momen hanya dengan satu gaya tekan eksentris.



Gambar 2. 6 Kolom yang dibebani beban eksentris
Sumber: (Yudha Lesmana, Teori Desain Struktur Beton Bertulang, 2019)

C. Jenis-jenis beban

1. Beban Mati (DL)

Beban mati (*dead load*) merupakan berat dari seluruh elemen bangunan yang bersifat tetap. Dalam struktur bangunan, beban mati ditentukan berdasarkan berat jenis material yang digunakan. Beban ini mencakup berat struktur itu sendiri serta beban lainnya yang permanen berada pada struktur.

Menurut pedoman perencanaan pembebanan Indonesia untuk rumah dan gedung yang diterbitkan pada tahun 1987, beban mati pada struktur dibagi menjadi dua kategori. Pertama, beban mati yang disebabkan oleh material konstruksi, seperti balok, pelat, kolom, dinding geser, kuda-kuda, dan lainnya. Kedua, beban mati yang berasal dari komponen interior gedung, seperti bata ringan, plafon, keramik, kaca, kusen, dan elemen lainnya.

2. Beban hidup (LL)

Beban hidup (*live load*) merujuk pada beban yang timbul dari penggunaan gedung, seperti benda-benda yang ada di lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat dipindahkan, serta mesin dan peralatan tetap. Beban ini dapat bervariasi, ada kalanya ada dan ada kalanya tidak ada pada struktur dalam periode tertentu. Meskipun sifatnya dapat berpindah-pindah, beban hidup tetap memberikan pengaruh yang berkelanjutan pada struktur. Selain itu, beban yang dihasilkan akibat aktivitas penghuni atau penggunaan gedung (*occupancy loads*) juga termasuk dalam kategori beban hidup (Ramadhika Dwi Poetra 2019).

3. Beban Gempa

Beban gempa merupakan beban dinamis yang bekerja secara bolak-balik dan tidak berfungsi terus-menerus pada struktur bangunan, sehingga bisa dikategorikan sebagai beban sementara. Besarnya beban ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah wilayah kegempaan tempat terjadinya gempa. Oleh karena itu, koefisien daerah (KD) ditetapkan berdasarkan letak geografis bangunan tersebut.

Untuk menentukan nilai respons spektrum yang akan diterapkan pada beban gempa, langkah awal adalah melakukan analisis klarifikasi situs berdasarkan data lokasi proyek yang sedang dilaksanakan.

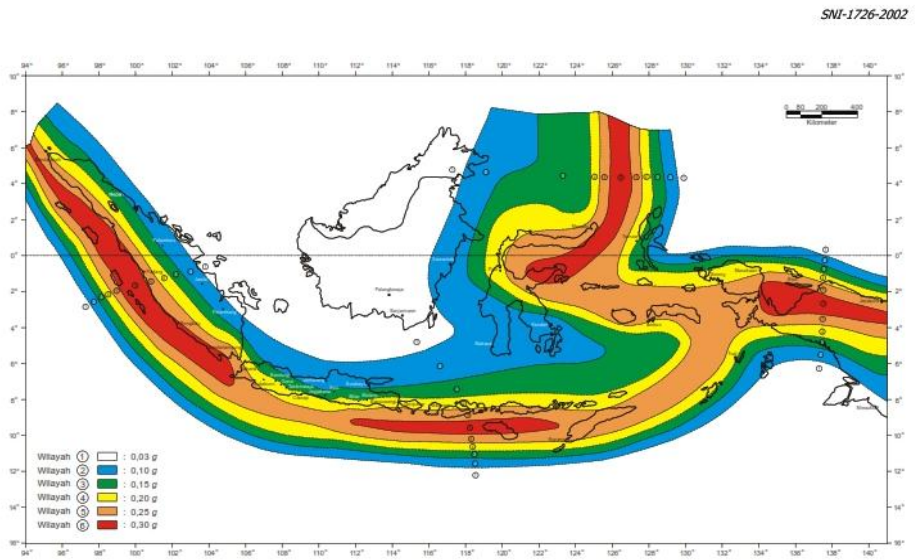
Dalam proses penelitian ini, penulis memanfaatkan aplikasi atau situs web Puskim PU Indonesia Design Response Spectrum 2021 (Gambar 7), yang dikembangkan oleh berbagai pemangku kepentingan, seperti Institut Teknologi Bandung (ITB) dan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). Aplikasi ini berfungsi untuk menghitung percepatan berdasarkan koordinat lokasi yang bersangkutan.

Berdasarkan peta dengan kordinat Lintang -4. 4097339 dan Bujur 119. 618453, kami memperoleh data respon spektrum gempa pada wilayah tersebut, sesuai dengan SNI 1726 – 2019.

Dalam penentuan parameter Ss (percepatan batuan dasar pada periode pendek), S1 (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik), TL (periode transisi batas antara respons spektrum percepatan dan respons spektrum perpindahan), serta PGA (Peak Ground Acceleration atau percepatan puncak tanah), kami

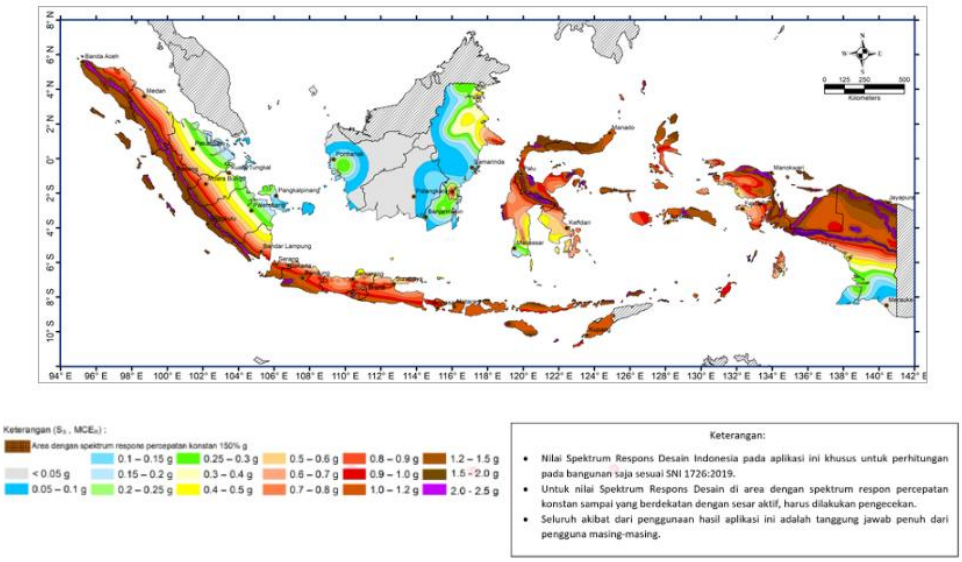
melakukan perhitungan pada dua respon spektrum percepatan selama 6 detik. Ini dilakukan untuk mendapatkan peta pergerakan tanah seismik dengan toleransi 2% kemungkinan terlampaui dalam periode 50 tahun (MCER1 2% dalam 50 tahun). Selain itu, kedua parameter ini juga dapat dinyatakan dalam bentuk bilangan desimal berdasarkan percepatan gravitasi.

- PGA = 0.2253g
- Ss = 0.4651g
- S1 = 0.1623g
- TL = 6 detik

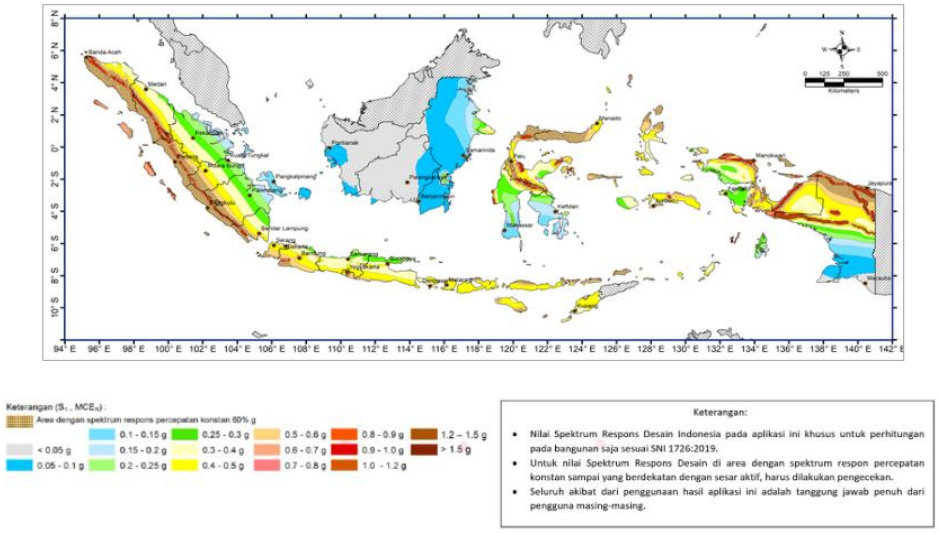


Gambar 2. 7 Percepatan Gempa Dasar SNI 03-1726-2002
Sumber: (BSN, SNI 03-1726-2002)

Berdasarkan **Gambar 2. 7** yaitu SNI 03-1726-2002, wilayah Kabupaten Barru termasuk kedalam wilayah 2 dengan nilai percepatan gempa dasar yaitu 0.10 g.



Gambar 2. 8 Ss Gempa Untuk Wilayah Kabupaten Barru
Sumber: (Puskim Desain Spektrum Indonesia 2021)



Gambar 2. 9 S_1 Gempa Untuk Wilayah Makassar
Sumber: (Puskim Desain Spektrum Indonesia 2021)

Dengan memasukkan kelas situs SB (batuan) untuk hasil faktor keutamaan = 1.0 dan kategori resiko II (SNI-1726-2019), maka dengan bantuan sistem penginputan data pada spektrum Indonesia didapatkan faktor amplifikasi:

Tabel 2. 1 Koefisien Situs, F_a (SNI 1726 – 2019)

Kelas situs	Parameter respons spektrum percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek, T = 0,2 detik, S_S					
	$S_S \leq 0{,}25$	$S_S = 0{,}5$	$S_S = 0{,}75$	$S_S = 1{,}0$	$S_S = 1{,}25$	$S_S \geq 1{,}5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS[a]					

Catatan: SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs spesifik.

SA = Spektrum respons percepatan

SB = Situs batuan

SC = Tanah keras, batuan lunak

SD = Tanah sedang

SE = Tanah lunak

SF = Faktor situs

Tabel 2. 2 Koefisien Situs, Fv (SNI 1726 – 2019)

Kelas situs	Ss (Percepatan Respon Spektra Periode Pendek T = 0,2 detik)				
	Ss ≤ 0,1	Ss = 0,2	Ss = 0,3	Ss = 0,4	Ss = 0,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1	1	1	1	1
SC	1.7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1.8	1,6	1,5
SE	3.5	3.2	2,6	2,4	2,4
SF	SS[a]				

- F_a (Faktor amplifikasi untuk periode pendek): 1,6
- F_v (Faktor amplikasi untuk periode 1 detik): 2

Sehingga dapat dicari nilai S_{MS} dan S_{M1}

$S_{MS} = Fa \times Ss$ (1)

= 1.6 x 0.225

= 0.35952 g

$S_{M1} = F_V \times S_1$ (2)

= 2.4 x 0.109

= 0.26088 g

Maka, selanjutnya menghitung S_{DS} dan S_{D1}

$Sds = \frac{2}{3} \times S_{MS}$ (3)

$= \frac{2}{3} \times 0.360$

= 0.240 g

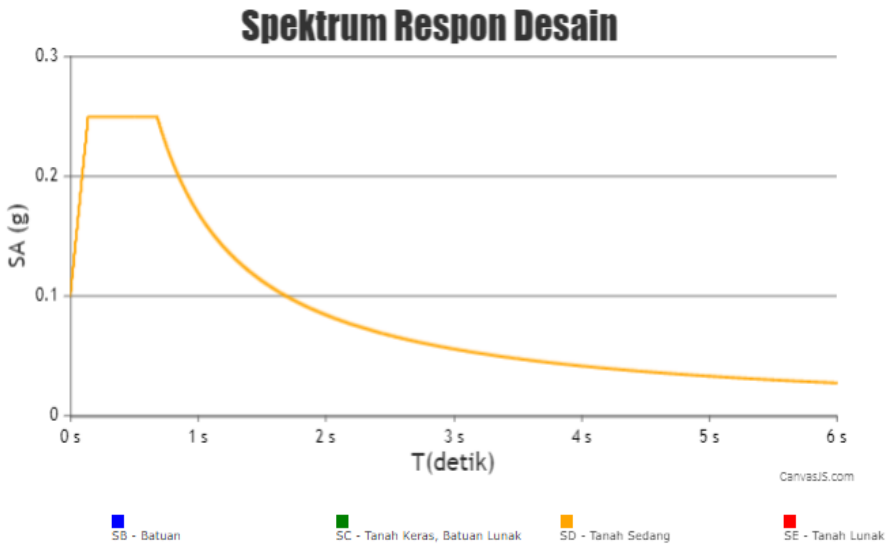
$Sd1 = \frac{2}{3} \times S_{M1}$ (4)

$= \frac{2}{3} \times 0.261$

=0.174 g

- Sds (Periode Pendek): 0.16 g
- Sd_1 (Periode 1 Detik): 0.14 g
- S_{MS} = Magnitudo momen maksimum
- S_{M1} = Magnitudo momen 1 detik
- Fa = Faktor amplifikasi untuk periode pendel
- Fv = Faktor amplikasi untuk periode 1 detik

- *Ss* = Percepatan batuan dasar pada periode pendek



Gambar 2. 10 Grafik Spektrum Respon Desain
Sumber: (Website Desain Spektra Indonesia 2021)

Tabel 2. 3 Koefisien Batas Atas Periode

S_{D1}	Koefisien Cu
≥ 0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
≤ 0.1	1.7

Tabel 2. 4 Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan x

Tipe Struktur	Ct	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0.0724	0.8
Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0.0731	0.75
Semua sistem struktur lainnya	0.0488	0.75

Tabel 2. 5 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek (Sumber: SNI 1726 - 2019)

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} \leq 0{,}167$	A	A
$0{,}167 < S_{DS} < 0{,}33$	B	B
$0{,}33 < S_{DS} < 0{,}5$	C	C
$S_{DS} \geq 0{,}5$	D	D

Tabel 2. 6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik (Sumber: SNI 1726 - 2019)

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} \leq 0{,}067$	A	A
$0{,}067 < S_{D1} < 0{,}133$	B	B
$0{,}133 < S_{D1} < 0{,}2$	C	C
$S_{D1} \geq 0{,}2$	D	D

Berdasarkan desain parameter spektrum diatas, tentu dapat dikategorikan Desain Seismik C.

Jika spektrum respons desain diperlukan berdasarkan metode ini dan tidak ada metode gerakan tanah khusus yang digunakan untuk lokasi tertentu, maka kurva spektrum respons desain harus dibuat dengan mengacu pada gambar 2.4 dan sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan di bawah ini:

1) Bagi periode yang lebih kecil dari T_0, spektrum respon desain Sa perlu diambil dari persamaan yang relevan.

$$S_a = S_{DS}\left(0{,}4 + 0{,}6\frac{T}{T_0}\right) \quad (5)$$

S_a = Spektrum respons desain

S_{DS} = Sarameter respon spektrum percepatan desain pada periode pendek

2) Jika periode sama atau lebih besar dari T_0, tetapi lebih kecil atau sama dengan T_{S1}, spektrum respon percepatan desain, S_{a1}, setara dengan S_{DS1}.

3) Apabila periode lebih besar dari T_S namun tetap lebih kecil atau sama dengan T_L, spektrum respon percepatan desain S_a akan menjadi pertimbangan. diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (6)$$

4) Untuk periode lebih besar dari T_L, respon spektral percepatan desain, $S_a$diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}\, T_L}{T^2} \quad (7)$$

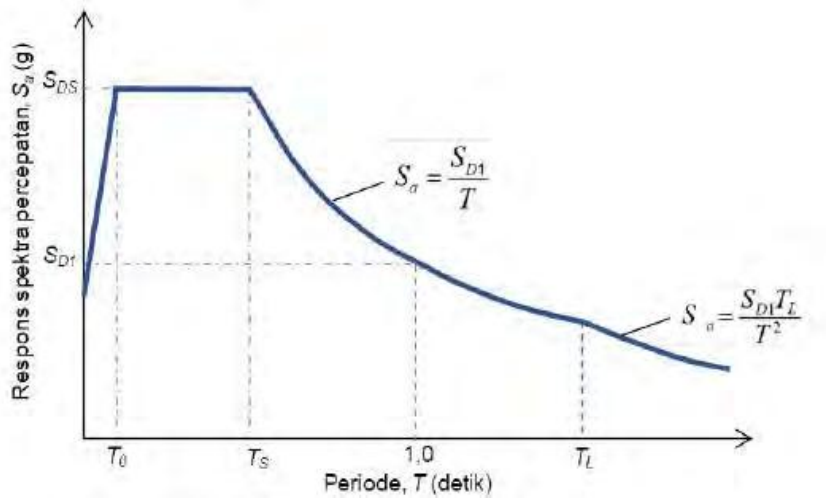
Keterangan:

S_{DS} = Parameter respon spektral percepatan desain pada periode pendek

S_{D1} = Parameter respon spektral percepatan desain pada periode 1 detik

T = Periode getar fundamental struktur

T_L = Peta transisi perioda Panjang



Gambar 2. 11 Spektrum Respon Desain Berdasarkan
Sumber: (SNI-1726-2019)

1. Kombinasi Pembebanan Struktur

Dari penjelasan di atas dan informasi gempa sebelumnya dan selanjutnya, faktor redundansi ρ diasumsikan sebesar 1,0. Berdasarkan Tabel 5.3.1 pada halaman 84 SNI 2847-2019, kombinasi beban pada desain struktur sebagai berikut:

- Comb 1 =1.4 D + 1.4 SDL
- Comb 2 =1.2 D + 1.2 SDL +1.6 LL
- Comb 3 = 1.25D + 1.25 SDL+
- Comb 4 = 1.25D + 1.25 SDL+ 1 LL + 1 EDx - 0.3 Ed
- Comb 5 = 1.25D + 1.25 SDL+ 1 LL - 1 EDx + 0.3 Edy
- Comb 6 = 1.25D + 1.25 SDL+ 1 LL - 1 EDx - 0.3 Edy
- Comb 7 = 1.25D + 1.25 SDL+ 1 LL + 1 EDy + 0.3 Edx
- Comb 8 = 1.25D + 1.25 SDL+ 1 LL + 1 EDy - 0.3 Edx
- Comb 9 = 1.25D + 1.25 SDL+ 1 LL - 1 EDy + 0.3 Edx
- Comb 10 = 1.25D + 1.25 SDL+ 1 LL - 1 EDx - 0.3 Edy
- Comb 11 = 0.85D + 0.85 SDL+ 1 EDx + 0.3 Edy
- Comb 12 = 0.85D + 0.85 SDL 1 EDx - 0.3 Edy
- Comb 13 = 0.85D + 0.85 SDL 1 EDx + 0.3 Edy
- Comb 14 = 0.85D + 0.85 SDL 1 EDx - 0.3 Edy
- Comb 15 = 0.85D + 0.85 SDL 1 EDy + 0.3 Edx
- Comb 16 = 0.85D + 0.85 SDL 1 EDy - 0.3 Edx
- Comb 17 = 0.85D + 0.85 SDL 1 EDy + 0.3 Edx

- Comb 18 = 0.85D + 0.85 SDL 1 EDy - 0.3 Edx

Keterangan:

D = Beban Mati Sendiri Struktur

SDL = Beban Mati Tambahan Pada Struktur

LL = Beban Hidup

Edx = Beban Gempa Arah x (dipilih beban gempa dinamik)

Edy = Beban Gempa Arah y (dipilih beban gempa dinamik)

D. Pembahasan Struktur

Pada kesempatan ini, kami akan membahas struktur yang dihasilkan dari proyek penelitian di Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru. Pembahasan ini didasarkan pada evaluasi perhitungan struktur dari berbagai perspektif yang telah ditinjau.

1. Mutu beton & Baja tulangan

Kondisi *tension conrolled*, beton dengan kualitas yang berbeda diterapkan pada elemen-elemen struktur sesuai dengan tingkat kepentingan bangunan dan konteksnya. Jenis beton ini digunakan di berbagai bagian seperti fondasi, kolom, balok, plat lantai, dan plat atap.

E. ETABS

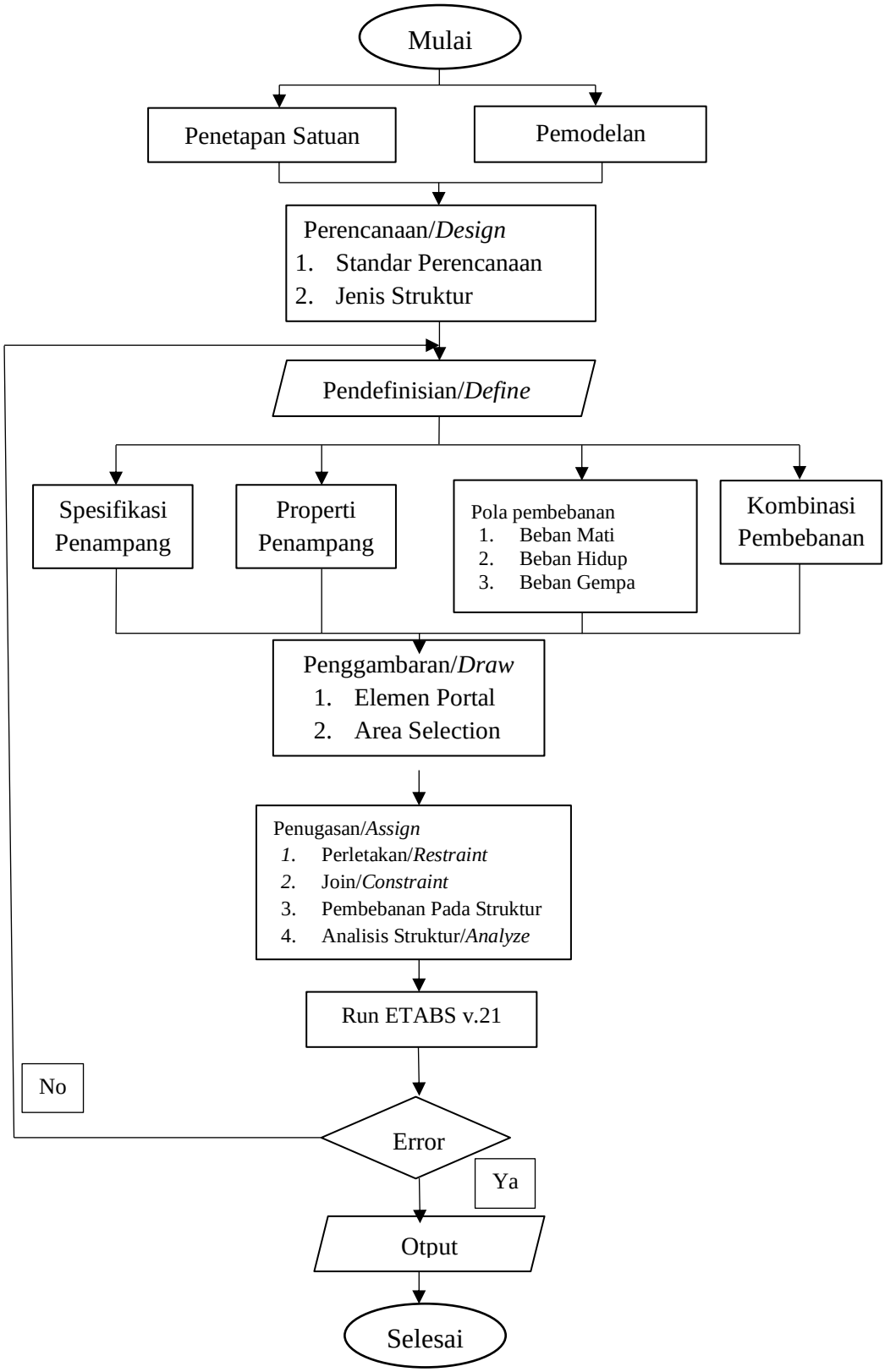
1. Sejarah singkat program ETABS

Program aplikasi komputer *ETABS* berfungsi sebagai alat bantu dalam melakukan perhitungan struktur gedung. Keberadaan program ini sangat membantu dalam menganalisis bangunan, sehingga proses perhitungan struktur

dapat berlangsung lebih cepat dan dengan tingkat ketelitian yang tinggi (Selatan and Struktur 2024).

Dalam menyusun input untuk program *ETABS*, pemahaman yang baik mengenai pemodelan bangunan sangat diperlukan. Model yang dibuat harus mencerminkan kondisi nyata dari bangunan tersebut agar dapat merepresentasikan secara akurat model maka model harus dapat mewakili dari kondisi bangunan gedung yang ada, sehingga model akan merepresentasikan dari bangunan gedung yang sebenarnya (Novyeremia, Baru, and Meilawaty 2023).

Model yang telah di *running* akan menghasilkan output yang dapat digunakan untuk menggambarkan secara rinci elemen-elemen struktur gedung (Rumbyarso and Darmiyanti 2023).

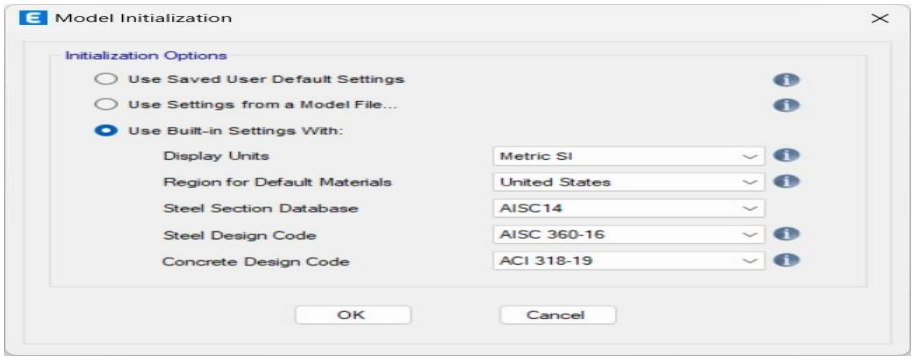


Gambar 2. 12 Flowcart Analisa Dalam ETABS v.21

1. Langkah langkah kerja ETABS

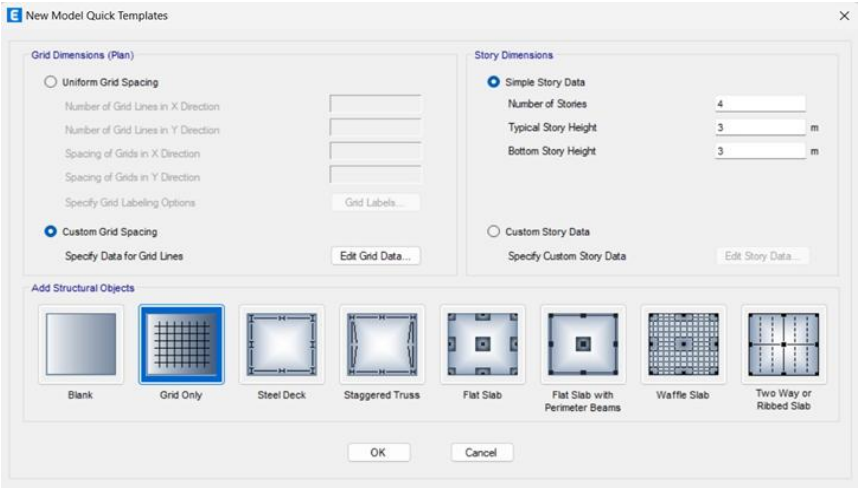
a. Menentukan model

1) Klik Use Built-in Setting With kemudian Steel Section Database dan pilih AISC 14, kemudian Steel Design Code dan pilih AISC 360-16, kemudian Concrete Design Code dan pilih ACI 318-19 seperti gambar berikut.



Gambar 2. 13 Model Initiation

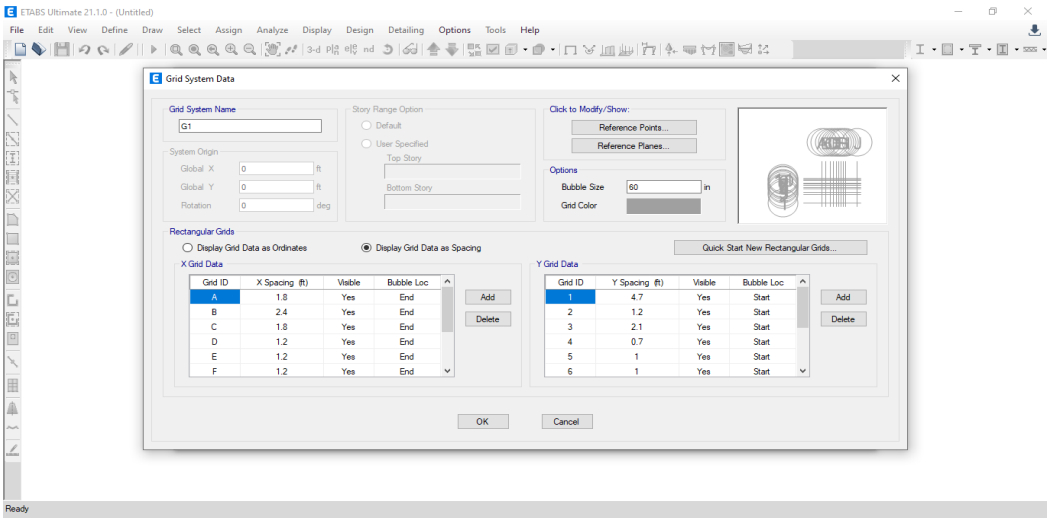
2) Setelah klik ok lalu klik Costum Grid Spacing setelah itu lalu klik Edit Grid Data dan pilih Grid Only.



Gambar 2. 14 New Model Quick Tamplates

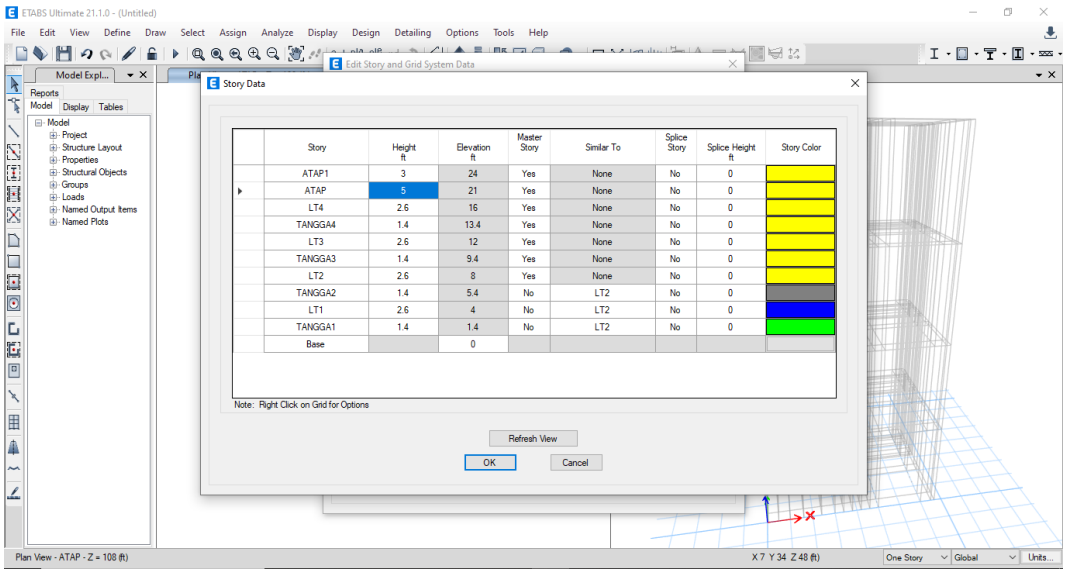
3) Setelah itu maka muncul tampilan seperti di bawah ini, lalu klik Display Grid Data as Spacing untuk melakukan pengaturan koordinat

dan untuk nilai arah X yaitu (0,1) , (1,4), (1,5), (1,8) ,(2,4), (1,8),(1,2), (1,2), (1,2), (1,2), (1,2), (6,0), (1,5), dan (0,5) untuk arah Y nilainya yaitu (1,5), (4,7), (1,2), (2,1), (0,3), (0,5), (1,0), (1,0), (0,5), (1,0), (0,5), (0,3) dan (1,7) setelah memasukkan nilainya maka klik ok.



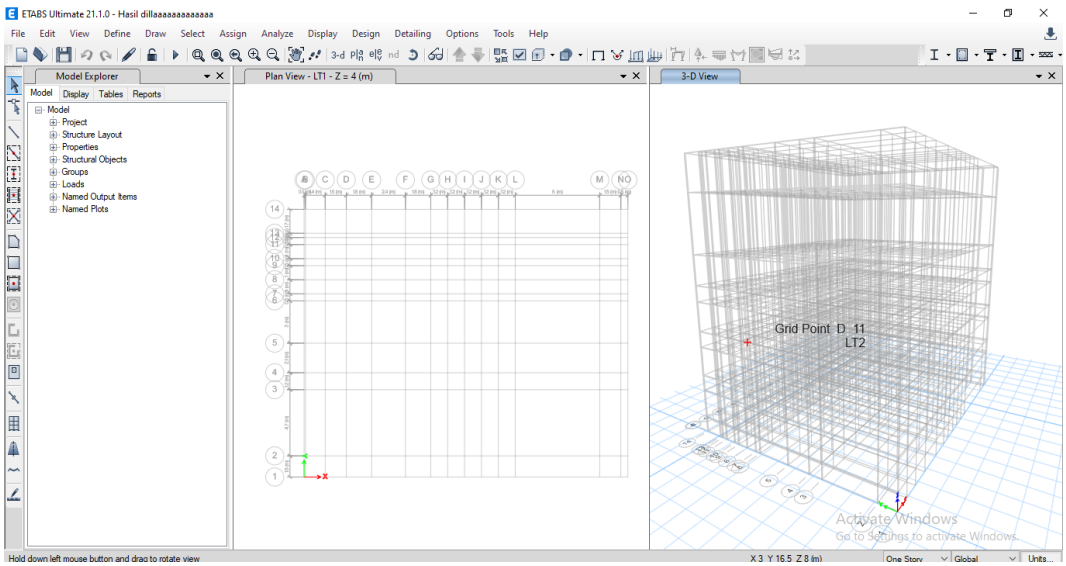
Gambar 2. 15 Grid Sistem

4) Kemudian klik costum story data lalu edit story data, selanjutnya masukkan jumlah koordinat dan jumlah tingkat yaitu LT1 5,0, LT2 4,0, LT3 4,0 dan RoofTop/Atap 2,375. Setelah sesuai dengan pemodelan yang dilakukan.



Gambar 2. 16 Story Data

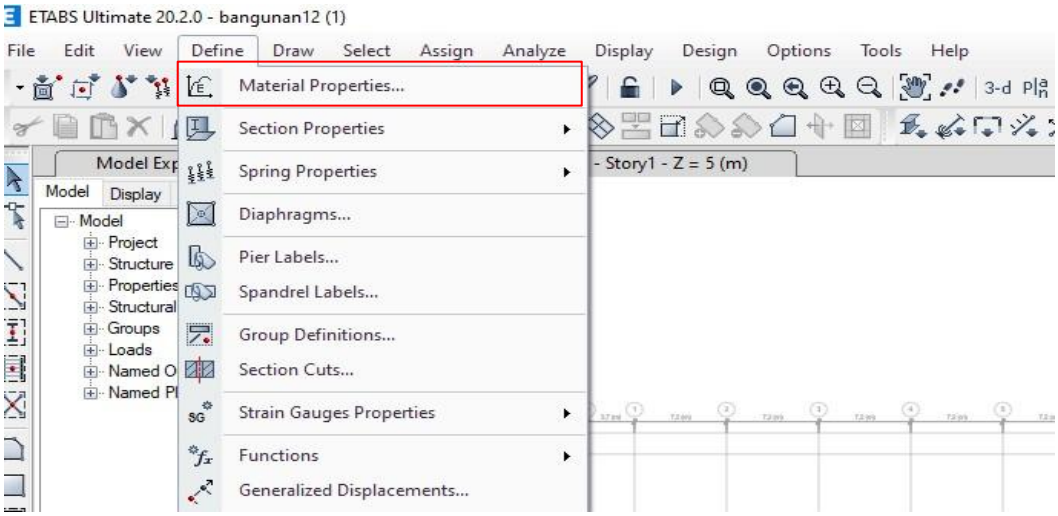
5) Setelah klik ok maka akan muncul seperti tampilan di bawah.



Gambar 2. 17 Tampilan Grid

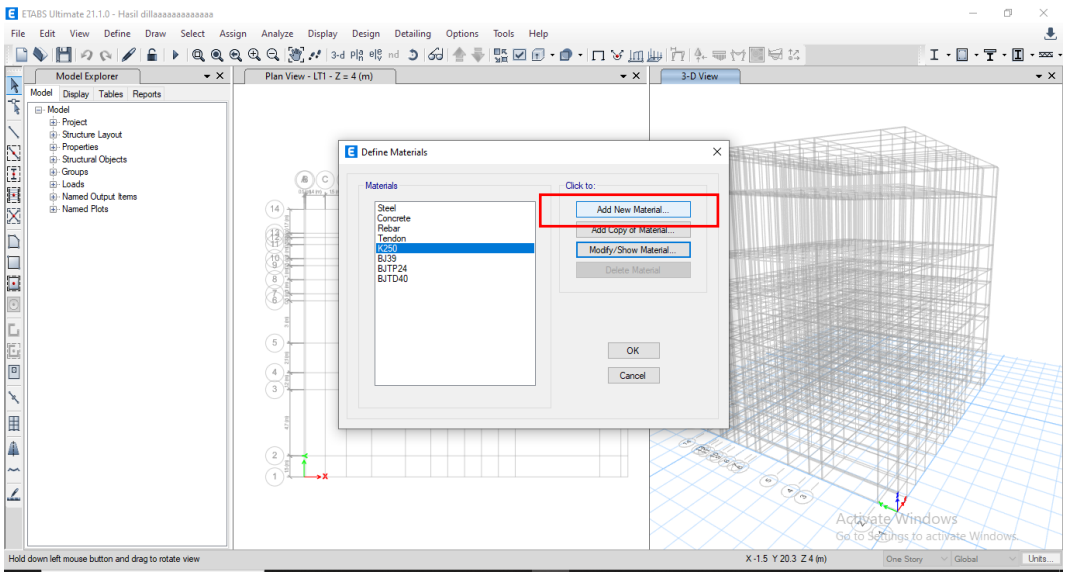
b. Penentuan material propertis

1) Klik define kemudian klik material properties.

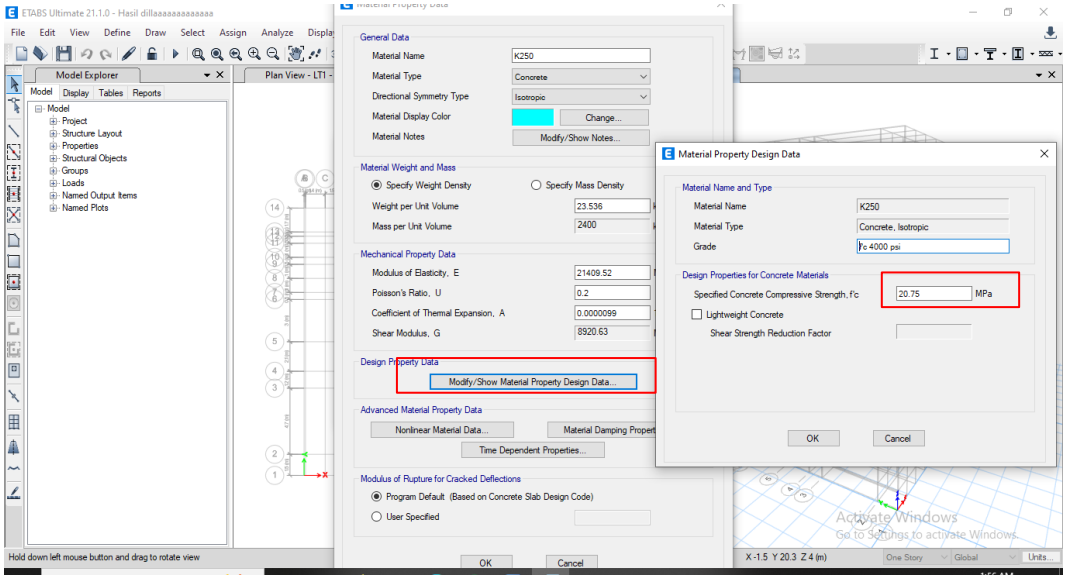


Gambar 2. 18 Material Propertis

2) Klik Add New Material kemudian klik material type dan pilih Concrete klik ok.

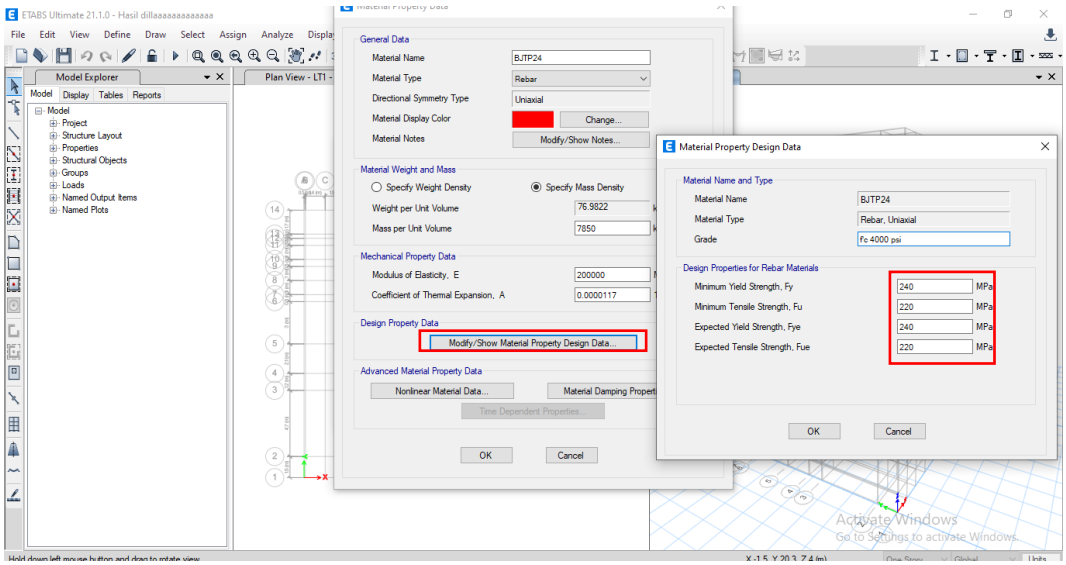


3) Kemudian klik Modif/Show Material Property Design data kemudian isi di bagian Specified Concreate Compressive Strength, fc sebesar 20,75 MPa.



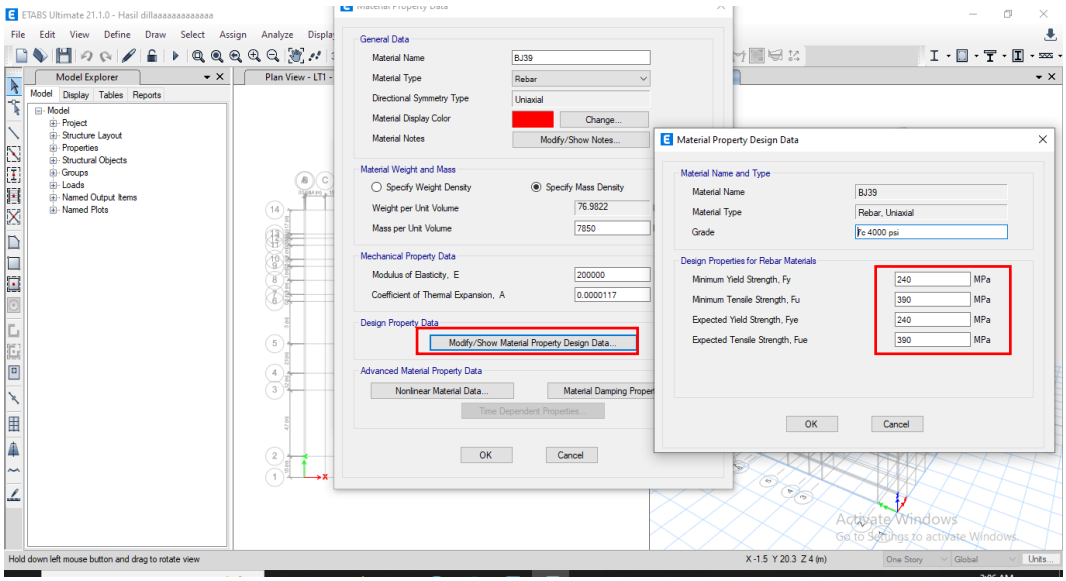
Gambar 2. 19 Material Propertis Data Beton

4) Setelah itu klik Modify/Show Material Property lalu pilih nama material BJTP240 MPa, kemudian masukkan data pada Minimum Yield Strength fy 240 MPa, Minimum Tesile Strength fu yaitu 220 MPa, Expected Yield Strength Fye yaitu 240 MPa, Expected Tensile Strength Fue yaitu 220 MPa seperti gambar dibawah ini. Kemudian klik ok jika selesai.

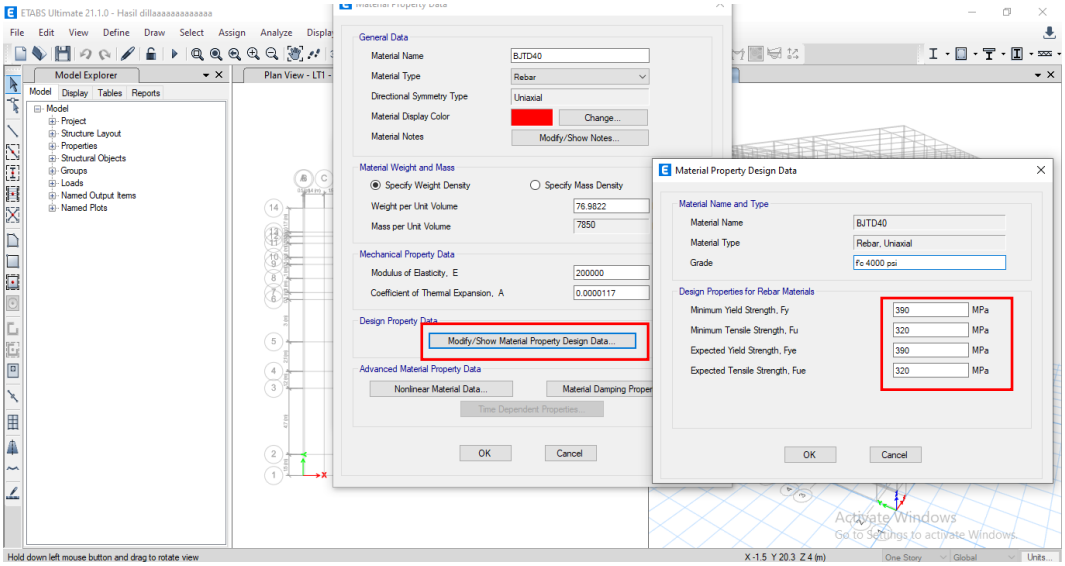


Gambar 2. 20 Material Propertis Data Baja

5) Setelah itu klik Modify/Show Material Property lalu pilih nama material BJ39 MPa, kemudian masukkan data pada Minimum Yield Strength fy 240 MPa, Minimum Tesile Strength fu yaitu 390 MPa, Expected Yield Strength Fye yaitu 240 MPa, Expected Tensile Strength Fue yaitu 390 MPa seperti gambar dibawah ini. Kemudian klik ok jika selesai.



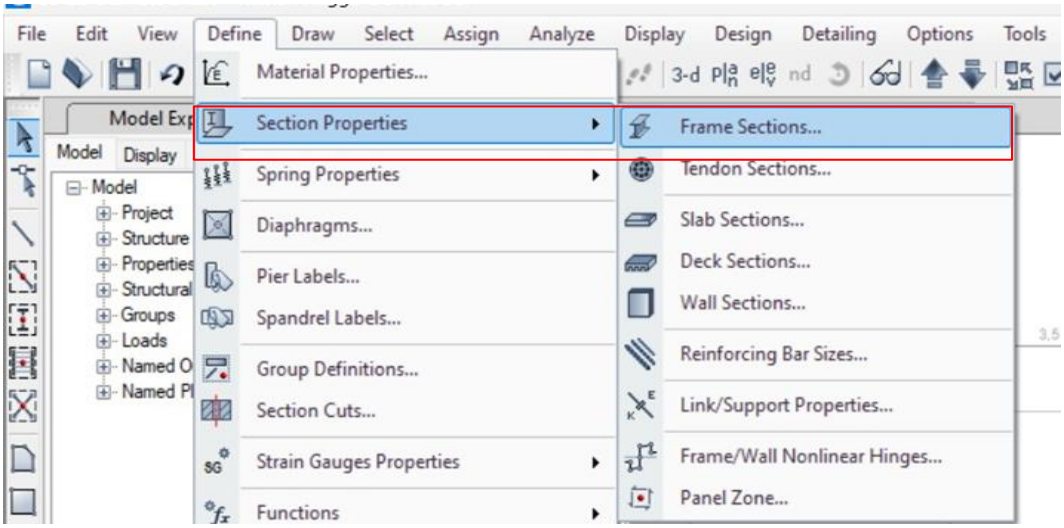
6) Setelah itu klik Modify/Show Material Property lalu pilih nama material BJTD40 MPa, kemudian masukkan data pada Minimum Yield Strength fy 320 MPa, Minimum Tesile Strength fu yaitu 390 MPa, Expected Yield Strength Fye yaitu 320 MPa, Expected Tensile Strength Fue yaitu 390 MPa seperti gambar dibawah ini. Kemudian klik ok jika selesai.



c. Penentuan Dimensi kolom, balok dan plat lantai

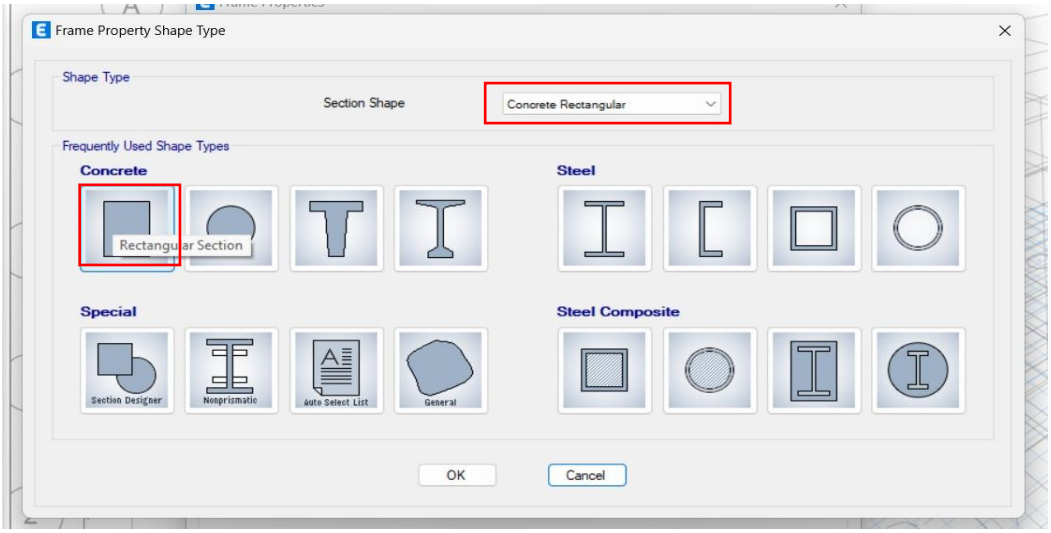
1) kolom

a) Klik Define kemudian klik Section Properties, klik Frame Section



Gambar 2. 21 Frame Section

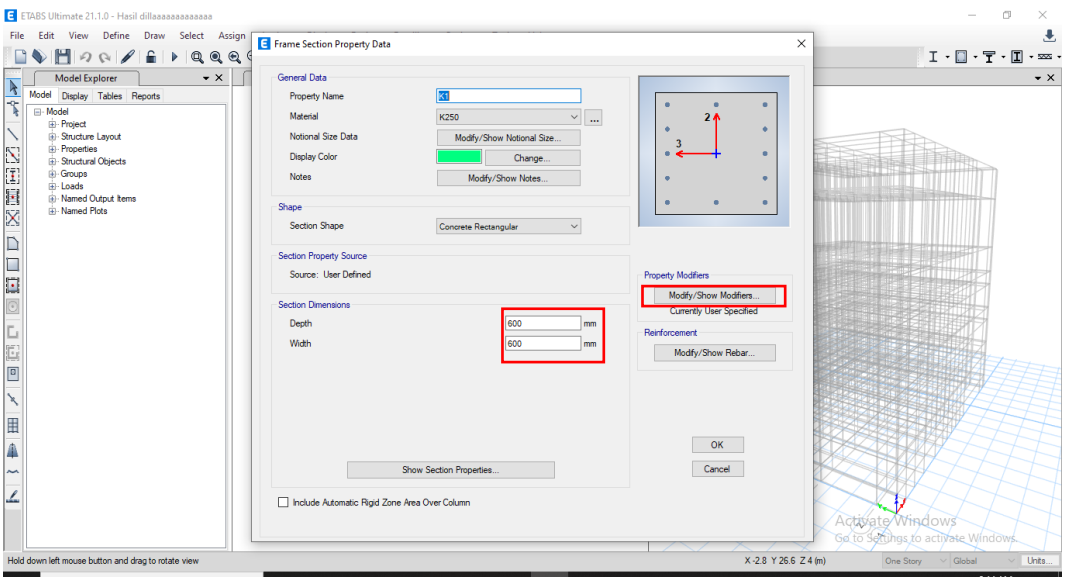
b) Klik Add New Properti kemudian klik Section Shape dan pilih Concrete Rectangular klik ok.



Gambar 2. 22 Frame Property Shape Type

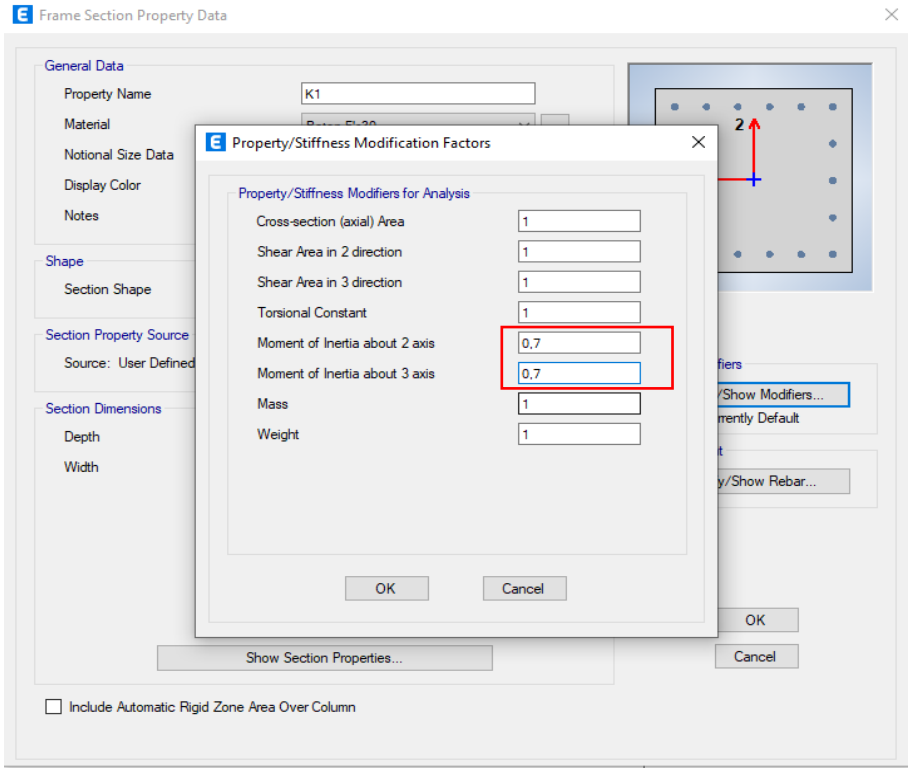
c) Kemudian pilih bentuk yang diinginkan dan klik ok.

d) Tentukan dimensi dan material dari balok atau kolom yang akan digunakan di property name dan pilih KOLOM 60/60 cm untuk menentukan ukuran tulangan masukkan data pada Section Dimension, depth 600 mm dan width 600 mm dan untuk menentukan jenis frame yang digunakan dengan cara klik Modify/Show Modifers.



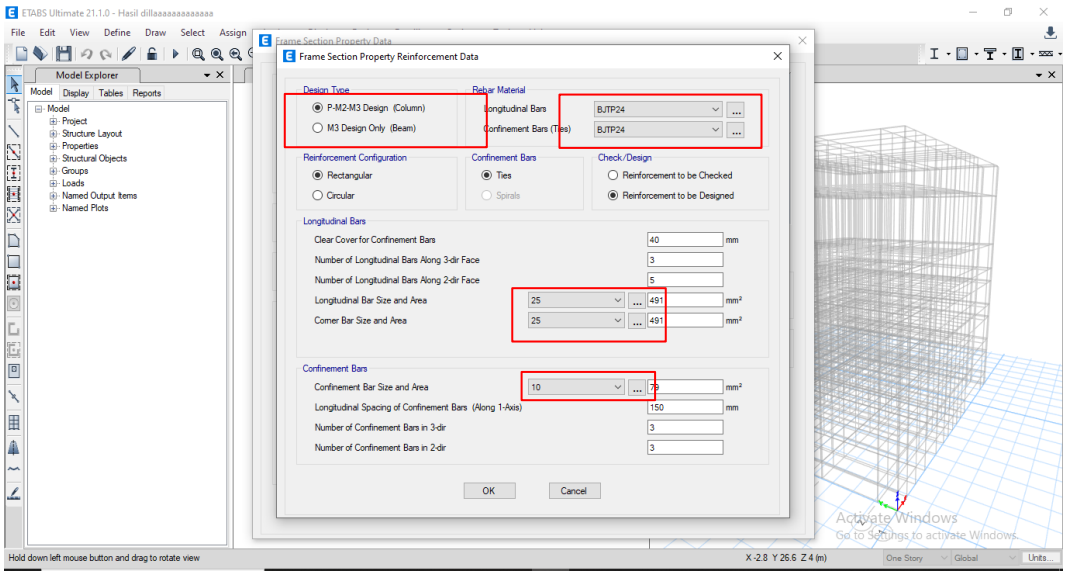
Gambar 2. 23 Frame Section Property Data

e) Setelah itu maka akan tampil seperti gambar dibawah ini, lalu masukkan data di Moment of Inertia about 2 axis yaitu 0,7 dan Moment of Inertia about 3 axis yaitu 0,7 lalu klik ok.



Gambar 2. 24 Stiffness Modification Factors

f) Tentukan kebutuhan tulangan yang digunakan dan memilih design type yaitu P-M2-M3 design column kemudian tentukan material tulangan yang akan digunakan pada Rebar Material yaitu BJTP 240 MPa dan lalu klik OK.

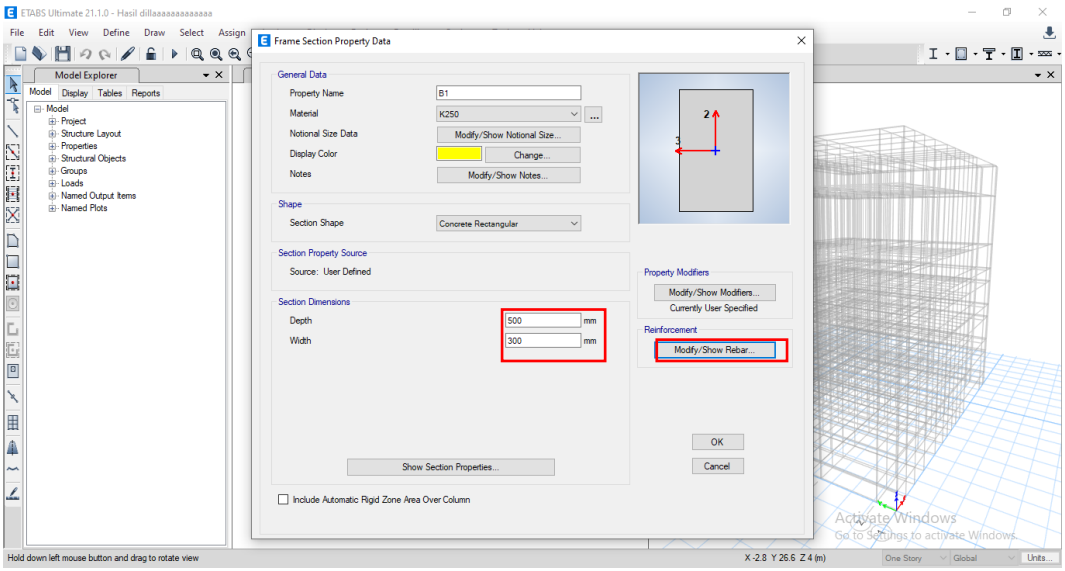


Gambar 2. 25 Property Renforcement Data

g) Setelah itu klik Show Section Properties lalu OK.

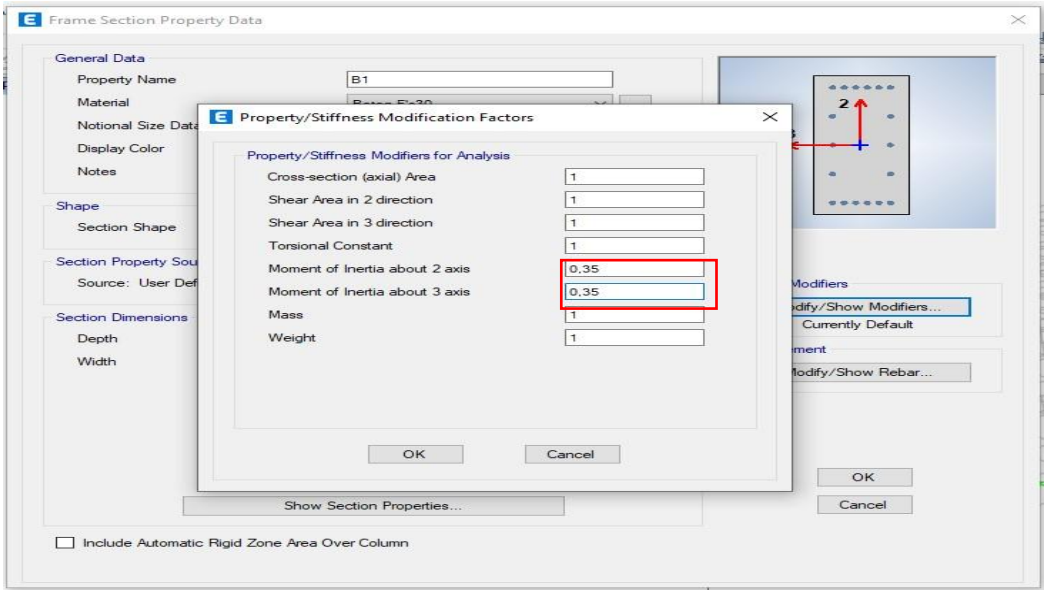
2) Balok

a) Tentukan dimensi dan material dari balok atau kolom yang akan digunakan di Property Name dan pilih B1 30/50 Cm untuk menentukan ukuran tulangan masukkan data pada Section Dimension, Depth 500 mm dan Width 300 mm dan untuk menentukan jenis frame yang digunakan dengan cara klik Modify/Show Modifers.



Gambar 2. 26 Frame Section Property Data

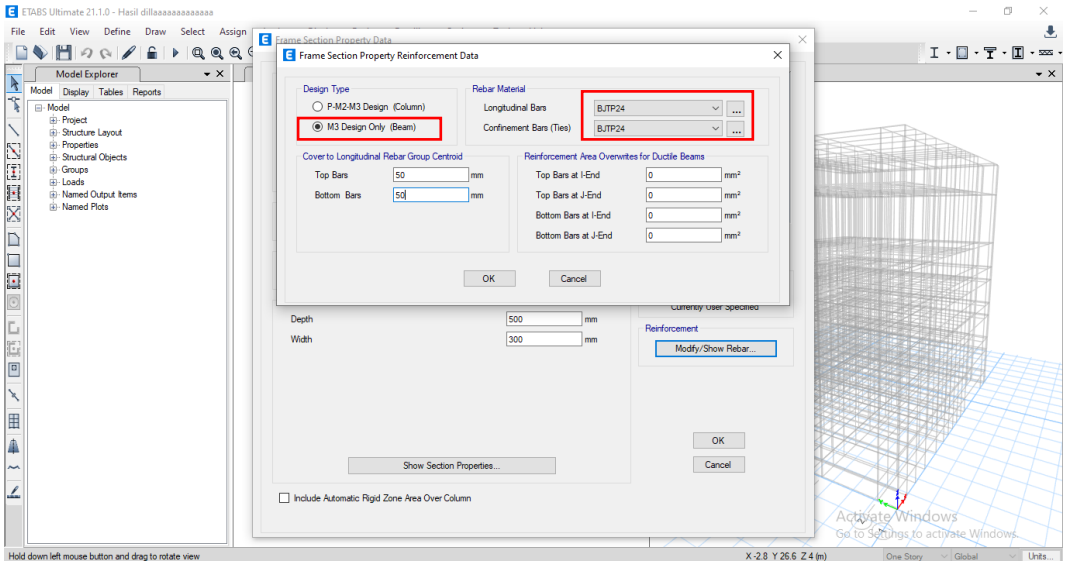
b) Setelah itu maka akan tampil seperti gambar dibawah ini, lalu masukkan data di Moment of Mnertia about 2 axis yaitu 0,35 dan Moment of Inertia about 3 axis yaitu 0,35 lalu klik OK.



Gambar 2. 27 Stiffness Modification Factors

c) Tentukan kebutuhan tulangan dan selimut beton yang digunakan dan memilih Design Type yaitu M3 Design Only design Beam

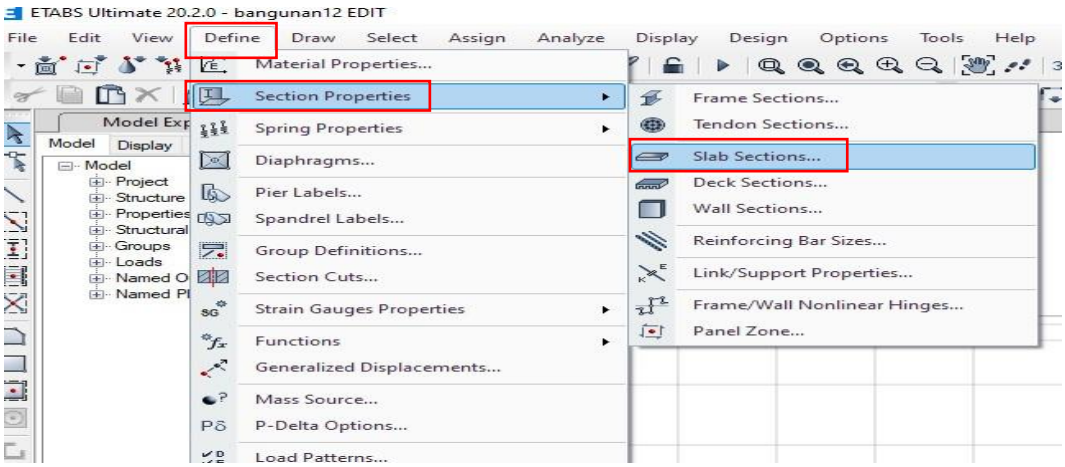
kemudian tentukan material tulangan yang akan digunakan pada Rebar Material yaitu BJTP 240 MPa dan lalu klik OK.



Gambar 2. 28 Property Renforcement Data

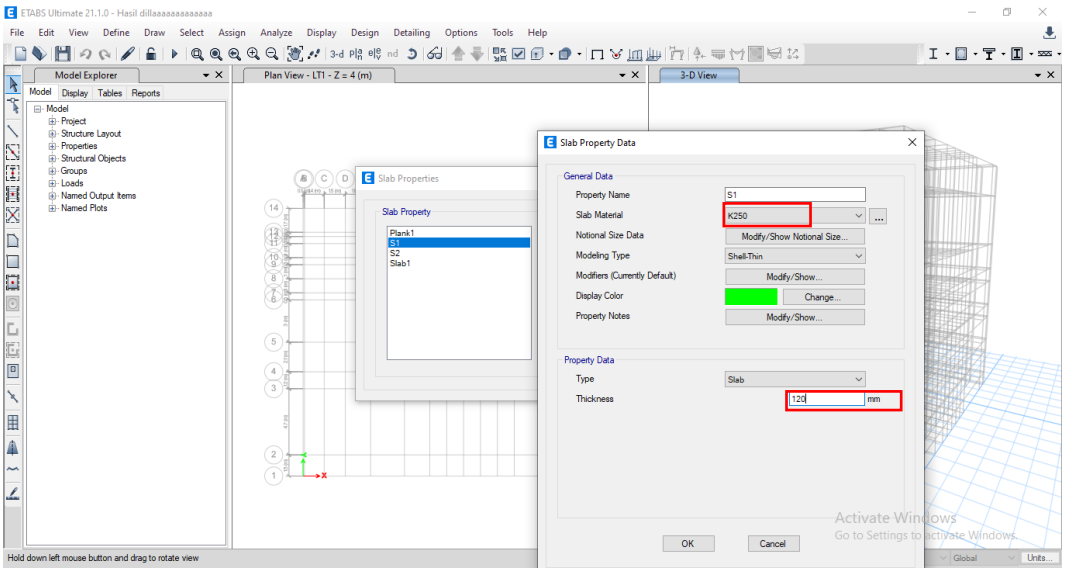
3) Lantai

a) Klik Define kemudian klik section properties, klik Slab Sections



Gambar 2. 29 Slab Sections

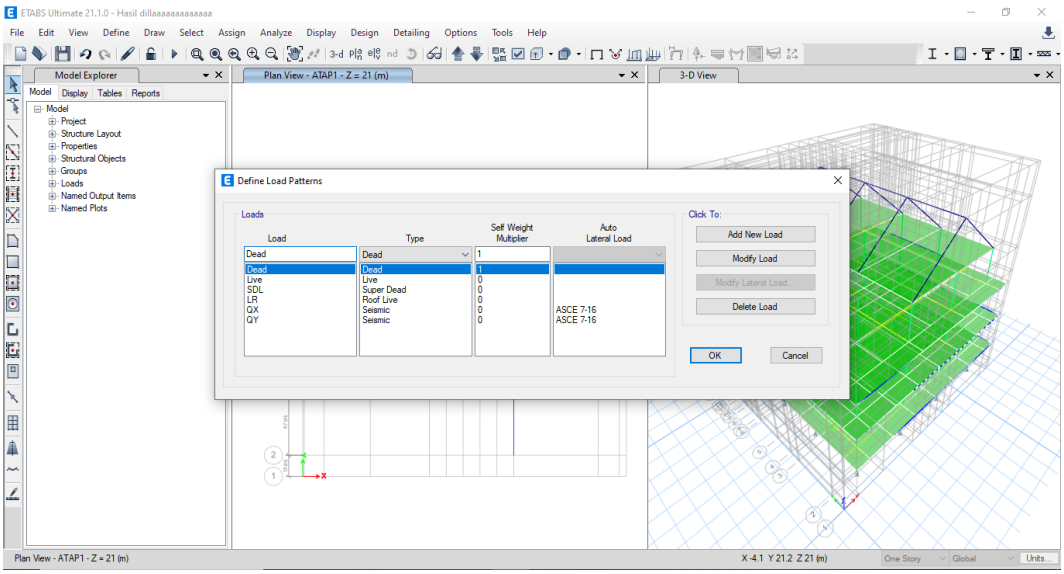
b) Klik slab 1 Modify/Show Property kemudian ganti Property name menjadi S1 *dan slab material* Beton K250 untuk Thickness atau tebal plat kita isi 120 lalu klik OK.



Gambar 2. 30 Slab Propety

d. Mendefisikan kasus pembebanan

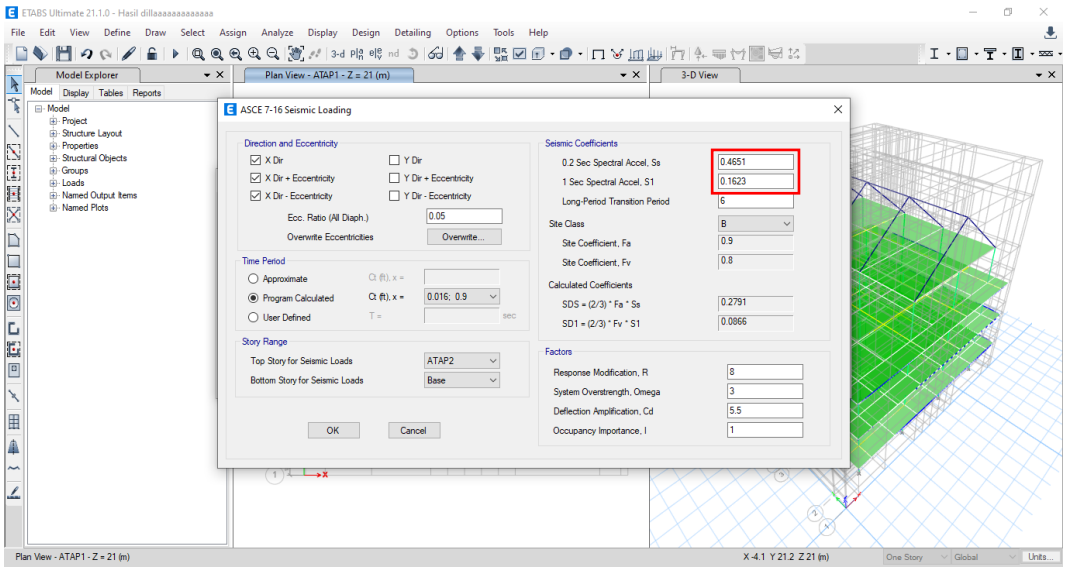
Pertama-tama akan didefinisikan terlebih dulu 2 kasus pembebanan dasar yaitu "Dead" dan "Live" dan satu lagi kasus pembebanan yaitu "Super Dead". Serta pembebanan gempa “Seismic”akan dipakai untuk mendefinisikan beban mati diluar beban struktur sendiri dan dinding.



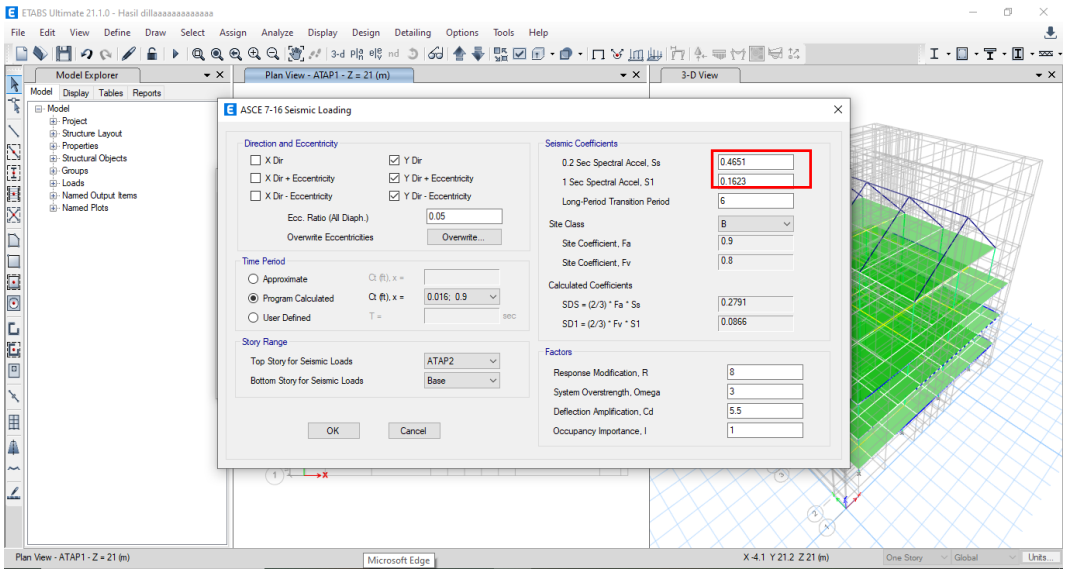
Gambar 2. 31 Define Load Palettes

e. Pendefinisian beban gempa

Beban gempa terbagi menjadi dua yaitu beban gempa yang terjadi pada sumbu X dan beban gempa yang terjadi pada sumbu Y. Kedua beban gempa ini perlu didefinisikan berdasarkan nilai-nilai parameter seismik gempa yang sudah ditentukan sebelumnya. Pendefinisian beban gempa dapat dilihat pada gambar berikut:



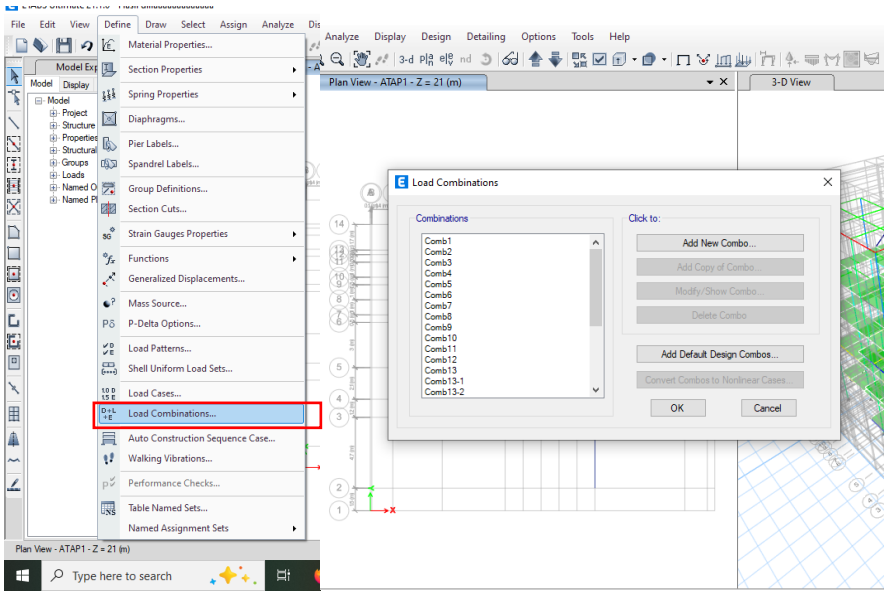
Gambar 2. 32 ASCE 7-16 Sesmic Loading X



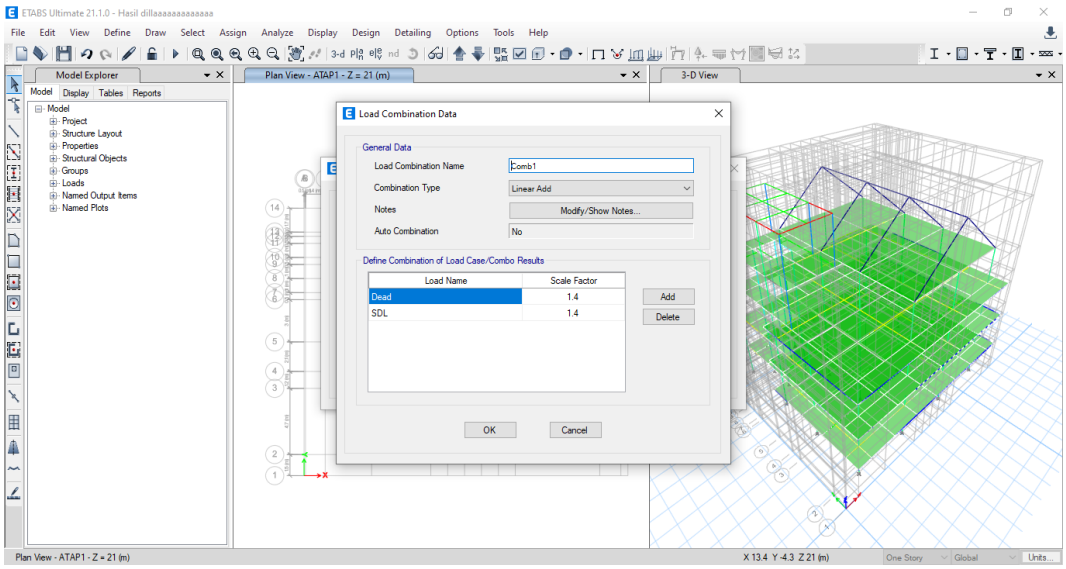
Gambar 2. 33 ASCE 7-16 Sesmic Loading Y

f. Kombinasi pembebanan

Nilai-nilai kombinasi pembebanan yang akan digunakan dimasukkan ke dalam program. Kombinasi pembebanan ini akan digunakan program untuk menganalisa apakah struktur sudah kuat untuk menahan beban-beban yang akan terjadi.



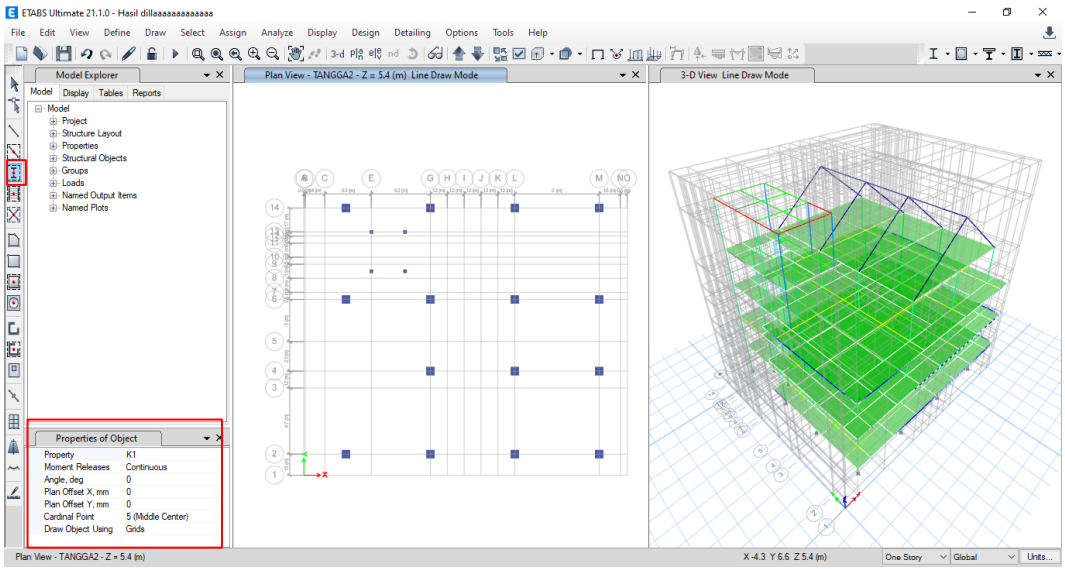
Gambar 2. 34 Load Combinations



Gambar 2. 35 Load Combination Data

g. Menggambar objek kolom

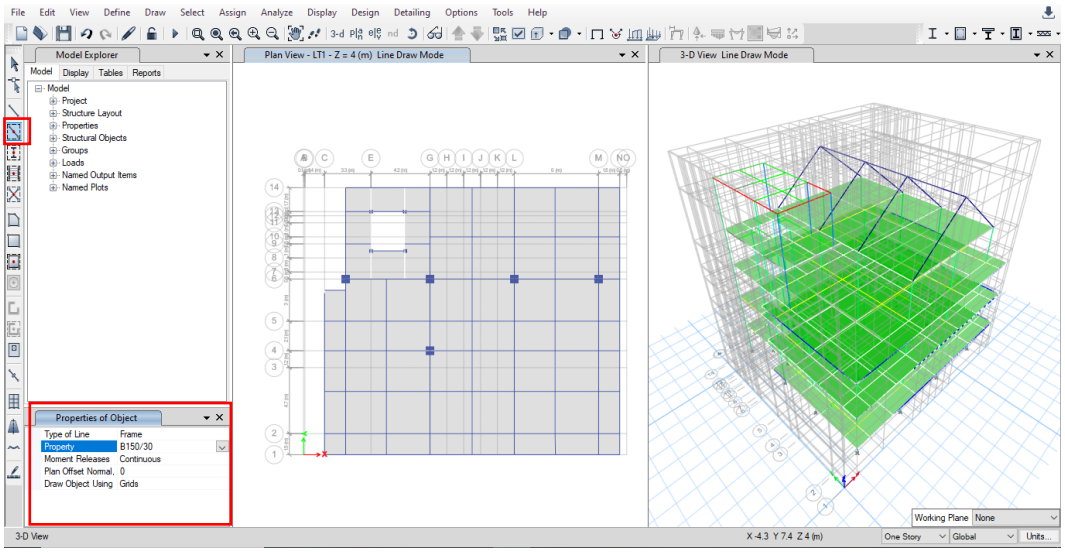
Pilih one story jika kolom tidak beraturan jadi kolom di gambarkan 1 persatu, namun jika kolom beraturan dan jenis kolomnya sama kita bisa menggunakan all story pada pojok kanan bawah, lalu klik qick draw colum.



Gambar 2. 36 Menggambar Objek Kolom

h. Menggambar objek balok

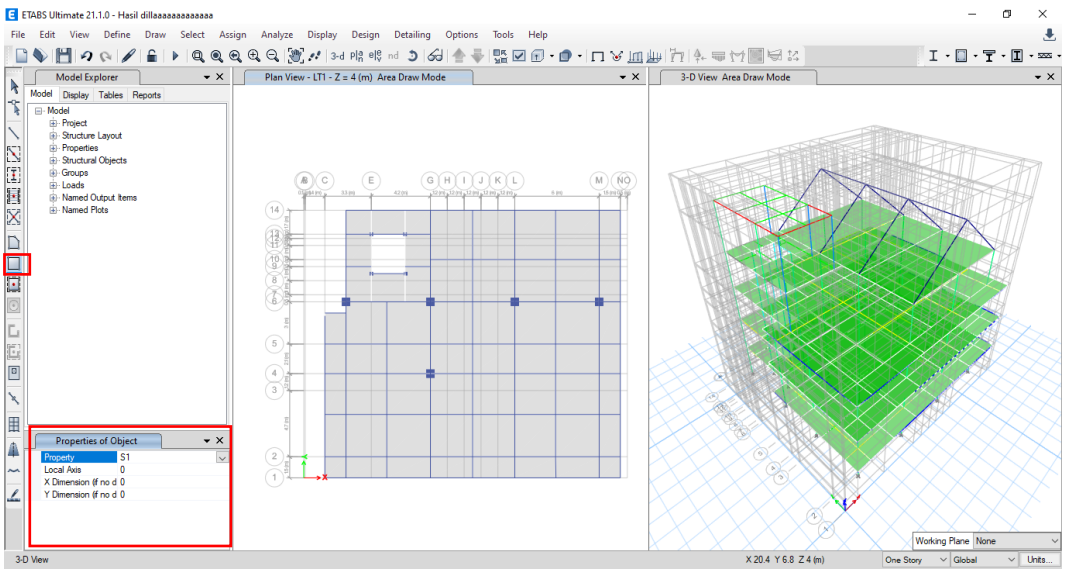
Prosedur menambahkan balok sama dengan menambahkan kolom seperti di jelaskan pada bagian sebelumnya. Bedanya berada pada bagian quick draw beams.



Gambar 2. 37 Menggambar Objek Balok

i. Menggambar plat lantai

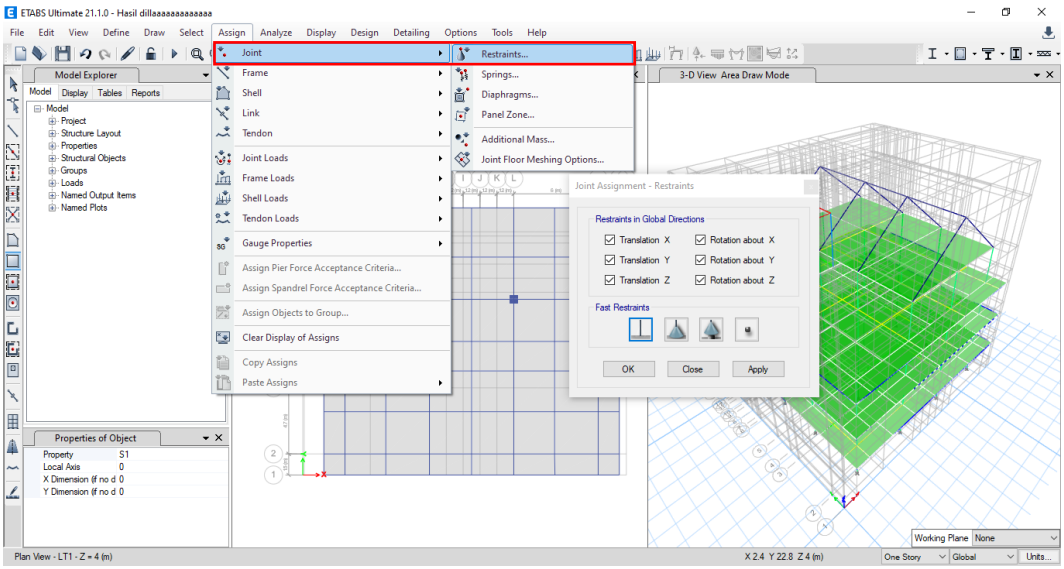
Penampang plat akan di tempatkan ke seluruh lantai dengan menggunakan Draw Rectangular Floor Dengan menggambar satu persatu.



Gambar 2. 38 Menggambar Plat Lantai

j. Menentukan tegangan

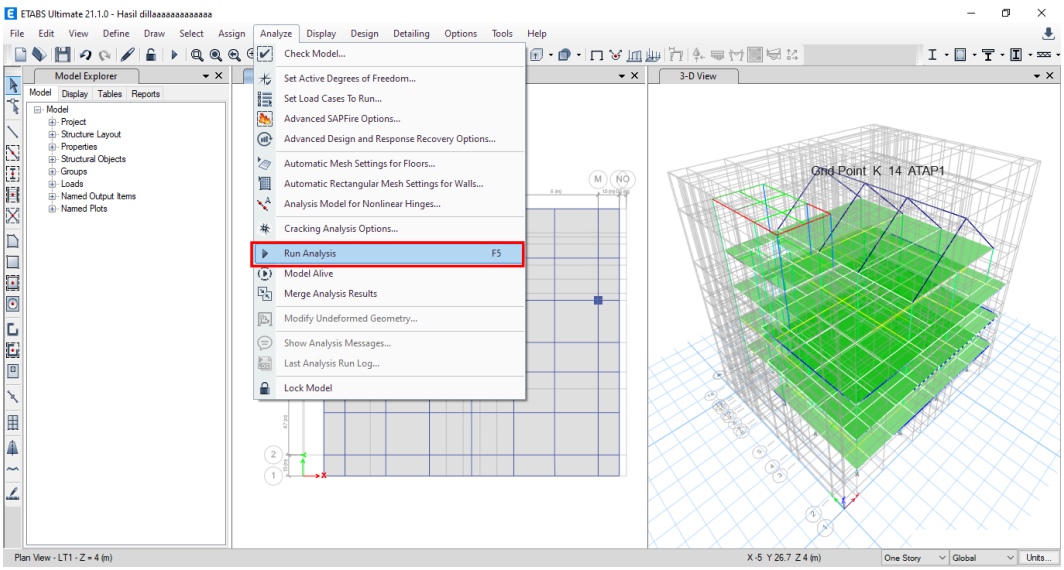
Untuk jenis perletakan digunakan jenis tumpuan jepit yang diaplikasikan pada lantai dasar, dikarenakan jenis tumpuan perletakan ini dapat menahan gaya vertikal, gaya horizontal dan menahan momen.



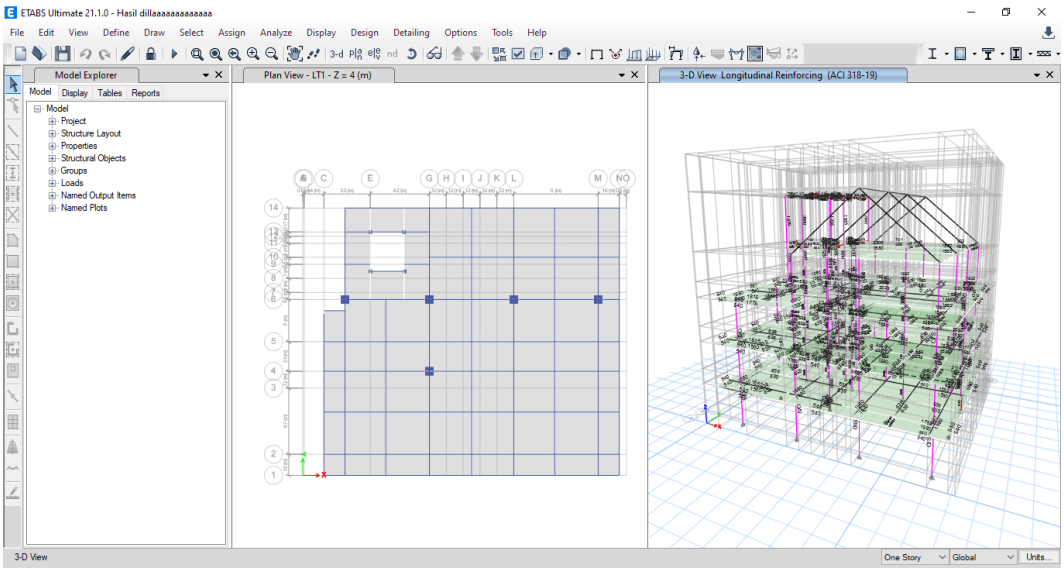
Gambar 2. 39 Menentukan Perletakan

k. Menjalankan program analisis

Klik pada tool bar atau bukaamenu Analyze > Run Analysis, klik Run Analysis dan tunggu sampai ETABS menampilkan "Analysis Complete" dan ETABS akan secara otomatis menutup jendela "Analyzing Please" wait dan kembali ke layar utama dimana jendela 3D View menampilkan bentuk deformed dari model.

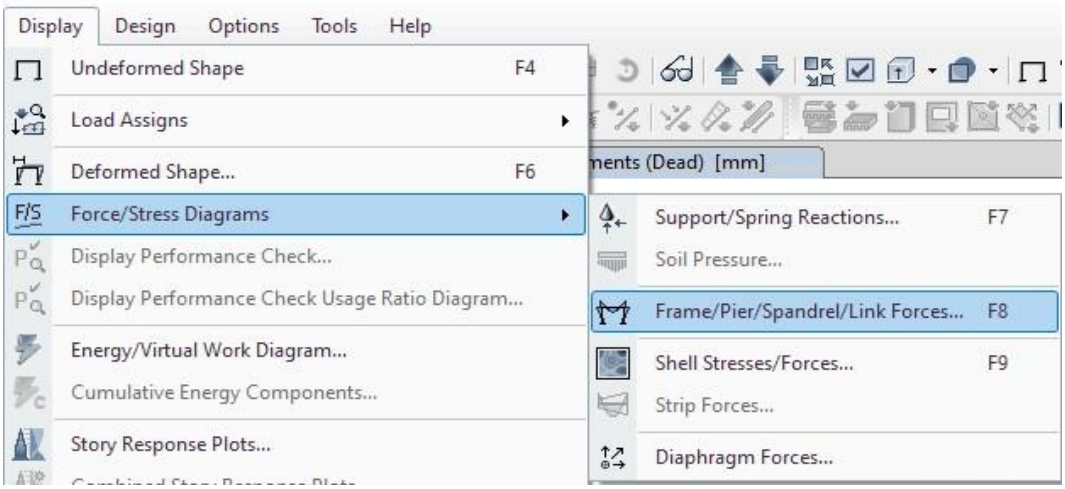


Gambar 2. 40 Run Analisis

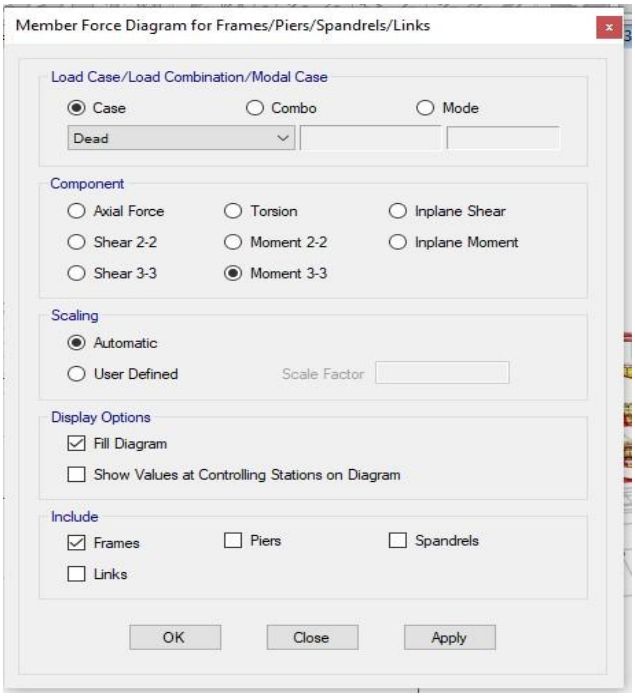


Gambar 2. 41 Tampilan Gambar Setelah Analisis

Hasil analisis dapat ditampilkan memilih menu Display > Show Member Forces/Stress Diagram. Pilih kasus pembebanan dari menu drop-down, pilih "Component" (shear, moment atau torsion) dan pilih "Fill Diagram".



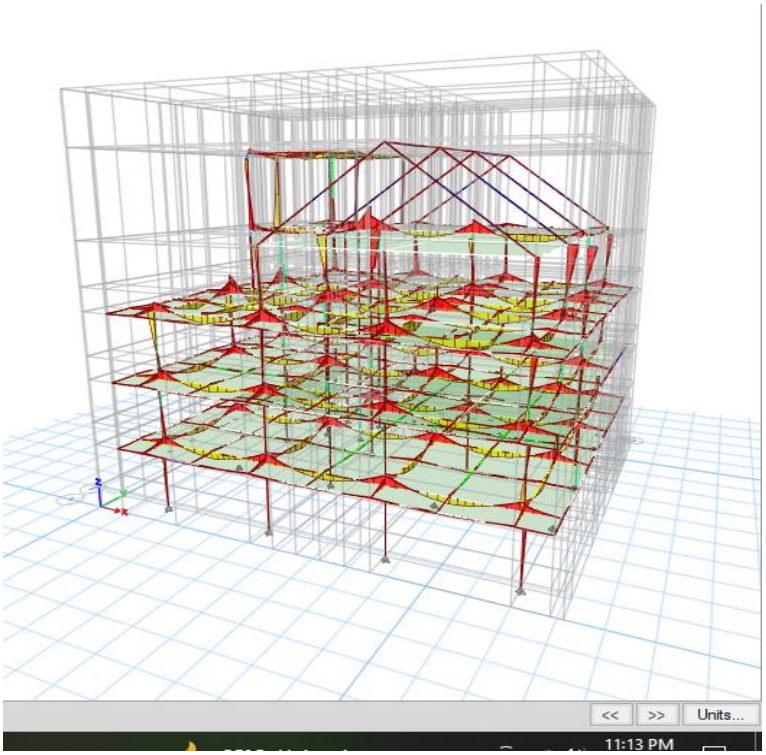
Gambar 2. 42 Freme/Pier/Spandrel/Link



Gambar 2. 43 Member Force Diagram

l. Diagram momen

Sekarang diagram momen (3-3) ditampilkan dengan momen positif yang digambar di sisi tarik. Untuk menampilkan diagram momen positif di sisi tekan, buka menu Options dan kotak yang ada di sebelah sebelah kiri Moment Diagrams on Tension Side dikosongkan. Klik kanan pada balok di antara garis As A dan B pada tingkat plat lantai atap untuk menampilkan hasil analisis secara lebih mendetail.



Gambar 2. 44 Tampilan Diagram Pada Struktur

BAB III

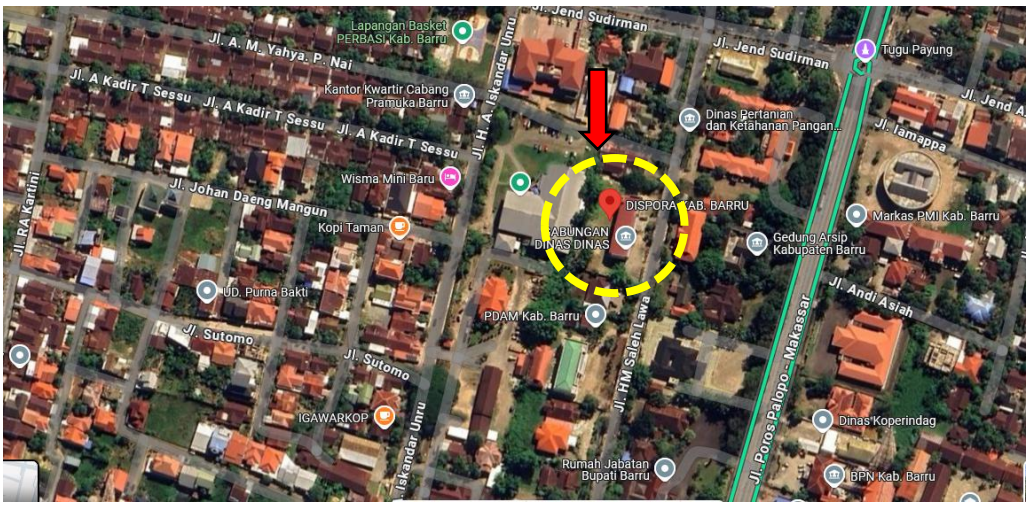
METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah kuantitaif dengan mengumpulkan dan menganalisis data untuk mengetahui kinerja struktur gedung terhadap beban gempa memanfaatkan *software* ETABS.

B. Lokasi dan Waktu

Tempat lokasi penelitian ini di Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga yang terletak di Jl. HM Saleh Lawa, Sumpang Binangae, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan 90712 Indonesia. Lokasi penelitian ini termasuk lokasi strategis yang di dominasi bangunan perkantoran dengan tingkat mobilitas masyarakat yang tinggi berikut gambar koordinat lokasi penelitian.



Gambar 3. 1 Lokasi Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru

Sumber: (goggle earth tahun 2024)

1. Waktu Penelitian

Durasi penelitian ini berlangsung selama 2 (dua) bulan, dimulai dari bulan Februari hingga Maret 2025. Adapun alokasi waktu untuk setiap tahapan penelitian akan diuraikan dalam *time schedule* sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Alokasi waktu			
		Februari 2025		Maret 2025	
		3	4	1	2
1	Studi literature				
2	Pengumpulan data				
3	Identifikasi pembebanan pada struktur				
4	Memodelkan struktur				
5	Menganalisis struktur				
6	Mengevaluasi desain struktur				

C. Teknik Pengumpulan Data

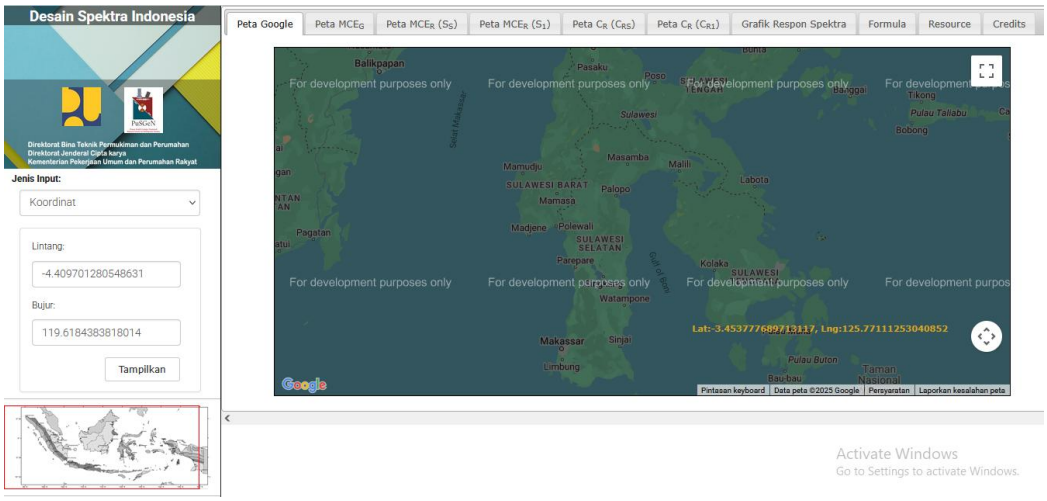
Metode pengumpulan data sekunder digunakan oleh penulis penelitian ini. Data dapat diperoleh dalam bentuk soft file dari situs penelitian. Selain itu, nilai percepatan gempa dan pembebanan struktur pada daerah penelitian dapat diperoleh dari berbagai sumber, termasuk website Puskim PU, SNI 2847-2019, PPURG 1987, dan SNI 03-1726-2019, selain dari studi sebelumnya.

1) Nilai Percepatan Gempa (PGA) SNI 03-1726-2002

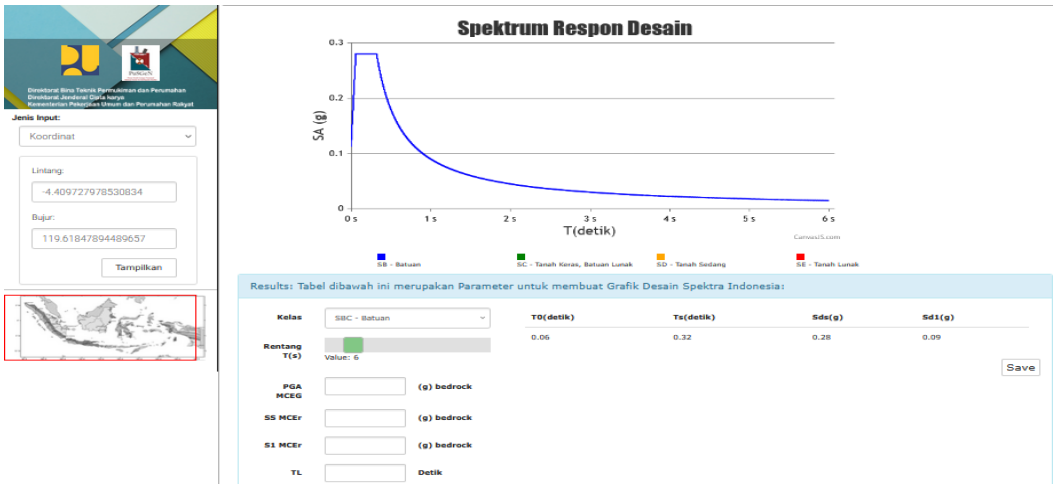
Nilai percepatan gempa, juga dikenal sebagai percepatan puncak tanah (PGA - Peak Ground Acceleration), adalah ukuran dari percepatan maksimum yang dialami oleh tanah selama gempa bumi. Berikut adalah PGA Gempa maksimum yang dipertimbangkan rata-rata geometrik (MCEG) wilayah Indonesia.

2) Puskim Desain Spektra Indonesia SNI 2847-2019

Peta sumber gempa Indonesia (revisi terbaru 2021), disusun oleh tim Pusat Penelitian Gempa Bumi Nasional (PUSGEN) dengan mengacu pada software spectral design indonesia milik Puskim PU. pengembangan perangkat lunak ini juga didukung oleh berbagai lembaga yang kompeten di bidangnya, antara lain pusat penelitian dan pengembangan perumahan dan permukiman, pusat penelitian dan pengembangan, serta kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat.



Gambar 3. 2 Halaman Depan Web Desain Spektra Indonesia Puskim PU
Sumber: (Puskim Desain Spektra Indonesia https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/)



Gambar 3. 3 Grafik Nilai Respon Spektrum
Sumber: (Puskim Desain Spektra Indonesia https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/)

Berdasarkan Gambar 3. 2 dan Gambar 3. 3 adalah tampilan yang diambil langsung dari Website Puskim Desain Spektra Indonesia.

3) PPURG 1987

Dalam PPURG adalah singkatan dari **Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung** yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia pada tahun 1987. Pedoman ini memberikan panduan tentang cara perhitungan beban hidup dan beban struktural untuk rumah dan gedung, termasuk beban gempa, beban angin, dan beban berat sendiri bangunan.

PPURG sangat penting dalam perencanaan dan desain struktur bangunan untuk memastikan keamanan dan ketahanan bangunan terhadap berbagai jenis beban yang mungkin terjadi selama hidupnya.

a. Beban Mati (Dead Load): Beban yang berasal dari berat struktur itu sendiri termasuk elemen-elemen bangunan seperti dinding, lantai, atap, dan sebagainya.
b. Beban Hidup (Live Load): Beban yang berubah-ubah atau bergerak, seperti beban penghuni, perabot, dan aktivitas yang terjadi di dalam bangunan.
c. Beban Angin (Wind Load): Beban yang dihasilkan oleh tekanan angin pada permukaan bangunan.
d. Beban Gempa (Seismic Load): Beban yang dihasilkan oleh gerakan tanah akibat gempa bumi.
e. Beban Sementara (Temporary Load): Beban yang mungkin terjadi pada kondisi

Dalam menentukan dead load (beban mati) suatu bangunan perlu memperhitungkan bahan bangunan yang dibutuhkan dan berat sendiri beberapa komponen yang akan dihitung. Informasi mengenai kerugian beban mati ini bisa dilihat pada tabel yang tersedia.

Tabel 3. 2 Beban Mati Berdasarkan Bahan Bangunan Sumber: (PPURG 1987)

Komponen gedung	Besarnya beban
Adukan per cm tebal dari semen	21 kg/m²
Adukan per cm tebal dari kapur, semen merah atau tras	7 kg/m²
Aspal termasuk bahan-bahan mineral penambah per cm tebal	14 kg/m²
Dinding pasangan bata merah satu batu	450 kg/m²
Dinding pasangan bata merah satu batu	250 kg/m²
Dinding pasangan batako berlubang tebal dinding 20 cm	200 kg/m²
Dinding pasangan batako berlubang tebal dinding 10 cm	120 kg/m²
Dinding pasangan batako tanpa lubang tebal dinding 15 cm	300 kg/m²
Dinding pasangan batako tanpa lubang tebal dinding 10 cm	200 kg/m²
Semen asbes (eternit dan bahan lain sejenis), dengan tebal maksimum 4 mm	11 kg/m²
Kaca dengan tebal 3-5 mm	10 kg/m²
Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa langit-langit dengan entang maksimum 5 m dan untuk beban maksimun 200 kg/m²	40 kg/m²
Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s minimum 0,80 m	7 kg/m²
Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso per m² bidang atap	50 kg/m²
Penutup atap sirap dengan reng dan usuk/kaso per m² bidang atap	40 kg/m²
Penutup atap seng gelombang (BJLS-25)	10 kg/m²
Punutup lantai dari ubin semen portlant, teraso dan beton, tanpa adukan per cm tebal	4 kg/m²
Semen asbes gelombang (tebal 5 mm)	11 kg/m²

D. Data Struktur Gedung

Untuk penelitian ini, penulis melakukan pengamatan lapangan dan menggunakan gambar arsitektur serta referensi Peta Sumber dan Bahaya Gempa

Indonesia dari puskim.pu.go.id. Analisis data dilakukan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726–2019.

Data teknis yang digunakan penulis dalam penelitian ini meliputi:

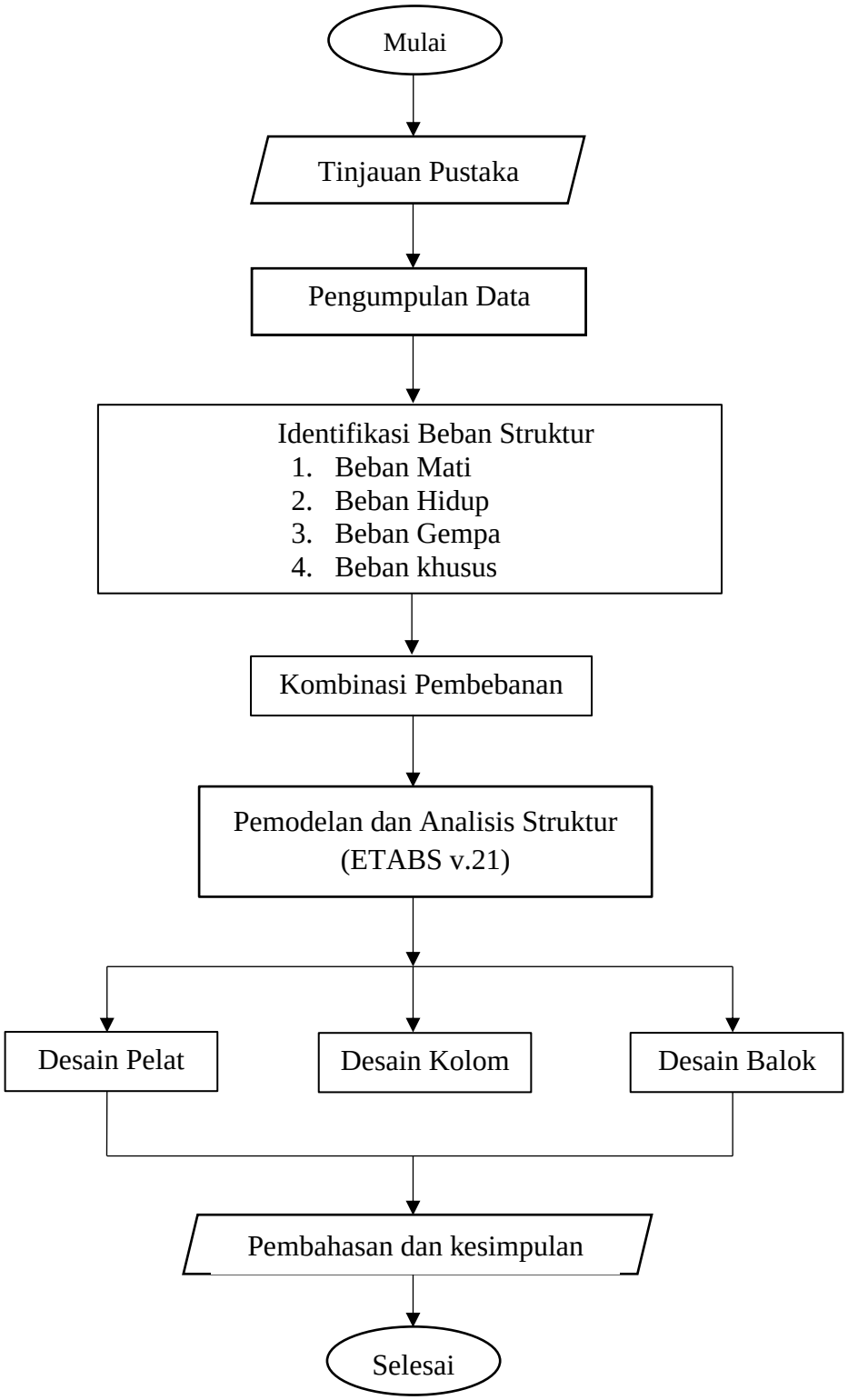
a. Lokasi Studi Kasus : Jl. HM Saleh Lawa, Sumpang Binangae, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan 90712
b. Jenis Bangunan : Bangunan Gedung
c. Material Bangunan : Beton Bertulang
d. Fungsi Bangunan : Perkantoran
e. Jumlah Lantai : 4 Lantai
f. Tinggi Struktur bangunan : 7,00 m (Total keseluruhan bangunan)
g. Tinggi Lantai Tipikal : $\pm$ 3,00 m

E. Tahap Analisis

Tahap Pada tahap ini, rencana tahap evaluasi pertama dibuat, yang mencakup pengumpulan dan pengolahan data, sebelum menentukan hasil akhir dan kesimpulan. Hasil analisis penulis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Melakukan review jurnal dan buku panduan yang relevan dengan analisis struktur bangunan.
2) Menyusun daftar data yang diperlukan untuk keperluan penelitian.
3) Melakukan identifikasi beban pada struktur, yaitu Beban hidup, Beban mati, Beban tambahan dan Beban gempa.
4) Melaksanakan pemodelan struktur gedung.
5) Melakukan analisis terhadap struktur.
6) Menyusun kesimpulan berdasarkan hasil penelitian.

F. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 4 Diagram alir

BAB IV

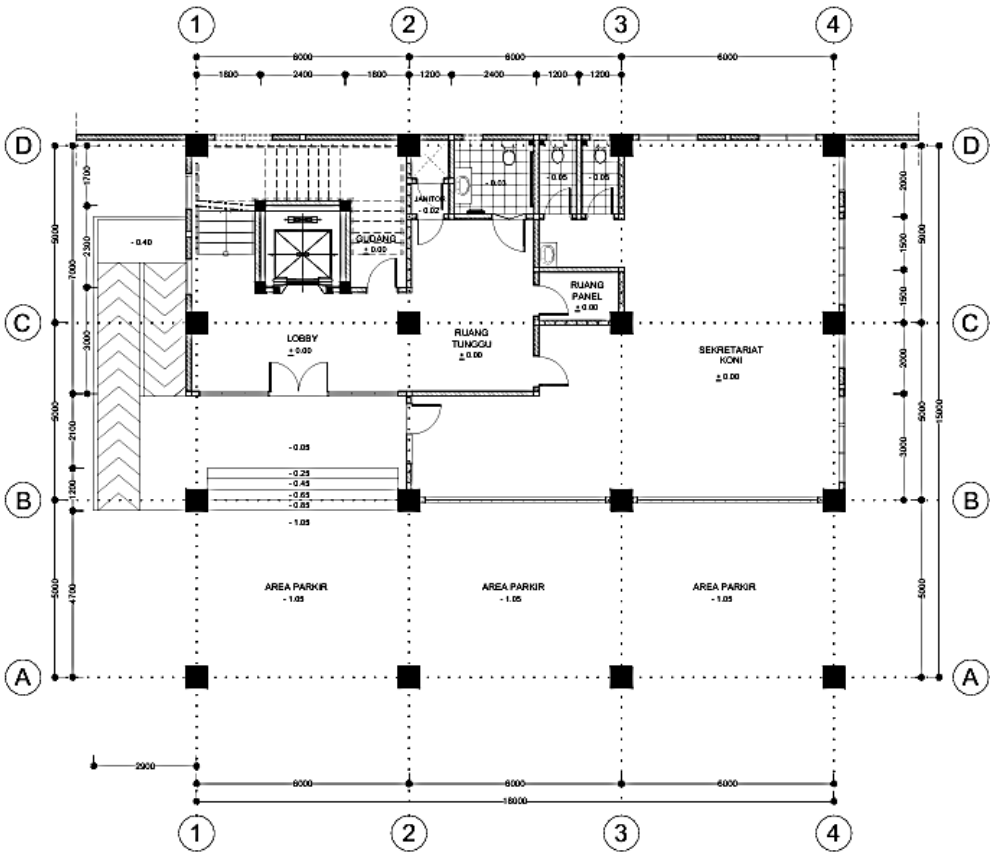
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Struktur Gedung

Data Gedung mengandung data setiap lantai, data koordinat Gedung, dan data spesifikasi struktur utama gedung seperti kolom, balok dan pelat.

1) Denah Struktur Gedung

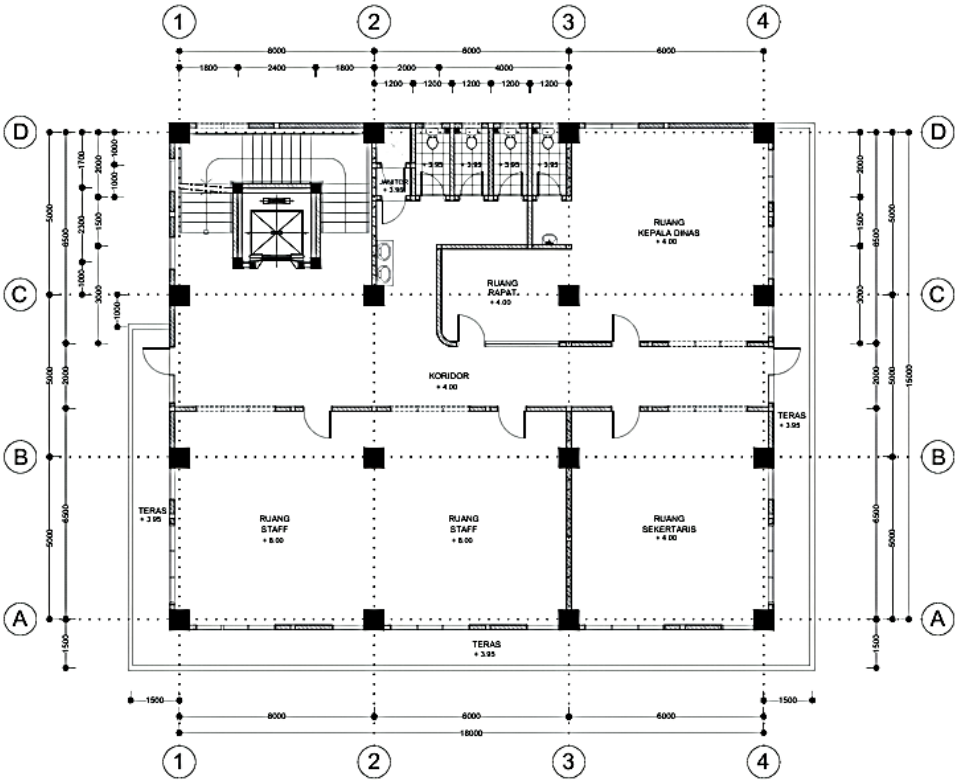
Denah gedung ini ialah lantai dan hanya menampilkan berupa tipikal saja artinya bahwa hanya menampilkan garis besar saja.



Gambar 4. 1 Denah Lantai 1

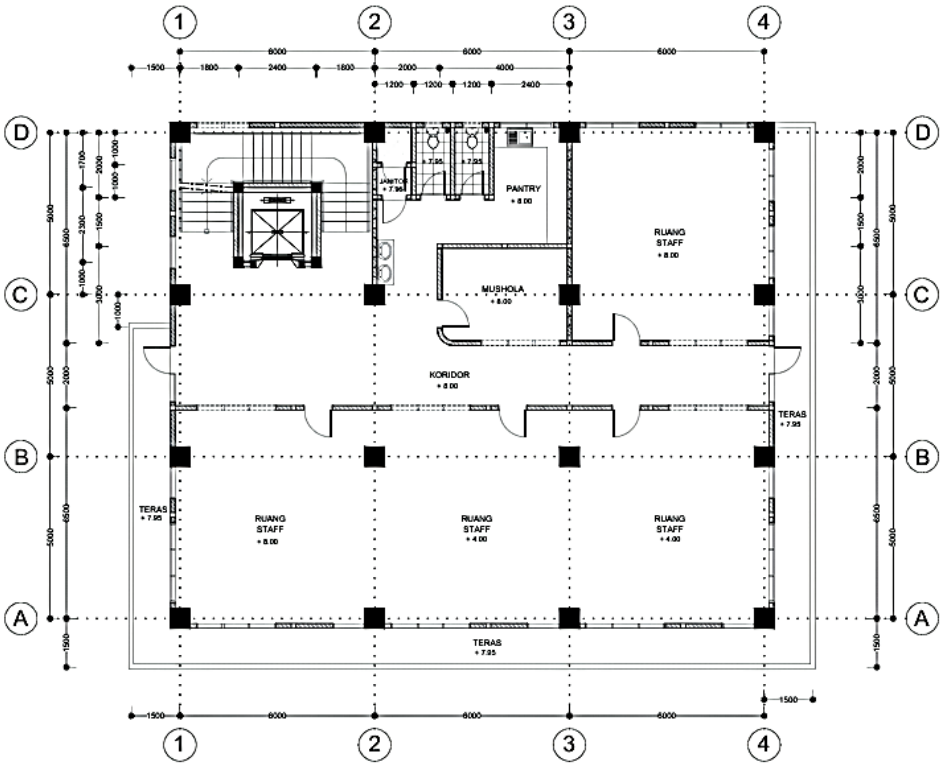
Sumber: (DED pembangunan gedung kantor dinas pariwisata pemuda olahraga Kabupaten Barru)

Pada denah lantai 1 dapat dilihat jarak bentang arah X adalah 18 meter dan bentang arah Y adalah 15 meter dengan jarak kolom arah X adalah 6 meter dan jarak kolom arah Y adalah 5 meter dengan ukuran kolom 60 cm x 60 cm.



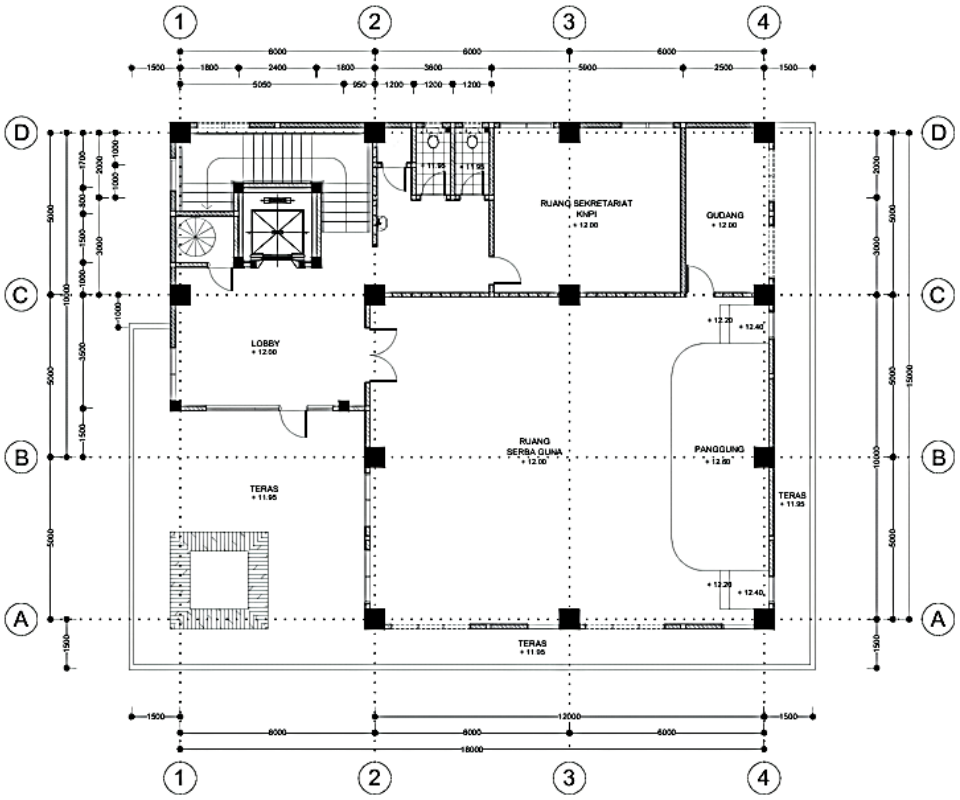
Gambar 4. 2 Denah Lantai 2
Sumber: (DED pembangunan gedung kantor dinas pariwisata pemuda olahraga Kabupaten Barru)

Pada denah lantai 2 dapat ditentukan jarak bentang arah X adalah 18 meter dan bentang arah Y adalah 15 meter dengan jarak kolom arah X adalah 6 meter dan jarak kolom arah Y adalah 5 meter dengan ukuran kolom 60 cm x 60 cm pada lantai 2 terdapat balok kantilever yang mengelilingi bagian samping dan depan gedung dengan panjang 1,5 meter.



Gambar 4. 3 Denah Lantai 3
Sumber: (DED pembangunan gedung kantor dinas pariwisata pemuda olahraga Kabupaten Barru)

Pada denah lantai 3 dapat ditentukan jarak bentang arah X adalah 18 meter dan bentang arah Y adalah 15 meter dengan jarak kolom arah X adalah 6 meter dan jarak kolom arah Y adalah 5 meter dengan ukuran kolom yang bervariasi dan berbeda dari lantai sebelumnya yaitu 60 cm x 40 cm untuk setiap kolom yang berada pada setiap sisi dan 4 kolom ukuran 40 cm x 40 cm yang berada di tengah, pada lantai 3 juga terdapat balok kantilever yang mengelilingi bagian samping dan depan gedung dengan panjang 1,5 meter.



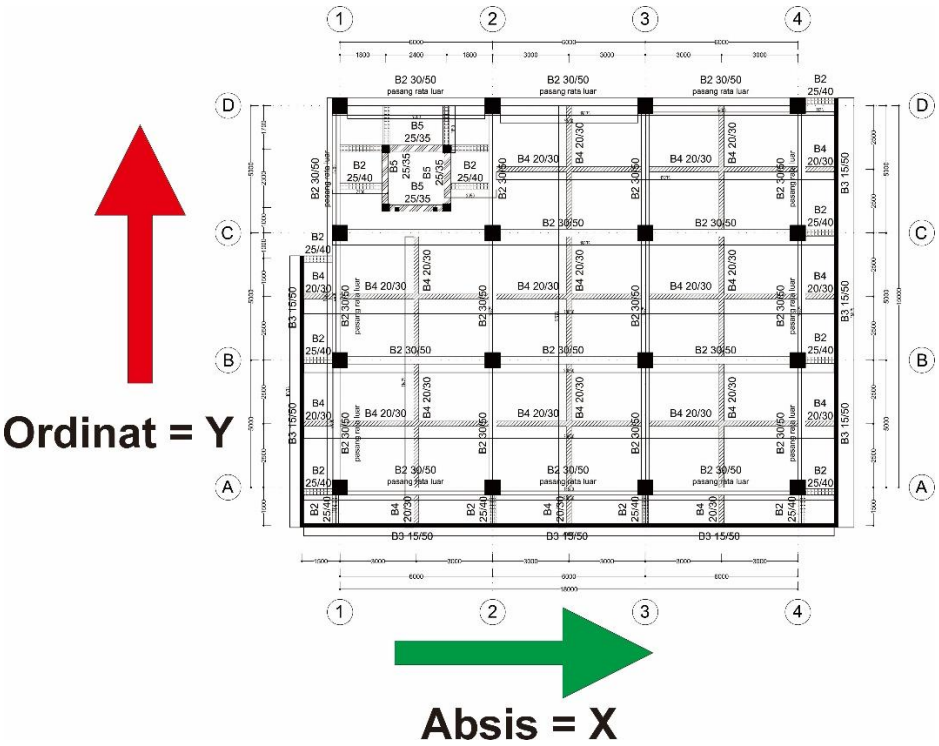
Gambar 4. 4 Denah lantai 4
Sumber: (DED pembangunan gedung kantor dinas pariwisata pemuda olahraga Kabupaten Barru)

Pada denah lantai 4 dapat ditentukan jarak bentang arah X adalah 18 meter dan bentang arah Y adalah 15 meter dengan jarak kolom arah X adalah 6 meter dan jarak kolom arah Y adalah 5 meter dengan ukuran kolom yang bervariasi dan hampir sama dari lantai sebelumnya yaitu 60 cm x 40 cm untuk setiap kolom yang berada pada setiap sisi yang membedakan dari lanitai 3 atau lantai adalah hanya terdapat 3 kolom ukuran 40 cm x 40 cm yang berada di tengah, pada lantai 4 juga terdapat balok kantilever yang mengelilingi bangian samping dan depan gedung dengan panjang 1,5 meter dari denah lantai 4 dapat diketahui kolom yang terletak pada sudut kiri bawah atau sumbu X.0 dan Y.0 tidak dihilangkan atau kolom tersebut hanya berada pada lantai 1, 2 dan 3.

2) Data Koordinat Struktur Gedung

Gedung berukuran 15,6 meter pada sisi terlebar dan 33,6 meter pada sisi terpanjang dengan total luas bangunan kurang lebih 542,16 m^2. Struktur terdiri dari rangka beton bertulang, dengan elevasi total bangunan 21,50 meter (hingga ring balok atap). Perhitungan analisa struktur menggunakan program ETABS v.21.

Dalam menentukan sistem koordinat perlu diketahui jarak absis untuk mempermudah dalam permodelan gedung, jarak absis merupakan total jarak yang dimulai dari sumbu X0, Y0 dan Z0 berbeda dengan jarak. Dapat dilihat pada gambar 4. 6. Berikut merupakan tabel titik koordinat arah X, Y dan Z yang diambil dari data Gedung.



Gambar 4. 5 Koordinat Arah X dan Y
Sumber: DED Gedung DISPORA

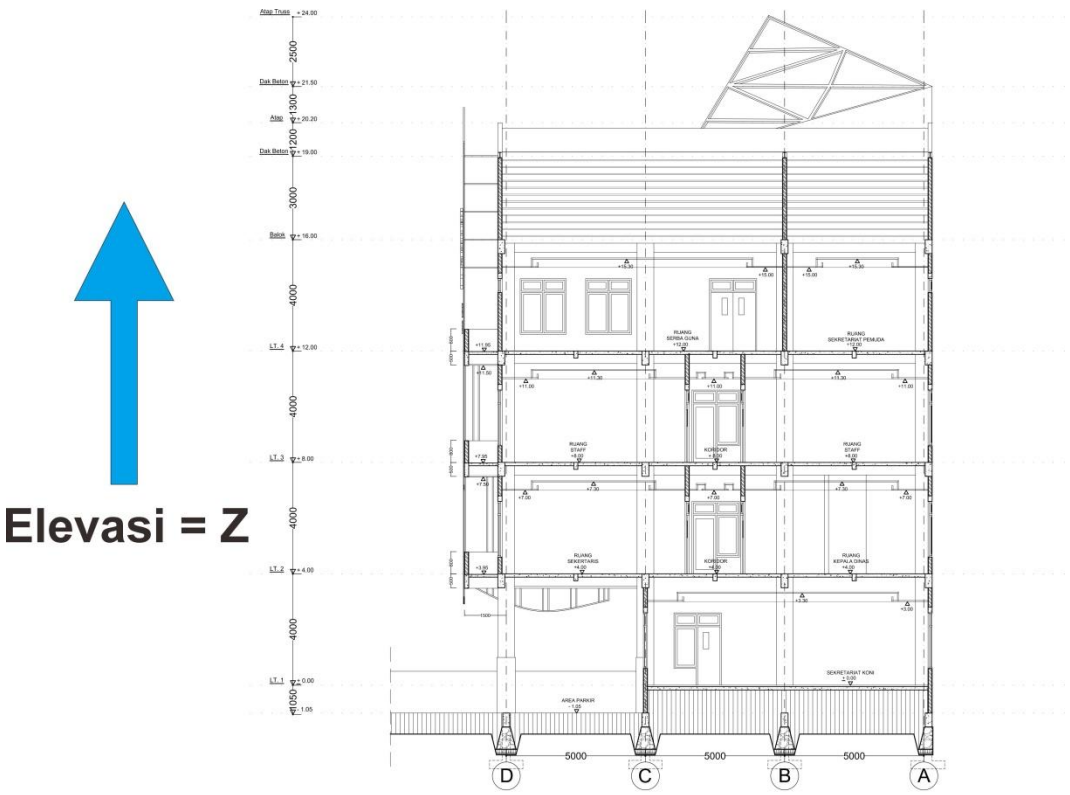
Tabel 4. 1 Koordinat Arah X (Sumber: DED Pembangunan Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru)

No	Label	Jarak (mm)	Absis (mm)
1	X0	0	0
2	X1	1500	1500
3	X2	3000	4500
4	X3	3000	7500
5	X4	3000	10500
6	X5	3000	13500
7	X6	3000	16500
8	X7	3000	19500
9	X8	1500	21000
Total Panjang (Sumbu X)		21000	

Tabel 4. 2 Koordinat Arah Y (Sumber: DED Pembangunan Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru)

No	Label	Jarak (mm)	Elevasi (mm)
1	Y0	0	0
2	Y1	1500	1500
3	Y2	2500	4000
4	Y3	2500	6500
5	Y4	2500	9000
6	Y5	1500	10500
7	Y6	1000	11500
8	Y7	1000	12500
9	Y8	2300	14800
10	Y9	1700	16500

Total Panjang (Sumbu Y)	16500



Gambar 4. 6 Elevasi Z
Sumber: DED Gedung DISPORA

Tabel 4. 3 Koordinat Arah Z (Sumber: DED Pembangunan Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru)

No	Label	Jarak (mm)	Elevasi (mm)
1	Z0	0	0
2	Z1	4000	4000
3	Z2	4000	8000
4	Z3	4000	12000
5	Z4	4000	16000
6	Z5	3000	19000
7	Z6	1200	20200
8	Z7	1300	21500
Total Panjang (Sumbu Z)		21500	

B. Parameter Seismik Gempa

Berdasarkan peraturan yang berlaku di Indonesia terkait perhitungan gempa, sebelum melakukan analisis struktur penting untuk terlebih dahulu menetapkan parameter-parameter yang akan digunakan dalam analisis tersebut. Parameter-parameter yang digunakan dalam desain ini mencakup:

1. Letak Lokasi Pembangunan

Lokasi Bangunan Terletak Pada:

Lintang : -4.03587231061142

Bujur : 119.629089902229734

Pengambilan titik gempa pada penelitian ini adalah Kota Makassar.

2. Kategori Resiko

Tabel 4. 4 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa (Sumber: SNI 1726:2019)

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II

Berdasarkan tabel 4. 4 kategori resiko bergantung kepada fungsi gedung. Dalam desain ini digunakan fungsi bangunan sebagai Gedung Perkantoran.

3. Faktor Keutamaan Gempa

Hasil dari penentuan kategori risiko tersebut kemudian menjadi parameter untuk menentukan faktor keutamaan gempa.

Tabel 4. 5 Kategori Resiko Bangunan Untuk Gempa (Sumber: SNI 1726:2019)

Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II

Berdasarkan tabel 4. 5 kategori resiko bergantung kepada fungsi gedung. Dalam desain ini digunakan fungsi bangunan sebagai Gedung Perkantoran.

Tabel 4. 6 Faktor Keutamaan Gempa (Sumber: SNI 1726:2019)

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Berdasarkan tabel 4. 6, maka faktor keutamaan gempa yang digunakan dalam desain ini sebesar 1,0.

4. Menentukan Kelas Situs (SA-SF)

Dalam analisis gempa bumi, spektrum respons digunakan untuk menentukan gaya yang bekerja pada struktur. Ini adalah diagram yang menunjukkan hubungan antara respons maksimum suatu struktur yang dapat berupa kecepatan, kecepatan, atau perpindahan dan periode alami getaran struktur selama gempa bumi. SNI 1726:2019 mengatur spektrum respons dengan mempertimbangkan

faktor-faktor seperti percepatan tanah maksimum, koefisien modifikasi respons, dan periode fundamental struktur.

SNI 1726:2019 menetapkan faktor skala untuk menyesuaikan spektrum respons standar dengan karakteristik gempa di lokasi tertentu di Indonesia. Faktor skala ditentukan berdasarkan kondisi tanah, tingkat risiko gempa, dan periode ulang gempa, dan digunakan untuk mengalikan spektrum respons untuk menghasilkan nilai yang sesuai dengan kondisi gempa setempat.

Berdasarkan data tanah, tanah dilokasi ini termasuk kelas situs SD (Tanah Sedang). Beriut ini adalah gambar yang diambil dari website resmi PUSKIM PU desain spektra Indonesia 2011 dari peta tersebut dapat kita tentukan nilai Ss dan S1 parameter percepatan batuan dasar periode 0,2 detik dan periode 1 detik.

5. Kategori Desain Seismik

Berdasarkan nilai-nilai koefisien situs yang telah didapatkan, nilai-nilai tersebut selanjutnya akan dijadikan acuan untuk menentukan Kategori Desain Seismik (KDS).

Tabel 4. 7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Spektrum Priode Pendek (Sumber: SNI 1726:2019)

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 4. 8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Spektrum Priode 1 Detik (Sumber: SNI 1726:2019)

Nilai S_{DI}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DI} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{DI} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{DI} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{DI}$	D	D

Berdasarkan tabel 4. 7 dan 4. 8, maka dapat di simpulkan:

Kategori Desain Seismik : D

Faktor Redundasi : 0,067

Berdasarkan kategori desain seismik yang telah ditentukan, langkah selanjutnya adalah menetapkan prosedur analisis yang diperbolehkan. Selain kategori desain, prosedur analisis yang diizinkan juga dipengaruhi oleh jenis struktur yang diterapkan dalam desain tersebut. Dalam hal ini, struktur yang digunakan adalah rangka beton.

Dari tabel 4. 8, prosedur analisis yang diperbolehkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan data sebagai berikut:

Koefisien modifikasi respons, R : 8

Faktor pembesaran defleksi, Cd : 5,5

Faktor kuat lebih sistem, Ω_0 : 3

Tabel 4. 9 Prosedur Analisa Faktor R, Cd, dan Ω_0 Untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik (Sumber: SNI 1726:2019)

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R[a]	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0[b]	Faktor pembesaran defleksi, C_d[c]	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m)[d]				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D[e]	E[e]	F[f]
19. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
20. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
21. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¾	TB	TI	TI	TI	TI
22. Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
23. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10[k]	TI[k]	TI[k]
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI[l]	TI[l]	TI[l]
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus[m]	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI

C. Data Pembebanan

Analisis pembebanan bertujuan agar diinput pada struktur yang telah dibuat pemodelan 3D pada program ETABS v.21 yang sesuai dengan data-data gedung.

Tabel 4. 10 Jenis beban mati pada Gedung (Sumber: PPPURG 1987)

No	Jenis Beban Mati	Berat	Satuan
1	Baja	78,5	kN/m^3
2	Beton	22	kN/m^3
3	Pasangan batu kali	22	kN/m^3
4	Mortar, spesi	22	kN/m^3
5	Beton bertulang	24	kN/m^3
6	Pasir	16	kN/m^3
7	Lapisan aspal	14	kN/m^3

8	Air	10	kN/m^3
9	Dinding pasangan $^1/_2$ batu bata	2,5	kN/m^3
10	Curtain wall kaca + Rangka	0,6	kN/m^3
11	Langit-langit dan penggantung	0,2	kN/m^3
12	Cladding metal sheet + Rangka	0,2	kN/m^3
13	Finishing lantai (tegel atau keramik)	22	kN/m^3
14	Marmer, granit per cm tebal	0,24	kN/m3
15	Instalasi plumbing (ME)	0,25	kN/m3
16	Penutup atau genteng	0,5	kN/m3
16	Penutup atau genteng	0,5	kN/m3

1. Uraian beban

a. Beban mati tambahan pada lantai (SDL):

Berat pasir setebal 1cm = 0.16 kN/m^2

Berat spesi setebal 3cm = 0.66 kN/m^2

Berat keramik setebal 1cm = 0.24 kN/m^2

Berat plafon & penggantung = 0.2 kN/m^2

Berat instalasi ME = 0.25 kN/m^2

Total beban mati tambahan pada lantai = 1.51 kN/m^2

b. Beban mati tambahan pada lantai atap (SDL):

Berat waterproofing = 0.28 kN/m^2

Berat plafon & penggantung = 0.2 kN/m^2

Berat instalasi ME = 0.25 kN/m^2

Total beban mati tambahan pada lantai atap = 0.73 kN/m^2

c. Beban mati pada balok lantai:

Beban dinding tinggi 3.5\m 1/2 bata = 6.1 kN/m

d. Beban hidup pada balok lantai:

Lobi dan koridor lantai pertama = 4.79 kN/m^2

Kantor = 2.40 kN/m

e. Beban hidup pada lantai atap:

Beban orang & perlengkapan = 1.0 kN/m^2

Tabel 4. 11 Kombinasi pembebanan

Nomor		DL	SIDL	LL	L_r	R	W_x	W_y	E_x	E_y
1	1,1	1,4	1,4							
2	2,1	1,2	1,2	1,6	0,5					
	2,2	1,2	1,2	1,6		0,5				
3	3,1	1,2	1,2	1	1,6					
	3,2	1,2	1,2		1,6		0,5			
	3,3	1,2	1,2		1,6			0,5		
	3,4	1,2	1,2		1,6		0,375	0,375		
	3,5	1,2	1,2	1		1,6				
	3,6	1,2	1,2			1,6	0,5			
	3,7	1,2	1,2			1,6		0,5		
	3,8	1,2	1,2			1,6	0,375	0,375		
4	4,1	1,2	1,2	1	0,5		1			
	4,2	1,2	1,2	1	0,5			1		
	4,5	1,2	1,2	1	0,5		0,75	0,75		
	4,3	1,2	1,2	1		0,5	1			
	4,4	1,2	1,2	1		0,5		1		
	4,6	1,2	1,2	1		0,5	0,75	0,75		
5	5,1	0,9	0,9				1			
	5,2	0,9	0,9					1		
	5,3	0,9	0,9				0,75	0,75		
6	6,1	1,3058	1,3058	1					1,3	0,39
	6,2	1,3058	1,3058	1					1,3	-0,39
	6,3	1,3058	1,3058	1					-1,3	0,39
	6,4	1,3058	1,3058	1					-1,3	-0,39
	6,5	1,3058	1,3058	1					0,39	1,3
	6,6	1,3058	1,3058	1					-0,39	1,3
	6,7	1,3058	1,3058	1					0,39	-1,3
	6,8	1,3058	1,3058	1					-0,39	-1,3
7	7,1	0,7942	0,7942						1,3	0,39
	7,2	0,7942	0,7942						1,3	-0,39
	7,3	0,7942	0,7942						-1,3	0,39
	7,4	0,7942	0,7942						-1,3	-0,39
	7,5	0,7942	0,7942						0,39	1,3
	7,6	0,7942	0,7942						-0,39	1,3
	7,7	0,7942	0,7942						0,39	-1,3
	7,8	0,7942	0,7942						-0,39	-1,3

Beban-beban yang digunakan dalam desain mencakup:

D. Pemodelan dan Analisis

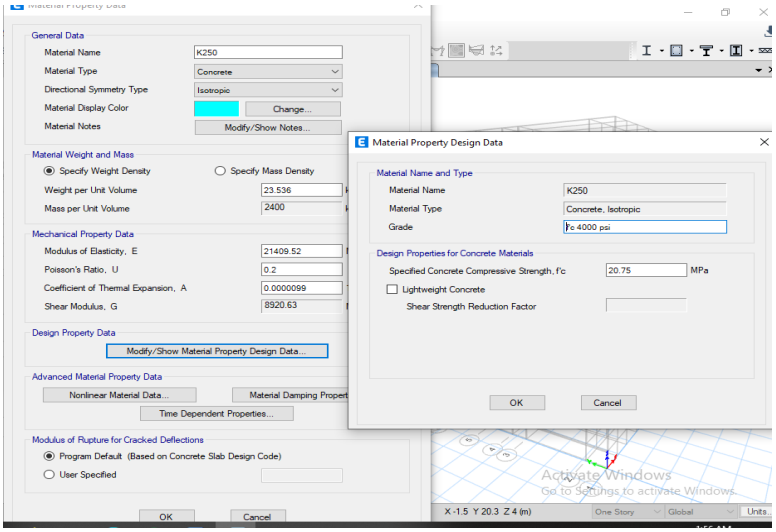
Proses analisis struktur dilakukan dengan memanfaatkan program ETABS v.21. Untuk memperoleh hasil analisis yang akurat melalui program ini, terdapat beberapa tahap yang perlu dilalui, yaitu:

1. Pendefinisian Material yang Akan Digunakan

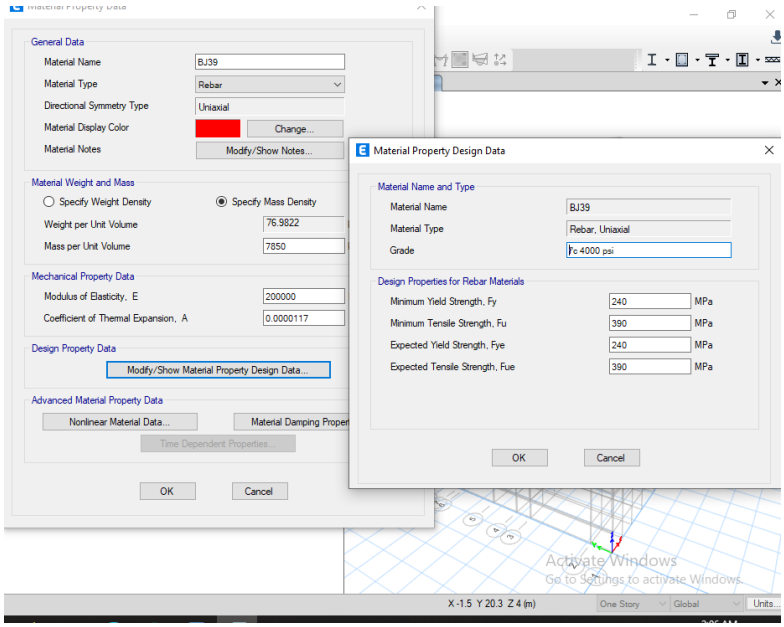
Beton : fc 25MPa

Baja tulangan ulir (BJTD) : fy 390MPa

Pendefinisian material tersebut disajikan pada gambar berikut:



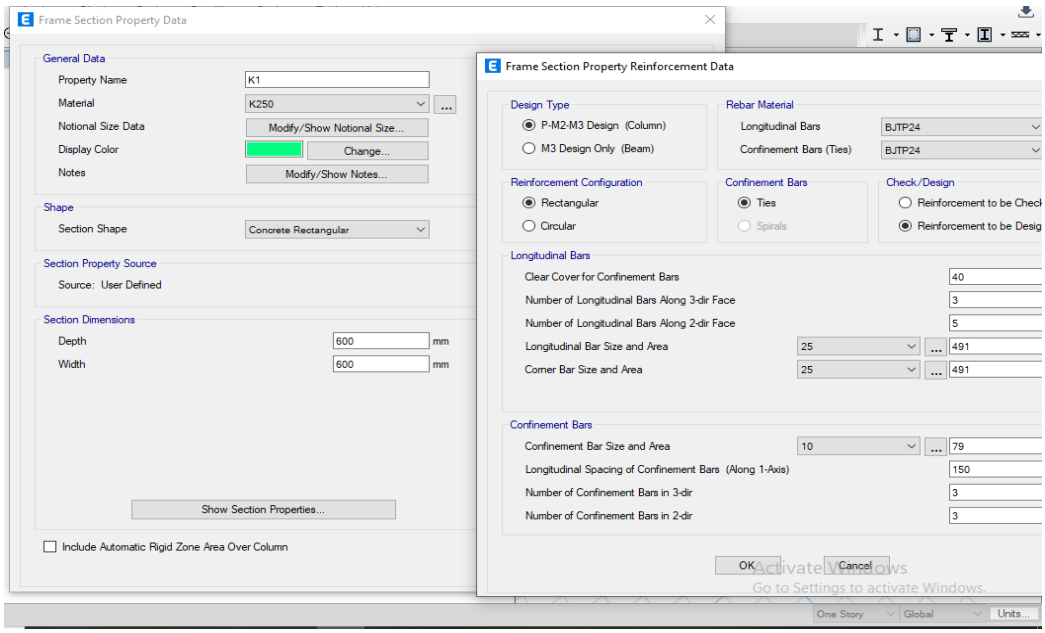
Gambar 4. 7 Material Properti Beton 25 MPa
Sumber: (Pengolahan data ETABS)



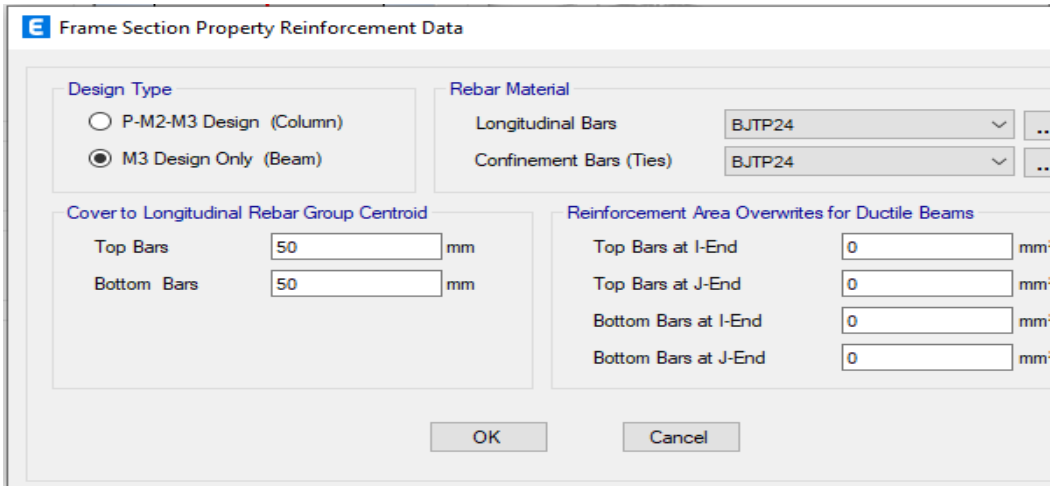
Gambar 4. 8 Material Properti Baja Tulangan Ulir (fy = 390 MPa)
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

2. Pengisian Dimensi Penampang Yang Akan Digunakan

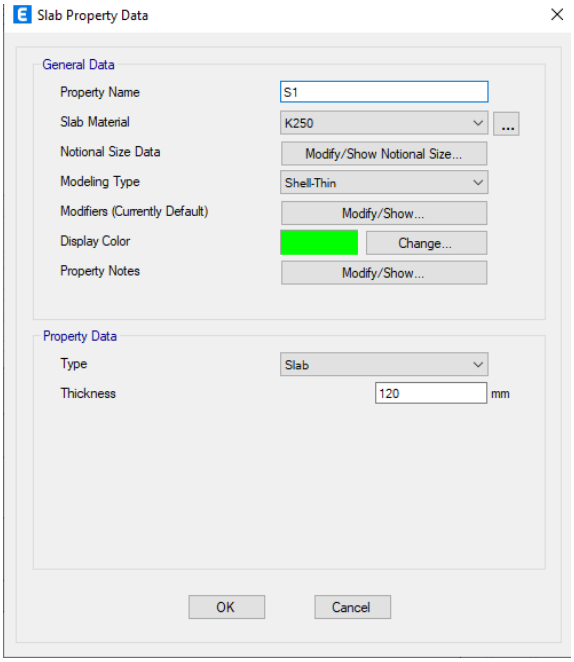
Dalam analisa ini kolom, balok dan pelat lantai menggunakan beton bertulang.



Gambar 4. 9 Input Penampang Kolom 60 x 60
Sumber: (Pengolahan data ETABS)



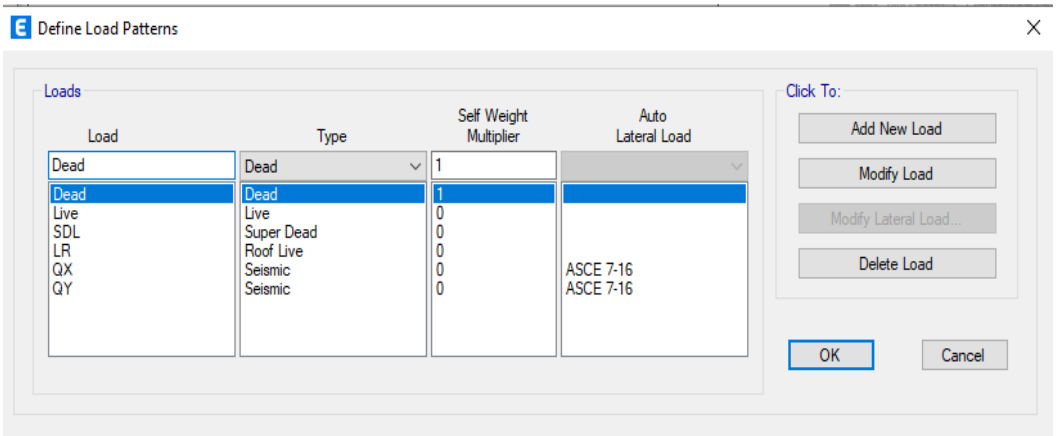
Gambar 4. 10 Input Penampang Balok
Sumber: (Pengolahan data ETABS)



Gambar 4. 11 Input Tebal Plat
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

3. Pendefinisian Beban yang akan di gunakan

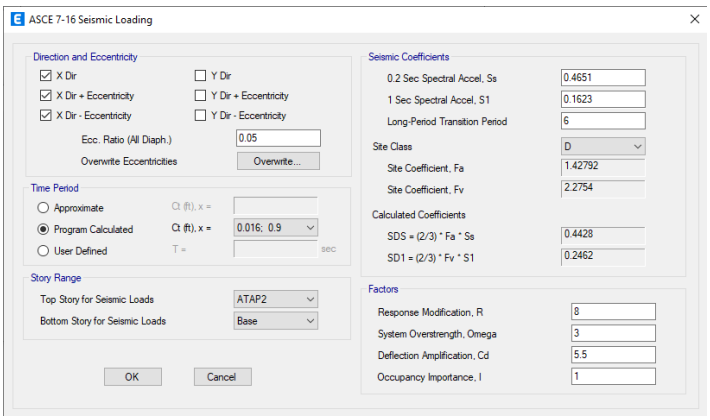
Beban yang akan digunakan dalam analisis struktur akan di definisikan secara rinci berdasarkan klasifikasinya. Proses pendefinisian beban tersebut ditampilkan dalam gambar berikut:



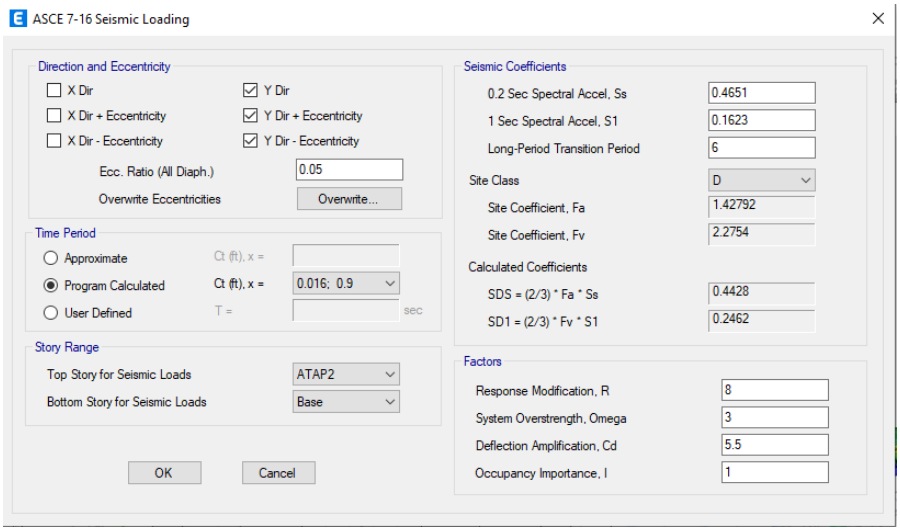
Gambar 4. 12 Pendefinisian Beban Yang Digunakan
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

4. Pendefinisian Beban Gempa

Beban gempa terdiri dari dua komponen, yaitu beban gempa pada sumbu X dan beban gempa pada sumbu Y. Kedua komponen ini harus didefinisikan berdasarkan nilai-nilai parameter seismik yang telah ditetapkan sebelumnya. Proses pendefinisian beban gempa dapat dilihat pada gambar berikut:

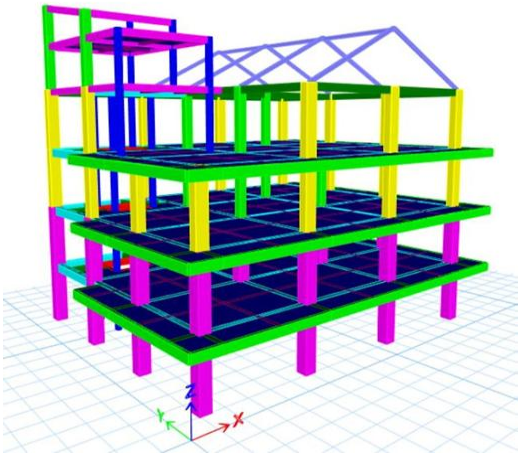


Gambar 4. 13 Pendefinisian Beban Gempa Statik Arah X
Sumber: (Pengolahan data ETABS)



Gambar 4. 14 Pendefinisian Beban Gempa Statik Arah Y
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

5. Pemodelan Struktur



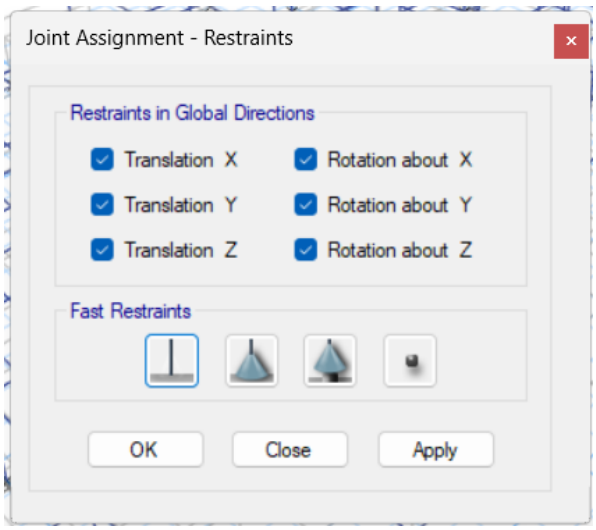
Gambar 4. 15 Tampilan Pemodelan Struktur 3D Pada ETABS
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

Struktur gedung yang akan dianalisis kemudian akan digambarkan dalam program ETABS v.21. Ukuran dan bentuk pemodelan struktur harus semirip mungkin dengan gambar rencana agar analisis beban yang dilakukan dapat mencerminkan kondisi nyata secara akurat. Penting untuk memasukkan profil penampang sesuai dengan rencana awal. Jika terjadi kegagalan pada struktur,

maka perlu dilakukan engineering judgement untuk memastikan bahwa hasil akhir analisis tidak menunjukkan adanya kegagalan.

6. Menentukan Taraf Penjepitan Lateral

Jenis perletakan yang digunakan adalah tumpuan jepit yang diaplikasikan pada lantai dasar. Tumpuan ini dipilih karena kemampuannya dalam menahan gaya vertikal, gaya horizontal, serta momen.



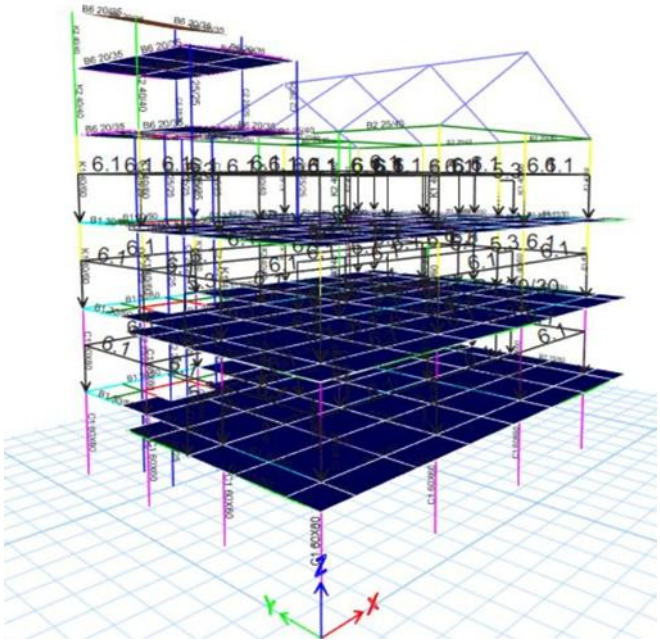
Gambar 4. 16 Jenis Tumpuan
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

7. Beban Rencana

Setelah menyelesaikan proses pemodelan struktur, langkah berikutnya adalah memasukkan nilai-nilai beban rencana yang akan diterapkan pada gedung, sesuai dengan klasifikasi masing-masing.

8. Pengecekan Error

Sebelum memulai program untuk menganalisis struktur, penting untuk terlebih dahulu melakukan pemeriksaan terhadap kesalahan pada model struktur yang telah dibuat dalam program ETABS v.21.



Gambar 4. 17 Pengecekan Error
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

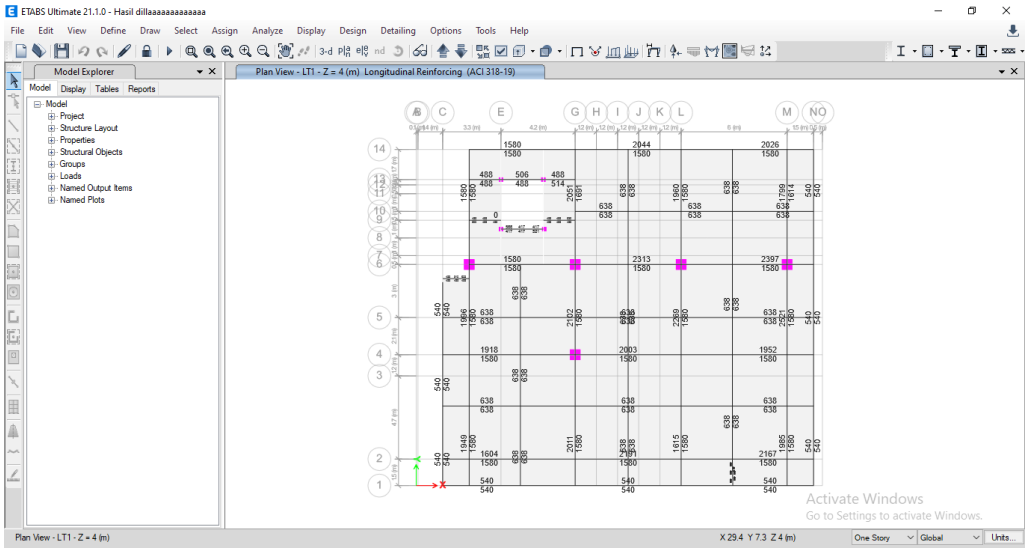
9. Menjalankan Proses Analisa Program

Selanjutnya, lakukan proses analisis program. Program akan menjalankan analisis secara otomatis. Apabila terdeteksi adanya kegagalan pada struktur, penting untuk memeriksa jenis kegagalan yang terjadi. Tindakan pencegahan seperti memperbesar profil penampang yang digunakan atau menambahkan perkuatan juga perlu dipertimbangkan. Lanjutkan dengan proses trial and error hingga struktur dinyatakan aman.

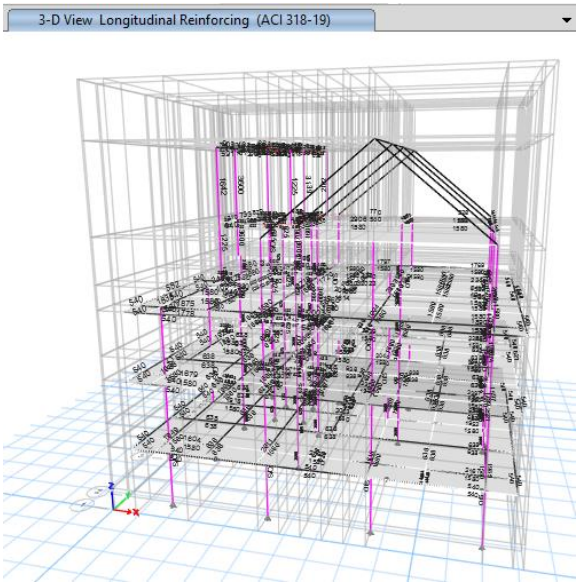
E. Hasil Analisis ETABS

Struktur yang ditinjau dan diperhitungkan adalah struktur yang sudah ada dan telah dibangun. Bangunan yang dianalisis adalah sebuah rumah kantor yang terletak di Kabupaten Barru. Pengecekan dilakukan dengan memodelkan struktur seakurat mungkin berdasarkan dokumentasi yang ada, sehingga pemodelan yang dihasilkan sesuai dengan kondisi lapangan yang sebenarnya. Untuk analisis

struktur, digunakan software ETABS v.21. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur yang ada masih dalam kondisi aman untuk menahan berbagai beban yang mungkin terjadi.



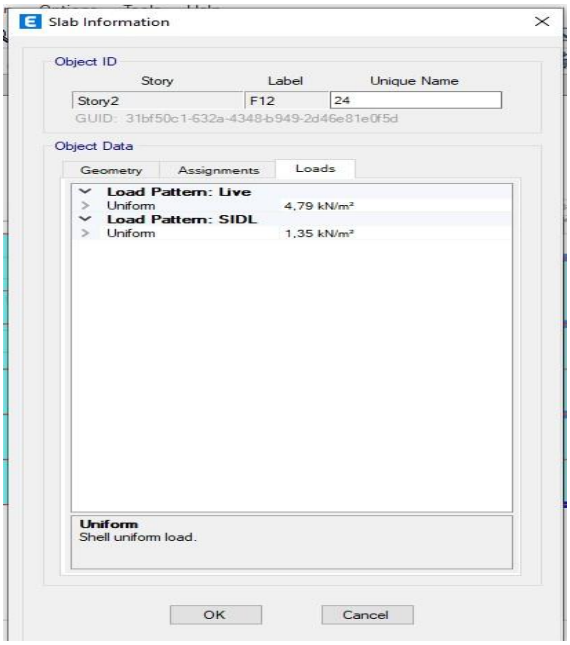
Gambar 4. 18 Pengecekan Tulangan 2D
Sumber: (Pengolahan data ETABS)



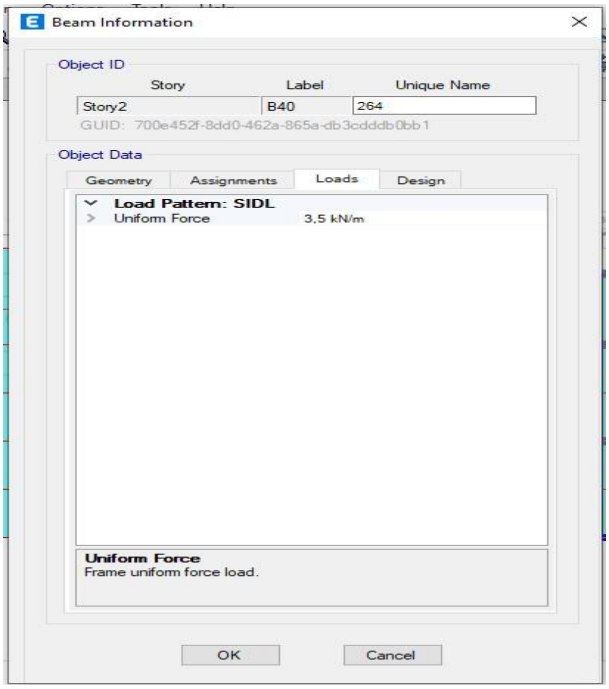
Gambar 4. 19 Pengecekan Tulangan 3D
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

Berdasarkan Gambar 4. 15 dan 4. 16, dapat dilihat bahwa elemen struktur, khususnya kolom masih mampu menahan beban yang diterima, mengingat tidak ada kolom atau balok yang terlihat berwarna merah.

1) Beban Yang terinput



Gambar 4. 20 Beban Plat Lantai
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

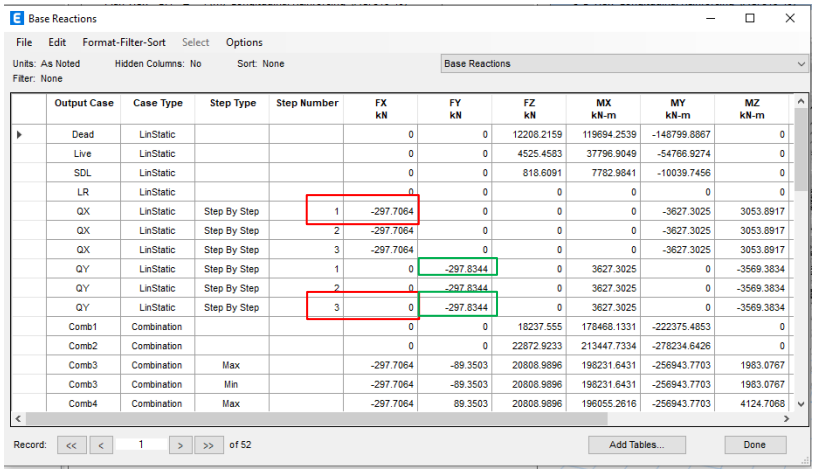


Gambar 4. 21 Beban Pada Kolom
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

Selain beban yang diterima oleh balok, terdapat pula beban yang dianggap sebagai beban yang bekerja pada pelat lantai. Beban-beban ini terdiri dari beban hidup *Live Load (*LL) dan beban mati tambahan *Super Imposed Dead Load* (SIDL).

2) Gempa statis dan dinamis

Terdapat dua jenis beban gempa yang perlu diperhatikan, yaitu beban gempa statis dan beban gempa dinamis. Namun dalam proses perhitungan, designer lebih memilih menggunakan beban gempa dinamis berdasarkan Response Spectrum. Sesuai dengan SNI 1726:2019, nilai beban gempa dinamis yang diterapkan setidaknya harus sama dengan nilai beban gempa statis, sehingga dapat dinyatakan bahwa (Static ≥ Spec).



Base Reactions

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Filter: None

Base Reactions

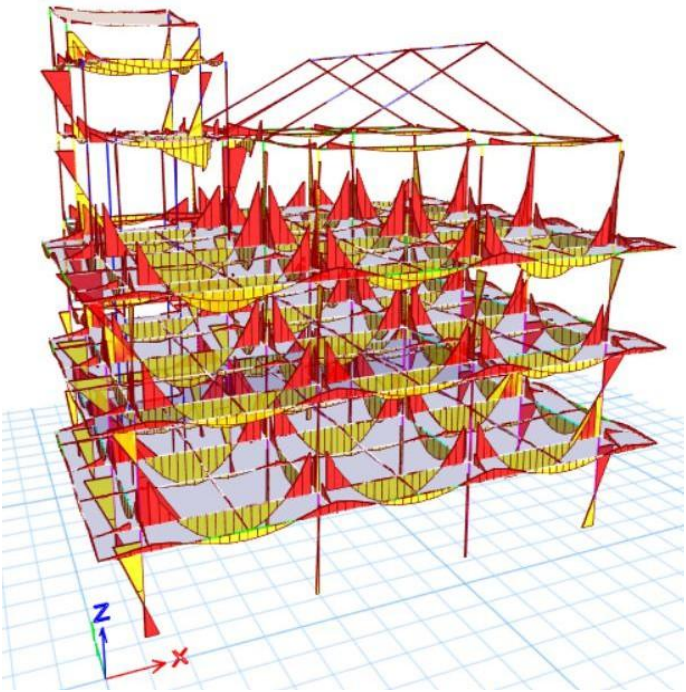
Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
Dead	LinStatic			0	0	12208.2159	119694.2539	-148799.8867	0
Live	LinStatic			0	0	4525.4583	37796.9049	-54766.9274	0
SDL	LinStatic			0	0	818.6091	7782.9841	-10039.7456	0
LR	LinStatic			0	0	0	0	0	0
QX	LinStatic	Step By Step	1	-297.7064	0	0	0	-3627.3025	3053.8917
QX	LinStatic	Step By Step	2	-297.7064	0	0	0	-3627.3025	3053.8917
QX	LinStatic	Step By Step	3	-297.7064	0	0	0	-3627.3025	3053.8917
QY	LinStatic	Step By Step	1	0	-297.8344	0	3627.3025	0	-3569.3834
QY	LinStatic	Step By Step	2	0	-297.8344	0	3627.3025	0	-3569.3834
QY	LinStatic	Step By Step	3	0	-297.8344	0	3627.3025	0	-3569.3834
Comb1	Combination			0	0	18237.555	178468.1331	-222375.4853	0
Comb2	Combination			0	0	22872.9233	213447.7334	-278234.6426	0
Comb3	Combination	Max		-297.7064	-89.3503	20808.9896	198231.6431	-256943.7703	1983.0767
Comb3	Combination	Min		-297.7064	-89.3503	20808.9896	198231.6431	-256943.7703	1983.0767
Comb4	Combination	Max		-297.7064	89.3503	20808.9896	196055.2616	-256943.7703	4124.7068

Record: << < 1 > >> of 52 Add Tables... Done

Gambar 4. 22 Pengecekan Gempa Statik dan Dinamis
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

Dari Gambar 4. 22, terlihat bahwa nilai beban gempa statik pada arah X adalah sebesar 297,7064 kN, sedangkan beban gempa dinamis pada arah yang sama tercatat sebesar 0 kN. Untuk arah Y, nilai beban gempa statis mencapai 297,8344 kN, sementara beban gempa dinamis juga bernilai 297.8344 kN. Hal ini menunjukkan, bahwa nilai beban gempa dinamis untuk kedua arah yaitu X dan Y, lebih besar dibandingkan dengan nilai beban gempa statis, sehingga dapat dipertimbangkan dalam perhitungan kombinasi pembebanan.

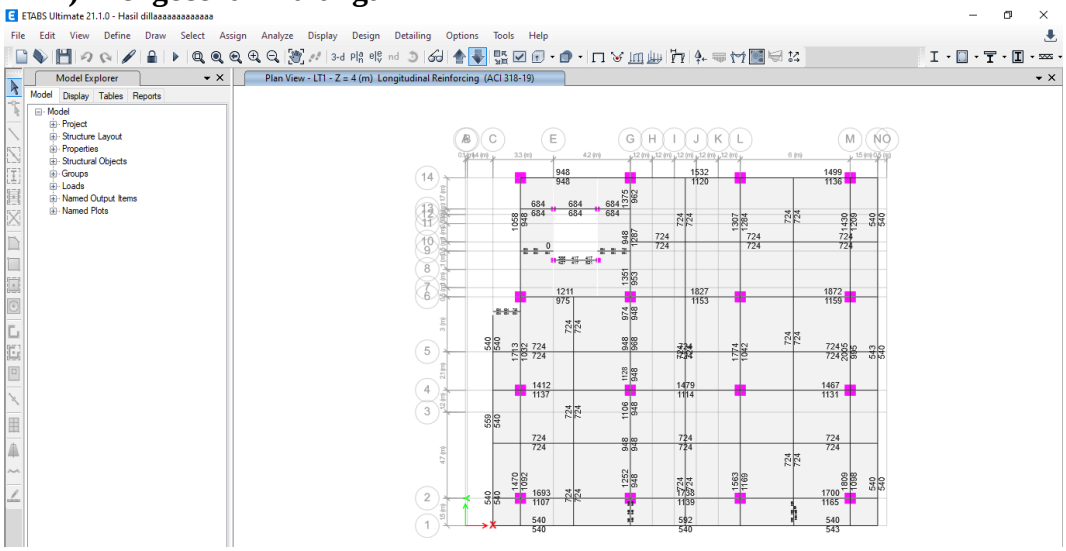
3) Diagram momen



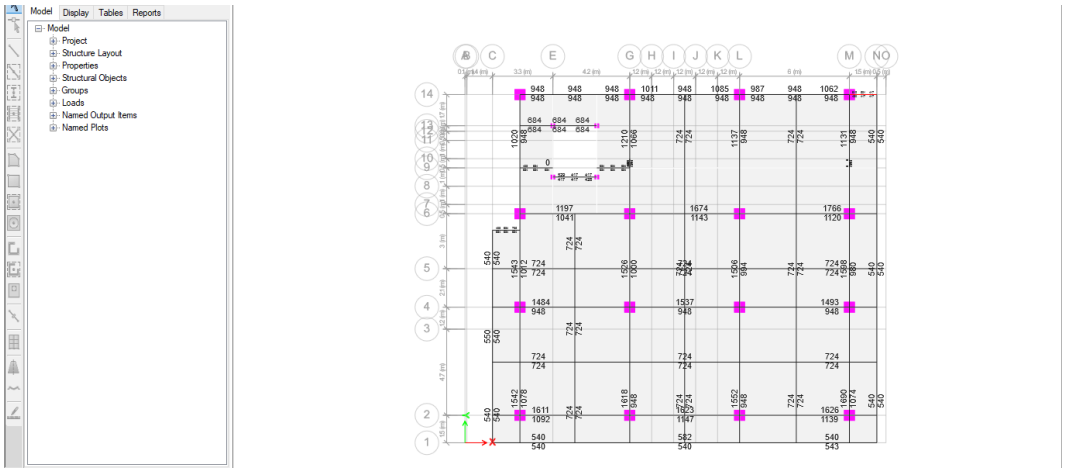
Gambar 4. 23 Diagram Momen
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

Gambar di atas adalah diagram momen yang menggambarkan besarnya momen pada sebuah balok. Dalam diagram ini, kita dapat membedakan arah momen. Jika momen berjalan searah jarum jam, maka disebut sebagai momen positif. Sebaliknya, jika arahnya berlawanan dengan arah jarum jam, momen tersebut dikenal sebagai momen negatif.

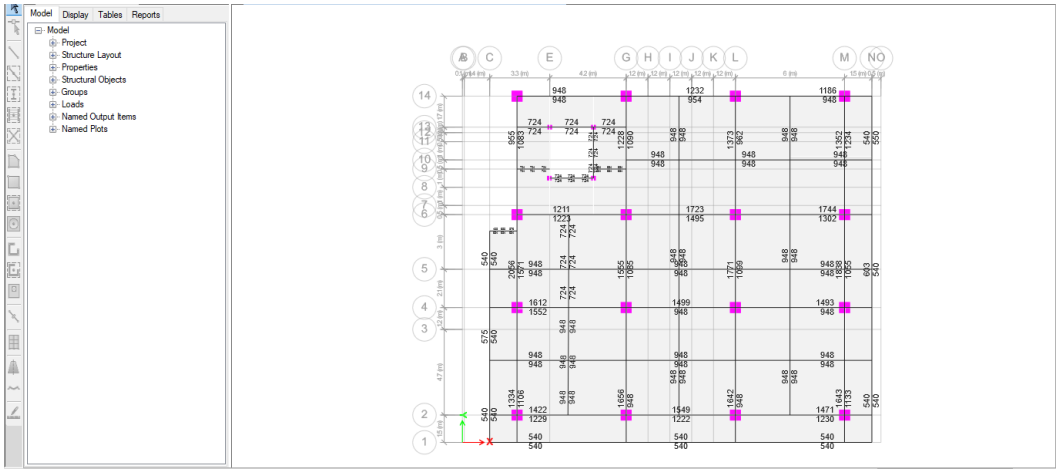
4) Pengecekan Tulangan



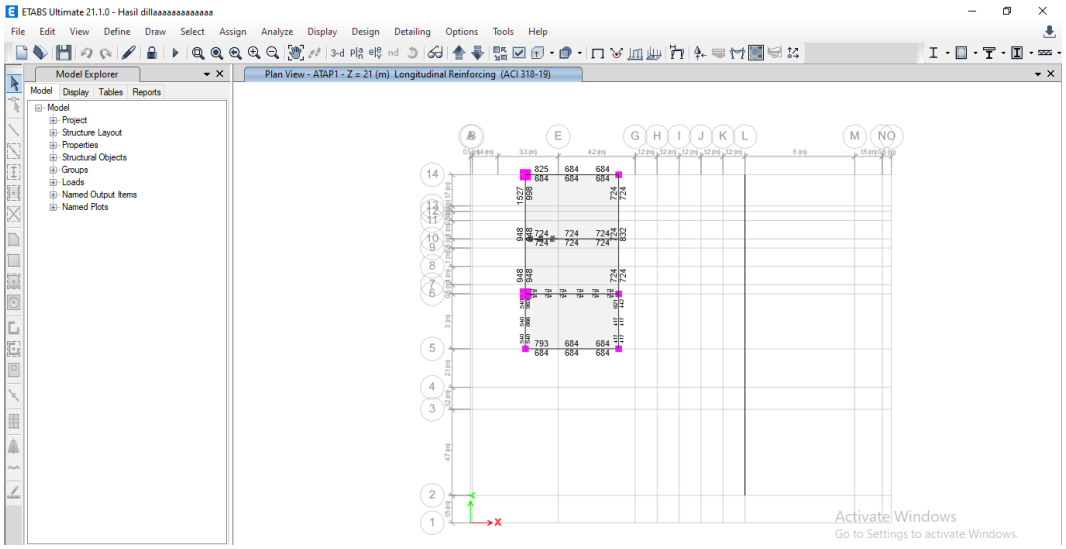
Gambar 4. 24 Pengecekan Tulangan Lantai 1
Sumber: (Pengolahan data ETABS)



Gambar 4. 25 Pengecekan Tulangan Lantai 2
Sumber: (Pengolahan data ETABS)



Gambar 4. 26 Pengecekan Tulangan Lantai 3
Sumber: (Pengolahan data ETABS)



Gambar 4. 27 Pengecekan Tulangan Lantai Atap
Sumber: (Pengolahan data ETABS)

Gambar di atas menunjukkan ketahanan struktur setelah melalui hasil running software pada menu check design structure. Evaluasi ketahanan struktur ini divisualisasikan melalui sistem indikasi warna yang dihasilkan oleh software ETABS v.21. Warna-warna ini mempresentasikan nilai rasio kapasitas penampang elemen struktur dan beban yang dihitung secara otomatis. Berikut

adalah analisis warna yang terkait dengan ketahanan struktur dalam software ETABS v.21.

F. Evaluasi Hasil Gaya Dalam

Berdasarkan hasil analisis struktur yang telah dilakukan menggunakan software ETABS v.21, semua indikator menunjukkan bahwa strukturnya aman dan memenuhi syarat. Oleh karena itu, tidak perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap struktur Gedung Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru.

Hasil analisis struktur yang dilakukan dengan menggunakan software ETABS v.21 adalah sebagai berikut:

Momen maksimum balok (M_u)	= 147,455 kN
Geser balok (V_u)	= 225,4267 kN
Torsi maksimum (T_u)	= 45,716 kN
Momen maksimum kolom (M_u)	= 389,492 kN
Tekan aksial (P_u)	= 2621,7439 kN
Geser maksimum (V_u)	= 140,1006 kN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan data dan hasil analisis struktur Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru dengan menggunakan software *ETABS* v.21, kami mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pemodelan struktur Gedung Kantor Dinas Pariwisata Pemuda Olahraga Kabupaten Barru menggunakan software ETABS v.21 dilakukan dengan langkah-langkah yang sistematis. Dimulai dengan pembuatan grid berdasarkan koordinat gedung, desain material, dan penempatan frame sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.
2. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur gedung mampu menahan beban yang terjadi. Berdasarkan perhitungan dengan ETABS v.21, diperoleh gaya dalam maksimum yang mencakup momen balok, geser balok, torsi, momen kolom, dan tekan aksial, yang semuanya berada dalam kondisi aman sesuai dengan standar yang berlaku (SNI 1726:2019).
3. Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa gedung yang dianalisis memiliki kekuatan struktural yang memadai untuk menghadapi beban gempa, serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya keandalan struktur dalam pembangunan gedung.

B. Saran

Berdasarkan analisis superstruktur gedung bertingkat, terdapat beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam perencanaan, sebagai berikut:

1. Seorang perencana struktur sebaiknya selalu mengikuti perkembangan terkini terkait peraturan dan pedoman (standar) dalam perencanaan struktur. Penting juga untuk memastikan penginputan data, penentuan dimensi dan pemilihan material dilakukan dengan tepat dalam aplikasi software yang digunakan, agar output data yang dihasilkan menjadi lebih akurat.
2. Sebelum memulai perencanaan struktur, disarankan untuk melakukan estimasi awal pada ukuran elemen struktur. Hal ini bertujuan, sehingga dapat mencapai penentuan elemen struktur berulang-ulang, sehingga mendapatkan hasil perhitungan yang optimal dan menghasilkan struktur yang kuat namun tetap efisien dalam hal biaya.
3. Saran untuk perencana struktur adalah agar selalu mengikuti perkembangan peraturan dan standar dalam perencanaan struktur, serta melakukan estimasi awal pada ukuran elemen struktur untuk meningkatkan efisiensi biaya dan keakuratan hasil perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, SNI 03-2847-2019. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.

Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Peraturan Pembebanan Minimum Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain*, SNI 1727-2019. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.

Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan* , SNI 03-1726-2019. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.

Febrianto, A. & Putra, H. (2024). Analisis Seismik Struktur Bangunan Mengunakan ASCE 41-17 dan SNI 1726: 2019. Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan, 9(2), 211–220.

Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa. Untuk Struktur Bangunan Gedung*. SNI 1726 - 2002.

Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedomann Perencanaan Pembebanan Indonesia Untuk Rumah Dan Gedung* (PPPURG 1987). Jakarta: Yayasan Badan Pekerjaan Umum

Anggraini, Serina, Erna Septiandini, and Intan Puspa Wangi. 2024. "Perencanaan Dan Analisis Keefektifan Penempatan Dinding Geser Terhadap Perilaku Struktur Dengan Software ETABS." *Jurnal Talenta Sipil* 7(1): 238. doi:10.33087/talentasipil.v7i1.437.

Ashary, Aldi, Muhammad Nasir, and Abdul Muis. 2024. "Analisis Struktur Bangunan Gedung Menggunakan Software Etabs V . 20 (Studi Kasus Gedung Kantor Cabang BRI Jalan Karaeng Burane Kota Parepare)." 4: 15274–83.

Badan Standar Nasional Indonesia. 2020. "Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain 1727:2020." *Badan Standarisasi Nasional 1727:2020* (8): 1–336.

Christiani Silalahi, Hernawati, and Johannes Tarigan. 2022. "Analisis Ketahanan Struktur Atas Rumah Instan Sederhana Sehat Dengan Perhitungan Beban Gempa Di Upgrade 3 (Tiga) Lantai." *Jurnal Syntax Admiration* 3(11): 1412–24. doi:10.46799/jsa.v3i11.505.

Dimas Arief Wicaksono, Reni Suryanita, and Zulfikar Djauhari. 2019. "Studi Eksperimental Balok Beton Bertulang Dengan Dan Tanpa Sengkang."

Sainstek (e-Journal) 7(1): 32–39. doi:10.35583/js.v7i1.14.

Durachman, Arief, Wachid Hasyim, and Komarudin Komarudin. 2022. "Analisis Jarak Dilatasi Struktur Bangunan Menggunakan Sistem Dilatasi Dua Kolom." *Jurnal Rekayasa Infrastruktur* 8(1): 19–29. doi:10.31943/jri.v8i1.161.

Marwahyudi. 2017. "Analisis Struktur Gedung Bertingkat Pasca Gempa." *Kemadha* Vol 6 No 3(Oktober): 39–50.

Novyeremia, Dwitiun, Fransisco Happy Riadi Haputra Baru, and Okta Meilawaty. 2023. "Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Terhadap Gempa Dengan Analisis Time History (Studi Kasus: Sekolah Nasional Global Nusantara Sampit Kab. Kotawaringin Timur)." *Jurnal Serambi Engineering* 8(4): 6983–90. doi:10.32672/jse.v8i4.6713.

Ramadhika Dwi Poetra. 2019. *Gastronomía ecuatoriana y turismo local.* 1(69): 5–24.

Rifaldo, Rion. 2020. "Evaluasi Kelayakan Struktur Pelat Lantai Dan Balok Pada Proyek Kaliban School 5 Lantai." *Penerapan Strategi Marketing Mix*: 5–8.

Rumbyarso, Yonas Prima Arga, and Lydia Darmiyanti. 2023. "Analisis Kinerja Struktur Gedung Rusun TNI AU Halim Perdanakusuma Dengan Menggunakan Metode Pushover Analysis." *Jurnal Sipilkrisna* 9(2): 26–35.

Saputra, D A, and Gaji Krisno. 2024. "Perencanaan Struktur Gedung 4 Lantai Kantor Kejaksaan Tinggi Jawa Tengah." *Repository.Usm.Ac.Id* 4(1): 1–18. https://repository.usm.ac.id/files/journalmhs/C.141.19.0031-20220802103624.pdf.

Selatan, Jakarta, and Analisis Struktur. 2024. "Analisis Perhitungan Struktur Bunker Akselerator." 06(02): 159–71.

Simanjuntak, Meiborn. 2022. "Keandalan Struktur Beberapa Bangunan Gedung Beton." *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur* 27(2): 52–64.

Spektrum Respons Desain Indonesia (2021), alamat URL :https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2

Yudha Lesmana, *Teori Desain Struktur Beton Bertulang*, (2019).

BSN, SNI 03-1726-2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa, 2002