

# ANALISIS STRUKTUR BAGUNAN GEDUNG RUKO 2 LANTAI MENGUNAKAN SOFTWARE KOMPUTER ETABS

*By* Arisman Ndruru

## PENDAHULUAN

**1.1 Latar Belakang Masalah**

Pertumbuhan pembangunan di Indonesia saat ini sedang berlangsung dengan cepat, didorong oleh kemajuan teknologi dalam industri konstruksi. Untuk memenuhi tuntutan estetika bangunan dan mengatasi keterbatasan lahan, ada rencana untuk membangun gedung-gedung bertingkat. Selain itu, desain gedung tidak hanya terbatas pada struktur beraturan dengan bentuk persegi atau persegi panjang, tetapi juga melibatkan desain dengan bentuk yang tidak beraturan (Liando et al., 2020). Bangunan yang memiliki bentuk asimetris, di mana pusat massa tidak terletak di tengah, menjadi semakin umum. Hal ini dapat memiliki dampak yang signifikan saat bangunan mengalami beban horizontal, seperti gempa bumi (Liando et al., 2020).

Getaran atau guncangan pada permukaan bumi merupakan fenomena alam yang disebut gempa bumi. Peristiwa ini terjadi ketika pelepasan energi secara mendadak dari dalam perut bumi, yang mengakibatkan bergetarnya tanah dan permukaan bumi secara signifikan. Energi yang dilepaskan tersebut terakumulasi dalam waktu yang cukup lama di kerak bumi sebelum akhirnya dibebaskan secara tiba-tiba dalam bentuk gelombang getaran gempa bumi. Jika pusat gempa bumi berada di daerah dekat dengan dasar laut maka gempa tersebut dapat berpotensi menyebabkan tsunami. Tsunami adalah gelombang air laut yang sangat besar yang dipicu oleh pusaran air bawa laut akibat gempa bumi (Sularno et al., 2020). Dalam bangunan bertingkat banyak menggunakan konstruksi beton bertulang karena memiliki kekuatan yang tinggi dan relatif lebih ekonomis dibandingkan dengan konstruksi lainnya. Keunggulan struktur beton bertulang membuatnya cocok untuk bangunan bertingkat tinggi yang harus tahan terhadap gempa. Dengan perencanaan yang matang, risiko kegagalan konstruksi bisa diminimalkan.

Suatu bangunan bertingkat yang terbuat dari beton bertulang dapat mengalami keruntuhan dengan mudah jika tidak direncanakan dengan baik. Oleh karena itu maka dalam perencanaan suatu struktur bangunan harus dilakukan analisis perhitungan struktur agar dapat mengetahui beban-beban yang dapat mempengaruhi suatu struktur bangunan tersebut baik itu beban gravitasi maupun

beban lateral. Beban gravitasi adalah gaya yang dihasilkan oleh berat sendiri dari material bangunan seperti struktur bangunan, penutup lantai dan langit-langit, perabotan permanen dan fasilitas tetap dan beban hidup seperti manusia atau barang-barang yang ada di dalam bangunan. Beban gravitasi ini bekerja secara vertikal, menekan struktur bangunan dibawah, perhitungan beban gravitasi sangat penting untuk memastikan kekuatan dan kestabilan struktur yang memadai sedangkan beban lateral adalah gaya yang bekerja secara horizontal pada struktur bangunan seperti gempa bumi, angin, pengaruh lingkungan dan penggunaan. Beban lateral merupakan aspek penting dalam perencanaan struktur bangunan karena dapat mempengaruhi kestabilan dan keamanan bangunan. Oleh karena itu peneliti melakukan analisis struktur gedung sesuai dengan standar nasional indonesia.

Pembebanan pada struktur bangunan tinggi berbeda dengan pembebanan pada struktur bangunan tingkat rendah (Saraswati & Rofiq, 2020). Dalam desain bangunan bertingkat, selain mempertimbangkan beban gravitasi yang disebabkan oleh berat struktur itu sendiri dan beban hidup, perencana juga harus memperhatikan beban lateral yang dapat mempengaruhi kekuatan dan stabilitas struktur. Beban lateral, seperti beban angin atau beban gempa, memiliki pengaruh signifikan terhadap ketahanan dan kestabilan keseluruhan bangunan tinggi, sehingga faktor ini tidak boleh diabaikan dalam tahap perencanaan untuk memastikan struktur memiliki integritas dan keamanan yang memadai. Beban lateral tersebut bekerja pada setiap tingkat dan dianggap sebagai beban statis yang menirukan beban gempa riil akibat gerakan tanah.

Untuk beban gravitasi, pembebanan pada struktur bangunan tinggi hampir sama dengan pembebanan bangunan tingkat rendah, beban gravitasi ini mencakup beban mati dan beban hidup. Dalam perencanaan pembangunan gedung, penting untuk mempertimbangkan kemampuan struktur dalam menahan gaya lateral yang muncul akibat gempa bumi, jika struktur tidak mampu menahan beban gempa dengan baik dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan, oleh karena itu diperlukan struktur yang kokoh untuk menanggung beban struktur dan mengatasi gaya yang timbul akibat gempa bumi.

Sumatera merupakan wilayah tektonik aktif. Subduksi lempeng indonesia australia ke arah eurasia mengakibatkan munculnya persilangan miring yang

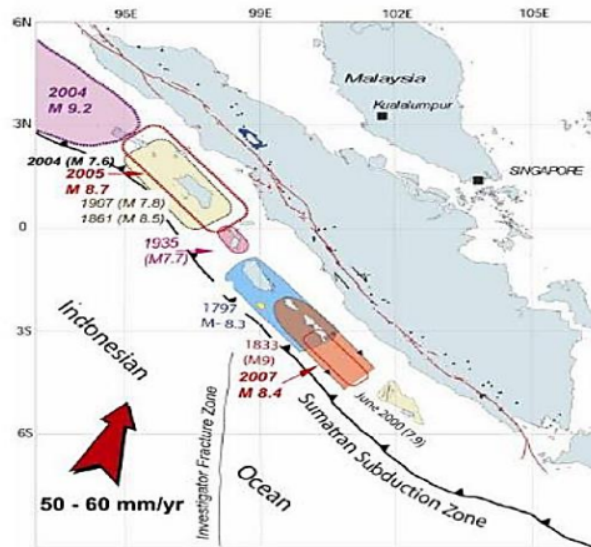
konvergen. Kemiringan konvergen terbagi menjadi dua komponen yaitu komponen *dip-slip* pada zona subduksi antara lempeng dan komponen *strike-slip* pada sesar besar sumatera (Khoiridah et al., 2017). Zona subduksi Sumatra merupakan jalur gempa bumi di Indonesia yang paling banyak menyerap dan mengeluarkan energi gempa bumi dengan magnitudo  $M_w \geq 8$  SR, sehingga berpotensi menimbulkan tsunami. Salah satu segmen yang berada persis di atas zona *megathrust* dan pernah menimbulkan gempa bumi sampai membangkitkan tsunami adalah Nias dan Mentawai yang terletak di wilayah barat Sumatra (Khoiridah et al., 2017).

Bencana gempa bumi yang melanda Nias pada tahun 2005 memberikan dampak kerusakan yang sangat parah. Peristiwa tersebut menyebabkan hampir 2.000 korban jiwa dan menghancurkan banyak bangunan yang berada di sekitar Kota Gunungsitoli, yaitu wilayah terpadat penduduknya di Pulau Nias (Khoiridah & Utama, 2016). Korban jiwa yang berjatuhan serta rusaknya infrastruktur bangunan di pusat keramaian kota akibat guncangan dahsyat gempa, menunjukkan betapa besarnya dampak kerusakan yang ditimbulkan oleh bencana alam tersebut. Gempa bumi yang terjadi di Nias tidak hanya menyebabkan guncangan hebat, tetapi juga memicu pergerakan vertikal pada permukaan bumi di wilayah tersebut. Kejadian ini mengakibatkan beberapa area mengalami pengangkatan ketinggian hingga 3 meter, sementara area lain justru mengalami penurunan permukaan tanah hingga 1 meter (Khoiridah & Utama, 2016). Fenomena pengangkatan permukaan tanah sebagai dampak dari gempa bumi di Nias terjadi di wilayah-wilayah tertentu. Area yang mengalami kenaikan ketinggian muka bumi adalah sepanjang garis pantai di sisi barat pulau Nias serta di bagian selatan pulau tersebut. Kawasan pesisir barat dan selatan Nias mengalami pergerakan vertikal ke arah atas yang mengakibatkan naiknya elevasi permukaan tanah di daerah-daerah itu (Khoiridah & Utama, 2016).

Gempa bumi merupakan getaran alam yang terjadi pada lokasi tertentu dan mempunyai sifat tidak stabil (Yeni & Yusmar, 2023). Hasil survei di berbagai wilayah menunjukkan bahwa bangunan yang mengalami kerusakan paling parah adalah bangunan tempat tinggal dengan kerusakan struktur terjadi pada sambungan balok, kolom dan bentuk bangunan (Yeni & Yusmar, 2023). Kerusakan bangunan akibat gempa bumi disebabkan oleh pembangunan gedung secara keseluruhan tidak



memperhatikan aturan dan standar bangunan gedung tahan gempa (Yeni & Yusmar, 2023). Kesalahan pelaksanaan konstruksi terjadi karena masyarakat dan praktisi bangunan tidak menerapkan konsep dan standar konstruksi tahan gempa secara cermat dan komprehensif terutama pada pembangunan rumah tinggal dan bangunan umum (Yeni & Yusmar, 2023).



24 **Gambar 1. 1 Tektonik Aktif Pulau Sumatera yang Mempengaruhi Gempa Bumi Nias** (Khoiridah & Utama, 2016).

24 Gempa dengan kekuatan besar dapat merusak dan menghancurkan semua bangunan, khususnya bangunan bertingkat banyak 38 (Reza et al., 2016). Bangunan tinggi ini cenderung mengalami goyangan yang lebih besar saat terjadi gempa sehingga mudah mengalami keruntuhan (Reza et al., 2016). Kerusakan bangunan dan infrastruktur pada lokasi yang satu berbeda dengan lokasi yang lain, tergantung pada karakteristik wilayah setempat (Naryanto, 2005). Kerusakan paling parah dari faktor pembangunan, ekonomi, dan jumlah korban terjadi di Kota Gunungsitoli sebagai ibu kota Kabupaten Nias (Naryanto, 2005).

Pada perencanaan pembangunan ruko 2 lantai di lokasi Mudik, Gunungsitoli mempunyai dua fungsi bangunan, yaitu sebagai tempat tinggal sekaligus tempat melakukan usaha, dimana lantai satu difungsikan sebagai tempat usaha sedangkan lantai dua difungsikan sebagai tempat tinggal. Dalam perencanaan ruko 2 lantai ini

Owner mengharapkan perencanaan struktur bangunan yang kuat supaya aman terhadap gempa. Oleh karena itu peneliti melakukan analisis struktur gedung sesuai dengan standar nasional Indonesia tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung.

Kerusakan pada elemen-elemen struktur utama beton bertulang di bangunan bertingkat dua di berbagai lokasi terdampak gempa mengindikasikan perlunya memberikan perhatian khusus pada detail konstruksi beton bertulang (Chandra et al., 2022). Detail tersebut meliputi sambungan antara kolom dan balok, sambungan kolom dengan sloof ataupun pondasi, sambungan overlap tulangan beton, kebersihan pada lokasi sambungan saat pengecoran beton, serta pembuatan bekisting beton bertulang yang memenuhi standar yang berlaku. Kesesuaian pada detail konstruksi ini sangat penting untuk menjamin kinerja struktur beton bertulang dalam menghadapi beban gempa. (Chandra et al., 2022).

Elemen struktur kolom, balok dan pelat merupakan elemen struktur utama dalam sebuah perencanaan bangunan gedung (Makawimbang, 2022). Maka dari itu kekuatan serta keamanan dari perencanaan gedung harus diperhitungkan agar pengguna dari bangunan tersebut merasa aman dan nyaman dalam melakukan aktivitas didalamnya (Makawimbang, 2022). Analisis struktur dengan software Etabs dengan cara pemodelan struktur beton bertulang gedung secara tiga dimensi dimulai dari kolom, balok, pelat dan komponen struktur gedung lainnya ke dalam software untuk mengetahui besar efisiensi dimensi antara penggunaan material mutu normal dengan material mutu tinggi dilakukan analisis desain struktur bangunan bertingkat beton bertulang menggunakan material mutu normal dan mutu tinggi dari hasil output Etabs (Bingly et al., 2021). Perencanaan struktur atas yang terdiri dari balok, kolom, dan pelat lantai dengan pemodelan yang dibantu dengan aplikasi Etabs (Afnaldi et al., 2022).

Sehubungan dengan penelitian terdahulu (Afnaldi et al., 2022; Bingly et al., 2021; Chandra et al., 2022; Makawimbang, 2022) untuk mendapatkan struktur bangunan yang direncanakan aman terhadap gempa perlu dilakukan analisis struktur dibantu dengan software Etabs (Bingly et al., 2021).

Berdasarkan latar belakang di atas, dalam merencanakan sebuah konstruksi bangunan yang aman terhadap gempa, peneliti melakukan penelitian dengan judul

## “Analisis Struktur Bagunan Gedung Ruko 2 Lantai Menggunakan Software Komputer ETABS”.

28

### 1.2 Identifikasi Masalah

Ada beberapa hal yang dapat diidentifikasi pada penelitian ini, diantaranya :

1. Gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan pada struktur bangunan, terutama bangunan yang tidak dirancang dengan memperhitungkan ketahanan terhadap gempa.
2. Bangunan bertingkat yang terbuat dari beton bertulang dapat mengalami keruntuhan dengan mudah jika tidak direncanakan dengan baik.
3. Bangunan yang tidak memiliki kekakuan yang memadai terhadap beban lateral seperti angin atau gempa bumi dapat rentan terhadap kerusakan atau runtuh.
4. Fondasi yang lemah atau rusak dapat mengakibatkan pergeseran atau penurunan struktur bangunan.
5. Kekuatan tanah yang mendukung beban dari struktur atas ke lapisan tanah dipengaruhi oleh parameter tanah.
6. Analisis struktur diperlukan saat mengajukan perubahan atau pembaruan pada Izin Mendirikan Bangunan.

### 1.3 Batasan Masalah

Agar pokok permasalahan tidak meluas dan terfokus pada masalah utama yang akan diteliti, maka penelitian akan terfokus pada hal-hal berikut ini:

1. Menganalisis Struktur Bangunan Gedung Ruko 2 Lantai Menggunakan Software Komputer Etabs.
2. Perhitungan dilakukan pada kolom, balok dan pelat lantai.
3. Pemodelan Struktur Bangunan Gedung Ruko 2 Lantai Menggunakan Software Komputer Etabs.

41

### 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan Identifikasi masalah diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah melakukan analisis struktur bangunan gedung ruko 2 lantai menggunakan software Komputer Etabs?

41

### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil analisis struktur bangunan gedung ruko 2 lantai menggunakan software Komputer Etabs.

55

### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat atau kegunaan yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis dapat menganalisa struktur bangunan gedung menggunakan software komputer Etabs 2016.
2. Bagi akademik untuk pengembangan ilmu dalam belajar analisis struktur bangunan gedung.
3. Bagi Masyarakat atau Pemerintah dapat dijadikan bahan referensi tambahan dalam menganalisis struktur nantinya.

## TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Kajian Teori

## 2.1.1 Struktur Bangunan Gedung

Struktur bangunan gedung adalah bagian penting yang membentuk suatu gedung agar dapat menghasilkan gedung yang kokoh, ekonomis dan aman (Hakim et al., 2023). Dalam sebuah bangunan, struktur memegang peranan penting sebagai elemen utama yang berfungsi untuk mendukung dan menyangga komponen-komponen konstruksi lainnya. Struktur penahan beban dari elemen-elemen seperti dinding, perabotan (*furniture*), serta bagian-bagian bangunan itu sendiri (Hakim et al., 2023). Dengan kata lain, keberadaan struktur yang kuat dan kokoh merupakan faktor krusial yang memungkinkan berdirinya suatu bangunan dengan berbagai elemen pembentuknya secara aman dan stabil. Dalam struktur bangunan gedung terdiri dari berbagai elemen seperti pondasi, kolom, balok, serta rangka atap, masing-masing memiliki fungsi spesifik. Meski fungsinya berbeda-beda, namun seluruh elemen tersebut memiliki tujuan yang sama, yaitu untuk menyangga dan menahan beban yang diterima bangunan (Hakim et al., 2023). Dengan demikian, elemen-elemen struktur ini memungkinkan bangunan dapat tetap berdiri kokoh dan tegak dalam menerima berbagai macam beban yang bekerja. Kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan struktur bangunan dapat mengakibatkan kegagalan yang sangat serius dan fatal (Hakim et al., 2023). Apabila terjadi kegagalan pada struktur bangunan berpotensi mengalami keruntuhan yang tidak hanya merugikan secara material, tetapi juga dapat menimbulkan korban jiwa. Oleh karena tingginya risiko yang dihadapi, proses pembangunan struktur bangunan merupakan pekerjaan yang harus dilakukan dengan sangat hati-hati dan cermat, serta tidak dapat dikerjakan secara terburu-buru tanpa melibatkan para ahli dan konsultan yang berkompeten di bidangnya (Hakim et al., 2023). Berdasarkan susunannya, struktur bangunan gedung terbagi menjadi dua bagian utama yaitu :

1. Struktur Atas (*Upper Structure*)

Menurut SNI 2002, struktur atas suatu gedung mencakup seluruh bagian struktur yang berada di atas permukaan tanah. Struktur atas ini terdiri dari kolom,

pelat, balok, dinding, dan tangga, yang masing-masing memiliki peran penting (Putri Aisya Hayyu et al., 2021).

## 2. Struktur Bawah (*Lower Structure*)

Struktur bawah merupakan komponen bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, baik berada di dalam tanah maupun di atas permukaan tanah (Irfan & Eka Priana, 2022). Bagian dari struktur ini berfungsi untuk menerima dan memikul seluruh beban dari struktur bangunan yang berada di atasnya, kemudian menyalurkan beban tersebut kedalam tanah secara aman dan merata (Irfan & Eka Priana, 2022). Dengan demikian, struktur bawah sangat penting sebagai penopang dan pengikat antara bangunan dengan tanah di bawahnya. Bagian struktur bawah dari sebuah bangunan gedung dapat berupa pondasi dan *pile cap* (kepala tiang pancang) (Irfan & Eka Priana, 2022). Elemen-elemen ini yang menjadi alas dan tumpuan utama untuk menyanggah seluruh beban bangunan yang disalurkan ke tanah. Sedangkan struktur atas merupakan struktur yang posisinya berada di atas struktur bawah yang berada di atas permukaan tanah (Irfan & Eka Priana, 2022).

### 2.1.2 Elemen Struktur Atas

Pada tahap awal perencanaan elemen-elemen struktur seperti balok, kolom, dan pelat, dilakukan asumsi dimensi dengan mengacu pada kriteria minimum yang tercantum dalam Standar Konstruksi SNI T-15-1991-03. Proses ini merupakan langkah pendahuluan untuk memperkirakan dimensi struktur yang optimal, tidak terlalu kuat atau justru terlalu lemah menghindari (*over design* dan *under design*) (Paraisu, 2016). Tujuannya adalah untuk mendapatkan dimensi awal yang memadai sebelum dilakukan analisis dan perhitungan desain struktur yang lebih rinci dan akurat.

#### 1. Balok

Balok merupakan elemen struktur yang menanggung beban dalam arah horizontal yang menyebabkan terjadinya momen lentur dan gaya geser di sepanjang bentangnya (Usamah et al., 2022). Apabila suatu gelagar balok bentangan sederhana menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur akan terjadi deformasi (*regangan*) (Usamah et al., 2022). Regangan balok tersebut



mengakibatkan timbulnya tegangan yang harus ditahan oleh balok, tegangan tekan di sebelah atas dan tegangan tarik dibagian bawah (Usamah et al., 2022). Agar stabilitas terjamin, batang balok sebagai bagian dari sistem yang menahan lentur harus kuat untuk menahan tegangan tekan dan tarik tersebut karena tegangan baja dipasang pada daerah tegangan tarik bekerja, di dekat serat terbawah (Usamah et al., 2022).

## 2. Kolom

Kolom adalah batang vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok (Usamah et al., 2022). Kolom meneruskan beban-beban dari elemen-elemen atas ke tanah dasar di bawahnya melalui pondasi, karena kolom termasuk komponen tekan maka keruntuhan pada suatu kolom tempat krisis yang dapat menyebabkan keruntuhan sebagian atau total pada bangunan (Usamah et al., 2022).

## 3. Pelat Lantai

Dalam perencanaan pelat lantai, aspek utama yang harus diperhatikan adalah kekakuan, kerataan, kelurusan, dan kesamaan ketinggian di seluruh area, meskipun kemiringan kecil dapat diberikan jika diperlukan untuk kepentingan pengaliran air (Gusfita et al., 2022). Ketebalan pelat lantai ditentukan berdasarkan beban yang harus didukung, batas lendutan yang diizinkan, bentang antar balok pendukung, serta material konstruksi yang digunakan (Gusfita et al., 2022). Pelat lantai merupakan struktur solid tiga dimensi dengan permukaan datar, lurus, dan memiliki tebal yang jauh lebih kecil dibandingkan dimensi panjang dan lebarnya (Gusfita et al., 2022). Meskipun berbentuk elemen tiga dimensi dengan ketebalan  $h$ , panjang  $b$ , dan lebar  $a$ , pelat lantai dapat dimodelkan sebagai struktur dua dimensi. Fungsi utama pelat lantai adalah untuk menerima beban yang kemudian disalurkan ke elemen struktur pendukung lainnya (Gusfita et al., 2022) Jenis-jenis pelat lantai berdasarkan tumpuannya :

- 1) Monolit yaitu pelat dengan balok cor bersama-sama sehingga menjadi satu kesatuan.
- 2) Ditumpu dinding-dinding/tembok bangunan.
- 3) Didukung oleh balok-balok baja dengan sistem komposit

31

### 2.1.3 Beton Bertulang

Beton bertulang merupakan bahan konstruksi yang umum digunakan untuk membangun bangunan (Sultan et al., 2020). Material ini merupakan kombinasi antara beton dengan baja tulangan yang berfungsi menahan gaya tarik. Tulangan dirancang khusus untuk memperkuat beton dalam konstruksi bangunan (Sultan et al., 2020). Namun baja tulangan yang menahan gaya tarik cenderung mengalami korosi jika terkena udara dan lingkungan laut. Metode yang tepat untuk mencegah korosi tergantung pada jenis atau tipe korosi yang terjadi pada material yang terkorosi (Sultan et al., 2020). Salah satu metode pencegahan korosi yang terus diteliti saat ini adalah dengan memanfaatkan inhibitor yang berasal dari bahan-bahan alami (Sultan et al., 2020). Zat penghambat korosi biasanya berasal dari senyawa anorganik atau senyawa organik. Inhibitor organik alami bekerja dengan membentuk senyawa kompleks yang mengendap pada permukaan logam sebagai lapisan pelindung yang bersifat hidrofobik yang dapat menghambat reaksi logam tersebut dengan lingkungannya (Sultan et al., 2020). Reaksi yang dimaksud dapat berupa reaksi anodik, reaksi katodik, atau kombinasi dari keduanya. Inhibitor organik diklasifikasikan menjadi inhibitor organik sintesis yang berasal dari bahan bakar fosil dan inhibitor organik alami yang terbuat dari ekstrak tanaman (Sultan et al., 2020).

9

### 2.1.4 Mutu Beton

Menurut SNI 2847-2013, beton adalah campuran dari semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, yang dapat ditambahkan atau tidak dengan bahan campuran tambahan (*admixture*). Ada beberapa jenis bahan tambahan dicampurkan ke dalam campuran tersebut dengan tujuan memperbaiki sifat-sifat beton, seperti meningkatkan kemudahan pengerjaan, ketahanan, serta waktu pengerasan beton. Campuran beton tersebut akan mengeras seperti batuan seiring berjalannya waktu, dan memiliki kekuatan tekan yang tinggi namun kekuatan tariknya rendah (Aprilia D.P, 2021).

Beton yang berkualitas baik ditandai dengan kuat tekan yang tinggi, kedap air, dan tidak berlubang (Aprilia D.P, 2021). Tingkat porositas dan permeabilitas yang tinggi menyebabkan rendahnya keawetan beton, sehingga beton tidak dapat digunakan sesuai dengan masa layaknya (Aprilia D.P, 2021). Kekuatan serta daya

tahan beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya perbandingan campuran dan mutu bahan penyusun, metode pengecoran, finishing, temperatur, dan kondisi perawatan selama pengerasan. Karakteristik kekuatan, keawetan, dan sifat beton dapat dilihat dari sifat bahan dasar pembuatannya. Selain itu, rasio bahan dasar beton, cara pengadukan, pengecoran, penuangan, pemadatan, dan perawatan selama proses pengerasan juga sangat berpengaruh terhadap kualitas mutu beton yang dihasilkan (Aprilia D.P, 2021).

Beton memiliki sifat kuat tekan yang cenderung bervariasi dan menyebar pada nilai rata-rata tertentu. Nilai kuat tekan ini bergantung pada tingkat kesempurnaan proses pelaksanaan seperti kualitas bahan, pengadukan, pemadatan, keahlian pekerja, dan lain sebagainya. Adanya variasi nilai yang menyebabkan perlunya pengendalian mutu beton agar hasilnya seragam dan memenuhi standar. Mutu beton merupakan istilah yang didasarkan pada kuat tekan beton. Semakin besar nilai kuat tekannya, semakin baik mutu beton pada saat berumur 28 hari (Aprilia D.P, 2021).

### 2.1.5 Baja Tulangan

Besi tulangan atau besi beton (*reinforcing bar*) adalah batang baja yang berbentuk menyerupai jala baja yang digunakan sebagai alat penekan pada struktur beton bertulang untuk memperkuat dan membantu beton di bawah tekanan (Ruzuqi et al., 2022). Ditinjau dari fungsinya, besi tulangan secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik struktur beton (Ruzuqi et al., 2022). Berdasarkan bentuknya, baja tulangan beton terbagi menjadi 2 jenis, yaitu baja tulangan polos dan baja tulangan bersirip. Baja tulangan polos adalah baja tulangan beton berbentuk bundar dengan permukaan rata tanpa sirip, disingkat BJTP. Kemudian berdasarkan syarat mutu yang ditentukan, baja tulangan beton tidak boleh mengandung serpihan, lipatan, retakan, gelombang, noda, dan hanya diperbolehkan sedikit karat pada permukaannya (Ruzuqi et al., 2022).

### 2.1.6 Faktor Reduksi Kekuatan

Faktor pengurangan kekuatan ( $\phi$ ) merupakan variabel sangat penting dalam menetapkan kekuatan rencana suatu elemen struktur, terutama pada elemen struktur kolom beton bertulang (Hernadi et al., 2021). SNI 2019 merupakan terjemahan dari

ACI 318-14 sedangkan SNI 2013 merupakan adopsi dari ACI 318-11, sehingga banyak penelitian yang membandingkan antara standar SNI lama dengan SNI terbaru (Hernadi et al., 2021). Penelitian-penelitian sejenis yang pernah dilakukan dengan membandingkan antara SNI 2848:2002, SNI 2013, ACI 318-02 dan ACI 318-11 pada elemen struktur kolom memberikan hasil bahwa penggunaan standar terbaru memiliki kekuatan nominal yang lebih baik dan lebih besar dari standar sebelumnya, terutama dari kekuatan momen (Hernadi et al., 2021). Cara mudah untuk menentukan kekuatan nominal dan kekuatan rencana dari suatu kolom adalah dengan membuat hubungan antara gaya aksial ( $P$ ) dan momen ( $M$ ) dalam bentuk kurva yang disebut diagram interaksi (Hernadi et al., 2021). Kolom dikatakan kuat menahan beban aksial, momen, atau kombinasi keduanya jika beban yang terjadi berada di dalam diagram ini (Hernadi et al., 2021). Diagram interaksi kolom dibuat sesuai kebutuhan, terutama untuk melakukan pengecekan konfigurasi tulangan yang telah ditentukan secara cepat dan dapat mengevaluasi kombinasi gaya aksial, momen pada dua arah masih aman (Hernadi et al., 2021).

Menurut SNI 2847 : 2019 Fungsi faktor reduksi kekuatan  $\phi$  adalah: (1) untuk memperkirakan kemungkinan kekuatan penampang tidak mencukupi (*under-strength*) karena perbedaan dimensi dan kekuatan material; (2) untuk memperkirakan ketidaktepatan pada tahap perancangan; (3) untuk merefleksikan ketersediaan daktilitas dan tingkat keandalan yang diperlukan komponen struktur relatif terhadap beban; (4) untuk menyatakan seberapa penting komponen struktur terhadap keseluruhan struktur. Faktor reduksi kekuatan  $\Phi$  sebagai berikut :

**Tabel 2. 1 Faktor Reduksi Kekuatan**

| Gaya atau elemen struktur                                  | $\Phi$                  | Pengecualian  |
|--|-------------------------|---|
| a Momen, gaya aksial, atau kombinasi momen dan gaya aksial | 0,65-0,90 sesuai 21.2.2 | Di dekat ujung komponen pratarik ( <i>pretension</i> ) dimana <i>strand</i> belum sepenuhnya bekerja, $\Phi$ harus sesuai dengan 21.2.3 |
| b Geser  | 1<br>0,75               | Persyaratan tambahan untuk struktur tahan gempa terdapat pada 21.2.4  |

|   |  |                           |   |
|---|--|---------------------------|---|
| c | Torsi  | 0,75                      | - |
| d | Tumpu ( <i>bearing</i> )   | 0,65                      | - |
| e | Zona angkur pascatarik ( <i>post-tension</i> )   | 0,85                      | - |
| f | Bracket dan korbel   | 0,75                      | - |
| g | Strut, ties, zona nodal, dan daerah tumpuan yang dirancang dengan <i>strut-and-tie</i> di pasal 23 | 0,75                      | - |
| h | Komponen sambungan beton pracetak terkontrol leleh oleh elemen baja dalam tarik                    | 0,90                      | - |
| i | Beton polos  | 0,60                      | - |
| j | Angkur dalam elemen beton  | 0,45-0,75 sesuai pasal 17 | - |

Sumber: SNI - 2847 – 2019

### 2.1.7 Pembebanan

#### 1. Beban Mati

Beban mati adalah berat sendiri dari semua bagian dari suatu bangunan yang bersifat tetap. Beban mati pada struktur bangunan ditentukan oleh berat jenis bahan bangunan. Berat ini terdiri atas berat struktur dan beban lain yang ada pada struktur secara permanen. Beban mati terdiri atas berat rangka, dinding, lantai, atap, plumbing (Panjaitan, 2021). Beban gravitasi dalam evaluasi bangunan ini meliputi beban mati berat, beban mati tambahan (Panjaitan, 2021). Beban akibat berat sendiri struktur adalah berat seluruh komponen elemen struktur bangunan yang terdiri atas pelat lantai, balok, kolom, dinding geser (Panjaitan, 2021). Beban mati akan dihitung secara otomatis oleh Software dengan menggunakan berat jenis material beton 2400 kg/m<sup>3</sup> dan berat jenis tulangan 7850 kg/m<sup>3</sup> (Panjaitan, 2021). Beban mati tersebut diperoleh pada tabel PPIUG-1987 (Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung), halaman 11.

Tabel 2. 2 Beban Mati Pada Struktur

| Bahan Bangunan  | Berat Volume (Kg/m <sup>3</sup> ) |
|---|-----------------------------------|
| Baja  | 7850                              |
| Batu Alam   | 2600                              |
| Batu Belah, Batu Bulat, Batu gunung (Berat Tumpuk)    | 1500                              |
| Batu Karang (Batu Tumpuk)                             | 700                               |
| Batu Pecah  | 1450                              |
| Besi Tuang  | 7250                              |
| Beton   | 2200                              |
| Beton Bertulang                                       | 2400                              |
| Kayu (Kelas 1)  | 1000                              |
| Kerikil, Korol  | 1650                              |
| Pasangan Bata Merah                                   | 1700                              |
| Pasangan Batu belah, Batu Bulat, Batu Gunung          | 2200                              |
| Pasangan Batu Cetak                                   | 2200                              |
| Pasangan Batu Karang                                  | 1450                              |
| Pasir (Kering udara sampai lembab)                    | 1600                              |
| Pasir (Jenuh air)                                     | 1800                              |
| Pasir Kerikil, korol (Kering udara sampai lembab)     | 1850                              |
| Tanah, Lempung dan Lanau (Kering udara sampai lembab) | 1700                              |
| Tanah, Lempung dan Lanau (basah)                      | 2000                              |
| Timah Hitam   | 11400                             |

Sumber : PPIUG (1983)

## 2. Beban Hidup

Beban hidup merupakan setiap pembebanan yang sudah terjadi karena keberadaan atau pemakaian suatu struktur dan kedalamannya mengingat beban untuk lantai yang berasal dari barang atau benda bergerak, perangkat keras dan peralatan yang bukan merupakan bagian dari struktur dan dapat diganti selama keberadaan struktur tersebut (Marpaung, 2023). Beban hidup tersebut diperoleh pada tabel PPIUG-1987 (Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung), halaman 17.



**Tabel 2. 3 Beban Hidup Pada Lantai**

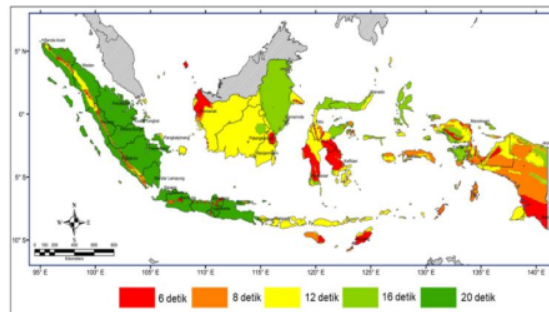
| Huruf | Fungsi Lantai  | Beban<br>(kg/m <sup>2</sup> ) |
|-------|--|-------------------------------|
| 6     |  |                               |
| a     | Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b  | 200                           |
| b     | Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang - gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel   | 125                           |
| c     | Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel asrama dan rumah sakit  | 250                           |
| d     | Lantai ruang olahraga  | 400                           |
| e     | Lantai ruang dansa   | 500                           |
| f     | Lantai dan balkon-dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam a s/d e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap | 400                           |
| g     | Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri   | 500                           |
| h     | Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c   | 300                           |
| i     | Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g   | 500                           |
| j     | Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g  | 250                           |
| k     | Lantai untuk: pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum            | 400                           |
| l     | Lantai gedung parkir bertingkat:<br>- Untuk lantai bawah<br>- Untuk lantai tingkat lainnya   | 800<br>400                    |
| m     | Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum   | 300                           |

Sumber : PPIUG (1983)

### 3. <sup>1</sup> **Beban Gempa**

Peraturan perencanaan beban gempa SNI 1726:2019 menjelaskan bahwa elemen-elemen terkait estimasi analisis beban gempa diilustrasikan dalam bentuk aspek geografis, faktor kebutuhan pada bangunan, kelas desain seismik, dan kerangka ketahanan kekuatan gempa.

Untuk tahap proses penelitian, disini peneliti memakai data informasi dari Aplikasi atau website Desain Spektra Indonesia 2021 puskim PU untuk menentukan percepatan berdasarkan koordinat lokasi. Berdasarkan pada peta, Lintang = 1.273718 dan Bujur = 97.61862. Parameter Gerak Tanah pada gambar dibawah ini diperoleh data respon spektrum gempa pada wilayah tersebut, sesuai dengan <sup>47</sup> SNI 1726 – 2019.



**Gambar 2. 1** Peta Transisi Periode Panjang,  $T_L$  Wilayah Indonesia

(Sumber: SNI - 1726 – 2019)

Dengan memasukkan kelas situs SE (Tanah Lunak) untuk hasil faktor ketahanan = 1.0 dan kategori risiko II (SNI-1726-2019, pada halaman 24),

<sup>5</sup> **Tabel 2. 4** Kategori Risiko Bangunan Gedung Dan Nongedung Untuk Beban Gempa

| Jenis Pemanfaatan   | Kategori Risiko |
|---|-----------------|
| Gedung dan nongedung yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: |                 |
| - Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan  | I               |
| - Fasilitas sementara   |                 |
| - Gudang penyimpanan  |                 |
| - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya   |                 |

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

Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:

- Bioskop
- Gedung pertemuan
- Stadion
- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat
- Fasilitas penitipan anak
- Penjara
- Bangunan untuk orang jompo

Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:

III

- Pusat pembangkit listrik biasa
- Fasilitas penanganan air
- Fasilitas penanganan limbah
- Pusat telekomunikasi

Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.

Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:

IV

- 
- Bangunan-bangunan monumental
  - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan
  - Rumah ibadah
  - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat
  - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat
  - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya
  - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat
  - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat
  - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat

Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.

(Sumber: SNI - 1726 – 2019)

**Tabel 2. 5 Faktor Keutamaan Gempa**

| Kategori Risiko | Faktor Keutamaan gempa, $I_e$ |
|-----------------|-------------------------------|
| I Atau II       | 1,0                           |
| III             | 1,25                          |
| IV              | 1,50                          |

(Sumber: SNI - 1726 – 2019)

Sistem penginputan data pada spektra Indonesia didapatkan faktor amplifikasi. Berdasarkan SNI 1726 : 2019<sup>8</sup> Bila sifat-sifat tanah tidak teridentifikasi secara jelas sehingga tidak bisa ditentukan kelas situs-nya, maka kelas situs SE dapat digunakan kecuali jika pemerintah/dinas yang berwenang memiliki data geoteknik yang dapat menentukan kelas situs.

Tabel 2. 6 Koefisien Situs,  $F_a$ 

| Kelas<br>Situs | Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang<br>dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_r$ ) terpetakan pada<br>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 <sup>(a)</sup> |

(Sumber: SNI - 1726 – 2019)

**Catatan :**

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

Tabel 2. 7 Koefisien Situs,  $F_v$ 

| Kelas<br>Situs | Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang<br>dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_r$ ) terpetakan pada<br>periode 1 detik, $S_1$ |             |             |             |             |                   |
|----------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
|                | $S_1 \leq 0,1$  | $S_1 = 0,2$ | $S_1 = 0,3$ | $S_1 = 0,4$ | $S_1 = 0,5$ | $S_1 \geq 0,6$    |
| SA             | 0,8   | 0,8         | 0,8         | 0,8         | 0,8         | 0,8               |
| SB             | 0,8   | 0,8         | 0,8         | 0,8         | 0,8         | 0,8               |
| SC             | 1,5   | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 1,4               |
| SD             | 2,4   | 2,2         | 2,0         | 1,9         | 1,8         | 1,7               |
| SE             | 4,2   | 3,3         | 2,8         | 2,4         | 2,2         | 2,0               |
| SF             |   |             |             |             |             | SS <sup>(a)</sup> |

(Sumber: SNI - 1726 – 2019)

12

Berdasarkan SNI 1726 : 2019 untuk penentuan respons spektral percepatan gempa  $MCE_r$  di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek ( $F_a$ ) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik ( $F_v$ ). Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek ( $S_{Ms}$ ) dan periode 1 detik ( $S_{M1}$ ) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini:

- $F_a$  (Faktor amplifikasi untuk periode pendek) : 1,0
- $F_v$  (Faktor amplifikasi untuk periode 1 detik) : 1,7

Parameter spektra desain didapatkan :

$$S_{MS} = F_a \times S_s$$

$$S_{M1} = F_v \times S_s$$

$$S_{ds} = \frac{2}{3} \times S_{MS}$$

$$S_{d1} = \frac{2}{3} \times S_{M1}$$

- $S_{MS} = 1,0$
- $S_{M1} = 1,2$
- $S_{ds} = (\text{Periode Pendek}) 0,7 \text{ g}$
- $S_{d1} = (\text{Periode 1 Detik}) 0,8 \text{ g}$

#### Keterangan :

$F_a$  = Faktor Amplifikasi Untuk Periode Pendek

$F_v$  = Faktor Amplifikasi Untuk Periode 1 Detik

$S_{MS}$  = Parameter Respons Spektral Percepatan Pada Periode Pendek

$S_{M1}$  = Periode 1 Detik

$S_{ds}$  = Parameter Respons Spektral Percepatan Desain Pada Periode Pendek

$S_{d1}$  = Parameter Respons Spektral Percepatan Desain Pada Periode 1 Detik



**Gambar 2. 2 Grafik Spektrum Respon Desain (Puskim)**  
**Desain Spektra Indonesia 2021** (<https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/>).

Berdasarkan SNI 1726 : 2019 bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka



kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 4 dan mengikuti ketentuan di bawah ini :

1. Untuk periode yang lebih kecil dari  $T_0$ , spektrum respons percepatan desain,

$S_a$ , harus diambil dari persamaan :

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

2. Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , sama dengan  $S_{DS}$ .

3. Untuk periode lebih besar dari  $T_s$  tetapi lebih kecil dari atau sama dengan  $T_L$ , respons spektral percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan :

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

21

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

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2}$$

#### Keterangan :

$S_{DS}$  = Parameter Respons Spektral Percepatan Desain Pada Periode Pendek.

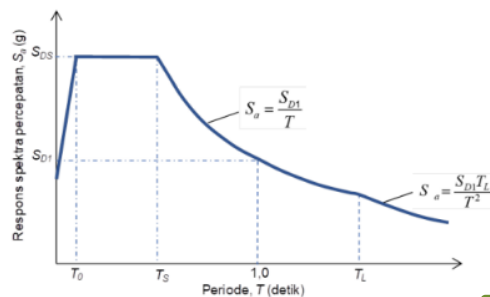
$S_{D1}$  = Parameter Respons Spektral Percepatan Desain Pada Periode 1 Detik.

$T$  = Periode Getar Fundamental Struktur.

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{S_{DS}}{S_{D1}}$$

$T_L$  = Gambar 3. Menampilkan Peta Transisi Untuk Periode Panjang.



10

Gambar 2. 3 Spektrum Respon Desain Berdasarkan SNI 1726:2019

Gaya gempa vertikal harus diperhitungkan untuk elemen-elemen struktur gedung yang sangat sensitif terhadap beban gravitasi dari dua atau lebih lantai di atasnya serta balok beton pratekan dengan bentang panjang. Sementara itu, gaya gempa lateral bekerja pada setiap pusat massa lantai bangunan (Paraisu, 2016).

Nilai beban gempa ditentukan oleh 3 faktor, yaitu besarnya probabilitas beban itu terlampaui dalam kurun waktu tertentu, tingkat daktilitas struktur yang mengalaminya, dan kekuatan cadangan yang terkandung dalam struktur tersebut. Peluang beban nominal terlampaui dalam kurun waktu umur gedung 50 tahun adalah 10% dan gempa penyebabnya adalah gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun (Paraisu, 2016).

### 2.1.8 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI 1727 : 2020, halaman 13 digunakan kombinasi dasar dan SNI 1726 : 2019 halaman 26 digunakan kombinasi pembebanan dengan pengaruh beban seismik, berikut adalah kombinasi beban dasar dan kombinasi pembebanan dengan pengaruh beban seismik untuk perencanaan struktur :

**Tabel 2. 8 Kombinasi Beban Untuk Desain Kekuatan**

| Kombinasi Dasar                                    |  |
|--|--|
| 14   | 1 = 1,4D   |
|  | 2 = 1,2D + 1,6L + 0,5(L <sub>r</sub> atau S Atau R)          |
|  | 3 = 1,2D + 1,6(L <sub>r</sub> atau S atau R) + (L atau 0,5W) |
|  | 4 = 1,2D + 1,0W + L + 0,5(L <sub>r</sub> atau S atau R)      |
|  | 5 = 0,9D + 1,0W  |
|  | Sumber : SNI 1727 : 2020                                     |
| Kombinasi Pembebanan Dengan Pengaruh Beban Seismik |  |
| 26   | 6 = 1,2D + E <sub>v</sub> + H <sub>h</sub> + L               |
|  | 7 = 0,9D - E <sub>v</sub> + H <sub>h</sub>                   |
|  | Sumber : SNI 1726 : 2019                                     |

#### Keterangan :

- D : Beban Mati
- L : Beban Hidup

$L_r$  : Beban Hidup Atap

$S$  : Beban Salju

$R$  : Beban Air Hujan

$W$  : Beban Angin

### 10 2.1.9 Software ETABS

ETABS (*Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk analisis struktur bangunan, termasuk pemodelan, desain, dan analisis struktur. ETABS dikembangkan oleh perusahaan teknik sipil CSI (*Computers and Structures, Inc.*) dan digunakan oleh insinyur sipil dan arsitek di seluruh dunia. (Marpaung, 2023).

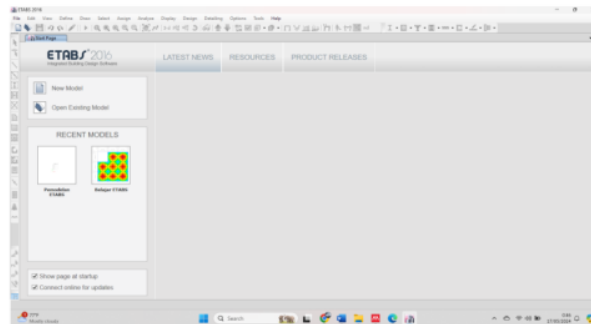
ETABS memungkinkan pengguna untuk membuat model struktur yang kompleks dengan menggunakan elemen-elemen seperti kolom, balok, dinding, pelat, dan elemen non-linear seperti kabel, pengencang, dan elemen kontak. Selain itu, ETABS juga memiliki kemampuan untuk melakukan analisis dinamik, termasuk analisis respons spektrum dan analisis respons waktu. ETABS juga menyediakan berbagai opsi untuk menganalisis gaya-gaya seperti beban gravitasi, beban angin, beban gempa, dan beban lainnya yang diperlukan dalam desain struktur bangunan. Hasil analisis dapat ditampilkan dalam berbagai format, termasuk grafik, diagram, dan tabel. (Marpaung, 2023).

10  
Kelebihan *Software* ETABS adalah memiliki ketepatan mendesain dan menganalisis gedung bertingkat banyak karena bisa menghitung joint yang lebih banyak dari pada aplikasi software lainnya, seperti *software* SAP2000 yang unggul pada pendesainan jembatan. *Software* ETABS disarankan dalam mendesain atau menganalisis kekuatan struktur bangunan berlantai banyak yang simetris, karena hasil *output* lebih efisien, ekonomis, dan teruji (Paraisu, 2016).

Kekurangan *software* ETABS adalah hanya lebih akurat digunakan pada proses desain dan analisis bangunan gedung, tetapi untuk ketepatan dan keunggulan dalam pendesainan jembatan dan bentuk struktur yang tidak simetris, *software* SAP2000 jauh lebih unggul dan disarankan untuk dipakai dari pada *software* ETABS (Paraisu, 2016).

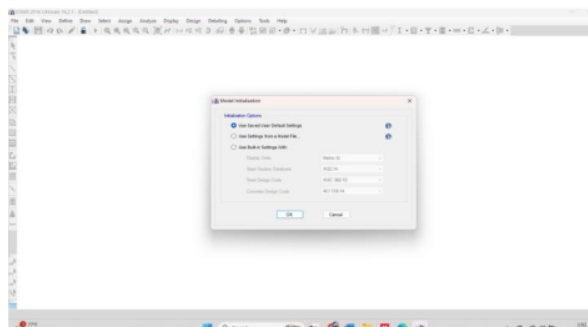
### 2.1.10 Langkah-Langkah Analisis Data Menggunakan Software ETABS

1. Membuka program dengan mengklik icon atau diambil dari start program.



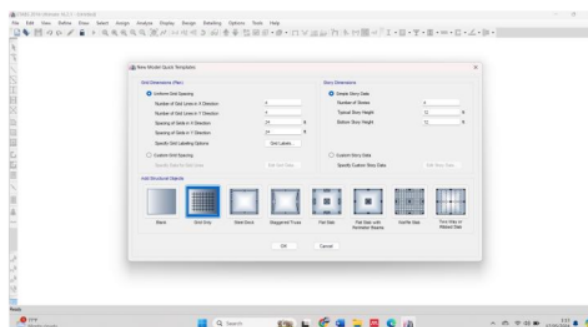
**Gambar 2. 4 Tampilan Awal Etabs**

2. Kemudian membuat grid dan jarak grid sesuai dengan model yang mau dibuat dengan cara mengklik *File – New Model*. Maka akan muncul seperti tampilan dibawah.



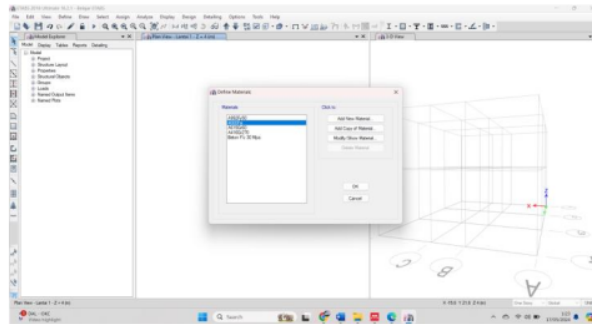
**Gambar 2. 5 Model Intialization**

3. Klik ok, maka akan muncul *New Model Quick Templates*.



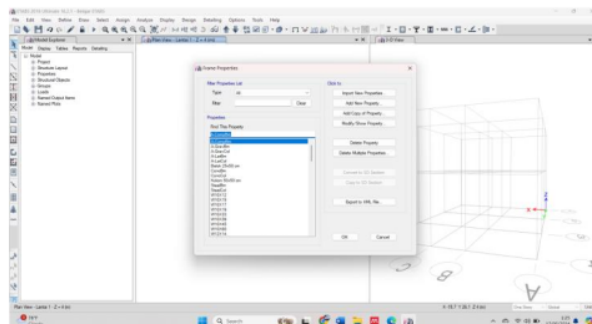
**Gambar 2. 6 New Model Quick Templates**

- 3
4. Mendefinisikan material yang mau digunakan untuk menganalisis dengan cara mengklik *Define – Material Properties* – maka akan terlihat tampilan berikut :



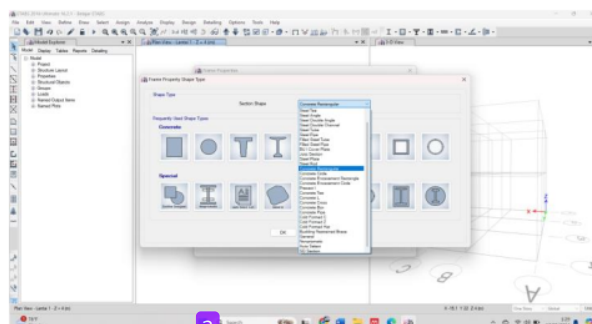
Gambar 2. 7 Define Material

5. Kemudian Klik *Section Propertie – Frame Section*. Maka akan muncul seperti tampilan dibawah ini.



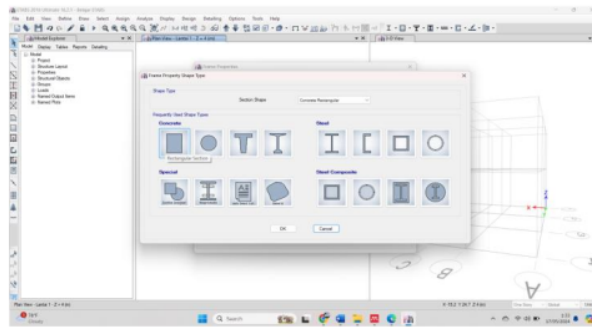
Gambar 2. 8 Frame Properties

6. Setelah itu akan muncul tampilan di bawah ini. Kemudian pilih *Concrete Rectangular*.



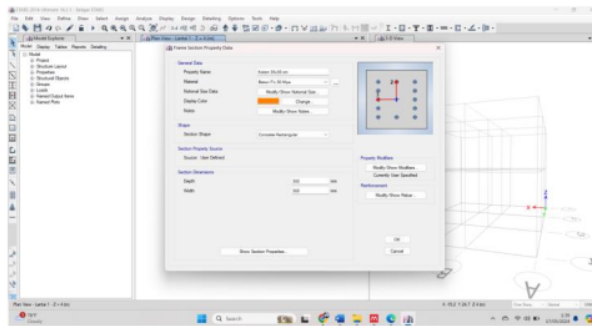
3  
Gambar 2. 9 Frame Properties Shape Type

7. Kemudian Klik *Rectangular* sebelah kiri.

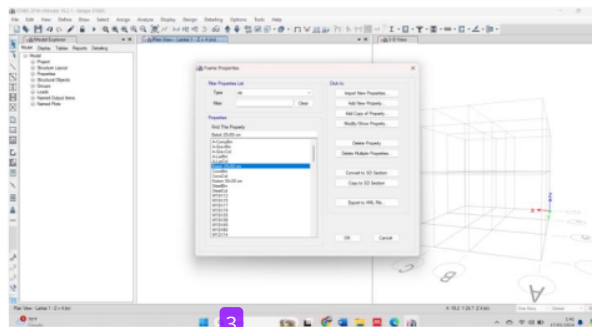


Gambar 2. 10 Concrete Rectangular

8. Memasukkan dimensi *Balok dan Kolom*



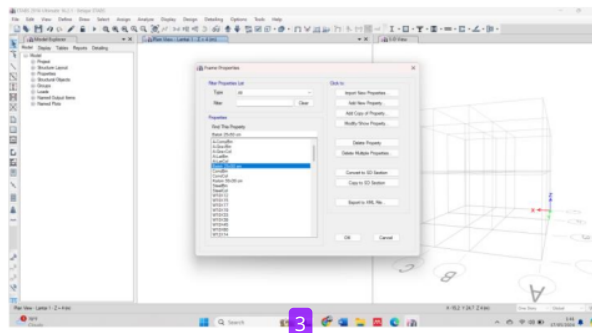
Gambar 2. 11 Memasukkan Dimensi Balok Dan Kolom



Gambar 2. 12 Dimensi Balok Dan Kolom

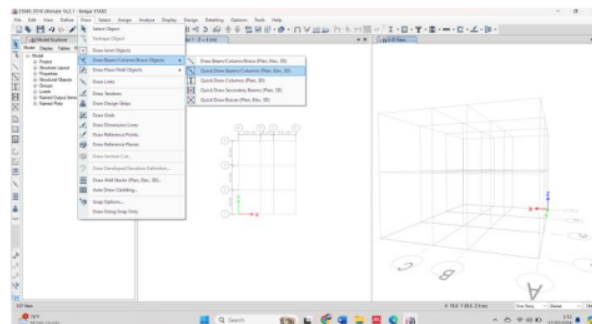


9. Memasukkan data plat lantai *Define – Section Properties – Slab Sections*

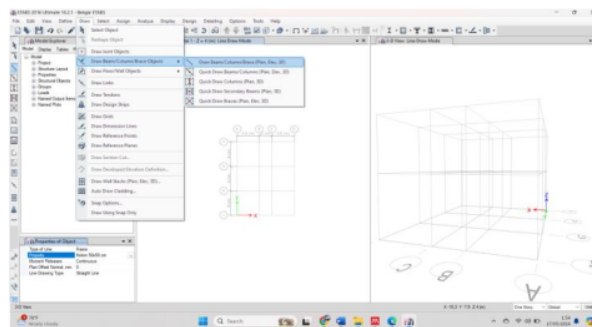


Gambar 2. 13 Slab Properties

10. Penggambaran balok dan kolom Klik *Draw – Draw Beam/Column/Brace Objects – Quick Draw Beams/Column (Plan, Elev, 3D)*

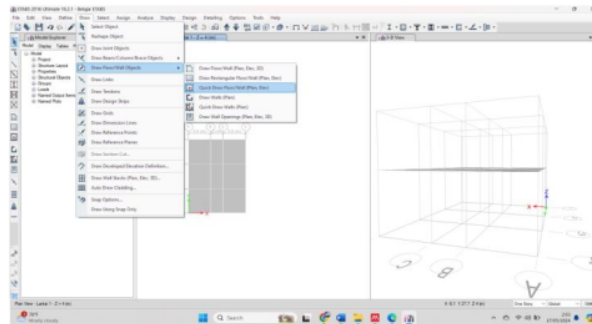


Gambar 2. 14 Propertie Of Object Balok



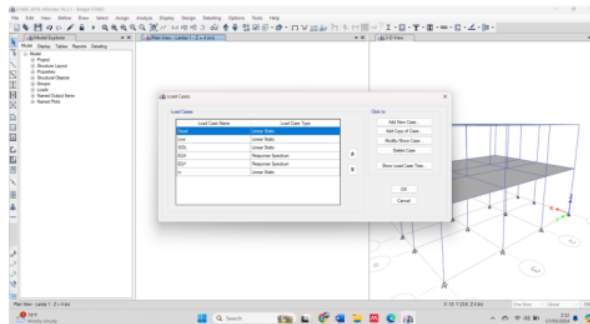
Gambar 2. 15 Propertie Of Object Kolom

### 11. Penggambaran pelat lantai Draw – Draw Floor/Wall Object



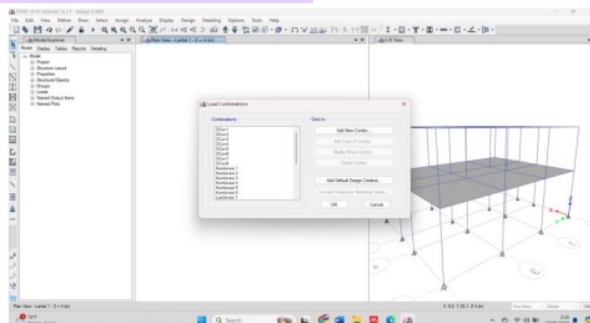
**Gambar 2. 16 Propertie Of Object Pelat Lantai**

### 12. Membuat beban dengan cara *Define – Load Case*, maka akan terlihat tampilan seperti dibawah ini :



**Gambar 2. 17 Load Case**

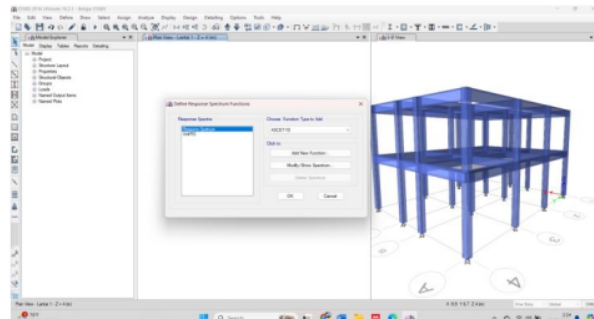
### 3 13. Kemudian Load Combination Data



**Gambar 2. 18 Load Combination Dat**

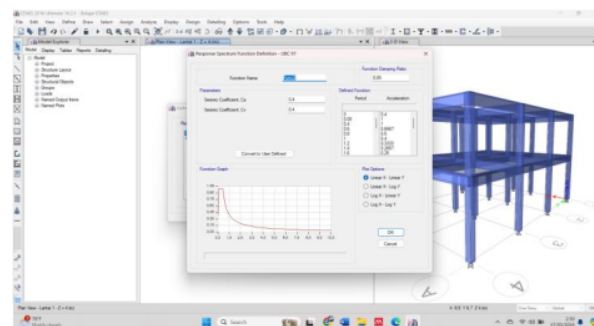
Isi kotak Load Combination nama dengan nama kombinasi beban (COMB 1) dan lakukan seterusnya dengan klik Add New Combo.

14. Membuat response spectrum function dengan cara klik *Define* – *Response Spectrum Function* maka akan terlihat tampilan seperti dibawah ini :



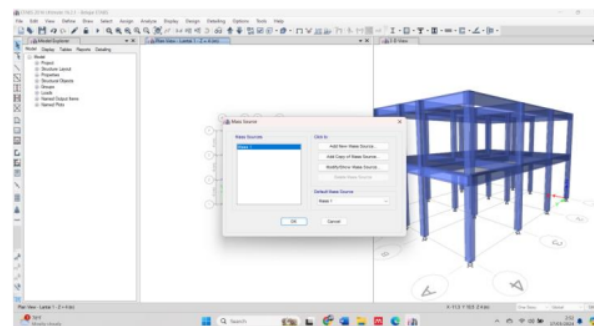
**Gambar 2. 19 Define Response Spectrume Fuction**

15. Untuk mengisi Response Spectra klik pada kotak *Choose Function Type to Add UBC97 Spectrum* kemudian *Add New Function* maka akan terlihat tampilan seperti gambar berikut :



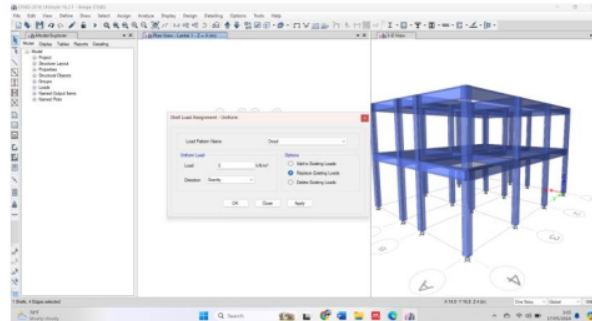
**Gambar 2. 20 Spectrum Fuction Definition**

16. Menentukan sumber massa klik *Define* - *Mass Source* – *Add Jenis Massa* Pada Bangunan. Maka tampil seperti gambar berikut :



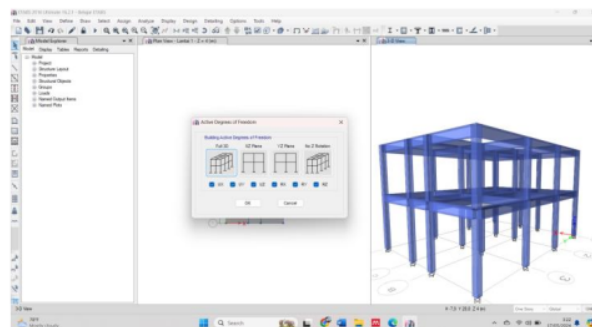
**Gambar 2. 21 Define Mass Source**

- 24  
17. Memasukan beban ke pelat lantai yang mau diberi beban – lalu klik Assign – Shell/Area loads – Uniform, maka akan tampil seperti berikut :



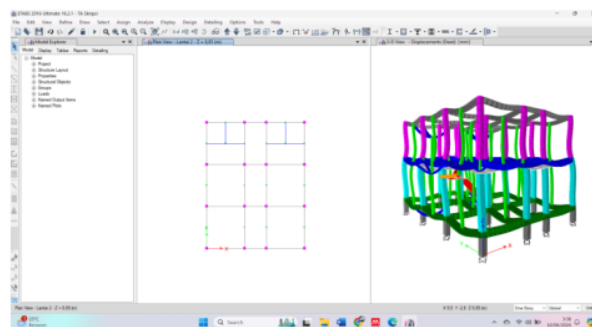
**Gambar 2. 22 Uniform Surface Loads**

- 3  
18. Untuk Analisis klik Analyze – Set Analyze Option, kemudian klik Full 3D. Maka akan tampil seperti gambar berikut.



**Gambar 2. 23 Analyze Option**

19. Langkah terakhir menganalisis data dengan klik Analyze – Run Analisis untuk mendapatkan output momen. Maka akan muncul tampilan berikut.



**Gambar 2. 24 Analyze (Run)**

## 2.2 <sup>3</sup> Penelitian Terdahulu

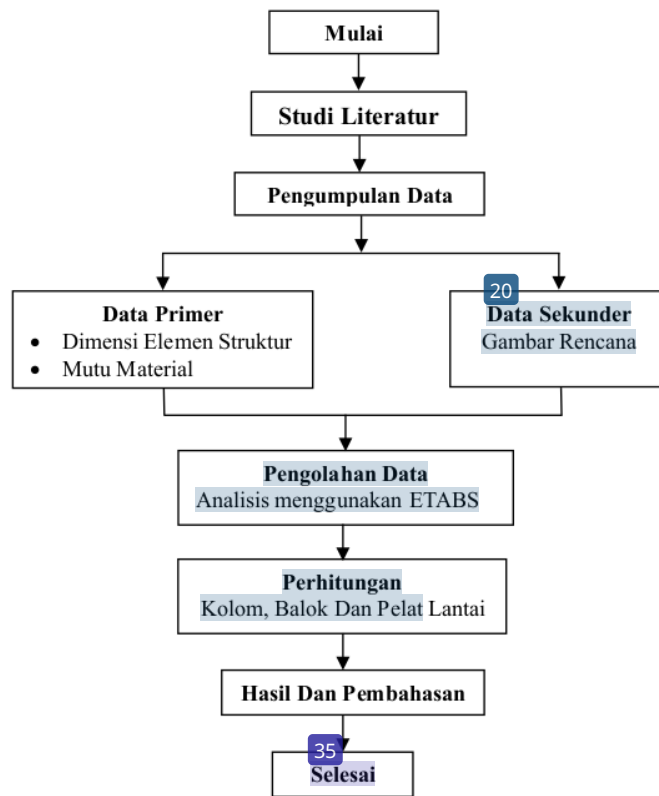
Penelitian terdahulu merupakan suatu upaya penulis untuk mencari perbandingan serta kajian agar penulis dapat menambah pengetahuan, inspirasi dan teori yang akan digunakan untuk mengkaji penelitian yang penulis kerjakan. Dalam hal ini penulis mengambil beberapa sumber jurnal sebagai referensi yang terkait dengan analisis struktur bangunan. Berikut merupakan beberapa hasil penelitian yang pernah melakukan analisis tentang struktur bangunan yaitu :

1. Penelitian yang dilakukan oleh (Akbar & Itteridi, 2020) Dengan Judul : Analisis Perencanaan Struktur Gedung 8 Lantai Dengan Variasi *Bracing* Menggunakan Aplikasi Program Etabs. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, analisis program ETABS perpindahan (*displacement*) pada ketiga struktur gedung tersebut cenderung hampir sama dalam arah x yaitu kurang lebih sebesar 5 – 60 mm, sedangkan untuk arah y perbedaan perpindahan (*displacement*) sangat terlihat karena ada penambahan pengaku *bracing* , tipe 1 portal *bracing* X sebesar 2,4 mm – 25,4 mm, untuk tipe 2 portal *bracing* V 2,93 mm – 29,3 mm, dan untuk portal biasa sebesar 4,86 mm – 53,57 mm.
2. <sup>86</sup> Penelitian yang dilakukan oleh (Gusfita et al., 2022). Dengan Judul : Analisis Struktur Atas Pada Pembangunan SDN 04 Garegeh. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, Analisis struktur dilakukan melewati beberapa tahapan seperti perencanaan dimulai dari preliminary design, pembebanan struktur, pembebanan gempa. *analisis* gaya yang terjadi pada struktur dengan menggunakan aplikasi ETABS, penulangan berdasarkan hasil *output* ETABS membandingkan penulangan realisasi lapangan dengan hasil analisis. *Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems* (ETABS) adalah suatu program yang digunakan untuk melakukan analisis serta desain terhadap struktur bangunan dengan cepat dan tepat. Hasil bangunan yang didesain menggunakan faktor keamanan yang tinggi sehingga hasil analisis tidak menyimpang dari realisasi lapangan yang terlihat pada hasil penulangan kolom, balok utama, balok anak, ring balok, dan plat masih lebih kecil dari pada realisasi penulangan di lapangan. Dimensi kolom, balok dan pelat lantai yang didapatkan dari realisasi lapangan dimensi kolom K1 45x60 , K2 2 x40,

<sup>20</sup>  
K3 40x40, K4 40x60. Dimensi balok B1 30x50, B2 30x50, B3 25x40 dan dimensi ketebalan pelat lantai 120mm.

3. <sup>16</sup> Penelitian yang dilakukan oleh (Sumarso et al., 2020). Dengan Judul : <sup>16</sup> Perencanaan Struktur Gedung Perkantoran Tujuh (7) Lantai Di Kabupaten Karanganyar. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, <sup>16</sup> Pelat atap tebal 10 cm tulangan x dan y Ø10-200 mm, pelat lantai 12 cm tulangan x dan y Ø13-230 mm, balok induk B1 dimensi 300 x 600 mm tulangan atas 6D22 tulangan bawah 4 D19 tulangan geser Ø12-250 mm, balok anak BA dimensi 300 x 400 mm tulangan atas 2 D16 tulangan bawah 4 D16 tulangan geser Ø10-150 mm, balok sloof dimensi 300 x 400 mm tulangan atas 2 D16 tulangan bawah 4 D16 tulangan geser Ø12-200 mm, kolom K1 dimensi 800 x 800 mm tulangan longitudinal 10 D25 dan tulangan geser Ø12-250 mm, kolom k2 dimensi 700 x 700 mm tulangan longitudinal 10 D25 dan tulangan geser Ø12-250 mm, penulangan pondasi bore pile dimensi 80 cm kedalaman 6 m dengan tulangan longitudinal 14 D22 tulangan spiral Ø12-200 mm, dan penulangan pile cap arah x dan y D 25-150.
4. <sup>36</sup> Penelitian yang dilakukan oleh (Salsabila et al., 2023). Dengan Judul : <sup>36</sup> Perencanaan Struktur Atas Beton Bertulang Gedung 5 Lantai Menggunakan Software Etabs. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, <sup>36</sup> Kestabilan struktur akibat pengaruh P-delta, dapat diketahui bahwa kestabilan struktur maksimum arah x akibat pengaruh P-delta sebesar 0,009785 dan kestabilan struktur maksimum arah y akibat pengaruh P-delta sebesar 0,032068. Semua lantai aman karena tidak melebihi nilai maksimum.

### 2.3 Kerangka Berpikir



**Gambar 2. 25 Bagan Alir Penelitian**



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Metode penelitian kuantitatif merupakan metode-metode untuk menguji teori-teori tertentu dengan cara meneliti hubungan antara variabel (Kusumastuti et al., 2020). Variabel-variabel biasanya diukur dengan instrumen penelitian sehingga data yang terdiri dari angka-angka dapat dianalisis berdasarkan prosedur-prosedur statistik (Kusumastuti et al., 2020).

Jenis penelitian yang digunakan dalam analisis ini adalah metode kuantitatif, yaitu diawali dengan mempelajari beberapa literatur lalu dilanjutkan dengan melakukan analisis struktur ruko 2 lantai dengan struktur beton bertulang sehingga mendapatkan struktur yang kuat menerima beban yang terjadi. Pembebanan sesuai dengan SNI 1727:2020 tentang Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain. Pemodelan struktur menggunakan software Etabs 2016. Hasil perhitungan kolom, balok dan pelat lantai menggunakan software Etabs 2016 digunakan sebagai data perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung sesuai SNI 2847-2019. (Ginanjari, 2021) berikut langkah-langkah pelaksanaan penelitian :

1. Mempelajari kajian literatur.
2. Pemodelan struktur awal.
3. Pemodelan struktur dengan menambahkan beban mati, beban hidup dan beban gempa.
4. Evaluasi Struktur dengan Etabs.
5. Dari hasil evaluasi momen dan geser pada elemen struktur, dapat diketahui elemen struktur mana yang membutuhkan perkuatan.
6. Perhitungan kolom, balok dan pelat lantai.
7. Hasil.

84

### 3.2 Variabel Penelitian

#### 1. Variabel Independen (X)

53

Variabel dependen (X) adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel dependen (Y). Dalam penelitian ini variabel independen yang diteliti yaitu :

- a. Dimensi struktur
- b. Spesifikasi material.
- c. Beban mati, beban hidup, dan beban gempa.
- d. Kombinasi pembebanan.

57

#### 2. Variabel Dependen (Y)

Variabel dependen (Y) adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel independen (X). Dalam penelitian ini variabel dependen yang diteliti yaitu :

- a. Kolom
- b. Balok
- c. Pelat Lantai

### 3.3 Lokasi Dan Jadwal Penelitian

#### 1. Lokasi

22

Objek yang dianalisis adalah perencanaan ruko 2 lantai di Mudik, Gunungsitoli Provinsi Sumatera Utara.

#### 2. Jadwal Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian, peneliti merencanakan waktu penelitian selama satu bulan.

### 3.4 Populasi

78

Dalam penelitian ini jumlah bangunan yang dijadikan objek penelitian oleh peneliti adalah 1 bangunan yakni perencanaan bangunan gedung ruko 2 lantai di mudik, gunungsitoli provinsi sumatera utara.

66

### 3.5 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa instrumen yang digunakan oleh peneliti meliputi :

#### 1. Software ETABS 2016

Software Etabs 2016 merupakan instrumen utama dalam penelitian ini. Etabs 2016 adalah program komputer yang digunakan untuk melakukan analisis dan desain struktur bangunan. Perangkat lunak ini memungkinkan pemodelan struktur secara tiga dimensi, pembebanan, dan analisis beban statis maupun dinamis.

#### 2. Data Teknis Bangunan

Data teknis bangunan merupakan data yang berhubungan langsung dengan perencanaan struktur bangunan gedung. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan gambar rencana struktur (denah, potongan, detail penulangan), data material (beton, baja tulangan) dan beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan (beban mati, beban hidup dan beban gempa) sebagai input dalam pemodelan di software Etabs 2016.

#### 3. Perangkat Keras Komputer

Komputer dengan spesifikasi yang memadai diperlukan untuk menjalankan perangkat lunak Etabs 2016 dan mengolah data hasil analisis. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan Laptop Asus TUF Gaming FX504 Series dalam menjalankan software Etabs 2016 dengan spesifikasi :

- 1) Prosesor Intel ® Core™ i5 8300H CPU @ 2.30GHz
- 2) RAM 8 GB
- 3) Hardisk 1 Terabyte + SSD 128 GB
- 4) Kartu Grafis/VGA NVIDIA GeForce GTX 1050
- 5) Sistem Operasi : Windows 11 64 bit

25

### 3.6 Teknik Pengumpulan Data

#### 1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dari asumsi yang dibuat oleh peneliti yang dapat langsung dipergunakan sebagai analisis perencanaan struktur. Data primer yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah gambar rencana

bangunan berupa denah bangunan, kolom, balok, pelat lantai dengan struktur gedung beton bertulang. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan software Etabs dalam memodelkan dan menganalisis struktur gedung beton bertulang.

## 2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data-data penunjang data primer/utama penelitian ini, yang berupa data pedoman peraturan yang digunakan dalam perencanaan yaitu :

- 1) SNI 1726 2019, digunakan sebagai pedoman untuk perencanaan gempa yang bekerja dalam suatu struktur.
- 2) SNI 2847 2019, digunakan sebagai pedoman untuk persyaratan beton struktur untuk bangunan gedung.
- 3) SNI 1727 2020, digunakan sebagai pedoman kombinasi pembebanan struktur.
- 4) SNI 2052 : 2017 digunakan sebagai pedoman untuk persyaratan baja tulangan beton.
- 5) PPIUG digunakan sebagai pedoman untuk pembebanan struktur
- 6) Struktur diasumsikan terletak dalam zona gempa kuat.
- 7) Modul pelatihan Etabs.

## 3.7 Teknik Analisis Data

### 1. Pemodelan Struktur

Pembentukan model struktur bangunan dengan pemodelan 3D menggunakan Etabs sesuai dengan informasi dan data dari gambar rencana. Tahap awal yang perlu dilakukan dalam pemodelan struktur bangunan adalah memasukkan material dan dimensi struktur sesuai dengan gambar rencana, setelah itu menggambar letak kolom, balok, dan pelat. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan software Etabs dalam memodelkan dan menganalisis struktur bangunan gedung beton bertulang.

### 2. Perhitungan Pembebanan

Dalam merencanakan struktur bangunan membutuhkan asumsi dan pendekatan beban yang bekerja pada struktur bangunan. Dalam penelitian ini peneliti melakukan perhitungan atau penginputan pembebanan yang bekerja pada

struktur bangunan gedung dengan menggunakan software Etabs adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

Perhitungan atau penginputan beban mati akibat berat sendiri pada program analisis struktur dimasukkan dalam *load case dead*, sedangkan beban mati tambahan dimasukkan dalam *load case super dead*. Beban mati akibat berat sendiri telah dihitung oleh program secara otomatis, sedangkan untuk beban mati tambahan ditambahkan secara manual sesuai dengan data yang ada. Perhitungan beban hidup yang ditambahkan dalam program analisis struktur dinotasikan dalam *load case live* dengan *self weight multiplier* 0. Beban hidup ditambahkan secara manual pada *assign shell load* dan besarnya beban hidup yang ditambahkan diperoleh berdasarkan peraturan yang digunakan.

### 3. Analisis Respon Spektrum

Analisis dinamik respon spektrum digunakan untuk memperoleh kurva respon spektrum dengan bantuan program analisis struktur Etabs 2016. Dalam melakukan pemodelan beban gempa respon spektrum pada program analisis struktur menggunakan software Etabs, tahap awal yang perlu dilakukan adalah mendefinisikan *function response spectrum, define load pattern* untuk beban gempa, respon spektrum gempa arah x (U1) dan arah y (U2) pada *load case data*, dan *mass source*.

### 4. Analisis Struktur

Analisis struktur dilakukan menggunakan program analisis struktur Etabs dengan tujuan untuk memperkirakan gaya dalam dan deformasi pada struktur, sehingga dapat memastikan terpenuhinya persyaratan kekuatan, kemampuan layan, dan stabilitas. Adapun hasil yang didapatkan dari analisis struktur menggunakan software Etabs yaitu gaya-gaya dalam yang terjadi dan kekuatan masing-masing elemen struktur dari beberapa kombinasi yang digunakan. Dari gaya-gaya dalam yang didapat dari analisis struktur menggunakan software Etabs menjadi acuan pada peneliti dalam menghitung kebutuhan dimensi kolom, balok dan pelat serta jumlah tulangan longitudinal dan transversal berdasarkan SNI 2847 : 2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.

#### 4 5. Evaluasi Kekuatan Struktur

Evaluasi kekuatan struktur dilakukan untuk mengetahui kelayakan struktur terhadap pengaruh beban gempa. Dalam melakukan evaluasi kekuatan struktur, syarat yang harus terpenuhi adalah kekuatan kapasitas elemen struktur dan stabilitas. Adapun kekuatan kapasitas elemen struktur yaitu kuat kapasitas penampang atau elemen struktur berupa kolom, balok dan pelat, harus melebihi kekuatan minimal yang dibutuhkan elemen struktur tersebut.

#### 6. Analisis Kapasitas Struktur

20  
Hasil analisis kapasitas dibandingkan dengan hasil analisis pembebanan yang dilakukan menggunakan software Etabs, untuk menentukan apakah ada desain ulang terhadap struktur bangunan.

#### 7. Desain Ulang Tulangan

Desain ulang tulangan dilakukan apabila struktur bangunan tidak mampu menahan beban yang dianalisis menggunakan software Etabs.

## 1 BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1 4.1 Data Perencanaan

Sebelum melakukan perhitungan desain awal, terlebih dahulu perlu diketahui data perencanaan serta beban-beban yang akan diterima oleh struktur bangunan. Pada perencanaan ruko 2 lantai menggunakan beton bertulang dengan data-data sebagai berikut :

|                   |  |
|-------------------|--|
| Jenis Bangunan    | : Ruko   |
| Banyak Lantai     | : 2 Lantai   |
| Tinggi Perlantai  | : Lantai 1 = 4 meter<br>Lantai 2 = 3,5 meter<br>Rooftop = 2,81 meter |
| Ukuran Bangunan   | : 12 x 9 meter = 108 m <sup>2</sup>                                  |
| Mutu Beton (K)    | : f'c 21 Mpa (K-250) Kolom, Balok dan Pelat Lantai.                  |
| Mutu Baja         | : BJTS 420 Mpa<br>BJTS 280 Mpa                                       |
| Struktur Bangunan | : Beton Bertulang  |

#### 1 4.2 Preliminary Desain

##### 4.2.1 Balok

###### 1. Balok Sloof

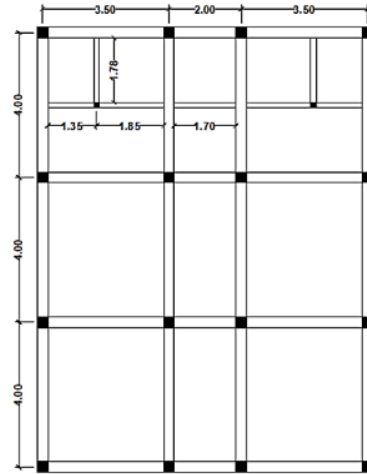
Balok sloof adalah elemen struktur yang terletak di bagian bawah dinding bangunan, di atas pondasi, dan berfungsi untuk menyebarkan beban dari dinding ke pondasi secara merata. Dimensi balok induk dapat ditentukan berdasarkan aturan praktis sebagai berikut :

$$\text{Tinggi balok } h = \frac{1}{12} L$$

$$\text{Tinggi balok } b = \frac{2}{3} h$$



Dalam penentuan dimensi balok induk diambil bentang terpanjang baik arah melintang maupun memanjang untuk dijadikan sebagai acuan dalam penentuan dimensi balok.



Gambar 4. 1 Denah Balok Sloof

$$\begin{aligned} \text{Tinggi balok } h &= \frac{1}{2} 400 \\ &= 33,33 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{SF} = 35 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi balok } b &= \frac{2}{3} 35 \\ &= 23,33 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{SF} = 30 \text{ cm}$$

Jadi, dimensi balok induk 30/35 cm

### 1. Balok Anak

Balok anak adalah elemen struktur pemikul momen yang berfungsi mentransfer beban dari plat ke balok induk. Dimensi balok anak dapat ditentukan berdasarkan SNI 2847 : 2019 halaman 180 tabel 9.3.1.1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi balok } h &= \frac{1}{16} 178 \\ &= 11,125 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{SF} = 25 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi balok } b = \frac{1}{2} 250$$

$$= 125 \text{ cm}$$

$$\text{SF} = 20 \text{ cm}$$

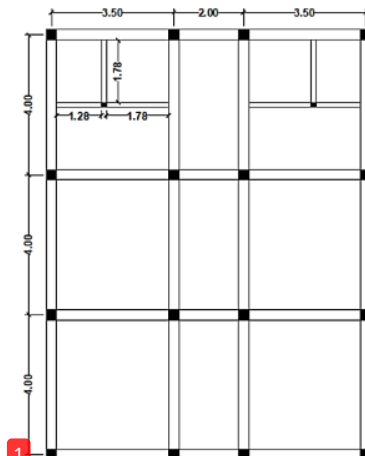
Jadi, dimensi balok anak 20/25 cm

## 2. Balok Lantai

Balok induk adalah elemen struktur pemikul momen yang berfungsi mentransfer beban dari pelat ke kolom. Dimensi balok induk dapat ditentukan berdasarkan aturan praktis sebagai berikut :

$$1) \text{ Tinggi balok } h = \frac{1}{12} L$$

$$2) \text{ Tinggi balok } b = \frac{2}{3} h$$



Gambar 4. 2 Denah Balok Lantai

$$\text{Tinggi balok } h = \frac{1}{12} 400$$

$$= 33,33 \text{ cm}$$

$$\text{SF} = 35 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi balok } b = \frac{2}{3} 35$$

$$= 23,33 \text{ cm}$$

$$\text{SF} = 30 \text{ cm}$$

Jadi, dimensi balok induk 30/35 cm

### 3. Balok Anak<sup>13</sup>

Balok anak adalah elemen struktur pemikul momen yang berfungsi mentransfer beban dari plat ke balok induk. Dimensi balok anak dapat ditentukan berdasarkan SNI 2847 : 2019 halaman 180 tabel 9.3.1.1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi balok } h &= \frac{1}{16} 178 \\ &= 11,125 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{SF} = 20 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi balok } b &= \frac{1}{2} 250 \\ &= 125 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{SF} = 20 \text{ cm}$$

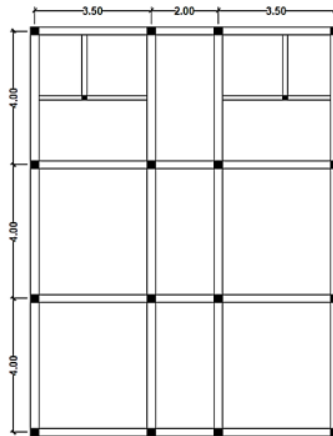
Jadi, dimensi balok anak 20/20 cm

### 4. Ring Balok<sup>24</sup>

Ring balok adalah elemen struktur horizontal yang terletak di bagian atas kolom yang berfungsi untuk mengikat elemen-elemen vertikal seperti kolom, dinding sehingga memberikan kekakuan dan stabilitas tambahan pada struktur bangunan. Dimensi balok induk dapat ditentukan berdasarkan aturan praktis sebagai berikut :

$$1) \text{ Tinggi balok } h = \frac{1}{12} L$$

$$2) \text{ Tinggi balok } b = \frac{2}{3} h$$



Gambar 4. 3 Denah Ring Balo

$$\begin{aligned}\text{Tinggi balok h} &= \frac{1}{12} 400 \\ &= 33,33 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\text{SF} = 25 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi balok b} &= \frac{2}{3} 35 \\ &= 23,33 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\text{SF} = 25 \text{ cm}$$

Jadi, dimensi balok induk 25/25 cm

### 5. Balok Anak

Balok anak adalah elemen struktur pemikul momen yang berfungsi mentransfer beban dari plat ke balok induk. Dimensi balok anak dapat ditentukan berdasarkan SNI 2847 : 2019 halaman 180 tabel 9.3.1.1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Tinggi balok h} &= \frac{1}{16} 178 \\ &= 11,125 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\text{SF} = 13 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi balok b} &= \frac{1}{2} 250 \\ &= 13 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\text{SF} = 20 \text{ cm}$$

Jadi, dimensi balok anak 13/13 cm

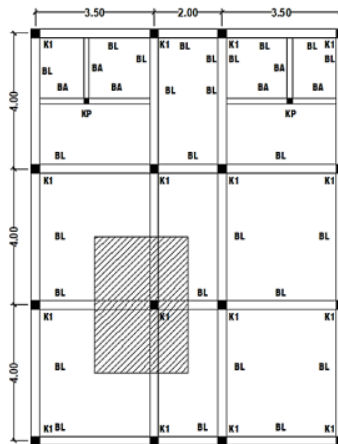
**Tabel 4. 1 Rekapitulasi Dimensi Balok**

| NAMA BALOK | DIMENSI<br>(CM) |
|------------|-----------------|
| BS         | 30/35           |
| BA         | 20/25           |
| BL         | 30/35           |
| BA         | 20/20           |
| RB         | 25/25           |
| BA         | 13/13           |

## 1 4.2.2 Kolom

Kolom perlu dirancang agar dapat menahan kombinasi beban aksial terfaktor yang terjadi diseruruh tingkat bangunan beserta momen maksimum akibat beban terfaktor pada bentang lantai atau atap yang sedang di analisis. Menentukan dimensi kolom sebagai berikut :

1. Tebal Plat Lantai : 120 mm
2. Tebal Plat Atap : 100 mm
3. Tinggi Bangunan : 10,3 m
4. Dimensi BL : 30/35 cm



Tabel 4. 2 Luas Area Yang Dipikul Kolom Lt. 1

Berikut perhitungan dimensi Kolom K1 yang direncanakan pada lantai 1

Tabel 4. 3 Beban Mati Pada Lantai 1 - Atap

| Beban                 | Rumus                          | Berat (kg)       |
|-----------------------|--------------------------------|------------------|
| Pelat Atap            | $11 \times 0,1 \times 2,4$     | 2,64             |
| Pelat Lantai          | $11 \times 0,12 \times 2,4$    | 3,168            |
| Balok                 | $0,105 \times 6,15 \times 2,4$ | 1,5498           |
| Dinding               | $3,25 \times 6,15 \times 250$  | 4996,875         |
| Granit                | $11 \times 0,01 \times 0,017$  | 0,00187          |
| Mortar Spesi          | $11 \times 0,04 \times 21$     | 9,24             |
| Pasir                 | $11 \times 0,05 \times 1600$   | 880,00           |
| Plafond + Penggantung | $11 \times 18$                 | 198              |
| Saluran Mekanikal     | $11 \times 0,2$                | 2,2              |
| Sistem Elektrikal     | $11 \times 0,05$               | 0,55             |
| <b>Total</b>          |                                | <b>6094,2247</b> |

**1**  
Tabel 4. 4 Beban Hidup Pada Lantai 1 - Atap

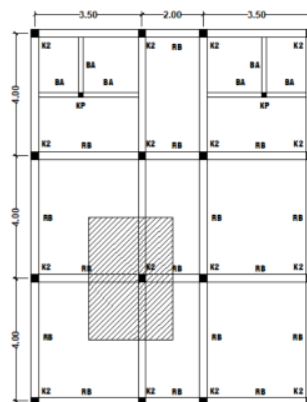
| Beban        | Berat (kg)      |
|--------------|-----------------|
| Pelat Atap   | 97,8912         |
| Pelat Lantai | 199,8612        |
| <b>Total</b> | <b>297,7524</b> |

**28**  
Jadi, berat total =  $1,2D + 1,6L$   
 $= 1,2 \times 6094,2247 + 1,6 \times 297,7524$   
 $= 15106,14 \text{ kg}$   
 $= 148,14 \text{ kN}$

Luas penampang (A) =  $(3 \cdot P)/(f'c)$   
 Beban tekan kolom Lt. 1 = 148,140 N  
 Mutu beton ( $f'c$ ) = 21 MPa  
 Luas dimensi kolom (A) =  $\frac{3 \times 148,140 \text{ N}}{21} = 21,163 \text{ mm}^2$   
 Sisi kolom (S) =  $\sqrt{21,163 \text{ mm}^2}$   
 $= 145,5 \text{ mm}$  dipakai 300 mm

Keterangan :

- 9**  
 S : Sisi kolom  
 P : Berat total yang dipikul oleh kolom  
 A : Luas penampang kolom  
 F'c : Kuat tekan beton



**1**  
Tabel 4. 5 Luas Area Yang Dipikul Kolom Lt. 2

Berikut perhitungan dimensi Kolom K2 yang direncanakan pada lantai 2

**Tabel 4. 6 Beban Mati Pada Lantai 2 - Atap**

| Beban                 | Rumus                           | Berat (kg)      |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------|
| Pelat Atap            | $11 \times 0,1 \times 2,4$      | 2,64            |
| Balok                 | $0,0625 \times 6,27 \times 2,4$ | 1,5498          |
| Plafond + Penggantung | $11 \times 18$                  | 198             |
| Saluran Mekanikal     | $11 \times 0,2$                 | 2,2             |
| Sistem Elektrikal     | $11 \times 0,05$                | 0,55            |
| <b>Total</b>          |                                 | <b>204,9398</b> |

**Tabel 4. 7 Beban Hidup Pada Lantai 1 - Atap**

| Beban        | Berat (kg) |                |
|--------------|------------|----------------|
| Pelat Atap   | 97,8912    |                |
| <b>Total</b> |            | <b>97,8912</b> |

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi, berat total} &= 1,2D + 1,6L \\
 &= 1,2 \times 204,9398 + 1,6 \times 97,8912 \\
 &= 402,55368 \text{ kg} \\
 &= 3,9477 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penampang (A)} &= (3 \cdot P)/(f'c) \\
 \text{Beban tekan kolom Lt. 1} &= 3,947,7 \text{ N} \\
 \text{Mutu beton (f'c)} &= 21 \text{ MPa} \\
 \text{Luas dimensi kolom (A)} &= \frac{3 \times 3,947,7 \text{ N}}{21} = 563,957 \text{ mm}^2 \\
 \text{Sisi kolom (S)} &= \sqrt{563,957 \text{ mm}^2} \\
 &= 23,7477 \text{ mm dipakai } 250 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

S : Sisi kolom

P : Berat total yang dipikul oleh kolom

A : Luas penampang kolom

F'c : Kuat tekan beton



**1** **Tabel 4. 8 Rekapitulasi Kolom**

| Nama Kolom | Dimensi |
|------------|---------|
| K1         | 30/30   |
| K2         | 25/25   |

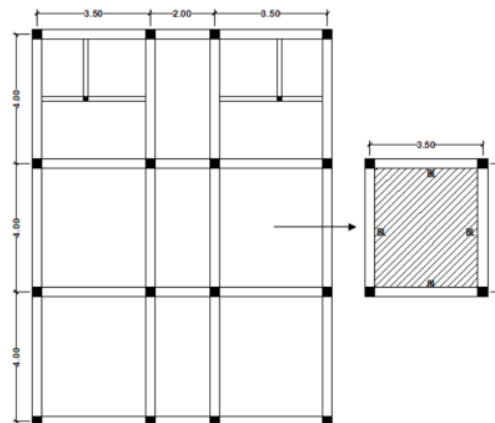
**37** **4.2.3 Pelat Lantai**

Pelat merupakan elemen struktur horizontal dengan rasio ketebalan bentang relatif kecil. Pelat yang ditopang oleh kolom juga didukung oleh elemen struktur balok. Pelat berfungsi sebagai komponen penahan beban dalam sistem struktur yang berperan dalam transfer dan distribusi beban ke elemen vertikal kolom melalui mekanisme jalur beban. Perencanaan tebal pelat lantai mengikuti peraturan SNI 2847 : 2019 Tabel 8.3.1.1.

**32** **Tabel 4. 9 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah**

| fy,<br>MPa | Tanpa drop panel |                   |                | Dengan drop panel |                   |                |
|------------|------------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|
|            | Panel eksterior  |                   | Panel interior | Panel eksterior   |                   | Panel interior |
|            | Tanpa balok tepi | Dengan balok tepi |                | Tanpa balok tepi  | Dengan balok tepi |                |
| 280        | $l_n/33$         | $l_n/36$          | $l_n/36$       | $l_n/36$          | $l_n/40$          | $l_n/40$       |
| 420        | $l_n/30$         | $l_n/33$          | $l_n/33$       | $l_n/33$          | $l_n/36$          | $l_n/36$       |
| 520        | $l_n/28$         | $l_n/31$          | $l_n/31$       | $l_n/31$          | $l_n/34$          | $l_n/34$       |

**1** Sumber : SNI 2847 : 2019



**Gambar 4. 4 Denah Rencana Pelat Lantai**

9

## 1) Menentukan Jenis Pelat Lantai

Jika rasio  $P/L > 2$  maka pelat dikategorikan pelat 1 arah

Jika rasio  $P/L < 2$  maka pelat dikategorikan pelat 2 arah

## a. Panjang Bersih Pelat (ln)

## a) Dimensi pelat (AS-AS)

$$L_x = 3500 \text{ mm}$$

$$L_y = 4000 \text{ mm}$$

## b) Dimensi Pelat Bersih

$$L_{nmax} = 3200 \text{ mm}$$

$$L_{nmin} = 3700 \text{ mm}$$

## b. Menentukan Jenis Pelat

$$\text{Jenis pelat} = \frac{3200 \text{ mm}}{3700 \text{ mm}} = 0,864$$

$$\text{Jenis Pelat} = 0,864 < 2$$

Jadi, jenis pelat lantai berdasarkan rasio pelat digolongkan menjadi 2 arah

Pelat dua arah adalah pelat yang ditopang oleh balok pada keempat sisi dan beban dipikul oleh penopang di kedua arah. Berdasarkan SNI 2847 : 2019 Pasal 8.3.1 mensyaratkan tebal minimum pelat dua arah non prategang dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya,

9

## 2) Menentukan Tebal Pelat

## a. Menentukan Persamaan Yang Digunakan

$$\text{Mutu tulangan} = \text{BJTS 420}$$

$$F_y = 420 \text{ MPa}$$

Berdasarkan tabel diatas dan mutu tulangan, maka rumus tebal pelat =

$$l_n/33$$

## b. Tebal Pelat Lantai

$$\text{Tebal Pelat} = \frac{3700 \text{ mm}}{33} = 112,121 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal Pelat} = 112,121 \text{ mm di pakai } 120 \text{ mm}$$

9

## 3) Menentukan Jenis Diafragma

Diafragma adalah seluruh elemen struktur horizontal yang menahan gaya lateral baik berupa pelat dan balok. Menentukan jenis diafragma mengikuti SNI 1726 : 2019 pasal 7.3.1.2 sebagai berikut :

$$\text{Jenis Diafragma} = \frac{S}{De} = \leq 3 = \text{Diafragma Kaku}$$

9

Keterangan :

S = Panjang Gedung

De = Lebar Gedung

$$\text{Jenis Diafragma} = \frac{12}{9} = \leq 3$$

Jenis Diafragma = 1,33 &lt; 3, diafragma kaku

### 4.3 Analisis Pembebanan

#### 4.3.1 Beban Mati

**Tabel 4. 10 Beban Kolom Lt 1 - 2**

| No | Jenis Kolom | Ukuran (m) |      |      | Jml | Luas<br>M <sup>3</sup> | Berat<br>Jenis<br>Kg/m <sup>3</sup> | Berat<br>Total<br>kg |
|----|-------------|------------|------|------|-----|------------------------|-------------------------------------|----------------------|
|    |             | L          | P    | T    |     |                        |                                     |                      |
| 1  | K1          | 0,3        | 0,3  | 3,65 | 16  | 5,256                  | 2400                                | 12614,4              |
| 2  | K2          | 0,25       | 0,25 | 3,2  | 16  | 3,2                    | 2400                                | 7680                 |
| 3  | K3          | 0,15       | 0,15 | 6,85 | 32  | 4,932                  | 2400                                | 11836,8              |
|    |             |            |      |      |     |                        | <b>32131,2 kg</b>                   | <b>315,09943 kN</b>  |

Sumber : Olahan Data 2024

**Tabel 4. 11 Beban Balok Lt 1 - 2**

| No | Jenis Balok | Ukuran (m) |       |      | Jml | Luas<br>M <sup>3</sup> | Berat<br>Jenis<br>Kg/m <sup>3</sup> | Berat<br>Total<br>kg |
|----|-------------|------------|-------|------|-----|------------------------|-------------------------------------|----------------------|
|    |             | L          | P     | T    |     |                        |                                     |                      |
| 1  | BS          | 0,3        | 84    | 0,35 | 1   | 8,82                   | 2400                                | 21168                |
| 2  | BA          | 0,2        | 11,38 | 0,25 | 1   | 0,569                  | 2400                                | 1365,6               |
| 3  | BL          | 0,3        | 84    | 0,35 | 1   | 8,82                   | 2400                                | 21168                |
| 4  | BA          | 0,2        | 9,68  | 0,2  | 1   | 0,3872                 | 2400                                | 929,28               |
| 5  | RB          | 0,25       | 84    | 0,25 | 1   | 5,25                   | 2400                                | 12600                |
| 6  | BA          | 0,13       | 9,8   | 0,13 | 1   | 0,16562                | 2400                                | 397,488              |
|    |             |            |       |      |     |                        | <b>57628,368 kg</b>                 | <b>565,14124 kN</b>  |

Sumber : Olahan Data 2024

**Tabel 4. 12 Beban Pelat**

| No | Lantai      | Luas Pelat        | Tebal | Berat                | Berat total | Berat total |
|----|-------------|-------------------|-------|----------------------|-------------|-------------|
|    |             | (m <sup>2</sup> ) | (m)   | (Kg/m <sup>3</sup> ) | (kg)        | (kN)        |
| 1  | Plat Lantai | 108               | 0,12  | 2400                 | 31104       | 31104       |
| 2  | Plat Atap   | 106,95            | 0,1   | 2400                 | 25668       | 25668       |

Sumber : Olahan Data 2024

**56772 kg**  
**556,74313 kN**

**Tabel 4. 13 Beban Dinding**

| Tinggi Dinding (m) | Berat Jenis (Km/m <sup>2</sup> ) | Berat Total (kN) |
|--------------------|----------------------------------|------------------|
| 57,7               | 2,35                             | 135,595          |

Sumber : Olahan Data 2024

**13826,6 kg**

**141,4608 kN**

Total Beban = Beban Kolom + Beban Balok + Pelat + Beban Dinding  
= 32131,2 kg + 57628,368 kg + 56772 kg + 13826,6 kg

Total Beban = **160358,1622 kg**

#### 4.3.2 Beban Hidup

<sup>14</sup> Beban hidup yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah mengacu pada SNI 1727 2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.

<sup>74</sup>  
**Tabel 4. 14 Beban Hidup**

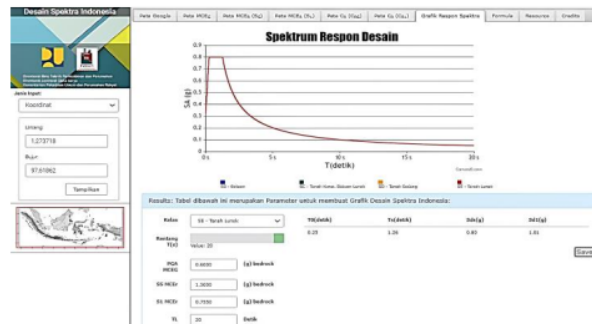
| No            | Beban Hidup                         | Beban (kN/m <sup>2</sup> ) |
|---------------|-------------------------------------|----------------------------|
| <sup>14</sup> | Hunian satu keluarga                | 1,92                       |
| 2             | Atap datar, berhubung, dan lengkung | 0,96                       |

Sumber : SNI 1726 : 2020

#### 4.3.3 Beban Gempa

<sup>54</sup> Data gempa yang digunakan adalah data gempa Mudik, Kota Gunungsitoli Provinsi Sumatera Utara dengan jenis tanah lunak berdasarkan SNI 1726 : 2019.

<sup>54</sup> Data yang dimasukkan kedalam perhitungan spektrum respon desain yang diperoleh melalui website <sup>33</sup> <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>.



**Gambar 4. 5 Spektrum Respon Desain Mudik, Kota Gusik**

Sumber : RSA 2021.

Berikut ini merupakan data *spektrum respon desain* Mudik, Kota Gunungsitoli Provinsi Sumatera Utara yang akan diinputkan kedalam *Software* Etabs 2016.

**Tabel 4. 15 Data spektrum respon desain**

| <b>A Data Bangunan</b>                                    |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Lokasi  | Kota/Provinsi = Kota Gunungsitoli |
| Koordinat   | Lintang = 1,273718                |
|   | Bujur = 97,61862                  |
| Pemanfaatan Gedung  | = Ruko                            |
| <b>B Data Puskim 2021</b>                                 |                                   |
| Klasifikasi Situs Tanah                                   | SE = Tanah Lunak                  |
| Percepatan Batuan Dasar Pada Periode Pendek               | Ss = 1,500 g                      |
| Percepatan Batuan Dasar Pada 1 Sec                        | Si = 0,7550 g                     |
| Faktor Amplifikasi Terkait Percepatan Pada Periode Pendek | Fa = 0,8                          |
| Faktor Amplifikasi Terkait Percepatan Pada 1 Sec          | Fv = 2,0                          |
| <b>C Kategori Resiko</b>                                  |                                   |
| Kategori Resiko Bangunan                                  | Rumah Toko = II                   |
| <b>D Sistem Struktur (SRPMK)</b>                          |                                   |
| Koefisien Modifikasi Respon                               | R = 8                             |
|   | Cd = 5 <sup>1/2</sup>             |
|   | Ω = 3                             |
| <b>E Faktor Keutamaan Gempa</b>                           |                                   |

|  |   |
|--|---|
| Faktor Keutamaan Gempa                                     | $I_c = 1,0$                                     |
| <b>F Faktor Skala</b>                                      |   |
| Grafitasi  | $g = 9810 \text{ m/s}^2$                        |
| Skala Faktor   | $g \cdot I/R = 1226,25 \text{ m/s}^2$           |
| <b>G Parameter Desain</b>                                  |   |
| Parameter Respon Spektral Percepatan Periode Pendek        | $S_{ms} = F_a \cdot S_s = 1,2 \text{ g}$        |
| Parameter Respon Spektral Percepatan Periode 1 Sec         | $S_{m1} = F_v \cdot S_1 = 1,51 \text{ g}$       |
| Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode Pendek | $S_{ds} = (2/3) \cdot S_{ms} = 0,8 \text{ g}$   |
| Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode 1 Sec  | $S_{d1} = (2/3) \cdot S_{m1} = 1,007 \text{ g}$ |
|  | $T_o = 0,2 \cdot S_{d1}/S_{ds} = 0,252$         |
|  | $T_s = S_{d1}/S_{ds} = 1,258$                   |
|  | TL = 20   |

Sumber: Olahan Data 2024

Berikut ini adalah hasil perhitungan respon spektrum rencana menggunakan aplikasi microsoft excel dan didapatkan grafik respon spektrum rencana pada Gedung Ruko.

**Tabel 4. 16 Rekapitulasi Perhitungan Respon Spectrum Rencana Pada Gedung Ruko**

| T (Detik) | SA      |
|-----------|---------|
| 0         | 0,32    |
| 0,1       | 0,51008 |
| 0,25      | 0,8     |
| 0,35      | 0,8     |
| 0,45      | 0,8     |
| 0,55      | 0,8     |
| 0,65      | 0,8     |
| 0,75      | 0,8     |
| 0,85      | 0,8     |
| 0,95      | 0,8     |
| 1,05      | 0,8     |
| 1,15      | 0,8     |
| 1,25      | 0,8     |

---

|      |          |
|------|----------|
| 1,35 | 0,748148 |
| 1,45 | 0,696552 |
| 1,55 | 0,651613 |
| 1,65 | 0,612121 |
| 1,75 | 0,577143 |
| 1,85 | 0,545946 |
| 1,95 | 0,517949 |
| 2,05 | 0,492683 |
| 2,15 | 0,469767 |
| 2,25 | 0,448889 |
| 2,35 | 0,429787 |
| 2,45 | 0,412245 |
| 2,55 | 0,396078 |
| 2,65 | 0,381132 |
| 2,75 | 0,367273 |
| 2,85 | 0,354386 |
| 2,95 | 0,342373 |
| 3,05 | 0,331148 |
| 3,15 | 0,320635 |
| 3,25 | 0,310769 |
| 3,35 | 0,301493 |
| 3,45 | 0,292754 |
| 3,55 | 0,284507 |
| 3,65 | 0,276712 |
| 3,75 | 0,269333 |
| 3,85 | 0,262338 |
| 3,95 | 0,255696 |
| 4,05 | 0,249383 |
| 4,15 | 0,243373 |
| 4,25 | 0,237647 |
| 4,45 | 0,232184 |
| 4,55 | 0,226966 |
| 4,65 | 0,221978 |
| 4,75 | 0,217204 |
| 4,85 | 0,212632 |
| 4,95 | 0,208247 |
| 5,05 | 0,20404  |
| 5,15 | 0,20004  |
| 5,25 | 0,196155 |

---



---

|      |          |
|------|----------|
| 5,35 | 0,192418 |
| 5,45 | 0,18882  |
| 5,55 | 0,185355 |
| 5,65 | 0,182015 |
| 5,75 | 0,178793 |
| 5,85 | 0,175683 |
| 5,95 | 0,172679 |
| 6,05 | 0,169776 |
| 6,15 | 0,16697  |
| 6,25 | 0,164254 |
| 6,35 | 0,161626 |
| 6,45 | 0,15908  |
| 6,55 | 0,156613 |
| 6,65 | 0,154222 |
| 6,75 | 0,151903 |
| 6,85 | 0,149652 |
| 6,95 | 0,147467 |
| 7,05 | 0,145345 |
| 7,15 | 0,143283 |
| 7,25 | 0,141279 |
| 7,35 | 0,13933  |
| 7,45 | 0,137434 |
| 7,55 | 0,135589 |
| 7,65 | 0,133793 |
| 7,75 | 0,132043 |
| 7,85 | 0,130339 |
| 7,95 | 0,128679 |
| 8,05 | 0,12706  |
| 8,15 | 0,125481 |
| 8,25 | 0,123942 |
| 8,35 | 0,122439 |
| 8,45 | 0,120973 |
| 8,55 | 0,119541 |
| 8,65 | 0,118142 |
| 8,75 | 0,116777 |
| 8,85 | 0,115442 |
| 8,95 | 0,114137 |
| 9,05 | 0,112862 |
| 9,15 | 0,111615 |

---

---

|       |          |
|-------|----------|
| 9,25  | 0,110395 |
| 9,35  | 0,109201 |
| 9,45  | 0,108033 |
| 9,55  | 0,10689  |
| 9,65  | 0,10577  |
| 9,75  | 0,104674 |
| 9,85  | 0,1036   |
| 9,95  | 0,102538 |
| 10,05 | 0,101508 |
| 10,15 | 0,100498 |
| 10,25 | 0,099507 |
| 10,35 | 0,098537 |
| 10,45 | 0,097585 |
| 10,55 | 0,096651 |
| 10,65 | 0,095735 |
| 10,75 | 0,094836 |
| 10,85 | 0,093953 |
| 10,95 | 0,093088 |
| 11,05 | 0,092237 |
| 11,15 | 0,091403 |
| 11,25 | 0,090583 |
| 11,35 | 0,089778 |
| 11,45 | 0,088987 |
| 11,55 | 0,08821  |
| 11,65 | 0,087446 |
| 11,75 | 0,086695 |
| 11,85 | 0,085957 |
| 11,95 | 0,085232 |
| 12,05 | 0,084519 |
| 12,15 | 0,083817 |
| 12,25 | 0,083128 |
| 12,35 | 0,082449 |
| 12,45 | 0,081781 |
| 12,55 | 0,081124 |
| 12,65 | 0,080478 |
| 12,75 | 0,079842 |
| 12,85 | 0,079216 |
| 12,95 | 0,078599 |
| 13,05 | 0,077992 |

---

---

|       |          |
|-------|----------|
| 13,15 | 0,077395 |
| 13,25 | 0,076806 |
| 13,35 | 0,076226 |
| 13,45 | 0,075655 |
| 13,55 | 0,075093 |
| 13,65 | 0,074539 |
| 13,75 | 0,073993 |
| 13,85 | 0,073455 |
| 13,95 | 0,072924 |
| 14,05 | 0,072401 |
| 14,15 | 0,071886 |
| 14,25 | 0,071378 |
| 14,35 | 0,070877 |
| 14,45 | 0,070383 |
| 14,55 | 0,069896 |
| 14,65 | 0,069416 |
| 14,75 | 0,068942 |
| 14,85 | 0,068475 |
| 14,95 | 0,068013 |
| 15,05 | 0,067559 |
| 15,15 | 0,06711  |
| 15,25 | 0,066667 |
| 15,35 | 0,06623  |
| 15,45 | 0,065798 |
| 15,55 | 0,065372 |
| 15,65 | 0,064952 |
| 15,75 | 0,064537 |
| 15,85 | 0,064127 |
| 15,95 | 0,063722 |
| 16,05 | 0,063323 |
| 16,15 | 0,062928 |
| 16,25 | 0,062539 |
| 16,35 | 0,062154 |
| 16,45 | 0,061774 |
| 16,55 | 0,061398 |
| 16,65 | 0,061027 |
| 16,75 | 0,060661 |
| 16,85 | 0,060299 |
| 16,95 | 0,059941 |

---

---

|       |          |
|-------|----------|
| 17,05 | 0,059587 |
| 17,15 | 0,059238 |
| 17,25 | 0,058892 |
| 17,35 | 0,058551 |
| 17,45 | 0,058213 |
| 17,55 | 0,05788  |
| 17,65 | 0,05755  |
| 17,75 | 0,057224 |
| 17,85 | 0,056901 |
| 17,95 | 0,056583 |
| 18,05 | 0,056267 |
| 18,15 | 0,055956 |
| 18,25 | 0,055647 |
| 18,35 | 0,055342 |
| 18,45 | 0,055041 |
| 18,55 | 0,054743 |
| 18,65 | 0,054447 |
| 18,75 | 0,054155 |
| 18,85 | 0,053867 |
| 18,95 | 0,053584 |
| 19,05 | 0,053301 |
| 19,15 | 0,053021 |
| 19,25 | 0,052744 |
| 19,35 | 0,05247  |
| 19,45 | 0,052199 |
| 19,55 | 0,051931 |
| 19,65 | 0,051665 |
| 19,75 | 0,051402 |
| 19,85 | 0,051142 |
| 19,95 | 0,050884 |
| 20    | 0,050629 |

---

*Sumber : Olahan Data 2024*



**Gambar 4. 6 Respon Spektrum Rencana Pada Gedung Ruko**

*Sumber : Olahan Data 2024*

#### 4.3.4 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang diaplikasikan pada struktur tahan gempa

berdasarkan SNI 1726 : 2013 pasal 2.3.2.

$$S_{ds} = 0,8$$

$$\rho = 1,3$$

$$\Omega_0 = 3$$

11

1. Kombinasi 1. 1,4 D + 1,4 SIDL

2. Kombinasi 2.a 1,2 D + 1,2 SIDL + 1,6 LL + 0,5 Lr

3. Kombinasi 2.b 1,2 D + 1,2 SIDL + 1,6 LL + 0,5 R

4. Kombinasi 3.a 1,2 D + 1,2 SIDL + 1,6 Lr + 1 LL

5. Kombinasi 3.b 1,2 D + 1,2 SIDL + 1,6 R + 1 Lr

6. Kombinasi 4.a 1,2 D + 1,2 SIDL + 1 W + 1 LL + 0,5 Lr

7. Kombinasi 4.b 1,2 D + 1,2 SIDL + 1 W + 1 LL + 0,5 R

8. Kombinasi 5.a 1,36 D + 1,36 SIDL + 1,3 EQX + 0,39 EQY + 1 LL

9. Kombinasi 5.b 1,36 D + 1,36 SIDL + 1,3 EQX - 0,39 EQY + 1 LL

10. Kombinasi 5.c 1,36 D + 1,36 SIDL - 1,3 EQX + 0,39 EQY + 1 LL

11. Kombinasi 5.d 1,36 D + 1,36 SIDL - 1,3 EQX - 0,39 EQY + 1 LL

12. Kombinasi 5.a 1,36 D + 1,36 SIDL + 0,39 EQX + 1,3 EQY + 1 LL

13. Kombinasi 5.b 1,36 D + 1,36 SIDL + 0,39 EQX - 1,3 EQY + 1 LL

14. Kombinasi 5.c 1,36 D + 1,36 SIDL - 0,39 EQX + 1,3 EQY + 1 LL

15. Kombinasi 5.d 1,36 D + 1,36 SIDL - 0,39 EQX - 1,3 EQY + 1 LL

16. Kombinasi 6 0,9 D + 0,9 SIDL

17. Kambinasi 7.a 0,74 D + 0,74 SIDL + 1,3 EQX + 0,39 EQY

18. Kombinasi 7.b  $0,74 D + 0,74 SIDL + 1,3 EQX - 0,39 EQY$
19. Kombinasi 7.c  $0,74 D + 0,74 SIDL - 1,3 EQX + 0,39 EQY$
20. Kombinasi 7.d  $0,74 D + 0,74 SIDL - 1,3 EQX - 0,39 EQY$
21. Kombinasi 7.a  $0,74 D + 0,74 SIDL + 0,39 EQX + 1,3 EQY$
22. Kombinasi 7.b  $0,74 D + 0,74 SIDL + 0,39 EQX - 1,3 EQY$
23. Kombinasi 7.c  $0,74 D + 0,74 SIDL - 0,39 EQX + 1,3 EQY$
24. Kombinasi 7.d  $0,74 D + 0,74 SIDL - 0,39 EQX - 1,3 EQY$

42

Keterangan :

D : Beban Mati

SIDL : Beban Mati Tambahan

LL : Beban Hidup

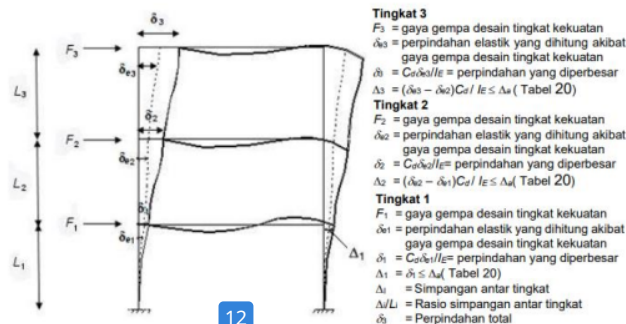
Lr : Beban Hidup Atap

R : Beban Hujan

7

#### 4.4 Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai adalah selisih perpindahan horizontal antara lantai atas dan lantai bawah yang berdekatan. Berdasarkan SNI 1726 : 2019 pasal 7.8.6 penentuan simpangan antar lantai desain ( $\Delta$ ) dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah.



**Gambar 4.7 Penentuan Simpangan Antar Lantai**

Sumber : SNI 1726 : 2019 Halaman 75

Batas simpangan antar tingkat desain tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin ditentukan berdasarkan SNI 1726 : 2019 pasal 7.12.1 Batasan simpangan antar tingkat.

**Tabel 4. 17** <sup>4</sup> **Simpangan Antar Tingkat Izin  $\Delta a$**

| Struktur  | Kategori Resiko                   |                      |                      |
|---|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
|   | I atau II                         | III                  | IV                   |
| Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat. | 0,025h <sub>sx</sub> <sup>c</sup> | 0,020h <sub>sx</sub> | 0,015h <sub>sx</sub> |
| Struktur dinding geser kantilever batu bata <sup>d</sup>  | 0,010h <sub>sx</sub>              | 0,010h <sub>sx</sub> | 0,010h <sub>sx</sub> |
| Struktur dinding geser batu bata lainnya  | 0,007h <sub>sx</sub>              | 0,007h <sub>sx</sub> | 0,007h <sub>sx</sub> |
| Semua struktur lainnya  | 0,020h <sub>sx</sub>              | 0,015h <sub>sx</sub> | 0,010h <sub>sx</sub> |

Sumber : SNI 1726 : 2019

<sup>33</sup> Untuk sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar tingkat desain ( $\Delta$ ) tidak boleh melebihi  $\Delta a/\rho$  untuk semua tingkat.  $\rho$  harus ditentukan sesuai dengan 0 sesuai dengan <sup>17</sup> SNI 1726 : 2019 pasal 7.12.1.

Simpangan Antar Lantai = 0,020 h

Faktor Redudansi  $\rho$  =  $\Delta / \rho$   
= **0,0154 h**

Faktor Pembesaran Defleksi =  $5^{1/2}$

Faktor Keutamaan gempa = 1,0

Story Drift Inelastik =  $\delta * Cd / Ie$

Keterangan :

<sup>62</sup>  $\Delta_x$  = Simpangan Antar Lantai

$\Delta a$  = Simpangan Izin

$\Delta$  = Defleksi Yang Terjadi

$I_e$  = Faktor Keutamaan Gempa

$Cd$  = Faktor Pembesaran Defleksi

32  
Tabel 4. 18 Simpangan Antar Tingkat

| Story | Displacement  |               | Elastic Drift |               | h    | Inelastic Drift |            | Drift Limit | CEK |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------|-----------------|------------|-------------|-----|
|       | $\delta_{ex}$ | $\delta_{ey}$ | $\delta_{ex}$ | $\delta_{ey}$ |      | $\Delta_x$      | $\Delta_y$ |             |     |
|       | (mm)          | (mm)          | (mm)          | (mm)          |      | (mm)            | (mm)       |             |     |
| 2     | 14,13         | 13,049        | 5,73          | 4,956         | 3500 | 31,515          | 27,258     | 53,900      | OK  |
| 1     | 8,404         | 8,093         | 8,404         | 8,093         | 4000 | 46,222          | 44,512     | 61,600      | OK  |
| Base  | 0             | 0             | 0             | 0             | 0    | 0               | 0          | 0           | OK  |

Sumber : Olahan Data 2024

Berdasarkan hasil olahan data simpangan antar lantai  $\Delta_x < \Delta_a$  sudah memenuhi syarat SNI 1726 : 2019.

#### 4.5 Pengaruh P-Delta

Pengaruh P-delta menghasilkan momen tambahan pada struktur. Ini terjadi karena beban vertikal bekerja pada posisi yang telah bergeser secara lateral, sehingga menciptakan lengan momen tambahan. Pengaruh P-delta dihitung berdasarkan SNI 1726 : 2019 pasal 7.8.7. sebagai berikut :

$$\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x H_s C_d}$$

19  
Koefisien stabilitas ( $\theta$ ) tidak boleh melebihi  $\theta_{max}$  yang ditentukan sebagai berikut :

$$\theta_{max} = \frac{0,5}{\beta C_d} \leq 0,25$$

Dimana  $\beta$  adalah rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser untuk tingkat antara tingkat x dan x - 1. Rasio ini diizinkan secara konservatif diambil sebesar 1,0.

30  
Keterangan :

$P_x$  = beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat-x, (kN); bila menghitung  $P_x$  faktor beban individu tidak perlu melebihi 1,0;

$\Delta$  = Simpangan antar tingkat desain seperti didefinisikan dalam 0, terjadi



secara serentak dengan  $V_x$  (mm)

$I_e$  = Faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai dengan 4.1.2

$V_x$  = Gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat dan  $x - 1$  (kN)

$H_{hs}$  = Tinggi tingkat di bawah tingkat, (mm);

$C_d$  = Faktor pembesaran defleksi dalam Tabel 12.

58

Rasio kebutuhan geser  $\beta$  = 1

Batas koefisien stabilitas  $\theta_{max}$  =  $0.5 / (\beta * C_d) \leq 0.25$   
= **0,0909**

Tabel 4. 19 Pengaruh P-Delta

| Story | Inelastic Drift |            | Story Forces |        |        | $h$  | fisien Stabilitas |            | Batas Pengaruh P-Delta | Batas Stabilitas Struktur, $\theta_{max}$ | Cek |
|-------|-----------------|------------|--------------|--------|--------|------|-------------------|------------|------------------------|---|-----|
|       | $\Delta_x$      | $\Delta_y$ | $P$          | $V_x$  | $V_y$  |      | $\theta_X$        | $\theta_Y$ |                        |   |     |
| 2     | 31,515          | 27,258     | 495,66       | 113,17 | 109,32 | 3500 | 0,0072            | 0,0064     | 0,1                    | 0,0909                                    | OK  |
| 1     | 46,222          | 44,512     | 2030,82      | 299,91 | 310,15 | 4000 | 0,0142            | 0,0132     | 0,1                    | 0,0909                                    | OK  |

Sumber : Olahan Data 2024

#### 4.6 Perhitungan Penulangan

##### 4.6.1 Penulangan Sloof

8

Lebar balok (b) = 300 mm

Tinggi balok (h) = 350 mm

Tebal penutup beton (P) = 40 mm

Mutu tulangan ( $f_y$ ) = 420 Mpa

Mutu tulangan geser ( $f_y$ ) = 280 MPa

Mutu beton ( $f_c$ ) = 21 MPa

Tulangan Pokok = D16

Tulangan Gese =  $\emptyset 10$  mm

$d'$  =  $h - p - \emptyset_{senggang} - \frac{1}{2} \emptyset_{tulangan\ pokok}$

=  $350 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16$

= 292 mm

##### 1) Tulangan Tumpuan

$Mu^+$  = 43,5906 kN-m (Hasil Output Etabs 2016)

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = \frac{43,5906}{0,9} = 48,434$$

$$M = \frac{8 \cdot fy}{0,85 \cdot fc} = \frac{420}{0,85 \cdot 21} = 23,529$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d'} = \frac{43,5906 \cdot 10^6}{300 \cdot 292^2} = 1,704$$

$$\begin{aligned} P_b &= \frac{0,85 \cdot fc}{fy} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + fy} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 21}{420} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600 + 420} \right) \\ &= 0,02125 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \cdot 0,02125 \\ &= 0,0159 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{min} &= \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{420} \\ &= 0,0033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{\frac{2 m \cdot R_n}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{23,529} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 23,529 \cdot 1,704}{420}} \right) \\ &= 0,0043 \end{aligned}$$

$$= \rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d' \\ &= 0,0043 \cdot 300 \cdot 292 \\ &= 376,68 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kebutuhan tulangan :

$$D16 = A_{st} \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} \frac{A_s}{A_{st}} = \frac{376,68}{200,96} = 1,874$$

**Jadi, tulangan tarik di pakai 2 D 16 mm**

Karena nilai rho diambil dari rho hitung maka nilai rho tekan = 0,004

$$A_s' = 0,004 \cdot b \cdot h = 0,004 \cdot 300 \cdot 350 = 420 \text{ mm}^2$$

Kebutuhan tulangan :

$$D16 = A_{st} \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} \frac{A_s}{A_{st}} = \frac{420}{200,96} = 2,08$$

**Jadi, tulangan tekan di pakai 2 D 16 mm**

## 2) Tulangan Lapangan

$$M_u = 49,9314 \text{ kN-m (Hasil Output Etabs 2016)}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{49,9314}{0,9} = 55,479$$

$$M = \frac{8}{0,85 \times f'c} \frac{f_y}{0,85 \times 21} = \frac{420}{0,85 \times 21} = 23,529$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d'} = \frac{49,9314 \times 10^6}{300 \times 292^2} = 1,952$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 21}{420} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600 + 420} \right) \\ &= 0,02125 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot 0,02125 \\ &= 0,0159 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} \\ &= 0,0033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{\frac{2 m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{23,529} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 23,529 \times 1,952}{420}} \right) \\ &= 0,00493 \end{aligned}$$

$$= \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d' \\ &= 0,00493 \times 300 \times 292 \\ &= 431,868 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kebutuhan tulangan :

$$D16 = A_{st} \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan } \frac{A_s}{A_{st}} = \frac{431,868}{200,96} = 2,149$$

**Jadi, tulangan lapangan di pakai 3 D 16 mm**

### 3) Tulangan Geser

$$V_u = 61,787 \text{ (Hasil Output Etabs 2016)}$$

Kuat geser beton :

$$V_c = \left( \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \right) \cdot b \cdot d' = \left( \frac{1}{6} \times \sqrt{21} \right) \cdot 300 \cdot 292 = 66,903$$

Kuat geser baja tulangan :

$$V_s = (V_u / \phi) - V_c = (61,787 / 0,75) - 66,903 = 15,480$$

$$\text{Dipakai sengkang 2 kaki } \phi 10. A_v = 2 \times \left( \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \right) = 157 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{157 \cdot 280 \cdot 292}{15,480} = 829,219 \text{ mm}$$

Luas tulangan perlu :

$$A_s = A_v / s = 157 / 829,219 = 0,189 \text{ mm}^2$$

**Digunakan  $\phi 10 - 100$  untuk tulangan tumpuan dan  $\phi 10 - 150$  mm untuk tulangan lapangan.**

### 4) Tulangan Torsi

Perencanaan tulangan torsi mengacu pada SNI 2847 : 2019 tabel 22.7.4.1 (a). Berdasarkan pasal 22.7.1.1 memperbolehkan pengaruh torsi di abaikan jika  $T_u < \phi T_{th}$  sebagai berikut :

$$T_u < \phi \cdot 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

Keterangan :

$A_{cp}$  = Luas penampang

$P_{cp}$  = Keliling penampang

$\lambda$  = 1 (beton normal)

$\phi$  = 0,75

Dari hasil analisis menggunakan software etabs 2016 didapatkan nilai maksimum torsi pada balok sloof 300 x 350 sebagai berikut :

$$T_u = 1,3468 \text{ kN-m (Hasil Output Etabs 2016)}$$

1  
Kontrol kebutuhan torsi :

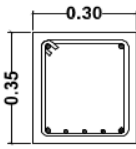
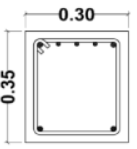
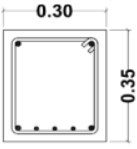
$$A_{cp} = b \times h = 300 \times 350 = 105.000 \text{ m}^2$$

$$P_{cp} = 2 \times (b + h) = 2 \times (300 + 350) = 1300 \text{ mm}$$

Maka,

$$38 \quad T_u \text{ min} = 0,75 \times 0,85 \times 1 \times \sqrt{21} \times \left( \frac{105.000^2}{1300} \right)$$

1,3468 kN-m < 24,753 kN-m. Karena  $T_u < T_{u \text{ min}}$  maka tulangan torsi tidak di perlukan.

| POTONGAN       | BS 300 X 350  |   |  |
|----------------|---|---|--|
|                | TUMPUAN   | LAPANGAN  | LAPANGAN   |
| BS 300 X 350   |  |  |  |
| DIMENSI BALOK  | 300 x 350   | 300 x 350   | 300 x 350  |
| Tulangan Atas  | 2 D 16  | 5 D 16  | 2 D 16   |
| Tulangan Bagi  | -   | -   | -  |
| Tulangan Bawah | 1 D 16  | 2 D 16  | 5 D 16   |
| Sengkang       | Ø10 - 100   | Ø10 - 150   | Ø10 - 100  |

Gambar 4. 8 Detail Balok Sloof 300x300 mm

Sumber : Autocad 2024

#### 4.6.2 Penulangan Balok Lantai

8  
Lebar balok (b) = 300 mm

Tinggi balok (h) = 350 mm

Tebal penutup beton (P) = 30 mm

Mutu tulangan (fy) = 420 Mpa

Mutu tulangan geser (fy) = 280 MPa

Mutu beton (f'c) = 21 MPa

Tulangan Pokok = D16

Tulangan Gese = Ø10 mm

$$\begin{aligned} d' &= h - p - \phi_{\text{sengkang}} - \frac{1}{2} \phi_{\text{tulangan pokok}} \\ &= 350 - 30 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16 \\ &= 302 \text{ mm} \end{aligned}$$

## 1) Tulangan Tumpuan

$$Mu^+ = 31,155 \text{ kN-m (Hasil Output Etabs 2016)}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{31,155}{0,9} = 34,616$$

$$M = \frac{8 fy}{0,85 \times f'c} = \frac{420}{0,85 \times 21} = 23,529$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \times d'} = \frac{34,616 \times 10^6}{300 \times 302^2} = 1,265$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c}{fy} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600+fy} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 21}{420} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600+420} \right) \\ &= 0,02125 \end{aligned}$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot 0,02125$$

$$= 0,0159$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{420}$$

$$= 0,0033$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{\frac{2 m \times Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{23,529} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 23,529 \times 1,265}{420}} \right)$$

$$= 0,00313$$

$$= \rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$As = \rho \times b \times d'$$

$$= 0,00313 \times 300 \times 302$$

$$= 283,578 \text{ mm}^2$$

Kebutuhan tulangan :

$$D16 = Ast^{1/4} \cdot 3,14 \cdot d^2 = 1/4 \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan } \frac{As}{Ast} = \frac{283,578}{200,96} = 1,411$$

**Jadi, tulangan tarik di pakai 2 D 16 mm**

Karena nilai rho diambil dari  $\rho$  hitung maka nilai rho tekan = 0,004

$$As' = 0,004 \times b \times h = 0,004 \times 300 \times 350 = 420 \text{ mm}^2$$

Kebutuhan tulangan :

$$D16 = Ast \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} \frac{As}{Ast} = \frac{420}{200,96} = 2,08$$

**Jadi, tulangan tekan di pakai 2 D 16 mm**

## 2) Tulangan Lapangan

$$Mu = 44,7713 \text{ kN-m (Hasil Output Etabs 2016)}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{44,7713}{0,9} = 49,7459$$

$$M = \frac{8 \cdot fy}{0,85 \times f'c} = \frac{420}{0,85 \times 21} = 23,529$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \times d'} = \frac{49,7459 \cdot 10^6}{300 \times 302^2} = 1,818$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c}{fy} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + fy} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 21}{420} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600 + 420} \right) \\ &= 0,02125 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \cdot 0,02125 \\ &= 0,0159 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{min} &= \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{420} \\ &= 0,0033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{\frac{2m \times Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{23,529} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 23,529 \times 1,818}{420}} \right) \\ &= 0,00457 \end{aligned}$$

$$= \rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$\begin{aligned} As &= \rho \times b \times d' \\ &= 0,00457 \times 300 \times 302 \\ &= 414,042 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kebutuhan tulangan :

$$D16 = A_{st}^{1/4} \cdot 3,14 \cdot d^2 = 1/4 \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan } \frac{A_s}{A_{st}} = \frac{414,042}{200,96} = 2,060$$

**Jadi, tulangan lapangan di pakai 3 D 16 mm**

### 3) Tulangan Geser

$$V_u = 62,8371 \text{ (Hasil Output Etabs 2016)}$$

Kuat geser beton :

$$V_c = \left(\frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c}\right) \cdot b \cdot d' = \left(\frac{1}{6} \times \sqrt{21}\right) \cdot 300 \cdot 302 = 69,11828$$

Kuat geser baja tulangan :

$$V_s = (V_u / \phi) - V_c = (62,8371 / 0,75) - 69,11828 = 14,66452$$

$$\text{Dipakai sengkang 2 kaki } \phi 10. A_v = 2 \times \left(\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2\right) = 157 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{157 \cdot 280 \cdot 302}{14,66452} = 905,308 \text{ mm}$$

Luas tulangan perlu :

$$A_s = A_v / s = 157 / 905,308 = 0,173 \text{ mm}^2$$

**Digunakan  $\phi 10 - 100$  untuk tulangan tumpuan dan  $\phi 10 - 150$  mm untuk tulangan lapangan.**

### 4) Tulangan Torsi

Perencanaan tulangan torsi mengacu pada SNI 2847 : 2019 tabel 22.7.4.1 (a). Berdasarkan pasal 22.7.1.1 memperbolehkan pengaruh torsi diabaikan jika  $T_u < \phi T_{th}$  sebagai berikut :

$$T_u < \phi \cdot 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right)$$

Keterangan :

$A_{cp}$  = Luas penampang

$P_{cp}$  = Keliling penampang

$\lambda$  = 1 (beton normal)

$\phi$  = 0,75



Dari hasil analisis menggunakan software etabs 2016 didapatkan nilai maksimum torsi pada balok sloof 300 x 350 sebagai berikut :

$T_u = 0,0732$  kN-m (Hasil Output Etabs 2016)

Kontrol kebutuhan torsi :

$$A_{cp} = b \times h = 300 \times 350 = 105.000 \text{ m}^2$$

$$P_{cp} = 2 \times (b + h) = 2 \times (300 + 350) = 1300 \text{ mm}$$

Maka,

$$T_u \text{ min} = 0,75 \times 0,85 \times 1 \times \sqrt{21} \times \left( \frac{105.000^2}{1300} \right)$$

$0,0732$  kN-m <  $24,753$  kN-m. Karena  $T_u < T_{u \text{ min}}$  maka tulangan torsi tidak di perlukan.

| POTONGAN       | BL 300 X 350 |           |           |
|----------------|--------------|-----------|-----------|
|                | TUMPUAN      | LAPANGAN  | LAPANGAN  |
| BL 300 X 350   |              |           |           |
| Dimensi Balok  | 300 x 350    | 300 x 350 | 300 x 350 |
| Tulangan Atas  | 5 D 16       | 2 D 16    | 5 D 16    |
| Tulangan Bagi  | -            | -         | -         |
| Tulangan Bawah | 2 D 16       | 5 D 16    | 2 D 16    |
| Sengkang       | Ø10 - 100    | Ø10 - 150 | Ø10 - 100 |

Gambar 4. 9 Detail Balok Lantai 300x300 mm

Sumber : Autocad 2024

#### 4.6.3 Penulangan Ring Balok

Lebar balok (b) = 250 mm

Tinggi balok (h) = 250 mm

Tebal penutup beton (P) = 30 mm

Mutu tulangan ( $f_y$ ) = 420 Mpa

Mutu tulangan geser ( $f_y$ ) = 280 Mpa

Mutu beton ( $f'_c$ ) = 21 MPa

Tulangan Pokok = D12

Tulangan Gese = Ø10 mm

$$\begin{aligned}
 d' &= h - p - \phi_{\text{sengkang}} - \frac{1}{2} \phi_{\text{tulangan pokok}} \\
 &= 250 - 30 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 12 \\
 &= 204 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

## 1) Tulangan Tumpuan

$$M_{u+} = 10,7654 \text{ kN-m (Hasil Output Etabs 2016)}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{10,7654}{0,9} = 11,961$$

$$M = \frac{8 \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{420}{0,85 \cdot 21} = 23,529$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d'} = \frac{11,961 \cdot 10^6}{250 \cdot 204^2} = 1,150$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 21}{420} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600 + 420} \right) \\
 &= 0,02125
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \cdot 0,02125 \\
 &= 0,0159
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} \\
 &= 0,0033
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{23,529} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 23,529 \cdot 1,150}{420}} \right) \\
 &= 0,00285 \\
 &= \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d' \\
 &= 0,00285 \cdot 250 \cdot 204 \\
 &= 145,35 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kebutuhan tulangan :

$$D16 = A_{st} \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} \frac{A_s}{A_{st}} = \frac{145,35}{113,04} = 1,285$$

**Jadi, tulangan tarik di pakai 2 D 12 mm**

Karena nilai rho diambil dari  $\rho$  hitung maka nilai rho tekan = 0,004

$$As' = 0,004 \times b \times h = 0,004 \times 250 \times 250 = 250 \text{ mm}^2$$

Kebutuhan tulangan :

$$D16 = Ast^{1/4} \cdot 3,14 \cdot d^2 = 1/4 \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} \frac{As}{Ast} = \frac{250}{113,04} = 2,211$$

**Jadi, tulangan tekan di pakai 2 D 16 mm**

## 2) Tulangan Lapangan

$$Mu = 11,4784 \text{ kN-m (Hasil Output Etabs 2016)}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{11,4784}{0,9} = 12,753$$

$$M = \frac{8}{0,85 \times f'c} = \frac{420}{0,85 \times 21} = 23,529$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \times d'} = \frac{12,753 \cdot 10^6}{250 \times 204^2} = 1,226$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 21}{420} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600 + 420} \right) \\ &= 0,02125 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot 0,02125 \\ &= 0,0159 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} \\ &= 0,0033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{\frac{2 m \times Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{23,529} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 23,529 \times 1,226}{420}} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,00303$$

$$= \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$As = \rho \times b \times d'$$

$$= 0,00303 \times 250 \times 204$$

$$= 154,53 \text{ mm}^2$$

Kebutuhan tulangan :

$$D16 = A_{st} \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} \frac{A_s}{A_{st}} = \frac{154,53}{113,04} = 1,367$$

**Jadi, tulangan lapangan di pakai 2 D 12 mm**

### 3) Tulangan Geser

$$V_u = 17,3606 \text{ (Hasil Output Etabs 2016)}$$

Kuat geser beton :

$$V_c = \left( \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \right) \cdot b \cdot d' = \left( \frac{1}{6} \times \sqrt{21} \right) \cdot 250 \cdot 204 = 38,882$$

Kuat geser baja tulangan :

$$V_s = (V_u / \phi) - V_c = (17,3606 / 0,75) - 38,882 = 23,1086 \text{ kN}$$

$$\text{Dipakai sengkang 2 kaki } \phi 10. A_v = 2 \times \left( \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \right) = 157 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{157 \cdot 280 \cdot 204}{23,1086} = 387,83 \text{ mm}$$

Luas tulangan perlu :

$$A_s = A_v / s = 157 / 387,83 = 0,404 \text{ mm}^2$$

**Digunakan  $\phi 10 - 100$  mm untuk tulangan tumpuan dan  $\phi 10 - 150$  untuk tulangan lapangan.**

### 4) Tulangan Torsi

Perencanaan tulangan torsi mengacu pada SNI 2847 : 2019 tabel 22.7.4.1 (a). Berdasarkan pasal 22.7.1.1 memperbolehkan pengaruh torsi diabaikan jika  $T_u < \phi T_{th}$  sebagai berikut :

$$T_u < \phi \left( 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times \left( \frac{A_{cp}}{P_{cp}} \right) \right)$$

Keterangan :

$A_{cp}$  = Luas penampang

$P_{cp}$  = Keliling penampang

$\lambda = 1$  (beton normal)

$$\Phi = 0,75$$

Dari hasil analisis menggunakan software etabs 2016 didapatkan nilai maksimum torsi pada balok sloof 300 x 350 sebagai berikut :

$$T_u = 0,0139 \text{ kN-m (Hasil Output Etabs 2016)}$$

Kontrol kebutuhan torsi :

$$A_{cp} = b \times h = 250 \times 250 = 62.500 \text{ mm}^2$$

$$P_{cp} = 2 \times (b + h) = 2 \times (250 + 250) = 125.000 \text{ mm}$$

Maka,

$$T_u \text{ min} = 0,75 \times 0,85 \times 1 \times \sqrt{21} \times \left( \frac{62.500}{125.000} \right)^2$$

0,0139 kN-m < 91,065 kN-m. Karena  $T_u < T_{u \text{ min}}$  maka tulangan torsi tidak di perlukan.

| POTONGAN       | BL 300 X 350 |           |           |
|----------------|--------------|-----------|-----------|
|                | TUMPUAN      | LAPANGAN  | LAPANGAN  |
| BL 300 X 350   |              |           |           |
| Dimensi Balok  | 300 x 350    | 300 x 350 | 300 x 350 |
| Tulangan Atas  | 5 D 16       | 2 D 16    | 5 D 16    |
| Tulangan Bagi  | -            | -         | -         |
| Tulangan Bawah | 1 D 16       | 5 D 16    | 2 D 16    |
| Sengkang       | Ø10 - 100    | Ø10 - 150 | Ø10 - 100 |

Gambar 4. 10 Detail Ring Balok 250x250 mm

Sumber : Autocad 2024

Keterangan :

$M_{u+}$  = Momen ultimit positif (momen lapangan)

$M_{u-}$  = Momen ultimit negatif (momen tumpuan)

$M_n$  = Momen nominal (kapasitas momen penampang)

$m$  = Rasio modulus elastisitas baja terhadap beton ( $E_s/E_c$ )

$R_n$  = Koefisien tahanan momen

$P_b$  = Rasio tulangan dalam kondisi seimbang (seimbang)

$p_{max}$  = Rasio tulangan maksimum yang diijinkan

$p_{min}$  = Rasio tulangan minimum yang disyaratkan

$\rho$  = Rasio tulangan aktual

$b$  = Lebar penampang balok

$h$  = Tinggi total penampang balok

$d$  = Tinggi efektif penampang balok

$f_c$  = Kuat tekan beton

$f_y$  = Tegangan leleh baja tulangan

$\beta_1$  = Faktor yang menghubungkan tinggi blok tegangan tekan ekuivalen dengan tinggi sumbu netral

$\phi$  = Faktor pengurangan kekuatan

$V_u$  = Gaya geser terakhir

$V_c$  = Kuat menggeser nominal yang disumbangkan oleh beton

$V_s$  = Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser

#### 4.7 Perhitungan Penulangan Kolom

##### 4.7.1 Penulangan Kolom K1

Lebar kolom ( $b$ ) = 300 mm

Tinggi kolom ( $h$ ) = 300 mm

Tebal penutup beton ( $P$ ) = 30 mm

Mutu tulangan ( $f_y$ ) = 420 Mpa

Mutu tulangan geser ( $f_y$ ) = 280 MPa

Mutu beton ( $f_c$ ) = 21 MPa

Tulangan Pokok = D16

Tulangan Gese =  $\emptyset 10$  mm

$$\begin{aligned} d' &= h - p - \emptyset_{\text{sengkang}} - \frac{1}{2} \emptyset_{\text{tulangan pokok}} \\ &= 300 - 30 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16 \\ &= 252 \text{ mm} \end{aligned}$$

##### 1) Tulangan Longitudinal

$P_u$  = 270,516 kN (Hasil Output Etabs 2016)

$M_u$  = 56,5735 kN-m (Hasil Output Etabs 2016)

$A_g$  =  $b \times h$

$$= 300 \times 300 \text{ mm}^2$$

$$= 90,000 \text{ mm}^2$$

$$e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{56,5735}{270,516} = 0,2091 \text{ mm}$$

$$e_{\min} = 0,1 \cdot h$$

$$= 0,1 \times 300$$

$$= 30 \text{ mm}$$

$$cb = \frac{600}{600 + f_y} \times d$$

$$= \frac{600}{600 + 420} \times 252$$

$$= 148,22$$

$$ab = \beta_1 \times cb$$

$$= 0,85 \times 148,22$$

$$= 125,987$$

$$p_{nb} = 0,85 \times f'_c \times ab \times b$$

$$= 0,85 \times 21 \times 125,987 \times 300$$

$$= 674,661 \text{ N}$$

$$P_n \text{ perlu} = 0,1 \times f'_c \times A_g$$

$$= 0,1 \times 21 \times 90,000$$

$$= 189 \text{ N}$$

Karena  $P_u = 270,516 \text{ kN} > 189 \text{ N}$ , maka  $\phi = 0,65$

$$P_n \text{ perlu} = \frac{270,516}{0,65} = 416,1784615384615 \text{ N}$$

Analisis keruntuhan tekan :

$$a = \frac{P_n \text{ perlu}}{0,85 \times f'_c \times b}$$

$$= \frac{416,1784615384615}{0,85 \times 21 \times 300}$$

$$= 777,177$$

$$A_s = \frac{P_n \text{ perlu} \times \left( \frac{h}{2} - e - \frac{a}{2} \right)}{f_y \times (d - d')}$$

$$= \frac{416,1784615384615 \times \left( \frac{300}{2} - 30 - \frac{777,177}{2} \right)}{420 \times (300 - 252)}$$

$$= 5,54156 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} = 1\% \times 90,000$$

$$= 900 \text{ mm}^2$$

Menghitung jumlah tulangan

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s}{\frac{1}{4} \times n \times D^2} \\ &= \frac{900}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2} \\ &= 4,47850318 \end{aligned}$$

Jadi, tulangan dipakai 8 D16 mm

## 2) Tulangan Geser

$$V_u = 28,1966 \text{ kN (Hasil Output Etabs 2016)}$$

$$P_u = 270,516 \text{ kN (Hasil Output Etabs 2016)}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \left(1 + \frac{P_u}{14 \times A_g}\right) \times \sqrt{\frac{f'_c}{6}} \times b \times d \\ &= \left(1 + \frac{270,516}{14 \times 90,000}\right) \times \sqrt{\frac{21}{6}} \times 300 \times 252 \\ &= 625,41 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,75 \times V_c \\ &= 0,75 \times 655,41 \\ &= 491,5575 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,5 \times \phi V_c &= 0,5 \times 491,5575 \\ &= 245,779 \text{ N} \end{aligned}$$

$V_u (28,1966 \text{ kN}) < 0,5 \times \phi V_c (245,779)$ , maka tidak diperlukan tulangan geser.

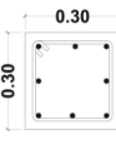
Perhitungan jarak tulangan :

$$S_{\text{max}} = \frac{d'}{2} = \frac{252}{2} = 126 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{d'}{4} = \frac{252}{4} = 63 \text{ mm}$$

Jadi, tulangan sengkang  $\emptyset 10 - 100 \text{ mm}$



| POTONGAN             | K1 300 X 300  |
|----------------------|---|
| K1 300 X 300         |  |
| <b>DIMENSI BALOK</b> | <b>300 x 300</b>  |
| Tulangan Atas        | 3 D 16  |
| Tulangan Bagi        | 2 D 16  |
| Tulangan Bawah       | 3 D 12  |
| Sengkang             | Ø10 - 100   |

**Gambar 4. 11 Detail Kolom K1 300x300 mm**

Sumber : Autocad 2024

#### 4.7.2 Penulangan Kolom K2

Lebar kolom (b) = 250 mm

Tinggi kolom (h) = 250 mm

Tebal penutup beton (P) = 30 mm

Mutu tulangan ( $f_y$ ) = 420 Mpa

Mutu tulangan geser ( $f_y$ ) = 280 MPa

Mutu beton ( $f'c$ ) = 21 MPa

Tulangan Pokok = D16

Tulangan Gese = Ø10 mm

$$d' = h - p - \phi_{\text{sengkang}} - \frac{1}{2} \phi_{\text{tulangan pokok}}$$

$$= 250 - 30 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 202 \text{ mm}$$

##### 1) Tulangan Longitudinal

$P_u$  = 80,3728 kN (Hasil Output Etabs 2016)

$M_u$  = 21,8173 kN-m (Hasil Output Etabs 2016)

$$A_g = b \times h$$

$$= 250 \times 250 \text{ mm}$$

$$= 62,500 \text{ mm}^2$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{21,8173}{80,3728} = 0,2714 \text{ mm}$$

$$e_{\text{min}} = 0,1 \cdot h$$

$$= 0,1 \times 250$$

$$\begin{aligned}
 &= 25 \text{ mm} \\
 \text{cb} &= \frac{600}{600+f_y} \times d \\
 &= \frac{600}{600+420} \times 202 \\
 &= 118,82 \\
 \text{ab} &= \beta_1 \times \text{cb} \\
 &= 0,85 \times 118,82 \\
 &= 25,24925 \\
 \text{pnb} &= 0,85 \times f'_c \times \text{ab} \times b \\
 &= 0,85 \times 21 \times 25,24925 \times 250 \\
 &= 112,674,778 \text{ N} \\
 \text{Pn perlu} &= 0,1 \times f'_c \times A_g \\
 &= 0,1 \times 21 \times 62,500 \\
 &= 131,25 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Karena  $P_u = 80,3728 \text{ kN} < 131,24 \text{ N}$ , karena  $P_u < P_n$  maka kolom memiliki kapasitas yang cukup untuk menahan beban.

$$\begin{aligned}
 \text{Ast} &= 1\% \times 62,500 \\
 &= 625 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Menghitung jumlah tulangan

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s}{\frac{1}{4} \times n \times D^2} \\
 &= \frac{625}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2} \\
 &= 3,11007166
 \end{aligned}$$

**Jadi, tulangan dipakai 4 D16 mm**

## 2) Tulangan Geser

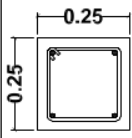
$$\begin{aligned}
 V_u &= 12,3634 \text{ kN (Hasil Output Etabs 2016)} \\
 P_u &= 80,3728 \text{ kN (Hasil Output Etabs 2016)} \\
 V_c &= \left(1 + \frac{P_u}{14 \times A_g}\right) \times \sqrt{\frac{f'_c}{6}} \times b \times d \\
 &= \left(1 + \frac{80,3728}{14 \times 62,500}\right) \times \sqrt{\frac{21}{6}} \times 250 \times 202 \\
 &= 458,68 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi V_c &= 0,75 \times V_c \\
 &= 0,75 \times 458,68 \\
 &= 344,01 \text{ N} \\
 0,5 \times \phi V_c &= 0,5 \times 344,01 \\
 &= 172,005 \text{ N} \\
 &= V_u (12,3634 \text{ kN}) < 0,5 \times \phi V_c (172,005), \text{ maka tidak} \\
 &\text{diperlukan tulangan geser.}
 \end{aligned}$$

Perhitungan jarak tulangan :

$$\begin{aligned}
 S_{\text{max}} &= \frac{d'}{2} = \frac{202}{2} = 101 \text{ mm} \\
 S_{\text{max}} &= \frac{d'}{4} = \frac{202}{4} = 50,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jadi, tulangan sengkang  $\phi 10 - 100 \text{ mm}$

| POTONGAN       | K2 250 X 250   |
|----------------|--|
| K2 250 X 250   |  |
| DIMENSI BALOK  | 250 x 250  |
| Tulangan Atas  | 2 D 16   |
| Tulangan Bawah | -  |
| Tulangan Bawah | 2 D 12   |
| Sengkang       | Ø10 - 100  |

Gambar 4. 12 Detail Kolom K2 250x250 mm

Sumber : Autocad 2024

Keterangan :

$P_u$  : Gaya aksial yang terfaktor

$M_u$  : Momen lentur yang terfaktor

$V_u$  : Gaya geser yang paling menonjol

$d'$  : Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan

$A_g$  : Luas penampang bruto kolom

$e$  : Eksentrisitas ( $M_u/P_u$ )

$e_{\text{min}}$  : Eksentrisitas minimum

$c_b$  : Jarak dari serat tekan terluar ke garis netral pada kondisi stabil

- 31  
 $ab$  : Tinggi blok tegangan tekan ekuivalen pada kondisi regangan seimbang
- 14  
 $pnb$  : Kuat beban aksial nominal pada kondisi regangan seimbang
- $pn$  : Kuat beban aksial nominal
- $a$  : Tinggi blok tegangan tekan ekuivalen
- 35  
 $As$  : Luas tulangan tarik
- $Ast$  : Luas total tulangan memanjang
- $n$  : Jumlah tulangan memanjang
- 51  
 $Vc$  : Kuat geser nominal yang disediakan oleh beton
- $S_{max}$  : Spasi maksimum tulangan transversal
- $S_{min}$  : Spasi minimal tulangan transversal

#### 4.8 Perhitungan Penulangan Pelat Lantai

Pelat lantai merupakan elemen struktur horizontal yang terbuat dari beton bertulang, berfungsi sebagai pemikul beban gravitasi dan beban lateral pada suatu bangunan. Pada perhitungan pelat lantai mengacu pada SNI 2847 : 2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan. Dengan perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4. 20 Perhitungan Pelat Lantai

| Parameter                         | Pasal Referensi SNI 2847:2019 | Persamaan               | Satuan | Nilai |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------|-------|
| Panjang Pelat Arah Sumbu 1, $L_1$ | Tabel 20.6.1.3.1              | Jarak Antar Balok Induk | mm     | 3500  |
| Panjang Pelat Arah Sumbu 2, $L_2$ |                               | Jarak Antar Balok Induk | mm     | 4000  |
| Tebal Pelat, $t$                  |                               | Input                   | mm     | 120   |
| Diameter Tulangan, $d_b$          |                               | Input                   | mm     | 10    |
| Selimut Bersih, $c_c$             |                               | Input                   | mm     | 20    |
| Tebal Efektif Penampang, $d$      |                               | $h - c_c - d_s - d_b/2$ | mm     | 85    |
| Kuat Tekan Beton, $f'_c$          |                               | Input                   | MPa    | 21    |

|  |                  |   |     |        |
|--|------------------|---|-----|--------|
| <b>Kuat Leleh Tulangan, <math>f_y</math></b>       |                  | Input   | MPa | 420    |
| <b>Modulus Elastisitas Beton, <math>E_c</math></b> |                  | $4700 * \sqrt{f_c'}$                                |     | 21538  |
| $\beta_i$  | Tabel 22.2.2.4.3 | $0.25 \leq 0.85 - 0.05 * (f_c' - 28) / 7 \leq 0.85$ |     | 0,8500 |
| $\lambda$  | Tabel 25.4.2.4   | Asumsi tidak menggunakan beton ringan               |     | 1      |

### Gaya Dalam

|                             |  |                   |       |      |         |
|-----------------------------|--|-------------------|-------|------|---------|
| <b>M Max akibat M11 Max</b> |  | Hasil Output 2016 | Etabs | kN-m | 16,032  |
| <b>M Min akibat M11 Min</b> |  | Hasil Output 2016 | Etabs | kN-m | -19,287 |
| <b>M Max akibat M22 Max</b> |  | Hasil Output 2016 | Etabs | kN-m | 23,814  |
| <b>M Min akibat M22 Min</b> |  | Hasil Output 2016 | Etabs | kN-m | -24,811 |
| <b>Vu</b>                   |  | Hasil Output 2016 | Etabs | kN   | 25,439  |

### Penulangan Lentur [Analisis untuk per meter lari]

|  |                  |   |                 |         |
|--|------------------|---|-----------------|---------|
| <b>Momen Positif M11 --&gt; Tulangan Lapangan Bawah Arah Sumbu 1 (X)</b> |                  |   |                 |         |
| <b>Spasi Tulangan, s</b>   |                  | Input   |                 | 100     |
| <b>Spasi Maksimum, <math>s_{max}</math></b>                              | 8.7.2.2          | $2 * t$ dan 450 mm                                  | mm              | 240     |
| <b>Cek Spasi Maksimum</b>  |                  | $s \leq s_{max} ?$                                  |                 | OK      |
| <b>Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n</b>                                |                  | $b / s = 1000 / s$<br>[Analisis untuk per 1 m]      |                 | 10,0000 |
| <b><math>d_b</math></b>  |                  |   | mm              | 10      |
| <b>Jarak Bersih Antar Tulangan</b>                                       |                  | $s - d_b$   | mm              | 90,000  |
| <b>Cek Jarak Bersih</b>  | 25.2.1           | Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?                  |                 | OK      |
| <b>As Pasang</b>   |                  | $n * \pi / 4 * d_b^2$                               | mm <sup>2</sup> | 785,398 |
| <b>As min (<math>f_y &lt; 420</math> MPa)</b>                            | 7.6.1.1, 8.6.1.1 | $0.2\% * b * t$                                     | mm <sup>2</sup> | 240,000 |
| <b>As min (<math>f_y \geq 420</math> MPa)</b>                            | 7.6.1.1, 8.6.1.1 | $(0.28\% * 420 / f_y) * b * t$ dan $0.14\% * b * t$ | mm <sup>2</sup> | 216,000 |

|  |                       |   |                 |         |
|--|-----------------------|---|-----------------|---------|
| Cek As min   |                       | As Pasang $\geq$ As min   |                 | OK      |
| Tinggi Blok Beton,<br>a                                      | 22.2.2.4.1            | $As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$                                  | mm              | 18,480  |
| Kapasitas Lentur,<br>$M_n$                                   | 22.2.2.4.1            | $As * f_y * (d - a/2)$  | kN-m            | 24,991  |
| Lokasi Garis<br>Netral, c                                    | 22.2.2.4.1            | $a / \beta_1$   | mm              | 21,741  |
| Regangan<br>Tulangan Tarik, $\epsilon_s$                     | 22.2.1.2,<br>22.2.2.1 | $(d - c) / c * 0.003$   |                 | 0,009   |
| Faktor Reduksi, $\phi$                                       | Tabel<br>21.2.2       | $0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$ |                 | 0,900   |
| Kapasitas Lentur<br>tereduksi, $\phi M_n$                    |                       | $\phi * M_n$  | kN-m            | 22,492  |
| Momen Ultimit,<br>$M_u$                                      |                       |   | kN-m            | 16,032  |
| Cek Kapasitas  |                       | $\phi M_n > M_u$ ?  |                 | OK      |
| Momen Negatif M11 --> Tulangan Tumpuan Atas Arah Sumbu 1 (X) |                       |   |                 |         |
| Spasi Tulangan, s  |                       | Input   |                 | 100     |
| Spasi Maksimum,<br>$s_{max}$                                 | 8.7.2.2               | $2 * t$ dan 450 mm  | mm              | 240     |
| Cek Spasi<br>Maksimum  |                       | $s \leq s_{max}$ ?  |                 | OK      |
| Jumlah Tulangan<br>Negatif Tumpuan,<br>n                     |                       | $b / s = 1000 / 2$<br>[Analisis untuk per 1<br>m]               |                 | 10      |
| $d_b$  |                       |   | mm              | 10      |
| Jarak Bersih Antar<br>Tulangan                               |                       | $s - d_b$   | mm              | 90,000  |
| Cek Jarak Bersih   | 25.2.1                | Jarak Bersih $\geq d_b$ dan<br>25 mm?                           |                 | OK      |
| Jumlah Lapis   |                       |   |                 | 2       |
| As Pasang  |                       | $n * \pi / 4 * d_b^2$   | mm <sup>2</sup> | 785,398 |
| As min ( $f_y < 420$<br>MPa)                                 | 7.6.1.1,<br>8.6.1.1   | $0.2\% * b * t$   | mm <sup>2</sup> | 240,000 |
| As min ( $f_y \geq 420$<br>MPa)                              | 7.6.1.1,<br>8.6.1.1   | $(0.28\% * 420 / f_y) * b * t$<br>dan $0.14\% * b * t$          | mm <sup>2</sup> | 216,000 |
| Cek As min   |                       | As Pasang $\geq$ As min   |                 | OK      |

|  |                       |   |                 |          |
|--|-----------------------|---|-----------------|----------|
| Tinggi Blok Beton,<br>a  | 22.2.2.4.1            | $As * fy / (0.85 * fc' * b)$                                    | mm              | 18,480   |
| Kapasitas Lentur,<br>$M_n$   | 22.2.2.4.1            | $As * fy * (d - a/2)$   | kN-m            | 24,991   |
| Lokasi Garis<br>Netral, c  | 22.2.2.4.1            | $a / \beta_1$   | mm              | 21,741   |
| Regangan<br>Tulangan Tarik, $\epsilon_s$                                   | 22.2.1.2,<br>22.2.2.1 | $(d - c) / c * 0.003$   |                 | 0,009    |
| Faktor Reduksi, $\phi$   | Tabel<br>21.2.2       | $0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$ |                 | 0,900    |
| Kapasitas Lentur<br>Tereduksi, $\phi M_n$                                  |                       | $\phi * M_n$  | kN-m            | 22,492   |
| Momen Ultimit,<br>$M_u$  |                       |   | kN-m            | 19,287   |
| Cek $\phi M_n > M_u$   |                       | $\phi M_n > M_u ?$  |                 | OK       |
| <b>2</b><br>Momen Positif M22 --> Tulangan Lapangan Bawah Arah Sumbu 2 (Y) |                       |   |                 |          |
| Spasi Tulangan, s  |                       | Input   |                 | 75       |
| Spasi Maksimum,<br>$s_{max}$   | 8.7.2.2               | $2 * t$ dan 450 mm  | mm              | 240      |
| Cek Spasi<br>Maksimum  |                       | $s \leq s_{max} ?$  |                 | OK       |
| Jumlah Tulangan<br>Negatif Tumpuan,<br>n                                   |                       | $b / s = 1000 / 2$<br>[Analisis untuk per 1 m]                  |                 | 13       |
| $d_b$  |                       |   | mm              | 10       |
| Jarak Bersih Antar<br>Tulangan   |                       | $s - d_b$   | mm              | 65,000   |
| Cek Jarak Bersih   | 25.2.1                | Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?                              |                 | OK       |
| Jumlah Lapis   |                       |   |                 | 2        |
| As Pasang  |                       | $n * \pi / 4 * d_b^2$   | mm <sup>2</sup> | 1047,198 |
| As min ( $f_y < 420$<br>MPa)   | 7.6.1.1,<br>8.6.1.1   | $0.2\% * b * t$   | mm <sup>2</sup> | 240,000  |
| As min ( $f_y \geq 420$<br>MPa)  | 7.6.1.1,<br>8.6.1.1   | $(0.18\% * 420 / f_y) * b * t$ dan $0.14\% * b * t$             | mm <sup>2</sup> | 216,000  |
| Cek As min   |                       | As Pasang $\geq$ As min ?                                       |                 | OK       |
| Tinggi Blok Beton,<br>a  | 22.2.2.4.1            | $As * fy / (0.85 * fc' * b)$                                    | mm              | 24,640   |

|    |  |                    |   |                 |          |
|----|--|--------------------|---|-----------------|----------|
| 2  | Kapasitas Lentur, $M_n$                                      | 22.2.2.4.1         | $A_s * f_y * (d - d_b - a/2)$                                   | kN-m            | 27,568   |
|    | Lokasi Garis Netral, c                                       | 22.2.2.4.1         | $a / \beta_1$   | mm              | 28,988   |
|    | Regangan Tulangan Tarik, $\epsilon_s$                        | 22.2.1.2, 22.2.2.1 | 2<br>$(d - c) / c * 0.003$                                      |                 | 0,006    |
|    | Faktor Reduksi, $\phi$                                       | Tabel 21.2.2       | $0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$ |                 | 0,900    |
| 2  | Kapasitas Lentur Tereduksi, $\phi M_n$                       |                    | $\phi * M_n$  | kN-m            | 24,811   |
| 45 | Momen Ultimit, $M_u$   |                    |   | kN-m            | 23,814   |
|    | Cek $\phi M_n > M_u$   |                    | $\phi M_n > M_u ?$  |                 | OK       |
| 2  | Momen Negatif M22 --> Tulangan Tumpuan Atas Arah Sumbu 2 (Y) |                    |   |                 |          |
|    | Spasi Tulangan, s  |                    | Input   |                 | 75       |
|    | Spasi Maksimum, $s_{max}$                                    | 8.7.2.2            | $2 * t$ dan 450 mm  | mm              | 240      |
|    | Cek Spasi Maksimum   |                    | $s \leq s_{max} ?$  |                 | OK       |
|    | Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n                           |                    | $b / s = 1000 / 2$<br>[Analisis untuk per 1 m]                  |                 | 13       |
|    | $d_b$  |                    |   | mm              | 10       |
|    | Jarak Bersih Antar Tulangan                                  |                    | $s - d_b$   | mm              | 65,000   |
|    | Cek Jarak Bersih   | 25.2.1             | Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?                              |                 | OK       |
|    | Jumlah Lapis   |                    |   |                 | 2        |
|    | As Pasang  |                    | $n * \pi / 4 * d_b^2$   | mm <sup>2</sup> | 1047,198 |
|    | As min ( $f_y < 420$ MPa)                                    | 7.6.1.1, 8.6.1.1   | $0.2\% * b * t$   | mm <sup>2</sup> | 240,000  |
|    | As min ( $f_y \geq 420$ MPa)                                 | 7.6.1.1, 8.6.1.1   | $(0.28\% * 420 / f_y) * b * t$ dan $0.14\% * b * t$             | mm <sup>2</sup> | 216,000  |
|    | Cek As min   |                    | As Pasang $\geq$ As min ?                                       |                 | OK       |
|    | Tinggi Blok Beton, a   | 22.2.2.4.1         | 2<br>$A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b)$                            | mm              | 24,640   |
|    | Kapasitas Lentur, $M_n$                                      | 22.2.2.4.1         | $A_s * f_y * (d - d_b - a/2)$                                   | kN-m            | 27,568   |



|  |                    |   |                 |         |
|--|--------------------|---|-----------------|---------|
| Lokasi Garis Sentral, c  | 22.2.2.4.1         | $a / \beta 1$   | mm              | 28,988  |
| Regangan Tulangan Tarik, $\epsilon_s$                                  | 22.2.1.2, 22.2.2.1 | $(d - c) / c * 0.003$   |                 | 0,006   |
| Faktor Reduksi, $\phi$   | Tabel 21.2.2       | $0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$ |                 | 0,900   |
| Kapasitas Lentur Tereduksi, $\phi M_n$                                 |                    | $\phi * M_n$  | kN-m            | 24,811  |
| Momen Ultimit, $M_u$   |                    |   | kN-m            | 24,811  |
| Cek $\phi M_n > M_u$   |                    | $\phi M_n > M_u ?$  |                 | OK      |
| Tulangan Minimum (untuk Tumpuan Bawah dan Lapangan Atas, Arah X dan Y) |                    |   |                 |         |
| Spasi Tulangan, s  |                    | Input   |                 | 100     |
| Spasi Maksimum, $s_{max}$  | 8.7.2.2            | $2 * t$ dan 450 mm  | mm              | 240     |
| Cek Spasi Maksimum   |                    | $s \leq s_{max} ?$  |                 | OK      |
| Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n                                     |                    | $b / s = 1000 / 2$<br>[Analisis untuk per 1 m]                  |                 | 10      |
| $d_b$  |                    |   | mm              | 10      |
| Jarak Bersih Antar Tulangan  |                    | $s - d_b$   | mm              | 90,000  |
| Cek Jarak Bersih   | 25.2.1             | Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?                              |                 | OK      |
| Jumlah Lapis   |                    |   |                 | 2       |
| As Pasang  |                    | $n * \pi / 4 * d_b^2$   | mm <sup>2</sup> | 785,398 |
| As min ( $f_y < 420$ MPa)  | 7.6.1.1, 8.6.1.1   | $0.2\% * b * t$   | mm <sup>2</sup> | 240,000 |
| As min ( $f_y \geq 420$ MPa)   | 7.6.1.1, 8.6.1.1   | $(0.18\% * 420 / f_y) * b * t$ dan $0.14\% * b * t$             | mm <sup>2</sup> | 216,000 |
| Cek As min   |                    | As Pasang $\geq$ As min ?                                       |                 | OK      |
| <b>Pengecekan Kapasitas Geser</b>                                      |                    |   |                 |         |
| Kapasitas Geser Beton, $V_c$   |                    | $0.17 * f_c^{0.5} * b * d$                                      | kN              | 66,218  |
| Faktor Reduksi, $\phi$   | Tabel 21.2.2       |   |                 | 0,75    |

|                                |         |                        |    |        |
|--------------------------------|---------|------------------------|----|--------|
| Ambang Batas<br>2 Geser Pelat  | 7.6.3.1 | $0.5 \phi V_c$         | kN | 24,832 |
| Perlu Tulangan<br>Geser Pelat? |         | $V_u > 0.5 \phi V_c ?$ |    | Perlu  |

### 2 Lendutan Pelat

#### Kapasitas Retak Lentur

|                                     |  |                    |                 |          |
|-------------------------------------|--|--------------------|-----------------|----------|
| Momen Inersia<br>Pelat, $I_g$       |  |                    | mm <sup>4</sup> | 1,44E+08 |
| Tegangan Retak, $f_r$               |  | $0.62 \sqrt{f_c'}$ | MPa             | 2,841    |
| Garis Netral, $y$                   |  | $t / 2$            | mm              | 60,000   |
| Kapasitas Retak<br>Lentur, $M_{cr}$ |  | $f_r * I_g / y$    | kNm             | 6,819    |
| Momen Inersia<br>Retak, $I_{cr}$    |  | $0.25 I_g$         | mm <sup>4</sup> | 36000000 |

#### 2 Lendutan Arah Sumbu 1

|                           |   |                 |          |
|---------------------------|---|-----------------|----------|
| M11 Max Akibat<br>DL      | Hasil Output Etabs<br>2016  | 46<br>kNm       | 3,542    |
| M11 Min Akibat<br>DL      | Hasil Output Etabs<br>2016  | kNm             | -4,461   |
| M11 Max Akibat<br>SIDL    | Hasil Output Etabs<br>2016  | kNm             | 4,872    |
| M11 Min Akibat<br>SIDL    | Hasil Output Etabs<br>2016  | kNm             | -6,042   |
| M11 Max Akibat<br>LL      | Hasil Output Etabs<br>2016  | kNm             | 1,428    |
| M11 Min Akibat<br>LL      | Hasil Output Etabs<br>2016  | kNm             | -1,503   |
| Ma Lapangan (+)           | $\Sigma M11$ Max  | kNm             | 9,842    |
| Ma Tumpuan (-)            | $\Sigma M11$ Min  | kNm             | -12,006  |
| 2 $M_{cr} / M_a$ Lapangan |   |                 | 0,693    |
| $M_{cr} / M_a$ Tumpuan    |   |                 | 0,568    |
| $I_e$ Lapangan            | 1 $(M_{cr} / M_a)^3 I_g + [1 -$<br>1 $(M_{cr} / M_a)^3] I_{cr} < I_g$ | mm <sup>4</sup> | 71917939 |
| $I_e$ Tumpuan             | $(M_{cr} / M_a)^3 I_g + [1 -$<br>$(M_{cr} / M_a)^3] I_{cr} < I_g$     | mm <sup>4</sup> | 55786386 |
| $I_e$ Rata-Rata           | $0.5 * I_e$ Lapangan +<br>$0.5 * I_e$ Tumpuan                         | mm <sup>4</sup> | 63852162 |

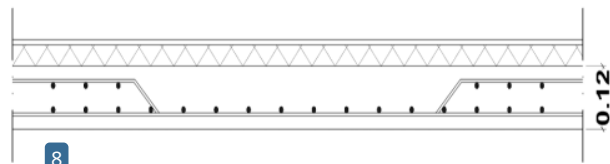
|   |              |  |    |          |
|---|--------------|--|----|----------|
| Lendutan Seketika Akibat DL, $\delta_{i, DL}$     |              | $5 / 48 L^2 / (E_c * I_e) * [M_{lap} + 0.2 M_{tum}]$ | mm | 4,114    |
| Lendutan Seketika Akibat SIDL, $\delta_{i, SIDL}$ |              | $5 / 48 L^2 / (E_c * I_e) * [M_{lap} + 0.2 M_{tum}]$ | mm | 5,642    |
| Lendutan Seketika Akibat LL, $\delta_{i, LL}$     |              | $5 / 48 L^2 / (E_c * I_e) * [M_{lap} + 0.2 M_{tum}]$ | mm | 1,604    |
| Syarat Lendutan Seketika LL                       | Tabel 24.2.2 | $L / 360$  | mm | 9,722    |
| Cek Lendutan Seketika                             |              |  |    | OK       |
| Faktor Jangka Panjang, $\lambda$                  |              | $2 / (1 + 50 * \rho')$                               |    | 1,368    |
| Lendutan Jangka Panjang, $\Delta_{LT}$            | Tabel 24.2.2 | $(\delta_{i, DL} + SIDL) * \lambda + \delta_{i, LL}$ |    | 14,950   |
| Syarat Lendutan Jangka Panjang                    | Tabel 24.2.2 | $L / 240$ atau $L / 480$                             | mm | 3500,000 |
| Cek Lendutan Jangka Panjang                       |              |  |    | OK       |

#### Lendutan Arah Sumbu 2

|                                      |  |       |                   |          |
|--------------------------------------|--|-------|-------------------|----------|
| M22 Max Akibat DL                    | Hasil Output 2016  | Etabs | <sup>46</sup> kNm | 3,542    |
| M22 Min Akibat DL                    | Hasil Output 2016  | Etabs | kNm               | -4,461   |
| M22 Max Akibat SIDL                  | Hasil Output 2016  | Etabs | kNm               | 4,872    |
| M22 Min Akibat SIDL                  | Hasil Output 2016  | Etabs | kNm               | -6,042   |
| M22 Max Akibat LL                    | Hasil Output 2016  | Etabs | kNm               | 1,065    |
| M22 Min Akibat LL                    | Hasil Output 2016  | Etabs | kNm               | -1,503   |
| Ma Lapangan (+)                      | $\Sigma M_{11}$ Max  |       | kNm               | 9,479    |
| Ma Tumpuan (-)                       | $\Sigma M_{11}$ Min  |       | kNm               | -12,006  |
| <sup>2</sup> $M_{cr} / M_a$ Lapangan |  |       |                   | 0,719    |
| $M_{cr} / M_a$ Tumpuan               |  |       |                   | 0,568    |
| $I_e$ Lapangan                       | $(M_{cr} / M_a)^3 I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] I_{cr} < I_g$ |       | mm <sup>4</sup>   | 76204431 |
| $I_e$ Tumpuan                        | $(M_{cr} / M_a)^3 I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] I_{cr} < I_g$ |       | mm <sup>4</sup>   | 55786386 |
| $I_e$ Rata-Rata                      | $0.5 * I_e$ Lapangan + $0.5 * I_e$ Tumpuan                   |       | mm <sup>4</sup>   | 65995408 |

|   |                 |  |    |          |
|---|-----------------|--|----|----------|
| Lendutan Seketika<br>Akibat DL, $\delta_{i, DL}$          |                 | $5 / 48 L^2 / (E_c * I_g) *$<br>[ $M_{lap} + 0.2 M_{tum}$ ]      | mm | 5,199    |
| Lendutan Seketika<br>Akibat SIDL, $\delta_{i, SIDL}$      |                 | $5 / 48 L^2 / (E_c * I_g) *$<br>[ $M_{lap} + 0.2 M_{tum}$ ]      | mm | 7,130    |
| <b>2</b> Lendutan Seketika<br>Akibat LL, $\delta_{i, LL}$ |                 | $5 / 48 L^2 / (E_c * I_g) *$<br>[ $M_{lap} + 0.2 M_{tum}$ ]      | mm | 1,601    |
| Syarat Lendutan<br>Seketika LL                            | Tabel<br>24.2.2 | $L / 360$  | mm | 11,111   |
| Cek Lendutan<br>Seketika                                  |                 |  |    | OK       |
| Faktor Jangka<br>Panjang, $\lambda$                       |                 | $2 / (1 + 50 * \rho')$   |    | 1,368    |
| Lendutan Jangka<br>Panjang, $\Delta_{LT}$                 | Tabel<br>24.2.2 | $(\delta_{i, DL} + \delta_{i, SIDL}) * \lambda + \delta_{i, LL}$ |    | 18,467   |
| Syarat Lendutan<br>Jangka Panjang                         | Tabel<br>24.2.2 | $L / 240$ atau $L / 480$   | mm | 4000,000 |
| Cek Lendutan<br>Jangka Panjang                            |                 |  |    | OK       |

Sumber : Olahan Data Excel 2024



**Gambar 4. 13 Detail Penulangan Pelat Lantai**

Sumber : Autocad 2024

## KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis struktur gedung ruko 2 lantai menggunakan software komputer ETABS 2016 yang telah dilakukan dapat disimpulkan :

1. Mutu material yang digunakan adalah mutu beton  $f'_c = 21$  Mpa untuk struktur kolom, balok, dan pelat, dengan mutu baja  $f_y = \text{BJTS } 420$  Mpa (Ulir) dan  $f_y = \text{BJTS } 280$  Mpa (polos).
2. Dimensi struktur gedung ruko 2 lantai yang digunakan adalah kolom K1 300x300 mm dengan tulangan utama D16 dan tulangan sengkang  $\emptyset 10$ , kolom K2 250x250 mm dengan tulangan utama D16 dan tulangan sengkang  $\emptyset 10$ , sloof 300x350 mm, dengan tulangan tumpuan D16, lapangan D16 dan sengkang  $\emptyset 10$ , balok lantai 300x350 mm dengan tulangan tumpuan D16, lapangan D16 dan sengkang  $\emptyset 10$ , ring balok 250x250 mm dengan tulangan tumpuan D16, lapangan D12 dan sengkang  $\emptyset 10$  dan tebal pelat lantai 120 mm dengan tulangan utama D10.
3. Beban mati pada kolom lantai 1-2 (DL) = 315,09943 kN, beban mati pada balok lantai 1-2 (DL) = 565,14124 kN, beban mati pada pelat lantai + pelat atap (DL) = 556,74313 kN, beban mati tambahan (SIDL) = 141,4608 kN, beban hidup pada lantai (LL) = 1,92 kN/m<sup>2</sup>, beban hidup pada atap (Lr) = 0,96 kN/m<sup>2</sup>.
4. Pembuatan grafik respon spektrum gempa rencana dilakukan dengan menggunakan peta gempa yang mengacu pada SNI 1726 2019. Berdasarkan peta tersebut, bangunan memiliki nilai  $S_1 = 0,7550$  g, nilai  $S_s = ,500$  g, nilai  $F_a = 0,8$  dan  $F_v = 2,0$ .
5. Simpangan antar tingkat dilakukan berdasarkan SNI 1726 : 2019. Simpangan lantai 1 = 61,600 mm, lantai 2 = 53,900 mm. dengan pengaruh P-Delta lantai 1 = 0,0142 (X) dan 0,0132 (Y), lantai 2 = 0,0072 (X) dan 0,0064 (Y).

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka peneliti mengajukan beberapa saran yaitu :

1. Sebelum melakukan analisis dan pemodelan menggunakan software ETABS alangkah lebih tepat apabila memahami peraturan-peraturan yang berlaku
2. Pastikan pemodelan geometri bangunan dalam ETABS mendekati kondisi sebenarnya
3. Input sifat material dengan akurat sesuai dengan standar yang berlaku
4. Gunakan metode analisis gempa sesuai dengan lokasi bangunan
5. Pastikan semua elemen struktur dan detail perencanaan mematuhi kode desain yang berlaku
6. Pastikan menggunakan versi terbaru dari ETABS, karena pembaruan perangkat lunak memberikan fitur analisis dan perbaikan bug yang bisa mempengaruhi hasil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afnaldi, A., Masril, & Dewi, S. (2022). Perencanaan Struktur Atas Pembangunan Kantor Camat Kecamatan Kinali Pasaman Barat Provinsi Sumatera Barat. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2). <http://jurnal.ensiklopediaku.org>
- Akbar, Y. H., & Itteridi, V. (2020). *Analisis Perencanaan Struktur Gedung 8 Lantai Dengan Variasi Bracing Menggunakan Aplikasi Program Etabs*. <https://ejournal.lppmsttpagaralam.ac.id/index.php/berings>
- Aprilia D.P. (2021). Pengaruh Penggunaan Pecahan Genteng Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Dengan Mutu Beton 18 MPa. *Repository.Unsil.Ac.Id*. <http://repository.unsil.ac.id/id/eprint/8191>
- Bingly, Y., Wibowo, L. S. B., & Cahyono, M. S. D. (2021). *Analisis Perbandingan Desain Struktur Bangunan Bertingkat Beton Bertulang Menggunakan Material Mutu Normal Dan Mutu Tinggi*. FORGOTTEN BOOKS. <https://ojs.widyakartika.ac.id/index.php/sniter/article/view/367>
- Chandra, B., Tjan, H., Purwanto, L., Program Studi Doktor Arsitektur Konsentrasi Arsitektur Digital, M., Katolik Soegijapranata, U., & Studi Doktor Arsitektur Konsentrasi, P. (2022). *Identifikasi Awal Secara Visual Kerusakan Struktur Beton Bertulang Akibat Beban Gempa*. 23, 1–12. <https://e-journal.unwiku.ac.id/teknik/index.php/JT/article/view/434>
- Ginanjar, A. (2021). Analisis Struktur Ruko Beton Bertulang Akibat Penambahan Beban Pole Dan Bts Studi Kasus Site Pendidikan Mataram. In *Jurnal Artesis* (Vol. 1, Issue 1). <https://doi.org/https://doi.org/10.35814/artesis.v1i1.2702>
- Gusfita, Y. A., Masril, & Bastian Elfania. (2022). Analisis Struktur Atas Pada Pembangunan Sdn 04 Garegeh. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2). <http://jurnal.ensiklopediaku.org>
- Hakim, Z., Purnomo, A., Berliana Yasinta, R., Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, P., & Negeri Jakarta, U. (2023). *Struktur Bangunan Gedung Menggunakan Software Bim Revit (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Graha Pemuda Kompleks Katedral Jakarta)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.10832>
- Hernadi, A., Sahara, R., & Dewi Septa, U. (2021). Perbandingan Kekuatan Kolom Berdasarkan SNI 2847:2013 dan SNI 2847:2019. *Jurnal.Borneo.Ac.Id*, 5. <https://doi.org/https://doi.org/10.35334/be.v5i3.1661>
- Irfan, M., & Eka Priana, S. (2022). Tinjauan Perencanaan Proyek Pembangunan Gedung / Ruang Baru Puskesmas Mandiangin Kota Bukittinggi. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2). <http://jurnal.ensiklopediaku.org>

- Khoiridah, S., Ibad, M. I., & Setyonegoro, W. (2017). Validasi Potensi Tsunami Berdasarkan Estimasi Durasi Patahan dan Pemodelan Tsunami di Wilayah Barat Sumatra (Studi Kasus: Gempa Bumi Nias 2005 dan Mentawai 2010). *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 2(1), 39. <https://doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i1.17>
- Khoiridah, S., & Utama, W. (2016). *Estimasi Karakteristik Durasi Rupture Pada Gempa Pembangkit Tsunami Studi Kasus: Gempa Bumi Nias, 28 Maret 2005*.
- Kusumastuti, A., Khoiron, A. M., & Achmadi, T. A. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif*.
- Liando, F. J., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2020). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 471–482. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/29894/0>
- Makawimbang, K. F. (2022). *Perencanaan Struktur Kolom, Balok Dan Pelat Menggunakan Software Etabs Pada Gedung Rsu Medical Center Manado*. <http://repositori.polimdo.ac.id/id/eprint/3094>
- Marpaung, A. D. (2023). *Analisis Struktur Bangunan Gedung Menara Bank Rakyat Indonesia (Bri) Medan Menggunakan Aplikasi Etabs V.20*. <https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/21901>
- Naryanto, H. S. (2005). *Zonasi Kerusakan, Analisis Kegempaan Dan Mitigasi Bencana Pasca Gempa Nias, Sumatera Utara 28 Maret 2005*. <https://www.neliti.com/publications/195620/zonasi-kerusakan-analisis-kegempaan-dan-mitigasi-bencana-pasca-gempa-nias-sumatr>
- Panjaitan, S. K. (2021). *Analisis Struktur Bangunan Bertingkat Menggunakan Etabs (Studi Kasus Rs. Regina Maris Medan)*. <https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/15628>
- Paraisu, V. (2016). *Analisa Kekuatan Struktur Atas Dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Ruko Mega Profit Blok 1 F2 Delatasi Ii Kawasan Megamas Manado*.
- Prabowo, A., & Lutfi, M. (2020). Analisis Struktur Bangunan Gedung Sekolah Akibat Penambahan Ruang Kelas Baru (Studi Kasus Di Smk Bina Putera Kota Bogor). In *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas* (Vol. 4, Issue 2). <http://iptek.its.ac.id/index.php/jmaif/article/viewFile/6887/4554>
- Putri Aisya Hayyu, Masril, & Kurniawan Dedi. (2021). *Perencanaan Struktur Gedung Pasar Raya Padang. 1*. <https://doi.org/https://doi.org/10.33559/err.v1i1.1103>
- Reza, S. F., Suryanita, R., & Ismeddiyanto. (2016). Analisis Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat Di Wilayah Gempa Indonesia Intensitas Tinggi Menggunakan Analisis Statis Nonlinier. In *Jom FTEKNIK* (Vol. 3, Issue 1).



<https://www.neliti.com/publications/202114/analisis-kinerja-struktur-bangunan-bertingkat-di-wilayah-gempa-indonesia-intensi>

- Ruzuqi, R., Maryanto, T., Rahmat, A., Perikanan, M., Kelautan, P., Sorong, P., & Kapitan, J. (2022). *Kuat Tarik Baja Tulangan Polos (Studi Kasus: Pt. Ghody Bimantara Mandiri)* (Vol. 2, Issue 1). <https://doi.org/https://doi.org/10.30598/metiks.2022.2.1.9-14>
- Salsalbila, Abrar, A., & Lisya, M. (2023). Perencanaan Struktur Atas Beton Bertulang Gedung 5 Lantai Menggunakan Software Etabs. In *Januari* (Vol. 1, Issue 2). <https://ejournal.sttdumai.ac.id/index.php/slumptes/article/view/469>
- Saraswati, I. A. P. E. C., & Rofiq, H. I. (2020). *Perancangan Gedung Bertingkat 10 Lantai Dengan Beton Bertulang Mutu Tinggi*. [https://repository.its.ac.id/82550/1/0311174000060\\_0311174000023-Project\\_Report.pdf](https://repository.its.ac.id/82550/1/0311174000060_0311174000023-Project_Report.pdf)
- Sularno, Astri Renita, Mulya Dio Prima, & Mazni Deni Irda. (2020). Jurnal Sains Dan Informatika. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 06(02), 92–97. <https://doi.org/10.22216/jsi.v6i2.5749>
- Sultan, M. A., Hi Abbas, M. Y., Gaus, A., Rakhman, K. A., & Barmawi, N. (2020). Penggunaan Ekstrak Tembakau Sebagai Inhibitro Pada Beton Bertulang Menggunakan Pasir Laut Dan Air Laut. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 17. <https://doi.org/10.29103/tj.v10i1.264>
- Sumarso, A., P, K. J., & Arbianto, R. (2020). Perencanaan Struktur Gedung Perkantoran Tujuh (7) Lantai Di Kabupaten Karanganyar. *Journal Of Civil Engineering And Infrastructure Technology*, 10. <http://repository.utp.ac.id/id/eprint/1810>
- Usamah, M., Hermanto, J., & Rahim, B. A. (2022). Analisis Struktur Bangunan Gedung Ditlintas Polda Maluku Utara Berdasarkan Peraturan Sni 2847:2019 Dan Sni 1726:2019 Dengan Menggunakan Program Etabs. *Jurnal.Ummu.Ac.Id*, 15, 66–81. [www.jurnal.umm.ac.id/dintek](http://www.jurnal.umm.ac.id/dintek)
- Yeni, D., & Yusmar, F. (2023). *Perencanaan Struktur Atas Gedung Serba Guna Nagari Magek Dengan Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus* (Vol. 4, Issue 4). <http://asce.ppj.unp.ac.id/index.php/ASCE/article/view/877>

# ANALISIS STRUKTUR BAGUNAN GEDUNG RUKO 2 LANTAI MENGUNAKAN SOFTWARE KOMPUTER ETABS

---

ORIGINALITY REPORT

---

# 48%

SIMILARITY INDEX

---

## PRIMARY SOURCES

---

|   |   |                 |
|---|---|-----------------|
| 1 | <a href="https://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a><br>Internet     | 1089 words — 6% |
| 2 | <a href="https://e-journal.uajy.ac.id">e-journal.uajy.ac.id</a><br>Internet     | 995 words — 6%  |
| 3 | <a href="https://repositori.uma.ac.id">repositori.uma.ac.id</a><br>Internet     | 558 words — 3%  |
| 4 | <a href="https://digilib.unila.ac.id">digilib.unila.ac.id</a><br>Internet       | 410 words — 2%  |
| 5 | <a href="https://repo.itera.ac.id">repo.itera.ac.id</a><br>Internet             | 401 words — 2%  |
| 6 | <a href="https://repositori.unsil.ac.id">repositori.unsil.ac.id</a><br>Internet | 323 words — 2%  |
| 7 | <a href="https://dspace.uui.ac.id">dspace.uui.ac.id</a><br>Internet             | 315 words — 2%  |
| 8 | <a href="https://repository.usm.ac.id">repository.usm.ac.id</a><br>Internet     | 308 words — 2%  |
| 9 | <a href="https://123dok.com">123dok.com</a><br>Internet                         | 290 words — 2%  |

|    |  |                |
|----|--|----------------|
| 10 | <a href="http://repository.polimdo.ac.id">repository.polimdo.ac.id</a><br>Internet   | 258 words — 1% |
| 11 | <a href="http://eprints.umsb.ac.id">eprints.umsb.ac.id</a><br>Internet               | 205 words — 1% |
| 12 | <a href="http://eprints.umm.ac.id">eprints.umm.ac.id</a><br>Internet                 | 195 words — 1% |
| 13 | <a href="http://digilib.uns.ac.id">digilib.uns.ac.id</a><br>Internet                 | 193 words — 1% |
| 14 | <a href="http://eprints.itn.ac.id">eprints.itn.ac.id</a><br>Internet                 | 180 words — 1% |
| 15 | <a href="http://jurnal.borneo.ac.id">jurnal.borneo.ac.id</a><br>Internet             | 162 words — 1% |
| 16 | <a href="http://repository.utp.ac.id">repository.utp.ac.id</a><br>Internet           | 157 words — 1% |
| 17 | <a href="http://erepository.uwks.ac.id">erepository.uwks.ac.id</a><br>Internet       | 146 words — 1% |
| 18 | <a href="http://pdfcoffee.com">pdfcoffee.com</a><br>Internet                         | 120 words — 1% |
| 19 | <a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a><br>Internet                       | 105 words — 1% |
| 20 | <a href="http://jurnal.ensiklopediaku.org">jurnal.ensiklopediaku.org</a><br>Internet | 98 words — 1%  |
| 21 | <a href="http://repository.ummat.ac.id">repository.ummat.ac.id</a><br>Internet       | 98 words — 1%  |

[journal.univpancasila.ac.id](http://journal.univpancasila.ac.id)

|    |   |                 |
|----|---|-----------------|
| 22 | Internet                                    | 96 words — 1%   |
| 23 | teras.unimal.ac.id<br>Internet              | 93 words — 1%   |
| 24 | docplayer.info<br>Internet                  | 92 words — 1%   |
| 25 | ejournal.lppmsttpagaralam.ac.id<br>Internet | 85 words — < 1% |
| 26 | eprints.unmas.ac.id<br>Internet             | 80 words — < 1% |
| 27 | mahasiswa.yai.ac.id<br>Internet             | 77 words — < 1% |
| 28 | repository.ub.ac.id<br>Internet             | 77 words — < 1% |
| 29 | repository.upi-yai.ac.id<br>Internet        | 74 words — < 1% |
| 30 | tekonsipil.sv.ugm.ac.id<br>Internet         | 73 words — < 1% |
| 31 | text-id.123dok.com<br>Internet              | 73 words — < 1% |
| 32 | repository.unja.ac.id<br>Internet           | 66 words — < 1% |
| 33 | repository.unbari.ac.id<br>Internet         | 62 words — < 1% |
| 34 | ojs.widyakartika.ac.id                      |                 |

Internet

56 words — < 1%

35 [idoc.pub](#)  
Internet

55 words — < 1%

36 [ejurnal.sttdumai.ac.id](#)  
Internet

52 words — < 1%

37 [eprints.polsri.ac.id](#)  
Internet

52 words — < 1%

38 [repository.unisma.ac.id](#)  
Internet

50 words — < 1%

39 [repository.unika.ac.id](#)  
Internet

48 words — < 1%

40 [Rezza Ruzuqi, Eko Tavip Maryanto, Andi Rahmat. "KUAT TARIK BAJA TULANGAN POLOS \(STUDI KASUS: PT. GHODY BIMANTARA MANDIRI\)", Journal Teknik Mesin, Elektro, Informatika, Kelautan dan Sains, 2022](#)  
Crossref

47 words — < 1%

41 [repository.unj.ac.id](#)  
Internet

46 words — < 1%

42 [jurnal.untan.ac.id](#)  
Internet

38 words — < 1%

43 [repository.unibos.ac.id](#)  
Internet

37 words — < 1%

44 [repository.umsu.ac.id](#)  
Internet

34 words — < 1%

45 [repository.um-surabaya.ac.id](#)  
Internet

26 words — < 1%

46 edoc.pub  
Internet

25 words — < 1%

47 repository.uhn.ac.id  
Internet

24 words — < 1%

48 repository.uma.ac.id  
Internet

24 words — < 1%

49 Hekmah Wardina, Muhammad Alhada Fuadilah  
Habib. "Pengaruh Kualitas Produk, Kualitas  
Pelayanan, dan Harga, terhadap Kepuasan Pelanggan pada  
Usaha Jajanan Pasar Sari Roso di Kabupaten Blitar", VISA:  
Journal of Vision and Ideas, 2023  
Crossref

23 words — < 1%

50 eskripsi.usm.ac.id  
Internet

23 words — < 1%

51 fr.scribd.com  
Internet

23 words — < 1%

52 repository.usu.ac.id  
Internet

22 words — < 1%

53 Mipo Mipo. "Pengaruh Profitabilitas, Leverage,  
Ukuran Perusahaan Terhadap Nilai Perusahaan  
Dengan CSR Sebagai Moderating Variable Pada Perusahaan  
Manufaktur di BEI", Owner, 2022  
Crossref

19 words — < 1%

54 library.universitaspertamina.ac.id  
Internet

18 words — < 1%

- 
- 55 [Onsardi, Yulan Yulandri. "KINERJA KARYAWAN PT. SBS", Open Science Framework, 2020](#) 17 words — < 1%  
Publications
- 
- 56 [Yolanda Dwi Natasya, Jamil Bazarah, Ghufron Ghufron. "Pengaruh Pengawasan Terhadap Semangat Kerja Pegawai Dinas Perhubungan Kota Samarinda", PREDIKSI : Jurnal Administrasi dan Kebijakan, 2022](#) 17 words — < 1%  
Crossref
- 
- 57 [eprints.undip.ac.id](#) 17 words — < 1%  
Internet
- 
- 58 [rama.unimal.ac.id](#) 17 words — < 1%  
Internet
- 
- 59 [ejournal.unsrat.ac.id](#) 16 words — < 1%  
Internet
- 
- 60 [Didi S. Agustawijaya, Muji Wahyudi, I Wayan Yasa, Keke F. Ashari, Ausa R. Agustawijaya. "Grouting performance of the Pandan Duri dam shacked by Lombok earthquake 2018", MATEC Web of Conferences, 2020](#) 15 words — < 1%  
Crossref
- 
- 61 [perpus.usn.ac.id](#) 15 words — < 1%  
Internet
- 
- 62 [scholar.unand.ac.id](#) 15 words — < 1%  
Internet
- 
- 63 [ejournal3.undip.ac.id](#) 14 words — < 1%  
Internet
- 
- 64 [Sayyidatul Khoiridah, Moh Ikhyatul Ibad, Wiko Setyonegoro. "Validasi Potensi Tsunami Berdasarkan Estimasi Durasi Patahan dan Pemodelan Tsunami](#) 13 words — < 1%

di Wilayah Barat Sumatra (Studi Kasus: Gempa Bumi Nias 2005 dan Mentawai 2010)", Oseanologi dan Limnologi di Indonesia, 2017

Crossref

---

|    |   |                 |
|----|---|-----------------|
| 65 | <a href="https://repository.uniba.ac.id">repository.uniba.ac.id</a><br>Internet   | 12 words — < 1% |
| 66 | <a href="https://repository.upi.edu">repository.upi.edu</a><br>Internet   | 12 words — < 1% |
| 67 | <a href="https://adoc.pub">adoc.pub</a><br>Internet   | 11 words — < 1% |
| 68 | <a href="https://ronymedia.wordpress.com">ronymedia.wordpress.com</a><br>Internet   | 11 words — < 1% |
| 69 | "Proceedings of the International Conference on Emerging Smart Cities (ICESC2022)", Springer Science and Business Media LLC, 2024<br>Crossref | 10 words — < 1% |
| 70 | <a href="https://jurnal.ugj.ac.id">jurnal.ugj.ac.id</a><br>Internet   | 10 words — < 1% |
| 71 | <a href="https://repository.podomorouniversity.ac.id">repository.podomorouniversity.ac.id</a><br>Internet                                     | 10 words — < 1% |
| 72 | <a href="https://repository.unhas.ac.id">repository.unhas.ac.id</a><br>Internet   | 10 words — < 1% |
| 73 | <a href="https://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a><br>Internet   | 9 words — < 1%  |
| 74 | <a href="https://repo.unhi.ac.id">repo.unhi.ac.id</a><br>Internet   | 9 words — < 1%  |



|    |   |                |
|----|---|----------------|
| 75 | <a href="https://repository.unkris.ac.id">repository.unkris.ac.id</a><br>Internet   | 9 words — < 1% |
| 76 | M Qisman, R Rosadi, A S Abdullah. "Market basket analysis using apriori algorithm to find consumer patterns in buying goods through transaction data (case study of Mizan computer retail stores)", Journal of Physics: Conference Series, 2021<br>Crossref | 8 words — < 1% |
| 77 | Muhtadan Muhtadan. "EKSTRAKSI CIRI CACAT PENGELASAN PADA CITRA DIGITAL FILM RADIOGRAFI MENGGUNAKAN GEOMETRIC INVARIANT MOMENT DAN STATISTICAL TEXTURE", Jurnal Forum Nuklir, 2009<br>Crossref   | 8 words — < 1% |
| 78 | <a href="https://johannessimatupang.wordpress.com">johannessimatupang.wordpress.com</a><br>Internet   | 8 words — < 1% |
| 79 | <a href="https://journal.uir.ac.id">journal.uir.ac.id</a><br>Internet   | 8 words — < 1% |
| 80 | <a href="https://linter.untar.ac.id">linter.untar.ac.id</a><br>Internet   | 8 words — < 1% |
| 81 | <a href="https://repository.narotama.ac.id">repository.narotama.ac.id</a><br>Internet   | 8 words — < 1% |
| 82 | <a href="https://repository.upiyptk.ac.id">repository.upiyptk.ac.id</a><br>Internet   | 8 words — < 1% |
| 83 | <a href="https://zombiedoc.com">zombiedoc.com</a><br>Internet   | 8 words — < 1% |
| 84 | Dewa Gede Satriawan. "KEPUASAN KERJA, KETERLIBATAN KERJA, KEADILAN ORGANISASI,  | 7 words — < 1% |

# KOMITMEN ORGANISASI & KINERJA KARYAWAN", INA-Rxiv, 2018

Publications

---

|    |  |                |
|----|--|----------------|
| 85 | <a href="http://live-look-no.icu">live-look-no.icu</a><br>Internet         | 7 words — < 1% |
| 86 | <a href="http://sinta.unud.ac.id">sinta.unud.ac.id</a><br>Internet         | 7 words — < 1% |
| 87 | <a href="http://www.ilmubeton.com">www.ilmubeton.com</a><br>Internet       | 7 words — < 1% |
| 88 | <a href="http://repository.uki.ac.id">repository.uki.ac.id</a><br>Internet | 6 words — < 1% |
| 89 | <a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a><br>Internet     | 6 words — < 1% |

---

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE SOURCES OFF

EXCLUDE MATCHES OFF