

PERENCANAAN TEBAL PLAT DAN DAYA DUKUNG TANAH PONDASI SEMI-BASEMENT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SMP SINAR HARAPAN KABUPATEN LUMAJANG

Oleh:

Agung Septa Adi Dharma¹

Ilanka Cahya Dewi²

Pujo Priyono³

Universitas Muhammadiyah Jember

Alamat: JL. Karimata No.49, Kec. Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur
(68121).

Korespondensi Penulis: agungkeps@gmail.com, agungkeps@gmail.com,
pujopriyono@unmuhjember.ac.id.

Abstract. Building construction on limited land encourages vertical space utilization, one of which is through the construction of semi-basements. Semi-basement structure planning requires accurate analysis of slab thickness and soil bearing capacity so that the structure can withstand loads safely and efficiently. This study aims to analyze the thickness of the semi-basement slab and evaluate the bearing capacity of the soil in the construction of the Sinar Harapan Junior High School building in Lumajang Regency. The data used consists of structural design drawings (Detail Engineering Design/DED) and cone penetration test (CPT) results to determine the soil characteristics at the study site. Structural analysis was performed using SAP2000 software to obtain the internal force distribution, bending moment, and deflection of the slab. The analysis results showed that the semibasement slab with a 5 m × 5 m two-way slab system and a thickness of 120 mm was able to withstand a factored load of 4.144 kN/m² with a design moment of 4.766 kNm/m. The deflection control results showed a value of 16.331 mm, which is still smaller than the allowable limit of L/240 of 20.833 mm. Geotechnical analysis showed a

PERENCANAAN TEBAL PLAT DAN DAYA DUKUNG TANAH PONDASI SEMI-BASEMENT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SMP SINAR HARAPAN KABUPATEN LUMAJANG

allowable soil bearing capacity of 840.75 kPa with a safety factor of 3.18, so it was declared safe in withstanding structural loads.

Keywords: Concrete, Slab, Foundation, Frame, Structure.

Abstrak. Pembangunan gedung pada lahan terbatas mendorong pemanfaatan ruang secara vertikal, salah satunya melalui pembangunan semi-basement. Perencanaan struktur semi-basement memerlukan analisis yang tepat terhadap ketebalan pelat dan kapasitas daya dukung tanah agar struktur mampu menahan beban secara aman dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketebalan pelat semi-basement serta mengevaluasi kapasitas daya dukung tanah pada pembangunan Gedung SMP Sinar Harapan di Kabupaten Lumajang. Data yang digunakan berupa gambar perencanaan struktur (Detail Engineering Design/DED) dan data hasil uji sondir (*Cone Penetration Test/CPT*) untuk mengetahui karakteristik tanah di lokasi penelitian. Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 untuk memperoleh distribusi gaya dalam, momen lentur, serta lendutan pada pelat. Hasil analisis menunjukkan bahwa pelat semi-basement dengan sistem pelat dua arah berukuran 5 m × 5 m dan tebal 120 mm mampu menahan beban terfaktor sebesar 4,144 kN/m² dengan momen rencana 4,766 kNm/m. Hasil kontrol lendutan menunjukkan nilai 16,331 mm yang masih lebih kecil dari batas izin L/240 sebesar 20,833 mm. Analisis geoteknik menunjukkan daya dukung tanah izin sebesar 840,75 kPa dengan faktor keamanan 3,18 sehingga dinyatakan aman dalam menahan beban struktur.

Kata Kunci: Beton, Pelat, Pondasi, Rakit, Struktur.

LATAR BELAKANG

Pertumbuhan kebutuhan fasilitas pendidikan di Kabupaten Lumajang mendorong pembangunan ruang tambahan pada SMP Sinar Harapan. Keterbatasan lahan yang tersedia mengharuskan pemanfaatan ruang secara vertikal, salah satunya melalui pembangunan semi-basement yang difungsikan sebagai area parkir sepeda motor (Manggolo et al., 2023). Sistem ini memungkinkan optimalisasi tapak bangunan tanpa perlu perluasan lahan, namun menuntut perencanaan struktur yang lebih cermat karena pelat lantai berinteraksi langsung dengan tanah dan menerima kombinasi beban struktur atas serta beban operasional (Jesica, A et al., 2023). Secara teknis, perencanaan semi-

basement sangat dipengaruhi oleh kapasitas daya dukung tanah dan dimensi pelat lantai (Aztina et al., 2024).

Daya dukung tanah menentukan kemampuan lapisan tanah dalam menahan beban struktur tanpa mengalami keruntuhan geser maupun penurunan berlebihan, baik secara total maupun diferensial (Puspita et al., 2022). Sementara itu, ketebalan dan kekakuan pelat berperan penting dalam mendistribusikan beban secara merata ke tanah dasar sehingga tekanan kontak yang terjadi tetap berada dalam batas izin (*Allowable Bearing Capacity*). Interaksi antara pelat dan tanah dasar tidak hanya dipengaruhi oleh besar beban, tetapi juga oleh karakteristik deformasi tanah, modulus reaksi tanah, serta kondisi drainase setempat (Zhafirah, 2022). Menurut prinsip perencanaan geoteknik dalam SNI 8460:2017, analisis kapasitas dukung harus didasarkan pada parameter hasil penyelidikan tanah yang representatif, salah satunya melalui *Cone Penetration Test* (CPT), yang memberikan informasi mengenai nilai perlawanan konus (q_c) dan rasio gesekan sebagai dasar klasifikasi tanah (Wang, 2025). Di sisi lain, perhitungan pembebanan struktur harus mengacu pada SNI 1727:2020 untuk beban minimum bangunan gedung serta SNI 1726:2019 untuk pengaruh beban gempa. Dengan demikian, perencanaan semi-*basement* menuntut integrasi analisis geoteknik dan struktur secara simultan agar tercapai desain yang aman, terkendali, dan efisien.

Berdasarkan hasil pengujian CPT di lokasi penelitian, lapisan tanah dangkal pada kedalaman 1–3 meter memiliki daya dukung rendah, sedangkan lapisan tanah dengan nilai perlawanan konus yang lebih tinggi ditemukan pada kedalaman yang lebih dalam (Saputra & Satriawan, 2023). Kondisi ini berpotensi menimbulkan penurunan diferensial apabila beban struktur tidak didistribusikan secara tepat. Apabila digunakan pondasi dalam untuk mencapai lapisan tanah keras, maka akan terjadi peningkatan biaya dan waktu pelaksanaan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan alternatif berupa optimalisasi fungsi pelat semi-*basement* sebagai elemen penyebar beban (*Raft-Like Behavior*) sehingga tekanan tanah dapat dikendalikan dalam batas aman (Anggraini et al., 2024). Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa interaksi tanah–struktur pada pelat yang berfungsi sebagai pondasi dangkal sangat dipengaruhi oleh kekakuan pelat dan karakteristik tanah dasar (B & K, 2025). Ketebalan pelat yang tidak memadai dapat menyebabkan konsentrasi tegangan dan retak struktural, sedangkan perencanaan yang terlalu konservatif berpotensi menyebabkan pemborosan biaya. Dengan demikian,

PERENCANAAN TEBAL PLAT DAN DAYA DUKUNG TANAH PONDASI SEMI-BASEMENT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SMP SINAR HARAPAN KABUPATEN LUMAJANG

diperlukan analisis yang terintegrasi antara aspek struktur dan geoteknik untuk memperoleh desain yang aman sekaligus efisien.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menentukan tebal pelat semi-*basement* yang optimal berdasarkan analisis struktur, dan (2) mengevaluasi kapasitas daya dukung tanah berdasarkan data CPT guna memastikan kesesuaian antara tekanan kontak tanah dan beban yang bekerja. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 dengan mengacu pada standar perencanaan yang berlaku. Ruang lingkup penelitian difokuskan pada pelat lantai semi-*basement* sebagai lantai dasar yang menahan beban struktur atas dan beban kendaraan roda dua sesuai fungsi ruang. Penelitian ini tidak membahas metode pelaksanaan konstruksi, analisis biaya, maupun elemen struktur lainnya seperti dinding penahan tanah dan sistem drainase. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan menghasilkan perencanaan yang rasional, terukur, dan sesuai dengan kondisi geoteknik setempat, sehingga struktur semi-*basement* yang dirancang memenuhi aspek keselamatan, kinerja, dan efisiensi secara optimal.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan SMP Sinar Harapan di Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur. Lokasi ini dipilih karena direncanakan menggunakan struktur semi-*basement* yang memerlukan analisis ketebalan pelat dan daya dukung tanah sesuai kondisi geoteknik setempat. Karakteristik tanah yang bervariasi di lokasi tersebut menjadikannya relevan untuk kajian perencanaan struktur bawah secara teknis dan terukur.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Sumber: (Google Maps, 2024)

Pengumpulan Data

Data yang digunakan terdiri atas data sekunder berupa gambar teknis perencanaan struktur (*Detail Engineering Design/DED*) digunakan untuk memperoleh informasi denah pondasi, potongan struktur, serta detail elemen struktur bawah. Data ini menjadi dasar dalam pemodelan dan analisis ketebalan pelat menggunakan perangkat lunak SAP2000 dan Uji sondir dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik tanah berdasarkan nilai perlawanan konus (Q_c) dan rasio gesekan (R_f) (Hamzah et al., 2024). Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kedalaman 0–3 m tanah didominasi lanau, gambut, dan lempung dengan nilai Q_c relatif rendah (5–12 kPa). Pada kedalaman 3–5 m nilai Q_c meningkat (38–55 kPa) dengan jenis tanah gambut dan lanau berpasir, sedangkan pada kedalaman 5–5,6 m ditemukan pasir dengan nilai Q_c 127 kPa (Bian et al., 2025). Data ini digunakan sebagai dasar dalam evaluasi kapasitas daya dukung tanah.

Metode Analisa dan Pengolahan Data

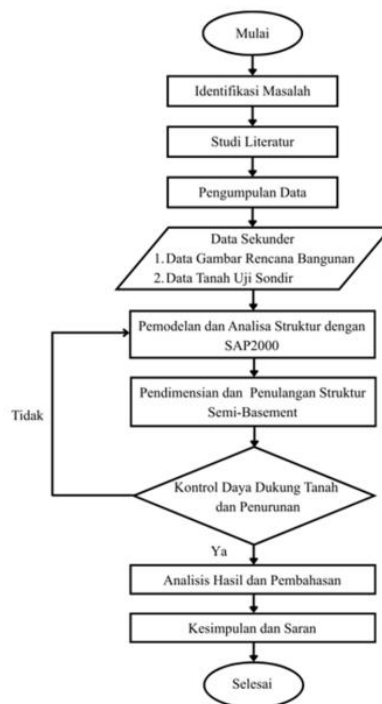
Metode analisa dan pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis terhadap data primer yang diperoleh dari pengujian lapangan, yaitu Uji Sondir (*Cone Penetration Test*), serta data sekunder berupa gambar teknis perencanaan struktur. Proses pengolahan data mencakup tahapan kompilasi, klasifikasi, dan analisis sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun tahapan analisis dan pengolahan data dilakukan melalui langkah-langkah berikut. 1. Analisis Data Hasil Uji Sondir Data dari hasil pengujian sondir digunakan untuk mengidentifikasi profil lapisan tanah, klasifikasi jenis tanah berdasarkan nilai Q_c dan R_f , serta menghitung daya dukung tanah (q_{ult} , q_{nett} , $q_{allowable}$) menggunakan metode Terzaghi atau pendekatan lainnya. 2. Perhitungan Beban yang Bekerja pada Struktur Dilakukan analisis terhadap beban-beban yang bekerja pada pelat pondasi, meliputi: a. Beban Mati (*Dead Load/DL*) seperti berat pelat, dinding, dan elemen struktural lainnya. b. Beban Hidup (*Live Load/LL*) seperti aktivitas manusia, kendaraan, atau peralatan di atas pelat. c. Tekanan Tanah dari Bawah (*Soil Pressure*) yang berasal dari reaksi tanah terhadap pelat pondasi. 3. Pemodelan dan Analisis Struktur Menggunakan SAP2000 Selanjutnya dilakukan pemodelan pelat pondasi dalam perangkat lunak SAP2000. Analisis ini bertujuan untuk memperoleh distribusi tegangan, lendutan (deformasi), dan gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur pelat rakit akibat kombinasi beban-beban yang bekerja. 4. Penyusunan Tabel, Grafik, dan Interpretasi Hasil

PERENCANAAN TEBAL PLAT DAN DAYA DUKUNG TANAH PONDASI SEMI-BASEMENT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SMP SINAR HARAPAN KABUPATEN LUMAJANG

Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi dan evaluasi. Dari hasil tersebut, kemudian dilakukan penarikan kesimpulan berupa rekomendasi tebal pelat pondasi yang optimal serta kesesuaian antara kekuatan struktur dan kapasitas daya dukung tanah.

Diagram Penelitian

Diagram alur pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 2 Diagram Penelitian

Sumber: (Data Pribadi, 2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Sebanyak 609 hubungan pekerjaan Lokasi penelitian berada pada proyek pembangunan SMP Sinar Harapan di Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur. Secara geografis, tapak proyek berada pada area datar dengan aksesibilitas baik, sehingga mendukung mobilisasi material dan pelaksanaan konstruksi. Topografi lahan relatif landai dengan kemiringan kecil, sehingga risiko kelongsoran rendah dan memungkinkan penerapan struktur semi-*basement*. Kondisi tanah permukaan didominasi pasir berlanau

dengan tekstur halus–lembek. Hasil uji sondir menunjukkan nilai qc rendah hingga sedang pada kedalaman dangkal, mengindikasikan kapasitas daya dukung yang terbatas sehingga diperlukan analisis geoteknik lebih lanjut dalam perencanaan pelat dan pondasi. Pada area galian semi-*basement* juga terindikasi adanya muka air tanah dangkal, sehingga stabilitas tanah dasar perlu diperhatikan dalam evaluasi daya dukung. Bangunan SMP Sinar Harapan merupakan fasilitas pendidikan yang termasuk Kategori Risiko IV berdasarkan SNI 1726:2019, sehingga perencanaannya harus memenuhi ketentuan ketahanan gempa yang lebih ketat. Dalam penelitian ini, pelat semi-*basement* dianalisis terutama terhadap beban vertikal, sementara beban gempa ditransfer melalui sistem struktur utama bangunan.

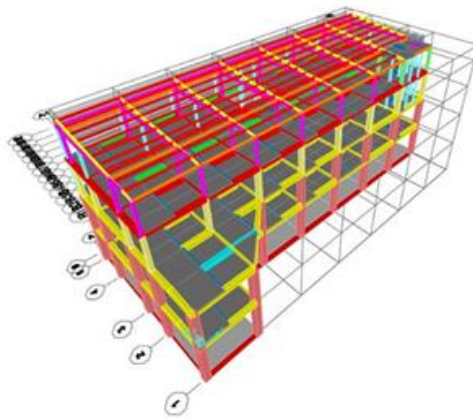
Data Bangunan

Proyek pembangunan Gedung SMP Sinar Harapan berlokasi di Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur, dan difungsikan sebagai fasilitas pendidikan untuk mendukung kegiatan belajar mengajar. Bangunan memiliki luas total $\pm 35 \text{ m}^2$ dan terdiri atas struktur semi-*basement* sebagai bagian bawah serta struktur utama di atasnya. Sistem struktur yang digunakan adalah beton bertulang, dengan tinggi semi-*basement* sekitar 4 m dan tinggi struktur atas $\pm 11,8 \text{ m}$.

1. Jumlah Lantai = 4
2. Lantai Mutu Beton (f'_c) = 30 mPa
3. Tegangan Leleh Baja (f_y) = 360 mPa
4. Tinggi Struktur Bawah = 4 m
5. Tinggi Struktur Atas = 11,8 m
6. Tinggi Plat Basement = 300 mm
7. Tinggi Lantai 1 = 3,8 m
8. Tinggi Lantai 2 = 3,4 m
9. Tinggi Lantai 3 = 3 m
10. Tinggi Atap = 1,6 m
11. Uk. Kolom 1 = 55 x 55 cm
12. Uk. Kolom 2 = 25 x 50 cm
13. Uk. Kolom 3 = 25 x 25 cm
14. Uk. Kolom 4 = IWF 200

PERENCANAAN TEBAL PLAT DAN DAYA DUKUNG TANAH PONDASI SEMI-BASEMENT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SMP SINAR HARAPAN KABUPATEN LUMAJANG

15. Uk. Kolom Praktis = 15 x 15 cm
16. Uk. Balok 1 = 30 x 53 cm
17. Uk. Balok 2 = 25 x 40 cm
18. Uk. Balok 3 = 25 x 35 cm
19. Uk. Balok 4 = 25 x 30 cm
20. Uk. Balok 5 = 20 x 25 cm
21. Uk. Balok 6 = 15 x 15 cm
22. Uk. Balok 7 = IWF 150
23. Uk. Balok Praktis = 10 x 15 cm



Gambar 3 Permodelan Struktur Bangunan SAP2000

Sumber: (Analisis Pribadi, 2025)

Data Tanah

Pengujian sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) merupakan metode investigasi tanah untuk memperoleh profil lapisan tanah secara vertikal melalui pengukuran tahanan ujung konus (q_c) dan hambatan geser selimut (f_s). Pada penelitian ini, CPT dilakukan di lokasi proyek pada 27 Desember 2023 pada elevasi $\pm 0,00$ m dari permukaan tanah.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Uji Sondir

Kedalaman (m)	Q_c (kPa)	R_f (%)
0-1	5	6
1-2	6	7
2-3	13	7
3-4	47	2
4-5	70	3

Kedalaman (m)	Q _c (kPa)	R _f (%)
5-6	124	1
6-7	75,9	0,8
7-8	87,8	1,4
8-9,2	141,4	1,1

Berdasarkan hasil perhitungan pada kedalaman 4–5 m, diperoleh nilai qc sekitar 70 kPa dengan rasio gesekan (Rf) sebesar 3%. Nilai qc yang relatif tinggi dan Rf yang rendah mengindikasikan tanah berupa pasir berlumpur dengan kondisi cukup padat serta memiliki kapasitas dukung lebih baik dibanding lapisan di atasnya. Interpretasi jenis tanah tersebut ditentukan berdasarkan grafik klasifikasi tanah hasil pengujian sondir.

Perencanaan Struktur Semi-Basement

a. Perencanaan Balok Induk

Balok induk direncanakan sebagai elemen utama yang menerima beban dari pelat dan balok anak, kemudian meneruskannya ke kolom.

f'_c	= 30 Mpa
f_y (Tulangan Lentur)	= 520 Mpa
f_y (Tulangan Geser)	= 360 Mpa
Lebar Balok, b	= 40 cm
Tinggi Balok, h	= 53 cm
M_u^+	= 60,072 kNm
M_u^-	= 136,145 kNm
V_u	= 118,471 kN

a. Menghitung Momen Positif:

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

$$M_n = \frac{60,072}{0,80}$$

$$M_n = 75,090 \text{ kNm}$$

b. Tinggi Efektif Balok:

$$d = h - d'$$

$$d = 530 - 50$$

$$d = 480 \text{ mm}$$

PERENCANAAN TEBAL PLAT DAN DAYA DUKUNG TANAH PONDASI SEMI-BASEMENT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SMP SINAR HARAPAN KABUPATEN LUMAJANG

c. Rasio Tulangan:

$$\rho = \frac{0,85f'c}{fy(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{(0,85f'c)}})}$$

$$\rho = \frac{0,85 \times 30}{520(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,8148}{(0,85 \times 30)}})}$$

$$\rho = 0,00159$$

d. Luas Tulangan yang diperlukan:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,00269 \times 480 \times 400$$

$$A_s = 517 \text{ mm}^2$$

e. Luas Tulangan Terpakai:

$$A_s = n \times \pi/4 \times D^2$$

$$A_s = 6 \times \pi/4 \times 16^2$$

$$A_s = 1206 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan, tulangan momen positif yang dibutuhkan sebesar 517 mm². Tulangan yang digunakan adalah 6D16 dengan luas terpasang 1206 mm², sehingga memenuhi kebutuhan luas tulangan yang disyaratkan:

a. Menghitung Momen Negatif:

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

$$M_n = \frac{136,145}{0,80}$$

$$M_n = 170,181 \text{ kNm}$$

b. Tinggi Efektif Balok:

$$d = h - d'$$

$$d = 520 - 50$$

$$d = 480 \text{ mm}$$

c. Rasio Tulangan:

$$\rho = \frac{0,85f'c}{fy(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{(0,85f'c)}})}$$

$$\rho = \frac{0,85 \times 30}{520(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,8466}{(0,85 \times 30)}})}$$

$$\rho = 0,00369$$

d. Luas Tulangan yang diperlukan:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,00369 \times 200 \times 480$$

$$A_s = 708 \text{ mm}^2$$

e. Luas Tulangan Terpakai:

$$A_s = n \times \pi/4 \times D^2$$

$$A_s = 4 \times \pi/4 \times 16^2$$

$$A_s = 804 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan, tulangan momen negatif yang dibutuhkan sebesar 708 mm². Tulangan yang digunakan adalah 4D16 dengan luas terpasang 804 mm², sehingga memenuhi kebutuhan luas tulangan yang disyaratkan. Jarak sengkang, s diperoleh nilai sebesar 157,08 mm. Sehingga digunakan tulangan jarak sengkang 2P10-240.

b. Perencanaan Balok Anak

Balok induk berfungsi sebagai elemen utama yang menerima beban dari balok anak serta pelat lantai, kemudian menyalurkannya ke kolom.

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y \text{ (Tulangan Lentur)} = 520 \text{ Mpa}$$

$$f_y \text{ (Tulangan Geser)} = 360 \text{ Mpa}$$

$$\text{Lebar Balok, } b = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi Balok, } h = 45 \text{ cm}$$

$$M_u^+ = 60,149 \text{ kNm}$$

$$M_u^- = 14,885 \text{ kNm}$$

$$V_u = 7,989 \text{ kN}$$

a. Menghitung Momen Positif:

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

$$M_n = \frac{60,149}{0,80}$$

PERENCANAAN TEBAL PLAT DAN DAYA DUKUNG TANAH PONDASI SEMI-BASEMENT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SMP SINAR HARAPAN KABUPATEN LUMAJANG

$$M_n = 75,186 \text{ kNm}$$

b. Tinggi Efektif Balok:

$$d = h - d'$$

$$d = 450 - 50$$

$$d = 400 \text{ mm}$$

c. Rasio Tulangan:

$$\rho = \frac{0,85f'_c}{f_y(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{(0,85f'_c)}})}$$

$$\rho = \frac{0,85 \times 30}{520(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,5664}{(0,85 \times 30)}})}$$

$$\rho = 0,00311$$

d. Luas Tulangan yang diperlukan:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,00311 \times 300 \times 400$$

$$A_s = 373 \text{ mm}^2$$

e. Luas Tulangan Terpakai:

$$A_s = n \times \pi/4 \times D^2$$

$$A_s = 5 \times \pi/4 \times 16^2$$

$$A_s = 1005 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan, tulangan momen positif yang dibutuhkan sebesar 373 mm². Tulangan yang digunakan adalah 5D16 dengan luas terpasang 1005 mm², sehingga memenuhi kebutuhan luas tulangan yang disyaratkan.

a. Menghitung Momen Negatif:

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

$$M_n = \frac{14,885}{0,80}$$

$$M_n = 18,606 \text{ kNm}$$

b. Tinggi Efektif Balok:

$$d = h - d'$$

$$d = 450 - 50$$

$$d = 400 \text{ mm}$$

c. Rasio Tulangan:

$$\rho = \frac{0,85f'c}{fy(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{(0,85f'c)}})}$$

$$\rho = \frac{0,85 \times 30}{520(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,3786}{(0,85 \times 30)}})}$$

$$\rho = 0,00075$$

d. Luas Tulangan yang diperlukan:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,00075 \times 300 \times 400$$

$$A_s = 323 \text{ mm}^2$$

e. Luas Tulangan Terpakai:

$$A_s = n \times \pi/4 \times D^2$$

$$A_s = 2 \times \pi/4 \times 16^2$$

$$A_s = 402 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan, tulangan momen negatif yang dibutuhkan sebesar 323mm². Tulangan yang digunakan adalah 2D16 dengan luas terpasang 402 mm², sehingga memenuhi kebutuhan luas tulangan yang disyaratkan. Jarak sengkang, s diperoleh nilai sebesar 157,08 mm. Sehingga digunakan tulangan jarak sengkang 2P10-200.

c. Perencanaan Kolom Bertulang

Kolom direncanakan untuk menahan kombinasi beban aksial dan momen lentur hasil analisis struktur menggunakan SAP2000.

$f'c$	= 30 Mpa
f_y (Mutu Baja Tulangan)	= 520 Mpa
Lebar Kolom, b	= 55 cm
Tinggi Kolom, h	= 55 cm
Selimut Beton	= 40 mm
Tinggi Efektif, d	= 51 cm
P	= 31107,99 kg
M	= 186,66 kgm

**PERENCANAAN TEBAL PLAT DAN DAYA DUKUNG TANAH
PONDASI SEMI-BASEMENT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG
SMP SINAR HARAPAN KABUPATEN LUMAJANG**

a. Menghitung Evaluasi Eksentrisitas Awal:

$$e_{o1} = \frac{M}{P}$$

$$e_{o1} = \frac{186,66}{31107,99}$$

$$e_{o1} = 0,006 \text{ m} \approx 0,60 \text{ cm}$$

b. Menghitung Evaluasi Eksentrisitas Tambahan:

$$e_{o2} = \frac{1}{30} \times h_t$$

$$e_{o2} = \frac{1}{30} \times 55$$

$$e_{o2} = 1,83 \text{ cm}$$

c. Menghitung Evaluasi Eksentrisitas Total:

$$e_o = e_{o1} + e_{o2}$$

$$e_o = 0,60 + 1,83$$

$$e_o = 2,43 \text{ cm}$$

d. Menghitung Evaluasi Eksentrisitas Ultimit (Menurut PBI 1971):

$$e_u = e_o + e_1 + e_2$$

$$e_u = 2,43 + 0,001 + 8,25$$

$$e_u = 10,68 \text{ cm}$$

e. Menghitung Momen Ultimit Kolom:

$$M_u = P \times e_{au}$$

$$M_u = 31107,99 \times 38,18$$

$$M_u = 11878,44 \text{ kgm}$$

f. Menghitung Rasio Tulangan:

$$R_n = \frac{M}{f \times b \times d^2}$$

$$R_n = \frac{11878,44}{0,85 \times 550 \times 510^2}$$

$$R_n = 0,977$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n m}{f_y}} \right)$$

$$\rho = 0,00192$$

g. Luas Tulangan yang diperlukan:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,00192 \times 550 \times 510$$

$$A_s = 537,45 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan kolom dari output SAP2000 dengan gaya aksial 31107,99 kg dan momen 86,66 kg·m, diperoleh eksentrisitas total sebesar 10,68 cm sehingga momen ultimit kolom sebesar 11878,44 kgm. Perhitungan rasio tulangan menunjukkan kebutuhan luas tulangan longitudinal secara analitis sebesar 537,45 mm². Tulangan yang dipasang adalah 8D25 dengan luas 3925 mm², yang secara kapasitas telah mampu menahan kombinasi beban aksial dan momen yang bekerja pada kolom. Tulangan sengkang direncanakan menggunakan D10 dengan jarak 400 mm dan masih memenuhi ketentuan perencanaan kolom beton bertulang.

d. Perencanaan Pelat Lantai

Perencanaan pelat lantai pada struktur semi-*basement* dilakukan berdasarkan hasil analisis pembebanan yang telah diperoleh sebelumnya. Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan tebal pelat serta luas tulangan yang mampu menahan momen lentur akibat beban mati, beban hidup, dan beban terfaktor yang bekerja.

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y \text{ (Mutu Baja Tulangan)} = 360 \text{ Mpa}$$

$$\text{Pelat Dua Arah} = 5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$$

$$\text{Tebal Pelat} = 130 \text{ mm}$$

a. Menghitung Beban Mati:

$$Q_D = 3,360 \text{ kN/m}^2$$

b. Menghitung Beban Hidup:

$$Q_L = 0,250 \text{ kN/m}^2$$

c. Menghitung Beban Terfaktor:

$$Q_u = 1,2Q_D + 1,6Q_L$$

$$Q_u = 1,2 \times 3,360 + 1,6 \times 0,25$$

$$Q_u = 4,432 \text{ kN/m}^2$$

d. Menghitung Momen Rencana:

$$M_{ulx} = C_{lx} \times 0,001 \times Q_u \times L^2$$

PERENCANAAN TEBAL PLAT DAN DAYA DUKUNG TANAH PONDASI SEMI-BASEMENT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SMP SINAR HARAPAN KABUPATEN LUMAJANG

$$M_{ulx} = 46 \times 0,001 \times 4,432 \times 5^2$$

$$M_{ulx} = 5,097 \text{ kNm/m}$$

e. Menghitung Kebutuhan Tulangan Lentur:

$$A_{s,perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,perlu} = 0,0025 \times 1000 \times 80,5$$

$$A_{s,perlu} = 370 \text{ mm}^2$$

Tulangan terpasang, Ø25-150

$$A_{s,terpasang} = \pi/4 \times \emptyset^2 \times b/s$$

$$A_{s,terpasang} = \pi/4 \times 25^2 \times 1000/150$$

$$A_{s,terpasang} = 524 \text{ mm}^2$$

f. Menghitung Lendutan Elastis:

$$\delta_e = 5/384 \times Q \times Lx^4 / (Ec \times Ie)$$

$$\delta_e = 6,964 \text{ mm}$$

g. Menghitung Lendutan Jangka Panjang:

$$\delta_g = \frac{\lambda \times 5/384 \times Q \times Lx^4}{Ec \times Ie}$$

$$\delta_g = 13,310 \text{ mm}$$

h. Menghitung Lendutan Total

$$\delta_{total} = \delta_e \times \delta_g$$

$$\delta_{total} = 6,964 \times 13,310$$

$$\delta_{total} = 20,274 \text{ mm}$$

i. Menghitung Batas izin

Syarat:

$$\delta_{total} \leq Lx/240$$

$$20,274 \leq 20,833 \text{ (Aman)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, pelat lantai semi-basement direncanakan menggunakan beton mutu $f'c=30$ mPa dan baja tulangan $f_y=360$ mPa dengan sistem pelat dua arah berukuran $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ dan tebal 130 mm ($L_y/L_x = 1,0$). Total beban mati sebesar $3,360 \text{ kN/m}^2$ dan beban hidup $0,250 \text{ kN/m}^2$ menghasilkan beban terfaktor $4,432 \text{ kN/m}^2$. Dari pembebanan tersebut diperoleh momen rencana maksimum sebesar $5,097 \text{ kNm/m}$.

Kebutuhan tulangan lentur teoritis sebesar $213 \text{ mm}^2/\text{m}$, sedangkan tulangan yang dipasang $\text{Ø}10\text{--}150$ memiliki luas $524 \text{ mm}^2/\text{m}$, sehingga kapasitas lentur memenuhi momen rencana. Hasil kontrol lendutan menunjukkan lendutan total sebesar $20,274 \text{ mm}$, lebih kecil dari batas izin $L/240 = 20,833 \text{ mm}$, sehingga pelat dinyatakan aman terhadap kekuatan dan batas izin.

e. Perencanaan Pelat Pondasi Rakit

Perencanaan pelat pondasi rakit dilakukan untuk menentukan dimensi pelat dan kebutuhan tulangan yang mampu menahan beban struktur dari kolom, balok, dan pelat lantai yang diteruskan ke tanah dasar. Analisis ini bertujuan memastikan pelat pondasi rakit mampu menahan momen lentur, gaya geser, dan tekanan tanah sehingga menjamin kestabilan dan keamanan struktur.

f'_c	= 30 Mpa
f_y (Mutu Baja Tulangan)	= 360 Mpa
Pelat Dua Arah	= 5 m x 5 m
Tebal Pelat	= 300 mm

a. Menghitung Beban Mati:

$$Q_D = 8,360 \text{ kN/m}^2$$

b. Menghitung Beban Hidup:

$$Q_L = 0,250 \text{ kN/m}^2$$

c. Menghitung Beban Terfaktor:

$$Q_u = 1,2Q_D + 1,6Q_L$$

$$Q_u = 1,2 \times 8,360 + 1,6 \times 0,25$$

$$Q_u = 10,432 \text{ kN/m}^2$$

d. Menghitung Momen Rencana:

$$M_{ulx} = C_{Ix} \times 0,001 \times Q_u \times L^2$$

$$M_{ulx} = 46 \times 0,001 \times 10,432 \times 5^2$$

$$M_{ulx} = 11,997 \text{ kNm/m}$$

e. Menghitung Kebutuhan Tulangan Lentur:

$$A_{s,perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,perlu} = 0,0025 \times 1000 \times 252$$

$$A_{s,perlu} = 630 \text{ mm}^2$$

PERENCANAAN TEBAL PLAT DAN DAYA DUKUNG TANAH PONDASI SEMI-BASEMENT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SMP SINAR HARAPAN KABUPATEN LUMAJANG

Tulangan terpasang, Ø16-150

$$A_{s,terpasang} = \pi/4 \times \emptyset^2 \times b/s$$

$$A_{s,terpasang} = \pi/4 \times 16^2 \times 1000/150$$

$$A_{s,terpasang} = 1340 \text{ mm}^2$$

f. Menghitung Lendutan Elastis:

$$\delta_e = 5/384 \times Q \times Lx^4 / (Ec \times Ie)$$

$$\delta_e = 0,164 \text{ mm}$$

g. Menghitung Lendutan Jangka Panjang:

$$\delta_g = \frac{\lambda \times 5/384 \times Q \times Lx^4}{Ec \times Ie}$$

$$\delta_g = 0,323 \text{ mm}$$

h. Menghitung Lendutan Total

$$\delta_{total} = \delta_e + \delta_g$$

$$\delta_{total} = 0,164 + 0,323$$

$$\delta_{total} = 0,487 \text{ mm}$$

i. Menghitung Batas izin

Syarat:

$$\delta_{total} \leq Lx/240$$

$$0,487 \leq 20,833 \text{ (Aman)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, perencanaan pelat pondasi rakit menggunakan beton mutu $f'c = 30 \text{ MPa}$ dan baja tulangan $f_y = 360 \text{ MPa}$. Pelat direncanakan sebagai pelat dua arah dengan dimensi $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ dan tebal 300 mm ($L_y/L_x = 1,0$). Beban mati yang bekerja sebesar $8,360 \text{ kN/m}^2$ dan beban hidup sebesar $0,250 \text{ kN/m}^2$, sehingga diperoleh beban rencana terfaktor sebesar $10,432 \text{ kN/m}^2$. Momen rencana maksimum yang terjadi sebesar $5,477 \text{ kNm/m}$ dengan kebutuhan luas tulangan teoritis sebesar $630 \text{ mm}^2/\text{m}$. Tulangan yang digunakan adalah Ø16–150 dengan luas tulangan terpasang $1340 \text{ mm}^2/\text{m}$ sehingga memenuhi kapasitas momen rencana.

Hasil kontrol lendutan menunjukkan lendutan elastis sebesar $0,164 \text{ mm}$ dan lendutan jangka panjang sebesar $0,323 \text{ mm}$ dengan lendutan total $0,487 \text{ mm}$ ($< L/240 = 20,833 \text{ mm}$). Dengan demikian, pelat pondasi rakit dinyatakan aman terhadap kekuatan dan batas lendutan sesuai ketentuan perencanaan beton bertulang.

f. Perencanaan *Sloof Basement*

Perencanaan *sloof basement* dilakukan untuk memastikan balok pengikat pada struktur semi-basement mampu menyalurkan beban dari pelat lantai ke kolom dan pondasi secara aman serta menahan gaya lentur dan geser akibat kombinasi beban yang bekerja.

f'_c	= 30 Mpa
f_y (Tulangan Lentur)	= 520 Mpa
f_y (Tulangan Geser)	= 360 Mpa
Lebar Sloof	= 400 mm
Tinggi Sloof	= 300 mm
M_u^+	= 96,322 kNm
M_u^+	= 127,961 kNm
V_u	= 125,979 kN

a. Menghitung Momen Positif:

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

$$M_n = \frac{96,322}{0,80}$$

$$M_n = 120,403 \text{ kNm}$$

b. Tinggi Efektif Balok:

$$d = h - d'$$

$$d = 300 - 50$$

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

c. Rasio Tulangan:

$$\rho = \frac{0,85f'_c}{f_y(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{(0,85f'_c)}})}$$

$$\rho = \frac{0,85 \times 30}{520(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 4,8161}{(0,85 \times 30)}})}$$

$$\rho = 0,01036$$

d. Luas Tulangan yang diperlukan:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

PERENCANAAN TEBAL PLAT DAN DAYA DUKUNG TANAH PONDASI SEMI-BASEMENT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SMP SINAR HARAPAN KABUPATEN LUMAJANG

$$A_s = 0,01036 \times 400 \times 250$$

$$A_s = 1036 \text{ mm}^2$$

e. Luas Tulangan Terpakai:

$$A_s = n \times \pi/4 \times D^2$$

$$A_s = 6 \times \pi/4 \times 16^2$$

$$A_s = 1206 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan, tulangan momen positif yang dibutuhkan sebesar 1036 mm². Tulangan yang digunakan adalah 6D16 dengan luas terpasang 1206 mm², sehingga memenuhi kebutuhan luas tulangan yang disyaratkan.

a. Menghitung Momen Negatif:

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

$$M_n = \frac{127,961}{0,80}$$

$$M_n = 159,951 \text{ kNm}$$

b. Tinggi Efektif Balok:

$$d = h - d'$$

$$d = 300 - 50$$

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

c. Rasio Tulangan:

$$\rho = \frac{0,85f'c}{fy(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{(0,85f'c)}})}$$

$$\rho = \frac{0,85 \times 30}{420(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 6,3981}{(0,85 \times 30)}})}$$

$$\rho = 0,01443$$

d. Luas Tulangan yang diperlukan:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,01443 \times 400 \times 250$$

$$A_s = 1443 \text{ mm}^2$$

e. Luas Tulangan Terpakai:

$$A_s = n \times \pi/4 \times D^2$$

$$A_s = 8 \times \pi/4 \times 16^2$$

$$A_s = 7,175 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan, tulangan momen negatif yang dibutuhkan sebesar 1443 mm². Tulangan yang digunakan adalah 8D16 dengan luas terpasang 7,175 mm², sehingga memenuhi kebutuhan luas tulangan yang disyaratkan. Jarak sengkang, s diperoleh nilai sebesar 130 mm. Sehingga digunakan tulangan jarak sengkang 4P16-130.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka hasil penelitian yang dapat disimpulkan sebagai berikut. 1. Berdasarkan hasil analisis struktur pada perencanaan semi-*basement* pembangunan SMP Sinar Harapan Kabupaten Lumajang, diperoleh tebal pelat pondasi semi-*basement* yang sesuai adalah 300 mm dengan mutu beton $f_c' = 30$ MPa dan tulangan Ø10–150 mm. Pelat tersebut mampu menahan beban rencana yang bekerja sebesar 4,432 kN/m², menghasilkan momen rencana 5,097 kNm/m, serta memenuhi syarat batas lendutan dengan lendutan total 20,274 mm ($< L/240$), sehingga dinyatakan aman terhadap kriteria kekuatan dan kekakuan struktur. 2. Berdasarkan hasil analisis daya dukung tanah pada kedalaman pondasi 4 m, diperoleh daya dukung ultimit tanah (Q_{ult}) sebesar 2522,3 kPa dan daya dukung tanah izin (Q_a) sebesar 840,75 kPa dengan faktor keamanan sebesar 3,18. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tekanan tanah akibat beban struktur masih berada di bawah daya dukung izin tanah sehingga sistem pondasi semi-*basement* yang direncanakan dinyatakan aman dan memenuhi syarat stabilitas.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut. 1. Tahap pelaksanaan konstruksi dilakukan pengawasan mutu secara ketat, khususnya terhadap mutu beton, pemasangan tulangan, kedalaman pondasi, dan kondisi tanah dasar di lapangan agar sesuai dengan asumsi perencanaan. 2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis yang lebih detail menggunakan metode numerik atau *software* geoteknik dan struktur guna

PERENCANAAN TEBAL PLAT DAN DAYA DUKUNG TANAH PONDASI SEMI-BASEMENT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SMP SINAR HARAPAN KABUPATEN LUMAJANG

membandingkan hasil perhitungan manual serta mengevaluasi efisiensi dimensi dan tulangan agar desain menjadi lebih optimal dan ekonomis.

DAFTAR REFERENSI

- Anggraini, N., & Sarifah, F. (2024). *The Influence Of Raft Thickness On Settlement And Bending Moment Of Pile Raft Foundation In Clay Soil. CIVED: Journal Of Civil Engineering and Vocational Education*. 11(2), 614–624.
- Aztina, B., Purba, A., Wardono, H., & Nugraha, N. (2024). Perencanaan Concrete Slab Sebagai Perlindungan External Pipa. *Prosiding Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)*. 3(1). Universitas Lampung.
- B, M. R., & K, M. R. (2025). Soil Structure Interaction Analysis on Raft Foundation. *International Journal Of Research and Scientific Innovation (IJRSI)*. 12(11), 455–459. <https://doi.org/10.51244/IJRSI>.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *Persyaratan Perancangan Geoteknik (SNI 8460:2017)*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2019)*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020)*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Bian, H., Sun, Z., Bian, J., Qu, Z., Zhang, J., & Xu, X. (2025). Assessment Of Soil Classification Based On Cone Penetration Test Data For Kaifeng Area Using Optimized Support Vector Machine. *Nature Portofolio*. 1–14.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SKBI-1.3.5.3-1987)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Dewi, I. C., & Priyono, P. (2018). Analisa Desain Fly Over dan Slab Beton On Pile Pada Perencanaan Barat Kota Surabaya. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*. 3(2). 65-75.

Priyono, P. (2020). Desain Tulangan dan Analisis Kolom Beton Pada Penampang Gagal Tarik Disaat Tulangan Tekan Meleleh Sesuai SNI 2847:2013. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*. 5(2). 2-11.