

**ANALISIS PERENCANAAN STURUKTUR PADA PROYEK
PEMBANGUNAN GEDUNG SEKOLAH
SANTO THOMAS II**

Oleh :

Robinson Sidjabat ¹⁾

Rahelina Ginting ²⁾

Hendra Pilippus Sihotang ³⁾

Hendra Simbolon ⁴⁾

Universitas Darma Agung Medan ^{1,2,3,4)}

E-mail :

robinsonsidjabat@gmail.com ¹⁾

grahelina77@gmail.com ²⁾

pilippushendra@gmail.com ³⁾

xhendrapyo@gmail.com ⁴⁾

History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:

Received : 25 September 2022

Revised : 10 Oktober 2022

Accepted : 23 Januari 2023

Published : 24 Februari 2023

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



ABSTRACT

Even in this digital era, schools are still very important for the needs of the community. Without schools, people's quality of life will be disrupted. As a result, adequate school buildings are needed to ensure the smooth running of educational activities. One of the best educational foundations in North Sumatra is the Santo Thomas Foundation. In North Sumatra, Santo Thomas operates several branch schools, one of which is located on Jalan S. Parman in the Santo Thomas II school building. School buildings must only be damaged without collapsing in order to remain strong in the face of extreme conditions. Evaluation of the design of the floor slabs, field reinforcement, and y-direction supports showed that the numbers 10–150 differed from those depicted in the figure, which ranged from 10–240. The field gain and x-direction support in the range of 10 to 150 differ from that depicted in the figure in the range of 10 to 420. For the 5D19 and 3D19 bottom supports, the tie beam calculations and initial data are obtained, respectively. 3D25 and 3D25 for the field from the evaluation results. ; 4D25 for the top and bottom 7D25 in the field. Pile Cap received D19-200 and D19-200 for the bottom and D19-250 for the top and bottom reinforcement, respectively, from the evaluation results for the longitudinal iron.

Keywords : *gedung sekolah, Evaluasi desain, Tulangan Sturktur*

ABSTRAK

Bahkan di era digital ini, sekolah tetap sangat penting untuk kebutuhan masyarakat. Tanpa sekolah, kualitas hidup masyarakat akan terganggu. Oleh karena itu, diperlukan gedung sekolah yang memadai untuk menjamin kelancaran kegiatan pendidikan. Salah satu yayasan pendidikan terbaik di Sumatera Utara adalah Yayasan Santo Thomas. Di Sumatera Utara, Santo Thomas mengoperasikan beberapa sekolah cabang, salah

satunya terletak di Jalan S. Parman di gedung sekolah Santo Thomas II. Bangunan sekolah hanya boleh dirusak tanpa ambruk agar tetap kokoh dalam menghadapi kondisi ekstrim. Evaluasi desain pelat lantai, tulangan medan, dan tumpuan arah y menunjukkan bahwa angka 10–150 berbeda dengan angka yang digambarkan pada gambar, yaitu berkisar antara 10–240. Gain medan dan tumpuan arah-x dalam kisaran 10 hingga 150 berbeda dari yang digambarkan pada gambar dalam kisaran 10 hingga 420. Untuk tumpuan bawah 5D19 dan 3D19, perhitungan balok pengikat dan data awal diperoleh, masing-masing. 3D25 dan 3D25 untuk lapangan dari hasil evaluasi. ; 4D25 untuk 7D25 atas dan bawah di lapangan. Pile Cap masing-masing menerima D19-200 dan D19-200 untuk bagian bawah dan D19-250 untuk tulangan atas dan bawah dari hasil evaluasi untuk besi longitudinal.

Kata kunci: Gedung Sekolah, Evaluasi Desain, Perkuatan Struktur

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bahkan di era serba digital ini, sekolah tetap sangat penting untuk kebutuhan masyarakat. Tanpa sekolah, kualitas hidup masyarakat akan terganggu. Akibatnya, diperlukan gedung sekolah yang memadai untuk menjamin kelancaran kegiatan pendidikan. Salah satu yayasan pendidikan terbaik Sumatera Utara adalah Yayasan Santo Thomas. Di Sumatera Utara, Santo Thomas mengoperasikan beberapa cabang sekolah yang salah satunya terletak di Jalan S. Parman di gedung sekolah Santo Thomas II. Dibangun gedung sekolah sembilan lantai untuk Yayasan Santo Thomas II untuk mengembangkan fasilitasnya. Gedung Sekolah Santo Thomas II dimulai pada tahun 2018 dan selesai pada tahun 2020.

Struktur bangunan sekolah Santo Thomas harus memiliki kekuatan 1,5 kali lebih besar dari bangunan lain, sebagaimana ditentukan oleh SNI Gempa tahun 2012. Bangunan sekolah hanya boleh dirusak tanpa runtuh agar tetap kuat dalam menghadapi kondisi ekstrim. Agar suatu gedung atau struktur gedung aman dalam waktu yang ditentukan, maka gedung tersebut harus mampu menahan beban dan gaya yang bekerja padanya.

Laporan tugas akhir ini akan mengkaji struktur gedung Santo Thomas II dengan mempertimbangkan informasi di atas agar menghasilkan bangunan yang tahan lama, efektif, dan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang menjadi pedoman perencanaan konstruksi struktur beton.

1.2. Rumusan Masalah

Penulis hanya memiliki beberapa poin dan tujuan dalam menulis laporan akhir ini:

1. Bagaimana menghitung struktur gedung dan gaya pada proyek pembangunan gedung Santo Thomas II dengan beban-beban yang direncanakan ?
2. Berapakah dimensi struktur pada proyek pembangunan gedung Santo Thomas II ?
3. Bagaimana cara merencanakan desain struktur pada proyek pembangunan Gedung Santo Thomas II?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulis adalah:

1. Untuk menghitung struktur gedung dan gaya pada proyek pembangunan Gedung Santo Thomas II dengan beban-beban yang direncanakan.

2. Untuk menghitung dimensi struktur pada proyek pembangunan Gedung Santo Thomas II.
3. Untuk Merencanakan ulang desain struktur pada proyek pembangunan Gedung Santo Thomas II.

1.4. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Bagi Penulis, penulisan skripsi ini memperkaya pengetahuan penulis tentang perencanaan struktur yang kokoh dan tahan terdapat gempa.
2. Untuk pembaca, sebagai referensi dan pengetahuan dalam merencanakan suatu bangunan dalam konteks struktur yang kokoh, tahan gempa dan efisien.
3. Sebagai pengetahuan tambahan bagi dunia keilmuan dengan pembahasan struktur yang kokoh, tahan gempa dan efisien.

1.5. Batasan Masalah

Masalah dalam penelitian ini dibatasi menjadi :

1. Perancangan elemen struktur menggunakan analisis yang mengacu pada SNI 2847-2013 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.
2. Analisa yang dibahas pada bagian struktur kolom, balok, dan pelat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Uraian Umum

Sebelum memulai pembangunan pada struktur bertingkat tinggi, diperlukan analisis yang cermat dan mendalam untuk menghasilkan keluaran berupa dimensi dan spesifikasi tertentu yang

memenuhi persyaratan bangunan. Analisis rencana meliputi: Struktur dasar bangunan, atau pondasi, dan struktur atas yang memiliki bentuk fisik. Sebagai masukan untuk proses analisis perencanaan, diperlukan data pendukung yang lengkap untuk perencanaan ini.

2.2. Beton Bertulang

Dua jenis bahan secara logis digabungkan dalam beton bertulang: Batang baja yang tertanam dalam beton polos, yang memiliki kuat tekan tinggi tetapi kuat tarik rendah, dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan.

Beton diasumsikan tidak memiliki kekuatan tarik ketika merancang struktur beton bertulang, sehingga memerlukan penggunaan bahan lain untuk mendukung gaya tarik yang bekerja. Tulangan, sejenis batang baja, biasanya merupakan bahan yang digunakan.

Baja cacat atau baja ulir, sejenis tulangan berulir pada permukaan tulangan, telah dikembangkan untuk meningkatkan kekuatan ikatan antara tulangan dan beton di sekitarnya.

Tabel berikut menampilkan pengelompokan baja tulangan untuk beton bertulang:

Tabel 2.1 Jenis dan kelas baja tulangan menurut SII 0136 - 80

Jenis	Kelas	Simbol	Batas Ulur Maksimum (MPa)	Kuat Tarik Minimum (MPa)
Polos	1	BJTP-24	235	382
	2	BJTP-30	294	480
Ulir	1	BJTD-24	235	382
	2	BJTD-30	294	480
	3	BJTD-35	343	490
	4	BJTD-40	392	559
	5	BJTD-50	490	610

2.3. Perencanaan Struktur Bangunan

Beban terfaktor adalah beban yang dipakai merancang elemen dengan kekuatan yang cukup. Kecuali untuk beban angin dan gempa, yang telah

ditetapkan sebagai beban kekuatan dalam ASCE / SEI 7, beban terfaktor ialah beban layan dikalikan dengan faktor yang sesuai untuk persyaratan kekuatan .digunakan dengan cara biasa.Selama fase analisis beban desain bangunan, penting untuk membedakan antara beban statis dan dinamis.Ide pemisahan dimaksudkan untuk memudahkan tahap analisis berikutnya untuk mengelompokkan hubungannya dengan beban kombinasi.

2. 4 Analisia Struktur Terhadap Gempa

Struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas serta dasar. Struktur atas ialah bagian dari struktur gedung yang terletak di atas muka tanah sebaliknya Struktur dasar merupakan bagian dari struktur bangunan yang terletak di dasar muka tanah yang bisa terdiri dari struktur basement, ataupun struktur pondasi lainnya.(SNI 03- 1726- 2012):

1. Persyaratan dasar

langkah analisis serta desain seismik yang digunakan dalam perencanaan struktur bangunan gedung serta komponennya semacam yang diresmikan dalam pasal ini. Struktur bangunan gedung wajib mempunyai sistem penahan style lateral serta vertikal yang lengkap, serta sanggup berikan kekuatan, kekuatan serta kapasitas di spasi tenaga yang lumayan.

2. Desain elemen struktur, desain sambungan serta batas deformasi.

bagian struktur orang tercantum yang bukan ialah bagian sistem penahan style gempa hendaknya terbuat dengan kekuatan yang bisa buat menahan geser, style aksial serta momen yang ditetapkan wajib cocok dengan metode ini.

3. Lintasan beban yang menerus serta keterhubungan. Lintasan- lintasan beban yang menerus dengan kekakuan serta kekuatan yang mencukupi wajib disediakan buat mentranfer seluruh style serta titik pembebanan sampai titik akhir penumpuan.

4. Sambungan ke tumpuan Sambungan pengaman buat menahan style horisontal yang berkerja paralel terhadap elemen struktur wajib disediakan buat tiap balok, girder langsung keelemen tumpuannya ataupun ke plat yang di desain bekerja selaku diafragma.

Struktur bangunan gedung wajib digolongkan selaku beraturan ataupun tidak beraturan. Struktur yang tidakenuhi syarat diatas diresmikan selaku gedung tidak beraturan

bersumber pada konfigurasi horizontal serta vertikal bangunan gedung.

2. 5.Rencana Sturktur

Pelat lantai merupakan sesuatu konstruksi yang menumpu langsung pada balok serta ataupun bilik geser. Pelat lantai yang direncanakan dapat menahan beban mati serta beban hidup secara Bersama cocok campuran pembebanan yang hendak bekerja diatasnya.

Syarat pada pasal ini berlaku buat perencanaan pelat nonprategang serta prategang dengan metode penulangan buat lentur satu arah, tercantum:

a) Pelat yang solid

b) Pelat yang dicor di atas dek baja nonkomposit

c) Pelat beton komposit yang dibentuk dengan metode mengecor terpisah

serta disambung kan sehingga seluruh komponen hendak memikul beban selaku satu kesatuan.

d) Pracetak, pelat prategang berongga

Memastikan pembebanan pelat

$W_u = 1, 2 DL + 1, 6 LL$

LL= beban hidup diambil cocok guna pelat

DL= beban mati

4. Menghitung Momen

$M_u = 0, 001 \cdot W_u \cdot Lx^2 \cdot x$

M_u = Momen pada pelat

W_u = Beban dibagi rata yang bekerja pada pelat

Lx = Bentang pelat arah x

x = Koefisien momen

Kokoh geser beton (V_c) serta kokoh geser tulangan sengkang (V_s) pada penampang balok silih berkolaborasi buat memperoleh kokoh geser nominal (V_n). Pada peraturan SNI 2847: 2013 (Pasal 22. 5. 1. 1) buat persamaan kokoh geser nominal pada penampang balok bisa dilihat dibawah ini.

$$\phi V_n = V_c + V_s$$

Keterangan:

V_n = kuat geser nominal (N)

V_c = kuat geser yang disumbangkan oleh beton (N)

V_s = kuat geser yang disumbangkan oleh tulangan (N)

Pada peraturan SNI 2847:2013 (Pasal 22.5.5.1) persamaan kuat geser penampang yang disumbangkan oleh beton dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

$$V_c = 0,17\lambda\sqrt{f'c} b_w \cdot d$$

Keterangan:

V_c = Kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton (N)

$f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)

b_w = Lebar penampang balok (mm)

d = Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tekan longitudinal (mm).

λ = Koefisien friksi, berat normal beton $\lambda = 1.0$ (Tabel SNI 2847-2013)

Pada peraturan SNI 2847:2013 (Pasal 22.5.10.5.3) persamaan kuat geser penampang yang disumbangkan oleh tulangan geser dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

- Pengaruh kelangsingan pada struktur rangka bergoyang

$$\frac{k l_u}{r} \leq 22$$

- Pengaruh kelangsingan pada struktur rangka tidak bergoyang

$$\frac{k l_u}{r} \leq 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \leq 40$$

Keterangan:

k = faktor panjang efektif kolom

l_u = Panjang komponen struktur kolom (m)

M_1 = Momen ujung terfaktor terkecil pada ujung kolom (kNm)

M_2 = Momen ujung terfaktor terbesar pada ujung kolom (kNm)

r = jari-jari girasi ($r = \sqrt{\frac{I_c}{A}}$)

e. Menentukan Nilai Momen Perbesaran pada Struktur Rangka Bergoyang

Berdasarkan peraturan SNI 2847:2013 pasal 6.6.4.6.1 dalam struktur rangka bergoyang nilai M_1 dan M_2 harus dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$M_1 = M_{1ns} +$$

$$\delta_s M_{1s}$$

$$M_2 = M_{2ns} +$$

$$\delta_s M_{1s}$$

Keterangan:

M_{1ns} = Momen-momen ujung satu terfaktor akibat beban gravitasi (kNm)
 M_{2ns} = Momen-momen ujung dua terfaktor akibat beban gravitasi (kNm)
 M_{1s} = Momen terfaktor akibat beban gempa pada ujung satu (kNm)
 M_{2s} = Momen terfaktor akibat beban gempa pada ujung dua (kNm)
 δ_s = Faktor perbesaran momen

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

Sebuah studi sistematis kualitatif atau kuantitatif yang menggunakan berbagai metode dan teknik analisis disebut sebagai metodologi. Analisis kualitatif dapat digunakan dalam beberapa analisis ilmiah, seperti halnya analisis kuantitatif. Untuk menentukan tingkat akurasi analisis, kedua analisis dipakai untuk saling memeriksa.

3.2 Pengumpulan Data

Berdasarkan jenis datanya, data yang digunakan sebagai bahan acuan Laporan Tugas Akhir ini dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu data primer dan data sekunder.

3.3 Metode Analisis

Metode yang dipakai untuk perencanaan bangunan dan desain struktur disediakan dalam sub-bab ini. Komponen bangunan utama dari struktur portal dan struktur pondasi termasuk dalam langkah-langkah yang disebutkan.

1. Berikut adalah langkah-langkah perencanaan dan perancangan komponen struktur atap :

a. Kumpulkan data tentang perencanaan

b. Dapatkan data beban.

c. Menghitung elemen struktur.

2. Perencanaan dan desain komponen struktur (pelat, balok, dan kolom) meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

a. Kumpulkan data tentang perencanaan

b. Dapatkan data beban.

c. Menghitung elemen struktur.

Langkah-langkah di atas dapat digunakan sebagai panduan untuk menyelesaikan perhitungan dan analisis. Dengan demikian, diharapkan langkah-langkah ini dapat diselesaikan dengan urutan yang logis untuk memastikan kelancaran laporan tugas akhir.

3.4 Rencana Teknis Pelaksanaan Studi

Tiga bulan dialokasikan untuk tugas akhir yang disebut "Proyek Pembangunan Gedung Santo Thomas II". Oleh karena itu, diperlukan perencanaan kerja yang baik agar Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat waktu.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Plat Lantai

Pelat lantai semuanya direncanakan memakai beton bertulang dengan mutu beton $f'c = 25$ Mpa dan mutu baja tulangan, $f_y = 240$ Mpa untuk tulangan polos dan $f_y = 400$ Mpa untuk tulangan besi ulir. Pelat lantai dihitung dengan asumsi setiap pelat lantai akan dibatasi balok, baik balok anak maupun balok induk.

HASIL PERHITUNGAN MOMEN PELAT LANTAI

$$M_{tx} = 0,001 \times 8,704 \times 3,75^2 \times 60 = 7,344 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned}
M_{lx} &= 0,001 \times 8,704 \times 3,75^2 \times 60 = 7,344 \text{ KNm} \\
M_{ty} &= 0,001 \times 8,704 \times 3,75^2 \times 35 = 4,284 \text{ KNm} \\
M_{ly} &= 0,001 \times 8,704 \times 3,75^2 \times 35 = 4,284 \text{ KNm}
\end{aligned}$$

Tulangan yang digunakan untuk tulangan lentur arah X lapangan adalah $\emptyset 10 - 150$

CHECK KEKUATAN NOMINAL DESAIN PELAT

$$\begin{aligned}
\text{As pakai} &= \frac{b \cdot A_b}{s} \\
&= \frac{1000 \cdot 78,54}{150} \\
&= 523,6 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

As pakai \geq As min
 $523,6 \text{ mm}^2 < 553,85 \text{ mm}^2$, karena dari perhitungan ternyata tidak memenuhi syarat. Dimana Aspakai $<$ Asmin, maka nilai yang digunakan untuk As pakai adalah nilai dari As min.

$$\begin{aligned}
a &= \frac{\text{As pakai} \cdot F_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \\
&= \frac{523,6 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} \\
&= 5,914 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\emptyset M_n &= \emptyset \cdot \text{As pakai} \cdot F_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \\
&= 0,9 \cdot 553,85 \cdot 240 \cdot \left(95 - \frac{5,914}{2}\right) \\
&= 11,0113 \text{ KNm}
\end{aligned}$$

$\emptyset M_n \geq M_{lx}$
 $11,0113 \text{ KNm} > 4,284 \text{ KNm} \dots \text{OK!!!}$
Tulangan yang direncanakan AMAN !!!!

PERHITUNGAN GESER

$$\begin{aligned}
V_u &= \frac{1,15 \cdot w_u \cdot l_x}{2} \\
&= \frac{1,15 \cdot 8,704 \cdot 3,75}{2} \\
&= 18,768 \text{ KN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\emptyset V_c &= \emptyset \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d \\
&= 0,75 \cdot 0,17 \cdot \sqrt{25} \cdot 1000 \cdot 95 \\
&= 59375 \text{ N} \\
&= \frac{59375}{1000} \\
&= 59,375 \text{ KN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
0,5 \cdot \emptyset V_c &= 0,5 \cdot 59,375 \\
&= 29,688 \text{ KN}
\end{aligned}$$

Syarat:

$$0,5 \cdot \emptyset V_c \geq V_u$$

$29,688 \text{ KN} \geq 18,768 \text{ KN} \dots \text{!!!}$
Maka geser dapat ditahan oleh beton !!

4.2 Evaluasi Perencanaan Balok dan Kolom Portal Gedung

Menghitung momen kapasitas negatif $M^{(-)}$ pr dilihat dari tumpuan yang mengalami tarik dengan tulangan atas 11D19

$$\begin{aligned}
a^{(-)} \text{ pr} &= \frac{1,25 \cdot \text{Aspakai} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \\
&= \frac{1,25 \cdot 3118,819 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 400} \\
&= 183,5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M^{(-)} \text{ pr} &= 1,25 \cdot \text{As} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a^{(-)} \text{ pr}}{2}\right) \\
&= 1,25 \cdot 3118,819 \cdot 400 \cdot \left(690,5 - \frac{183,5}{2}\right) \\
&= 933,7 \text{ KNm}
\end{aligned}$$

Menghitung momen kapasitas positif $M^{(+)}$ pr dilihat dari tumpuan yang mengalami tekan dengan tulangan 8D19

$$\begin{aligned}
a^{(+)} \text{ pr} &= \frac{1,25 \cdot \text{As} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \\
&= \frac{1,25 \cdot 2268,232 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 400} \\
&= 133,43 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M^{(+)} \text{ pr} &= 1,25 \cdot \text{As} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a^{(+)} \text{ pr}}{2}\right) \\
&= 1,25 \cdot 2268,232 \cdot 400 \cdot \left(690,5 - \frac{133,43}{2}\right) \\
&= 707,45 \text{ KNm}
\end{aligned}$$

Menghitung Gaya Geser yang diakibatkan Gravitasi Dihitung melalui Pendekatan Menggunakan SAP2000 Dengan Kombinasi Beban 1,2 . DL . + 1,6 LL

$$V_g = 265,116 \text{ KN}$$

a. Perhitungan Gaya Geser Akibat Gaya Gempa

$$V_e = \frac{M^{(-)} \text{ pr} + M^{(+)} \text{ pr}}{L_n} + V_g$$

$$\begin{aligned}
V_e &= \frac{933,7 + 707,45}{6,4} + 265,116 \\
&= 521,55 \text{ KN}
\end{aligned}$$

$$V_U \text{ sap2000} = 307,75 \text{ KN}$$

$V_e > V_U \text{ sap2000}$, maka gaya geser akibat gempa yang baru yaitu $521,55 \text{ KN}$
 $521,55 \text{ KN} > 307,75 \text{ KN}$

Menurut SNI 2847 : 2013 Pasal 21.5.4.2. Nilai V_c Jika memenuhi dua syarat, yaitu gaya geser yang diakibatkan gempa mewakili setengah atau lebih dari kekuatan geser perlu maksimal dalam panjang tersebut dan gaya tekan aksial terfaktor (P_u) termasuk pengaruh gempa kurang dari $\frac{A_g \cdot f'_c}{20}$

$V_e \geq 0,5 V_u$
 $260,773 \text{ KN} > 153,875 \text{ KN}$, berarti tidak memenuhi syarat:

Maka digunakan rumus sesuai SNI 2847: 2013 pasal 11.2.1.1

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{25} \cdot 400 \cdot 690,5 \\ &= 234,770 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\phi \text{ geser} = 0,75$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{521,55}{0,75} - 234,770 = 460,63 \text{ KN}$$

Cek V_s maks (SNI 2847:2013 pasal 11.4.7.9):

$$V_s \text{ maks} = 0,66 \cdot \alpha \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_s \text{ maks} = 0,66 \cdot 1 \cdot \sqrt{25} \cdot 400 \cdot 690,5 = 911,46 \text{ KN}$$

Maka digunakan : 2D10

$$\begin{aligned} S &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\ &= \frac{157,08 \cdot 400 \cdot 690,5}{460,63} \\ &= 94,1873 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{d}{4} \\ &= \frac{690,5}{4} \\ &= 172,625 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= 6 \cdot D_{\text{longitudinal}} \\ &= 6 \cdot 19 \\ &= 114 \text{ mm} \end{aligned}$$

Menurut SNI 2847:2013 Pasal 21.5.3.2 , spasi sengkang tertutup jangan melebihi 3 persyaratan diatas , oleh karena itu spasi yang dipakai adalah yang terkecil yaitu $94,1873 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$. Sengkang yang digunakan di tumpuan adalah 2D10 - 100.

Menurut SNI 2847:2013 21.3.4.3 , diluar sendi plastis tulangan sengkang tidak boleh melebihi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{d}{2} \\ &= \frac{690,5}{2} \\ &= 345,25 \text{ mm} \end{aligned}$$

Oleh karena itu digunakan spasi lapangan yang digunakan 2D10 - 150.

Perhitungan faktor distribusi momen joint atas

Arah X

$$E.I_k - \text{tinjauan} = 3,29235 \cdot 10^{14} \text{ N.mm}^2$$

$$E.I_k - \text{atas} = 3,29235 \cdot 10^{14} \text{ N.mm}^2$$

$$E.I_k - \text{bawah} = 3,29235 \cdot 10^{14} \text{ N.mm}^2$$

$$\begin{aligned} D_{\text{fatas}} &= \frac{E.I_k - \text{tinjauan}}{E.I_k - \text{tinjauan} + E.I_k - \text{atas}} \\ &= \frac{3,29235 \cdot 10^{14}}{3,29235 \cdot 10^{14} + 3,29235 \cdot 10^{14}} \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{\text{fbawah}} &= \frac{E.I_k - \text{tinjauan}}{E.I_k - \text{tinjauan} + E.I_k - \text{atas}} \\ &= \frac{3,29235 \cdot 10^{14}}{3,29235 \cdot 10^{14} + 3,29235 \cdot 10^{14}} \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Arah Y

$$E.I_k - \text{tinjauan} = 3,29235 \cdot 10^{14} \text{ N.mm}^2$$

$$E.I_k - \text{atas} = 3,29235 \cdot 10^{14} \text{ N.mm}^2$$

$$E.I_k - \text{bawah} = 3,29235 \cdot 10^{14} \text{ N.mm}^2$$

$$\begin{aligned} D_{\text{fatas}} &= \frac{E.I_k - \text{tinjauan}}{E.I_k - \text{tinjauan} + E.I_k - \text{atas}} \\ &= \frac{3,29235 \cdot 10^{14}}{3,29235 \cdot 10^{14} + 3,29235 \cdot 10^{14}} \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{\text{fbawah}} &= \frac{E.I_k - \text{tinjauan}}{E.I_k - \text{tinjauan} + E.I_k - \text{atas}} \\ &= \frac{3,29235 \cdot 10^{14}}{3,29235 \cdot 10^{14} + 3,29235 \cdot 10^{14}} \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Dari hitungan balok sebelum nya diperoleh

$$M_{pr} - \text{balok} = 933,7 \text{ KN.m}$$

$$M_{pr} - \text{kol 2 x} = \frac{D_{\text{f atas}}}{D_{\text{fatas}} + D_{\text{fbawah}}} \times M_{pr} - \text{balok}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0,5}{0,5 + 0,5} \times 933,7 \\ &= 466,85 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$$Mpr - \text{kol } 2y = \frac{Df \text{ atas}}{Df \text{ atas} + Df \text{ bawah}} \times Mpr - \text{balok} = 621,4 \text{ KN}$$

$$= \frac{0,5}{0,5+0,5} \times 933,7$$

$$= 466,85 \text{ KN.m}$$

Mpr-kol2x ≤ Mpr-kol 2y ≤ Mpr-kol 1 ,
maka Mpr-kol 2y atau 2x digunakan
dalam merencanakan gaya geser

$$V_e = \left(\frac{2 \cdot Mpr - \text{kol } 2y}{L} \right)$$

$$= \left(\frac{2 \cdot 466,85}{4} \right)$$

$$= 233,43 \text{ KN}$$

Setelah perhitungan gaya geser V_e
lebih dari gaya V_u yang diperoleh dari
Sap2000. Sehingga gaya geser yang
dihitung sudah memenuhi syarat.

$$V_e = 233,43 \text{ KN} > V_u = 199,24 \text{ KN}$$

Menentukan Tulangan Geser

Dari pernghitungan luas tulangan
geser minimum, dipilih nilai terbesar :

$$\text{Ash-22} = 3,488 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Penulangan daerah Io :

$$\text{Spasi} = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Ash} = \text{S.Ash-22}$$

$$= 150 \cdot 3,488$$

$$= 523,2 \text{ mm}^2$$

Digunakan D10 ($A_b = 78,54 \text{ mm}^2$)

Jumlah kaki sengkang :

$$n = \frac{\text{Ash}}{A_b} = \frac{523,2}{78,54} = 3,6 \approx 4$$

Sehingga digunakan 4D10 - 150

Penulangan luar daerah Io :

$$\text{Ash} - 1 = 2,6 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Penulangan daerah Io :

$$\text{Spasi} = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Ash} = \text{S.Ash} - 1$$

$$= 150 \cdot 2,6$$

$$= 390 \text{ mm}^2$$

Digunakan D10 ($78,54 \text{ mm}^2$)

Jumlah kaki sengkang

$$n = \frac{\text{Ash}}{A_b} = \frac{390}{78,54} = 4,966 \approx 5$$

Sehingga digunakan 5D10 - 150

Pengecekan kemampuan layan kolom :

Daerah Io (Tumpuan) :

$$V_s = \frac{\text{Ash} \cdot f_y \cdot d}{s}$$

$$V_s =$$

$$\frac{390 \cdot 400 \cdot 597,5}{150}$$

KN

Luas daerah Io (Lapangan) :

$$V_s = \frac{\text{Ash} \cdot f_y \cdot d}{s}$$

$$V_s =$$

$$\frac{390 \cdot 400 \cdot 597,5}{200}$$

$$= 466,05$$

KN

Gaya geser paling besar adalah $V_u =$
199,24 KN , Maka beban geser yang
dipikul oleh kolom adalah:

$$V_u - \text{terfaktor} = \frac{V_e}{\phi_{\text{geser}}}$$

$$= \frac{233,43}{0,65}$$

$$= 359,1231 \text{ KN}$$

$V_s \geq V_u - \text{terfaktor}$

$$359,1231 \text{ KN} \geq 199,24 \text{ KN}$$

(Memenuhi Syarat!!!)

Setelah dihitung penulangan kolom
menggunakan syarat minimum
struktur tahan gempa sesuai SNI
2847:2013 Pasal 21.6.4.4 mampu
menahan gaya geser terfaktor .

4.3 Perhitungan Sloof

$M_u (-)$ Maks Tumpuan = 274,0144
KN.m

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$= \frac{274,0144}{0,9}$$

$$= 304,4604 \text{ KNm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{0,9 \cdot b \cdot d^2}$$

$$= \frac{304,4604 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 350 \cdot 680,5^2} = 2,0872 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f'c}} \right] \times \frac{0,85 \times f'c}{f_y}$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2,0872}{0,85 \times 25}} \right] \times \frac{0,85 \times 25}{400}$$

$$= 0,0055$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 0,0055 \times 350 \times 680,5$$

$$= 1309,963 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1,4}{400} \cdot 350 \cdot 680,5$$

$$= 833,613 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 A_{s \min} &= \frac{\sqrt{f'c}}{4 \cdot f_y} \cdot b \cdot d \\
 &= \frac{\sqrt{25}}{4 \cdot 400} \cdot 350 \cdot 680,5 \\
 &= 744,297 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

As min yang digunakan adalah 833,613 mm². Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.5.2.1 rasio tulangan tidak boleh melebihi 0,025.

$\rho_{\text{maks}} = 0,025$, maka :

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{maks}} &= \rho_{\text{maks}} \cdot b \cdot d \\
 &= 0,025 \cdot 350 \cdot 680,5 \\
 &= 5954,375 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$A_{s \min} < A_{s \text{ perlu}} < A_{s \text{ Maks}}$, maka yang digunakan adalah $A_{s \text{ perlu}} = 1309,963 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{b \text{ logitudinal}}} \\
 &= \frac{1309,963}{283,529}
 \end{aligned}$$

= 4,62 batang \approx 5 batang

$A_{s \text{ pakai}} = n \cdot A_{b \text{ logitudinal}}$

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pakai}} &= 5 \cdot 283,529 \\
 &= 1417,645 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$A_{s \text{ pakai}} > A_{s \text{ perlu}}$, maka yang digunakan adalah $A_{s \text{ pakai}} = 1417,645 \text{ mm}^2$

Sesuai dengan SNI 2847 : 2013 pasal 7.6.1 jarak bersih antar tulangan sejajar harus lebih dari 25 mm²

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{b - (2 \cdot \text{selimut beton}) - (2 \cdot \emptyset \text{ sengkang}) - (n \cdot \emptyset \text{ logitudinal})}{n - 1} \\
 x &= \frac{350 - (2 \times 50) - (2 \times 10) - (5 \times 19)}{5 - 1}
 \end{aligned}$$

= 33,75 mm > 25 mm . Karena sudah memenuhi persyaratan maka digunakan 1 lapis tulangan.

Periksa Momen Nominal

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A_{s \text{ pakai}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot x \cdot b} = \frac{1417,645 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 350} = \\
 &76,243 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{76,243}{0,84} = 90,766 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 \epsilon_t &= \frac{d - c}{c} \cdot 0,003 > 0,005 \\
 &= \frac{680,5 - 90,766}{90,766} \cdot 0,003
 \end{aligned}$$

= 0,0195 > 0,005 (Memenuhi Syarat, maka untuk faktor reduksi = 0,9)

$$\emptyset M_n = \emptyset \cdot A_{s \text{ pakai}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,9 \cdot 1417,645 \cdot 400 \left(680,5 - \frac{76,243}{2} \right) \\
 &= 327,84 \text{ KNm} > M_u = 274,0144 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

, maka tulangan yang direncanakan aman.

4.3 Perhitungan Sloof

Q1 data perencanaan sebagai berikut :

Data Perencanaan :	
Mutu Beton (f'c)	= 25 Mpa
Butu baja D16 (fy)	= 400 Mpa
Diamter Tiang.P	= 50 cm
PC4-BP50 (P)	=
935,4258 Ton	
Mmaks (Mu)	= 96,323
Tm	

1. Dimensi Pile Cap

Panjang Pile Cap (h) = 300 cm

Lebar Pile Cap (b) = 300 cm

Tebal Pile Cap (ht) = 70 cm

Selimut beton (Sb) = 5 cm

Tebal Eff Pile Cap (d_{eff})= ht - sb - 1/2 . D

$$= 70 - 5 -$$

1,6

$$= 64,91$$

cm

Jarak Tiang Pancang = (2,5 D atau 3 D)

$$= (2,5 \cdot 50$$

atau 3 . 50)

$$= (125$$

atau 150)

Maka jarak tiang pancang yang digunakan di lapangan adalah 150 cm.

Jarak tiang ke tepi pile cap = 75 cm

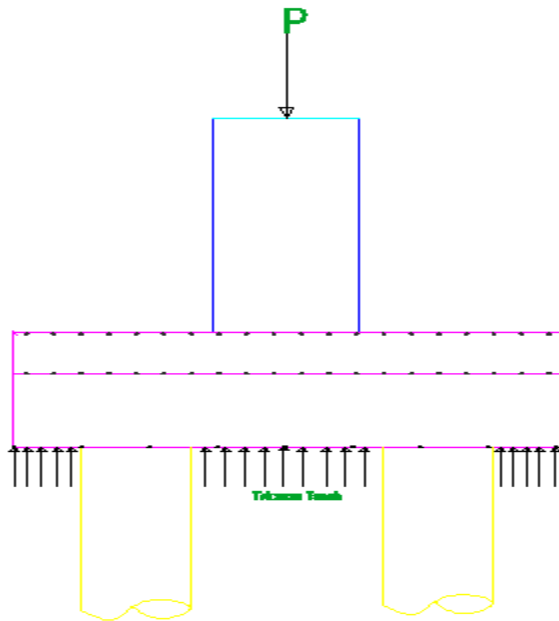
Panjang Kolom (h) = 70

cm

Lebar kolom (b) = 70

cm

Direncanakan tebal pile cap agar aman terhadap gaya geser pons :



Gambar 4.15 Sketsa gaya geser pons pada pondasi
Perhitungan tegangan yang diakibatkan tanah :

$$\sigma_{\text{tanah}} = \frac{P}{A} + \frac{M}{W} \quad \rightarrow$$

$$W = 1/6 \cdot b \cdot h^2$$

$$\sigma_{\text{maks}} = \frac{935,4258}{9} + \frac{96,323}{4,5}$$

$$= 0,17 \cdot 3 \cdot 3^2 = 4,5 \text{ m}$$

$$= 125,3413 \text{ t/m}^2$$

$$\rightarrow A = P \cdot L = 3 \cdot 3 = 9 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{min}} = \frac{935,4258}{9} - \frac{96,323}{4,5}$$

$$= 82,5311 \text{ t/m}^2$$

Perhitungan ketebalan pile cap dengan gaya geser pons :

$$\sigma_{\text{pons}} = 0,65 \cdot \sqrt{f'c}$$

$$= 0,65 \cdot \sqrt{25}$$

$$= 3,25 \text{ Kg/cm}^2$$

Syarat:

$$\sigma_{\text{pons}} > \frac{1,5 \cdot Pu}{(4(100+h)h)}$$

$$3,25 > \frac{1,5 \cdot 935425,8}{(4(100+h)h)}$$

$$1300h + 13h^2 > 1403138,7$$

Dengan memasukkan nilai h = 64,91 cm
(Tebal selimut beton = 5 cm)

$$= 1300h + 13h^2 \geq 1403138,7$$

$$= (1300 \cdot 64,91) + (13 \cdot 64,91^2)$$

$$= 84383 \text{ t/cm} \geq 54773,01 \text{ t/cm}$$

..... **OKE !!!**

Jadi ketebalan pile cap yang digunakan dilapangan 70 cm memenuhi syarat terhadap gaya geser pons!!!!

$$\begin{aligned} \text{Total panjang Pile Cap} &= 300 \text{ cm} \\ \text{Total lebar Pile Cap} &= 300 \text{ cm} \\ \text{Total tinggi Pile Cap} &= 70 \text{ cm} \\ \text{Digunakan Pile Cap } 300 \text{ cm} \times 300 \text{ cm} \times 70 \text{ cm} \\ \text{Tebal efektif } (d_{\text{eff}}) &= ht - sb - \\ &= 700 - 50 \\ &= 650,05 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Kontrol Gaya Geser Satu Arah

A .Gaya geser yang bekerja pada penampang kritis daerah Y

$$V_u = \delta [(L \cdot b) - G'] \rightarrow \delta = \frac{P}{A} = \frac{935,4258}{9} = 103,9362 \text{ t/m}^2$$

$$\rightarrow G' =$$

$$\left(\frac{b}{2} - \frac{b_{\text{kolom}}}{2}\right) - d_{\text{eff}} =$$

$$\left(\frac{3000}{2} - \frac{700}{2}\right) - 650,05 =$$

$$499,95 \text{ mm}$$

$$V_u = \delta [(L \cdot b) - G']$$

$$= 103,9362 \cdot 3 \cdot 0,49995$$

$$= 155,889 \text{ ton}$$

B .Kuat Geser Beton

$$\phi V_c = \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d_{\text{eff}}$$

$$= 0,75 \cdot 0,17 \cdot \sqrt{25} \cdot 3000 \cdot 650,05$$

$$= 1657627,500 \text{ N}$$

$$= 165,76275 \text{ Ton}$$

Syarat :

$$V_u < \phi V_c$$

$$V_u = 155,889 \text{ ton} < \phi V_c = 165,76275 \text{ Ton}$$

.....**OKE!!!!** (Memenuhi Syarat)

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berikut kesimpulan yang dapat diambil dari perhitungan yang telah dilakukan:

1. Berdasarkan penilaian perencanaan pelat lantai diperoleh :
 - Hasil perhitungan tulangan dan tumpuan medan pada arah y berbeda dengan yang tergambar pada gambar yaitu 10 – 240. - Hasil perhitungan perkuatan dan tumpuan medan pada arah x berbeda dari yang tergambar pada gambar yaitu 10 – 420
2. Balok yang ditinjau adalah balok B12 dengan panjang bentang 7800 mm dan dimensi 400 x 750 mm, dan evaluasi perencanaan balok diperoleh hasil sebagai berikut:
 - Tinggi efektif balok (cacat) adalah 690,5 mm, dan persyaratan bentang balok terpenuhi jika $L_n > 4D$.
 - Tulangan medan balok berdasarkan hasil perhitungan. Momen positif dan negatif 7D19 di lapangan berbeda dengan hasil di lapangan, dengan 8D19 untuk tulangan atas dan 8D19 untuk tulangan bawah. - Balok tulangan di daerah hasil perhitungan madade berbeda dengan hasil lapangan, dengan 10D19 atas dan 6D19 bawah
3. Hasil perhitungan 28 buah dengan kelipatan 4 menggunakan besi 28D25 berbeda dengan data awal, tetapi berbeda sama dengan data awal
4. Hasil ini berasal dari perhitungan tulangan kolom. Tie beam: Perhitungan tie beam untuk tumpuan atas 5D19 dan 3D19 diturunkan dari data awal. Perhitungan tie beam untuk lapangan diturunkan dari hasil evaluasi untuk 3D25 dan 3D25 selama di lapangan, dan perhitungan tie beam diturunkan dari 4D25 untuk bagian atas dan bawah 7D25
5. Pile Cap menerima D19-200 dan D19- 200 untuk bagian bawah dan D19-250 untuk tulangan atas dan bawah, masing-masing, dari hasil evaluasi untuk besi longitudinal.

5.2. Saran

Berikut adalah beberapa saran berdasarkan hasil perhitungan: Karena pembebanan yang digunakan dalam perhitungan ini terbatas pada standar yang ada, maka diperlukan penelitian tambahan dengan memanfaatkan beban yang dihitung secara manual pada kondisi eksisting dan mempelajari lebih lanjut tentang penggunaan teknik perkuatan struktur yang ada.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, 2013 . *Tata cara perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk bangunan Gedung SNI 2847 :2013, Jakarta : Standar Nasional Indonesia.*
- Badan Standarisasi Nasional,2012. *Tata cara perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726 : 2012.* Jakarta : Standar Nasional Indonesia.

Badan Standarisasi Nasional, 2013.
*Beban Minimum Untuk
Percancangan Bangunan
Gedung dan Struktur lain, SNI
1727 : 2013*, Jakarta : Standar
Nasional Indonesia.

Anugrah Pamungkas dan erny Harianti.
*Struktur Beton Bertulang
Tahan Gempa*