

Analisa Perhitungan Struktur Atas Bangunan Gedung Perkantoran Di Wilayah Kota Pekalongan

Tisnawati¹, Dwi Kumalasari²

Fakultas Teknik Universitas Pekalongan

Email : tieztcivil@gmail.com

Submitted :17-03-2023

Accepted :31-03-2023

Published:19-04-2023

Abstract

Infrastructure development in Indonesia experiences rapid development every year, including in Pekalongan City. Infrastructure development in Pekalongan City starts from the construction of roads, buildings, public facilities, and so on. The Pekalongan City Government has made an alternative that is in accordance with the above conditions, namely by constructing offices to improve or meet the needs of public facilities and realize sustainable infrastructure progress. The construction of existing high-rise buildings must be properly planned in accordance with applicable regulations. Based on SNI 2847-2013, regarding calculation procedures for buildings, it is explained that the loads that must be calculated for planning a structure are dead loads, live loads, wind loads, earthquake loads, and combinations of these loads. The building under review is a two-storey office building with reinforced concrete construction. The analysis is carried out with the help of the SAP computer program. Before analyzing, first make a working drawing design with the help of the Autocad program. The final results in this study are in the form of dimensions of structural elements that are planned to be strong and resistant to loads and economical in terms of cost. While the analysis of the main structure in the form of plates, beams, and columns.

Keywords: Building, Structure, SAP

Abstrak

Pembangunan infrastruktur di Indonesia mengalami perkembangan yang pesat setiap tahunnya tidak terkecuali di Kota Pekalongan. Perkembangan infrastruktur di Kota Pekalongan dimulai dari pembangunan jalan, gedung, fasilitas umum, dan lain sebagainya. Pemerintahan Kota Pekalongan melakukan alternatif yang sesuai dengan kondisi diatas yaitu dengan melakukan pembangunan perkantoran dalam meningkatkan ataupun memenuhi kebutuhan fasilitas umum dan terwujudnya kemajuan infrastruktur yang berkelanjutan. Pembangunan gedung-gedung bertingkat yang ada harus direncanakan dengan baik sesuai dengan peraturan yang berlaku. Berdasarkan SNI 2847-2013, tentang tata cara perhitungan untuk bangunan gedung, dijelaskan bahwa beban-beban yang harus diperhitungkan untuk perencanaan suatu struktur adalah beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, dan kombinasi beban-beban tersebut. Bangunan yang ditinjau adalah gedung perkantoran dua lantai dengan konstruksi beton bertulang. Analisis dilakukan dengan bantuan program komputer SAP. Sebelum menganalisis, terlebih dahulu membuat desain gambar kerja dengan bantuan program autocad. Hasil akhir pada penelitian ini yaitu berupa dimensi elemen-elemen struktur yang direncanakan kuat dan tahan terhadap beban serta ekonomis dari segi biaya. Sedangkan analisa struktur utama berupa pelat, balok, dan kolom.

Kata kunci: Gedung, Struktur, SAP

PENDAHULUAN

Kemajuan infrastruktur merupakan hal yang penting dalam era globalisasi saat ini.

Pembangunan infrastruktur di Indonesia mengalami perkembangan yang pesat setiap

tahunnya tidak terkecuali di Kota Pekalongan. Infrastruktur yang mengalami perkembangan, seperti pembangunan jalan, gedung, fasilitas umum, dan lain sebagainya. Pemerintahan Kota Pekalongan telah melakukan alternatif sesuai dengan kondisi diatas yaitu dengan melakukan kegiatan pembangunan perkantoran untuk meningkatkan dan memenuhi kebutuhan fasilitas umum serta bertujuan mewujudkan kemajuan infrastruktur yang berkelanjutan.

Merencanakan bangunan bertingkat dilihat dari segi struktur memerlukan pertimbangan yang matang, Salah satu faktor yang paling berpengaruh adalah kekuatan struktur bangunan, dimana bangunan yang berupa beton bertulang mampu menahan dan menampung beban yang bekerja pada struktur. (Disposusodo Istimawan,1994). Oleh karena itu gedung harus direncanakan dan didesain sesuai dengan standar bangunan gedung yang ada di Indonesia agar bangunan aman dari berbagai risiko bencana, salah satunya gempa. Dalam penelitian ini beban yang ditinjau adalah beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Beban gempa merupakan beban lateral yang diperhitungkan dalam perhitungan struktur ini.

Menurut Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017 gempa mengakibatkan guncangan dan berdampak pada gangguan kehidupan dan kerusakan bangunan. Penyebab utama kerusakan bangunan saat mengalami gempa adalah guncangan tanah, ketika tanah bergetar semua bangunan diatas muka tanah akan ikut bergetar dengan tingkat respons yang berbeda. Getaran yang dihasilkan oleh gempa menimbulkan percepatan, kecepatan dan perpindahan yang dapat merusak atau menghancurkan suatu bangunan.

Perencanaan struktur gedung bertingkat harus berpedoman pada syarat-syarat dan ketentuan yang berlaku seperti Standar Nasional Indonesia mengenai perencanaan gedung dan buku pedoman lain yang sesuai. Adapun syarat-syarat dan ketentuan tersebut antara lain: persyaratan beton

struktural untuk bangunan gedung SNI 2847:2013, beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain SNI 1727-2013, dan tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung SNI 1726-2012. Dalam perencanaan komponen struktur terutama struktur beton bertulang harus dilakukan berdasarkan ketentuan yang tercantum dalam tata cara perhitungan untuk bangunan gedung SNI 2847-2013. Beban yang harus diperhitungkan perencanaan suatu struktur adalah beban mati, beban hidup, beban gempa, dan kombinasi beban-beban tersebut.

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memenuhi dan meningkatkan kebutuhan kenyamanan infastruktur fasilitas umum, sehingga diperoleh sebuah gedung sebagai sarana yang memadai dan mendukung dalam kegiatan penyelenggaraan pemerintahan, selain itu juga mengetahui bagaimana tahapan-tahapan dalam perhitungan struktur, dan juga mengetahui bagaimana merencanakan bangunan yang memenuhi persyaratan sesuai dengan standar yang berlaku di Indonesia dengan menggunakan program SAP. Menurut Anugrah P, 2018, Langkah-langkah umum dalam yang harus dilakukan dalam perencanaan struktur dengan SAP yaitu membuat model struktur, mendefinisikan : material, properti tampang, pembebanan statis, pembebanan dinamis, mendefinisikan kombinasi pembebanan, menetapkan perletakan dan properti tampang pada model, menetapkan beban pada model, dan menjalankan analisis (*running*). Selain program SAP, dalam penulisan penelitian ini juga menggunakan bantuan program AutoCAD dalam proses perencanaan desain gambar.

METODE PENELITIAN

Metode pelaksanaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode observasi dan studi pustaka. Data yang dibutuhkan dalam membuat suatu analisa, yaitu data-data yang digunakan sebagai

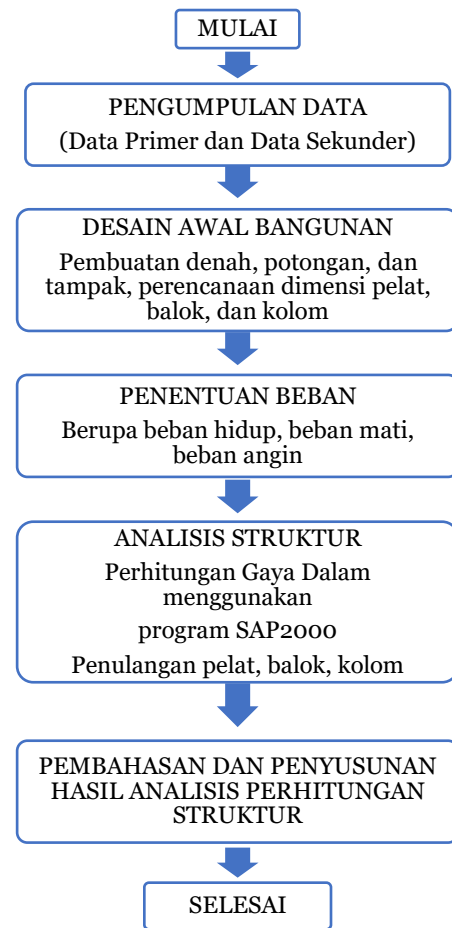
bahan acuan dalam melakukan analisis yang baik. Data harus mencakup informasi dan teori konsep dasar yang berkaitan dengan objek yang akan dianalisis. Data tersebut dapat diklasifikasikan dalam dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder.

Data Primer adalah data yang diperoleh dari lapangan maupun hasil survey yang dapat langsung digunakan sebagai sumber dalam analisa struktur. Data primer antara lain adalah sebagai berikut; fungsi bangunan, lokasi rencana gedung, jumlah lantai, struktur bangunan, struktur atap, dan juga bahan bangunan yang ingin digunakan. Sedangkan data sekunder adalah data yang berasal dari peraturan-peraturan atau ketentuan-ketentuan serta referensi kepustakaan yang ada untuk digunakan dalam menganalisa suatu struktur.

Data sekunder merupakan data penunjang yang diperlukan dalam analisa struktur ini. Yang termasuk dalam klasifikasi data sekunder ini antara lain adalah literatur-literatur penunjang, grafik, dan tabel. Data sekunder sendiri dibagi menjadi 2, data teknis dan data non teknis. Data teknis merupakan data yang berhubungan langsung dengan perencanaan struktur gedung seperti tanah, bahan bangunan yang digunakan, data beban rencana yang bekerja, dan sebagainya. Data non teknis merupakan data yang berfungsi sebagai penunjang dan perencanaan, seperti kondisi dan letak lokasi proyek.

Data yang harus dilengkapi baik berupa data berdasarkan jenisnya dalam perencanaan struktur antara lain; kondisi atau sistem struktur bangunan sekitar, data pembebanan, data tanah berdasarkan hasil penyelidikan tanah, mutu bahan yang digunakan, wilayah gempa dimana bangunan itu didirikan, metode analisis yang digunakan, dan standar dan referensi yang digunakan dalam perencanaan.

Metode pelaksanaan dalam penelitian ini selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Tahapan yang harus dilakukan dalam perencanaan struktur gedung ini antara lain:

Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan suatu proses dan hasil pengenalan masalah untuk melakukan inventarisasi terhadap problematika yang perlu untuk dibahas dan diselesaikan. Identifikasi masalah sebagai proses penelitian pertama dan terpenting yang harus dilakukan untuk menentukan metode penelitian yang tepat.

Kriteria Desain

Kriteria desain yaitu penentuan gedung sebagai objek perencanaan, peraturan-peraturan, standar yang digunakan, asumsi pembebanan gedung, fungsi gedung, lokasi

gedung, serta jenis dan mutu material yang digunakan pada pembangunan gedung.

Desain Awal

Desain awal merupakan langkah awal dari perencanaan struktur gedung ini. Pada tahap desain struktur kita menentukan dimensi elemen struktur gedung yang digunakan untuk tahap perencanaan selanjutnya mengacu sesuai SNI 2847:2013, SNI 1726:2012, serta buku referensi lainnya yang menunjang dalam desain awal struktur bangunan gedung.

Pembebanan

Pada tahapan pembebanan akan ditentukan beban-beban yang bekerja pada struktur utama gedung meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Penentuan beban mati berdasarkan berat sendiri struktur dan komponen-komponen yang bersifat tetap. Besarnya beban hidup ditentukan berdasarkan fungsi gedung tersebut yang diatur dalam Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013).

Perhitungan gaya dalam dilakukan dengan bantuan aplikasi SAP yang berdasarkan beban-beban yang dipikulkan pada struktur pelat, balok dan kolom. Gaya dalam yang dihasilkan merupakan gaya dalam yang bekerja pada struktur utama gedung akibat beberapa kombinasi pembebanan yang diatur dalam Standar Nasional Indonesia.

Modelisasi Struktur

Modelisasi struktur yaitu langkah permodelan struktur bangunan gedung pada program bantu software SAP sesuai dengan data yang diperoleh.

Analisa Hasil

Analisa hasil dari output dari program bantu SAP digunakan untuk kontrol lendutan dan gaya geser dinamis. Jika kontrol tersebut terpenuhi, maka dilakukan desain tulangan untuk dinding geser dan struktur utama dari output. Jika tidak terpenuhi, maka dilakukan pengecekan kembali dan perubahan pada tahap pemodelan.

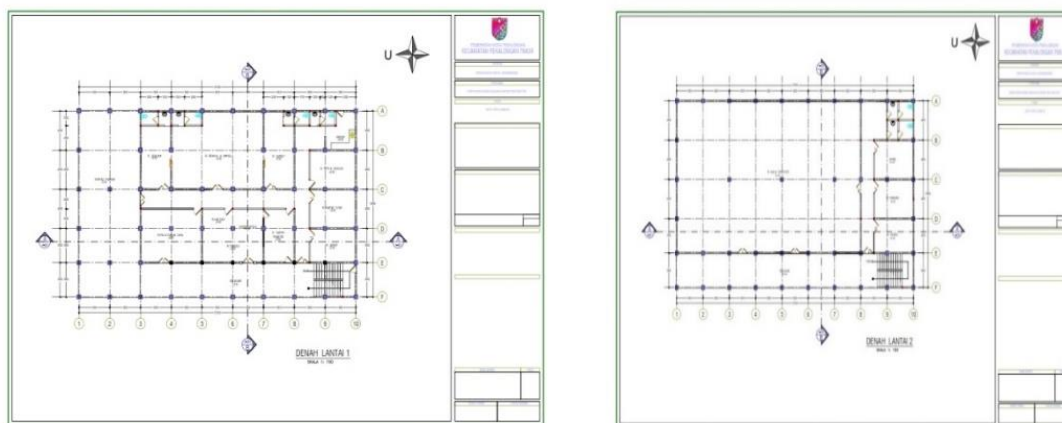
HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Gambar

Desain gambar merupakan panduan untuk semua proses atau sebagai awal dasar suatu proyek konstruksi sehingga perencanaan bangunan tidak dibuat sembarangan, salah satunya dalam perhitungan struktur suatu bangunan.

1. Perencanaan Gambar Denah

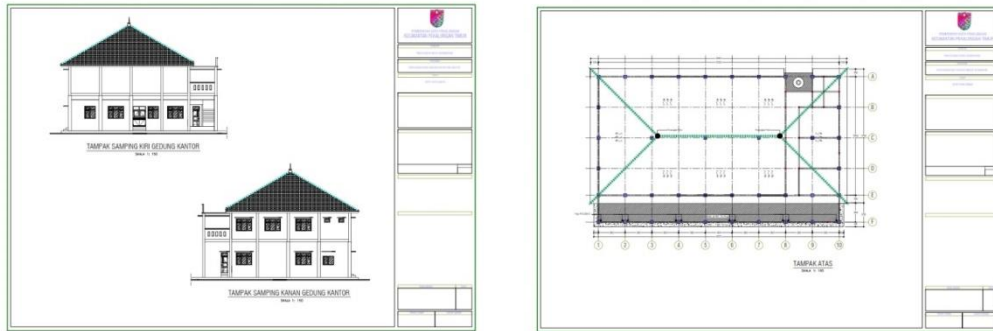
Perencanaan gambar denah pada Gedung Kantor Kecamatan Pekalongan Timur ini ada dua, yaitu denah lantai 1 dan denah lantai 2. Untuk lebih jelasnya perencanaan gambar denah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Denah Lantai 1 dan 2

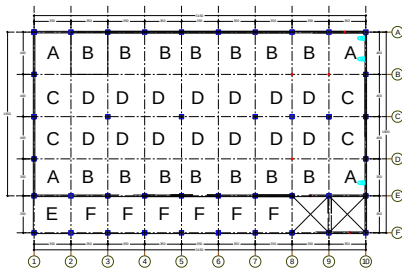
2. Perencanaan Gambar Tampak
Perencanaan gambar tampak yang diperlukan untuk dasar perhitungan

struktur yaitu tampak atas dan tampak bangunan, untuk selengkapnya gambar tampak dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Gambar Tampak Bangunan

3. Perencanaan Plat Lantai
Rencana plat lantai yang akan dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Denah Plat Lantai

Perhitungan Pembebanan Plat Lantai

- Beban hidup (ql)**
Beban hidup fungsi gedung untuk ruang pertemuan tiap 1 m = 400 kg/m²
- Beban mati (qd) tiap 1 m**
Berat plat sendiri
= 0,12 x 2.400 x 1 = 288 kg/m
Berat keramik (1 cm)
= 0,01 x 2.400 x 1 = 24 kg/m
Berat spesi (2 cm)
= 0,02 x 2.400 x 1 = 42 kg/m
Berat plafond + instalasi listrik = 25 kg/m
Berat pasir (2 cm)
= 0,02 x 1.600 x 1 = 32 kg/m

$$\begin{aligned} \text{Total beban mati (qd)} \\ &= 411 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Beban ultimate (qU)} \\ qU &= 1,2 \text{ qd} + 1,6 \text{ ql} \\ &= 1,2 \cdot 411 + 1,6 \cdot 400 \\ &= 493,2 + 640 \\ &= 1.233,2 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Momen

Diambil Momen yang terbesar

$$\begin{aligned} \text{a. Tipe Plat A} \\ Ly/Lx &= 3,5/4 = 0,88 \\ Mlx &= 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1.233,2 \cdot (4)^2 \cdot 28 \\ &= 552,474 \text{ kgm} \\ Mly &= 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1.233,2 \cdot (4)^2 \cdot 28 \\ &= 552,474 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Tipe Plat B} \\ Ly/Lx &= 3,5/4 = 0,88 \\ Mlx &= 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1.233,2 \cdot (4)^2 \cdot 37 \\ &= 730,054 \text{ kgm} \\ Mly &= 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1.233,2 \cdot (4)^2 \cdot 31 \\ &= 611,667 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Tipe Plat C} \\ Ly/Lx &= 3,5/4 = 0,88 \\ Mlx &= 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1.233,2 \cdot (4)^2 \cdot 31 \\ &= 611,667 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mly &= 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1.233,2 \cdot (4)^2 \cdot 37 \\ &= 730,054 \text{ kgm} \end{aligned}$$

d. Tipe Plat D

$$\begin{aligned} Ly/Lx &= 3,5/4 = 0,88 \\ Mlx &= 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1.233,2 \cdot (4)^2 \cdot 44 \\ &= 868,173 \text{ kgm} \\ Mly &= 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1.233,2 \cdot (4)^2 \cdot 44 \\ &= 868,173 \text{ kgm} \end{aligned}$$

e. Tipe Plat E

$$\begin{aligned} Ly/Lx &= 3,5/3,5 = 1,00 \\ Mlx &= 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1.233,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 26 \\ &= 392,456 \text{ kgm} \\ Mly &= 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,001 \cdot 1.233,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 21 \\ &= 316,983 \text{ kgm} \end{aligned}$$

f. Tipe Plat F

$$\begin{aligned} Ly/Lx &= 3,5/3,5 = 1,00 \\ Mlx &= 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1.233,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 32 \\ &= 483,022 \text{ kgm} \\ Mly &= 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1.233,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 22 \\ &= 332,078 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Penulangan Plat Lantai

Perhitungan kebutuhan penulangan plat lantai diambil dari hasil perhitungan momen lapangan arah x dan y terbesar. Untuk perhitungan momen selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Tabel Perhitungan Momen

Type Plat	Ly/Lx (m)	Mlx (kgm)	Mly (kgm)
A	3,5/4 = 0,88	552,474	552,474
B	3,5/4 = 0,88	730,054	611,667
C	3,5/4 = 0,88	611,667	730,054
D	3,5/4 = 0,88	868,163	868,163
E	3,5/3,5 = 1	392,456	316,983
F	3,5/3,5 = 1	483,022	332,078

Dari perhitungan momen diambil momen terbesar, yaitu :

$$Mlx = 868,163 \text{ kgm}$$

$$Mly = 868,163 \text{ kgm}$$

Data :

$$\text{Tebal plat (h)} = 12 \text{ cm} = 120 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal penutup (d')} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter tulangan } (\varnothing) = 10 \text{ mm}$$

$$b = 1000$$

$$fy = 240 \text{ Mpa}$$

$$fc = 30 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tinggi efektif (d)}$$

$$= h - d' - \varnothing - 1/2 \cdot \varnothing$$

$$= 120 - 20 - 10 - 1/2 \cdot 10$$

$$= 85 \text{ mm}$$

Tinggi efektif

$$dx = h - d - 1/2 \cdot \varnothing$$

$$= 120 - 20 - 1/2 \cdot 10$$

$$= 95 \text{ mm}$$

$$dy = h - d - \varnothing - 1/2 \cdot \varnothing$$

$$= 120 - 20 - 10 - 1/2 \cdot 10$$

$$= 85 \text{ mm}$$

Untuk plat digunakan

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\}$$

$$= \frac{0,85 \cdot 30}{240} \cdot 0,85 \cdot \left\{ \frac{600}{600 + 240} \right\}$$

$$= 0,0645$$

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

$$= 0,0483$$

$$\rho_{min} = 0,002 \text{ (untuk pelat)}$$

Penulangan Lapangan Arah X

$$Mu = 868,163 \text{ kgm}$$

$$= 8,68 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\varnothing} = \frac{8,68 \cdot 10^6}{0,8}$$

$$= 10,85 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{10,85 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2}$$

$$= 1,14 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{F_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,411$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \cdot \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right\}$$

$$= \frac{1}{9,411} \cdot \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,411 \cdot 1,14}{240}} \right\}$$

$$= 0,00488$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho < \rho_{\text{min}}, \text{ dipakai } \rho = 0,00488$$

$$A_s = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d_x$$

$$= 0,00488 \cdot 1000 \cdot 95$$

$$= 464,350 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan } \emptyset 10$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \Pi \cdot (10)^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan}$$

$$= \frac{464,350}{78,5} = 5,91 \sim 6 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan dalam 1 m'}$$

$$= \frac{1000}{6} = 166,67 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak maksimum}$$

$$= 2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\text{As yang timbul}$$

$$= 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot \Pi \cdot (10)^2$$

$$= 471 > 464,35 \text{ (As)OK!}$$

$$\text{Dipakai tulangan dia } \mathbf{10 - 150 \text{ mm}}$$

Penulangan Lapangan Arah Y

$$M_u = 868,163 \text{ kgm}$$

$$= 8,68 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{8,68 \cdot 10^6}{0,8}$$

$$= 10,85 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{10,85 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2}$$

$$= 1,14 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{F_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,411$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \cdot \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right\}$$

$$= \frac{1}{9,411} \cdot \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,411 \cdot 1,14}{240}} \right\}$$

$$= 0,00488$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho < \rho_{\text{min}}, \text{ dipakai } \rho = 0,00488$$

$$A_s = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d_x$$

$$= 0,00488 \cdot 1000 \cdot 95$$

$$= 464,350 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan } \emptyset 10$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \Pi \cdot (10)^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan}$$

$$= \frac{464,350}{78,5} = 5,91 \sim 6 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan dalam 1 m'}$$

$$= \frac{1000}{6} = 166,67 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak maksimum}$$

$$= 2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\text{As yang timbul}$$

$$= 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot \Pi \cdot (10)^2$$

$$= 471 > 464,35 \text{ (As)OK!}$$

$$\text{Dipakai tulangan dia } \mathbf{10 - 150 \text{ mm}}$$

Rekapitulasi Tulangan

Dari perhitungan diatas diperoleh:

Tulangan lapangan arah x

$\emptyset 10 - 150 \text{ mm}$

Tulangan lapangan arah y

$\emptyset 10 - 150 \text{ mm}$

4. Perhitungan Pembebanan Balok

Pada perhitungan pembebanan balok ada beberapa tahapan, pada Balok B1 sampai dengan Balok B9, input beban berupa beban mati berupa berat sendiri balok, berat plat lantai, dan berat dinding $\frac{1}{2}$ bata, sedangkan beban hidup berupa untuk beban hidup ruang rapat, beban hidup ruang pertemuan, untuk selengkapnya perhitungan pembebanan balok dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini dan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Data Teknis

$$\text{Mutu Beto (f'c)} = 225 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Mutu Baja (f'y)} = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Balok P} = 0,35$$

$$\text{Ket : B3 B} = 0,70$$

$$a = \frac{0,02 \cdot \left(\frac{1+4}{2} \right) \cdot 1,5}{4} = 1,96875$$

1. Beban Mati

$$\text{Berat Sendiri Balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 2400$$

$$= 588,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat Plat Lantai} = 1,97 \cdot 351$$

$$= 691,031 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Mati (qd)}$$

$$= 588 + 691,031$$

$$= 1279,03 \text{ kg/m}$$

$$= 1,28 \text{ ton/m}$$

2. Beban Hidup

Beban Hidup Ruang Pertemuan

$$= 1,969 \times 250$$

$$= 492,2 \text{ kg/m}$$

$$= 0,49 \text{ ton/m}$$

Tabel 2. Perhitungan Pembebanan Balok

No	Balok	P	B	A	Beban Mati		Beban Hidup	
					Kg/m	Ton/m	Kg/m	Ton/m
1	B3	0,35	0,70	1,97	1279,03	1,28	492,2	0,49
2	B4	0,35	0,70	1,97	2104,03	2,1	492,2	0,49
3	B5	0,25	0,40	2,00	942	0,94	500	0,50
4	B6	0,25	0,40	2,00	1767	1,77	500	0,50
5	B7	0,35	0,70	1,75	1202,25	1,2	437,5	0,44
6	B8	0,25	0,40	1,75	1066,23	1,07	437,5	0,44
7	B1	0,25	0,4	0,851	1363,59	1,36	212,7	0,21
8	B9	0,20	0,60	0,851	1086,59	1,09	212,7	0,21
9	B2	0,35	0,70	0,984	1758,52	1,76	246,1	0,25

5. Perhitungan pembebanan Kolom
 Dimensi Kolom Utama LT-1 = 40/40
 Dimensi Kolom Utama LT-2 = 30/30

1. Beban Mati

Berat Penutup Atap
 $= 31,5 \times 15,5 \times 12 = 5859,00 \text{ kg}$
 Berat Kuda-kuda
 $= 31,5 \times 15,5 \times 6 = 2929,50$

2. Beban Tiap Kolom

$$= \frac{8788,5}{26} = 338 \text{ kg} = 0,34 \text{ ton}$$

Beban Total Kolom Utama Lt 1
 $= 0,40 \times 0,4 \times 40 \times 2400$
 $= 1536,00 \text{ kg}$

$$= 338,02 + 1536,0$$

$$= 1874,02 \text{ kg}$$

Beban Total Kolom Utama Lt 2

$$= 0,30 \times 0,3 \times 4,0 \times 2400$$

$$= 864,00 \text{ kg}$$

$$= 338,0 + 864,00 = 1202,02 \text{ kg} = 1,2 \text{ ton}$$

6. Perhitungan Tulangan Beton

Pada perhitungan pembebanan tulangan ada beberapa tahapan, adapun hasil perhitungan pembebanan tulangan dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Tabel Pengecekan Tulangan Beton

No	Tulangan	b	H	Luasan Pokok Asp (mm ²)		Ø	1/4*π*d^2 mm ²	S	As Aktual mm2	Cek
				top	Bottom					
A	BALOK INDUK I (35/70)									
1	Batang	350	700	975,61		19	283,385	5	1416,92	Aman
	311	350	700		314,486	19	283,385	3	850,155	Aman
B	BALOK INDUK II (25/40)									
1	Batang	250	400	531,93		14	153,86	5	769,3	Aman
	183	250	400		169,168	14	153,86	3	461,58	Aman
C	BALOK III (20/60)									
1	Batang	200	600	142,74		14	153,86	3	461,58	Aman
	356	200	600		35,424	14	153,86	3	461,58	Aman
D	SLOOF (20/30)									
1	Batang	200	300	196,91		12	113,04	3	339,12	Aman
	298	200	300		63,745	12	113,04	3	339,12	Aman
E	KOLOM Lt 1 (40/40)									
1	Batang 82	400	400	1600		16	200,96	8	1607,66	Aman
F	KOLOM Lt 2 (30/30)									
1	Batang 7	300	300	900		16	200,96	8	2267,08	Aman

Tabel 4. Tabel Perhitungan Tulangan

No	Tulangan	Tulangan Terpasang	Av/S Perlu	Ø	Ast $1/4 \cdot \pi \cdot d^2$ (mm ²)	Ja rak	Av/S Ak tual	Cek	Tulangan Terpasang
A BALOK INDUK I (35/70)									
1	Batang 311	5D-19	0,292	8	50,24	150	0,33	Aman	8-150
		3D-19	0,292	8	50,24	150	0,33	Aman	8-150
B BALOK INDUK II (25/40)									
1	Batang	3D-14	0,208	8	50,24	150	0,33	Aman	8-150
	449	3D-14	0,208	8	50,24	150	0,33	Aman	8-150
C BALOK III (20/60)									
1	Batang	3D-14	0,167	8	50,24	150	0,33	Aman	8-150
	356	3D-14	0,167	8	50,24	150	0,33	Aman	8-150
D SLOOF (20/30)									
1	Batang	3D-12	0,167	8	50,24	150	0,33	Aman	8-150
	296	3D-12	0,167	8	50,24	150	0,33	Aman	8-150
E KOLOM Lt 1 (40/40)									
1	Batang 115	8D-16	0,332	8	50,24	125	0,40	Aman	8-125
F KOLOM Lt 2 (30/30)									
1	Batang 119	6D-16	0,225	8	50,24	150	0,33	Aman	8-150

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisa pada pembahasan yang telah dilakukan, menghasilkan beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Pelat lantai didesain sebagai pelat dua arah dengan hasil analisa penulangan :
Lapangan dan tumpuan arah X : $\emptyset 10 - 150 \text{ mm}$
Lapangan dan tumpuan arah Y : $\emptyset 10 - 150 \text{ mm}$
2. Balok 1 (B1) dengan penulangan
Dimensi : $350 \times 700 \text{ mm}$
Tumpuan atas : 5D19
Tumpuan bawah : 3D19
Lapangan atas : 3D19
Lapangan bawah : 5D19
Geser Tumpuan : $\emptyset 8-100$
Geser Bawah : $\emptyset 8-150$
3. Balok 2 (B2) dengan penulangan
Dimensi : $250 \times 400 \text{ mm}$
Tumpuan atas : 5D14
Tumpuan bawah : 3D14
Lapangan atas : 3D14
Lapangan bawah : 5D14
Geser Tumpuan : $\emptyset 8-100$
Geser Bawah : $\emptyset 8-150$
4. Balok 2 (B2) dengan penulangan
Dimensi : $200 \times 600 \text{ mm}$
Tumpuan atas : 3D14
Tumpuan bawah : 3D14
Lapangan atas : 3D14
Lapangan bawah : 3D14
Geser Tumpuan : $\emptyset 8-100$
Geser Bawah : $\emptyset 8-150$
5. Kolom 1 (K1) dengan penulangan
Dimensi : $400 \times 400 \text{ mm}$
Tulangan Utama : 8D16
Tulangan Geser : $\emptyset 8-100$
6. Kolom 2 (K2) dengan penulangan
Dimensi : $300 \times 300 \text{ mm}$
Tulangan Utama : 6D16
Tulangan Geser : $\emptyset 8-150$
7. Sloof dengan penulangan :
Dimensi : $200 \times 300 \text{ mm}$
Tumpuan atas : 3D12
Tumpuan bawah : 3D12
Lapangan atas : 3D12
Lapangan bawah : 3D12

Geser Tumpuan : $\emptyset 8-150$

Geser Bawah : $\emptyset 8-150$

Saran

Saran-saran penulis dari hasil perencanaan struktur gedung teknis antara lain sebagai berikut :

1. Dalam merencanakan struktur bangunan gedung harus teliti dan mengacu pada peraturan yang disyaratkan.
2. Desain portal kolom harus lebih kuat dari baloknya terutama untuk struktur bangunan tahan gempa.
3. Dalam perencanaan struktur menggunakan program bantu SAP harus diperhatikan ketelitian dalam input data karena sangat berpengaruh terhadap hasil perhitungan.
4. Perencanaan penulangan struktur gedung dari hasil *output* SAP harus ditinjau kembali dengan perhitungan manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah P. 2018. *Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya : ITS PRESS
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013)*. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847-2013)*. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012)*. Jakarta: BSN
- Dipohusodo Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017*. Jakarta: KPUPR