

LAPORAN PENELITIAN



**EVALUASI DATA PENYELIDIKAN TANAH DAN
REKOMENDASI TEKNIS DESAIN FONDASI
RENOVASI GEDUNG REKTORAT UNDARIS**

Tim Pengabdian:

Ketua:

Ir. Agung Hari Wibowo, SIP., ST., MT. (NIDN. 0604089203)

Anggota

Abdullah, ST., MT. (NIDN. 0629096901)

Khoirudin Fakhri, ST., MT. (NIDN. 06210896)

Ir. Takdir Rochjati Saptorini, MS.

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DARUL ULUM ISLAMIC CENTRE SUDIRMAN GUPPI (UNDARIS)
UNGERAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN PENELITIAN

1. Judul Penelitian : Evaluasi Data Penyelidikan Tanah Dan Rekomendasi Teknis Desain Fondasi Renovasi Gedung Rektorat UNDARIS

2. Ketua Tim Penelitian
 - a. Nama Lengkap & Gelar : Ir. Agung Hari Wibowo, SIP., ST., MT.
 - b. Jenis Kelamin : L
 - c. NIDN : 0604089203
 - d. Pangkat / Golongan : -
 - e. Jabatan Fungsional : -
 - f. Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
 - g. Alamat : Jl. Tentara Pelajar No. 13 Ungaran
 - h. Telepon / Fax / Email : (024) 6924355

3. Jumlah Anggota Penelitian
 - a. Nama Anggota / NIDN : Abdullah, ST., MT. / 0629096901
 - b. Nama Anggota / NIDN : Khoirudin Fakhri, ST., MT. / 0621089603
 - c. Nama Anggota : Ir. Takdir Rochjati Saptorini, MS.

4. Lokasi Penelitian : Kampus UNDARIS Jl. Tentara Pelajar No. 13 Ungaran Timur, Kabupaten Semarang.

5. Rencana Belanja Total Mandiri : Rp. 3.000.000,- (Tiga Juta Rupiah)

6. Tahun Pelaksanaan : Juli – Agustus 2024

Ungaran, Agustus 2024


Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Abdullah, ST., MT.
NIDN. 0629096901



Ketua Tim Penelitian



Ir. Agung Hari Wibowo, SIP, ST., MT.
NIDN. 0604089203

Menyetujui,
Ketua LPPM



Dr. Sutomo, M.Pd.
NIDN. 001096002



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ABTSRAK	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II KAJIAN PUSTAKA	2
2.1 Sondir / Cone Penetration Test (CPT).....	2
2.2 Fondasi Telapak.....	3
2.3 Pembebanan	4
2.4 Analisa Struktur	4
BAB III METODE PENELITIAN.....	6
3.1 Lokasi Penelitian.....	6
3.2 Tahapan Penelitian	7
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	8
4.1 Preliminary Design.....	8
4.2 Data Sondir	10
4.3 Analisa Pembebanan	13

4.4	Analisa Struktur	17
4.5	Analisa Daya Dukung dan Stabilitas.....	19
4.6	Desain Penulangan Fondasi	22
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI		30
5.1	Kesimpulan	30
5.2	Saran.....	31
REFERENSI		ix
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....		x
- SURAT TUGAS		
- STRATIGRAFI TANAH		
- LAPORAN PENYELIDIKAN TANAH SONDIR		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Alat Sondir	2
Gambar 2 SAP2000 v22	5
Gambar 3 Lokasi Gedung Rektorat Undaris	6
Gambar 4 Preliminary Design	9
Gambar 5 Grafik q_c Sondir 1 dan Sondir 2.....	12
Gambar 6 Respon Spectrum di Lokasi	14
Gambar 7 Load Pattern Gempa Statik	15
Gambar 8 Deformasi Akibat Beban Layan.....	17
Gambar 9 Reaksi Akibat Beban Layan.....	18
Gambar 10 Deformasi Akibat Beban Ultimit	19
Gambar 11 Data Fondasi	20
Gambar 12 Pembebanan Fondasi	20
Gambar 13 Tegangan di Dasar Fondasi Akibat Beban Layan	22
Gambar 14 Kontrol Geser 1 Arah (Arah X)	24
Gambar 15 Kontrol Geser 1 Arah (Arah Y)	24
Gambar 16 Kontrol Geser 2 Arah.....	25
Gambar 17 Sket Desain Penulangan	29

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga tim penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Penelitian ini dengan judul “*Evaluasi Data Penyelidikan Tanah Dan Rekomendasi Teknis Desain Fondasi Renovasi Gedung Rektorat UNDARIS*”

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan desain Fondasi yang dipandang efisien namun tetap memenuhi kaidah-kaidah teknis perencanaan. Perhitungan daya dukung dari desain Fondasi didasarkan pada rencana kegiatan renovasi berupa rekonstruksi Gedung Rektorat UNDARIS dan data penyelidikan tanah sondir di sekitar lokasi.

Melalui kesempatan ini pula, penulis sampaikan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan ini, diantaranya:

1. Bapak Dr. Soetomo, M, Pd. selaku Ketua LPPM Undaris,
2. Bapak Abdullah, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Undaris,
3. Semua pihak yang telah membantu di dalam klancaran dan tersusunnya laporan ini

Penulis menyadari laporan ini masih banyak kekurangan. Untuk itu masukan berupa kritik dan saran senantiasa kami nantikan demi perbaikan-perbaikan di kemudian hari.

Ungaran, Agustus 2024

Tim Penulis

ABSTRACT

Foundation design is carried out carefully to obtain the appropriate bearing capacity to support the load of the structure above it. Good foundation design will prevent the collapse of the structure above it. The foundation in a structural system functions to transfer the load of the structure to the ground. The separate footing foundation model is highly dependent on the area in the calculation of the contact pressure at the base of the foundation. The wider the footing of the foundation, the smaller the contact pressure generated. The size of the design of this contact pressure is determined by the ability of the soil below it to support the structure as a whole. In the study on the design of foundations for two-story building structures, it is known that the allowable bearing capacity value from the sondir data with a q_c value of 45 kg/cm^2 according to Schmertmann is 676.67 kN/m^2 . This value is smaller when compared to Mayerhoff and Herminier, which each provide q_{allow} of 975 and 1000 kN/m^2 . With a combination of service loads, the foundation footing is designed with dimensions of $1.40 \times 1.40 \text{ m}$ resulting in a q_{max} at the base of the foundation of 439.297 kN/m^2 which is still below q_{allow} . For reinforcement design, a combination of ultimate loads is used. The structural analysis carried out obtains the support reaction force which is then used as design input. From the calculation results, flexural reinforcement in the x and y directions is obtained with D16-200. Shrinkage reinforce in the x and y directions is installed D13-200, while shear reinforcement D13-400/400 is used.

Keywords: *Foundation, Footplat, Bearing Capacity, Sondir, Reinforced Concrete*

ABSTRAK

Perencanaan Fondasi dilakukan secara cermat untuk mendapatkan daya dukung yang sesuai untuk menopang beban struktur di atasnya. Perencanaan Fondasi yang baik akan menghindarkan keruntuhan struktur di atasnya. Fondasi dalam sebuah sistem struktur bertugas menyalurkan beban struktur ke tanah di bawahnya. Model fondasi telapak terpisah sangat bergantung pada luasannya dalam perhitungan tekanan sentuh di dasar fondasi. Semakin luas telapak fondasi, maka semakin kecil pula tekanan sentuh yang ditimbulkan. Besar kecilnya perancangan tekanan sentuh ini sangat dipengaruhi kemampuan tanah di bawahnya untuk mendukung struktur secara keseluruhan. Dalam penelitian tentang perancangan Fondasi untuk struktur bangunan dua lantai ini diketahui nilai daya dukung ijin dari data sondir dengan nilai q_c 45 kg/cm² menurut Schmertmann adalah 676,67 kN/m². Nilai ini lebih kecil jika dibandingkan dengan Mayerhoff dan Herminier yang masing-masing memberikan q_{ijin} sebesar 975 dan 1000 kN/m². Dengan kombinasi beban layan, telapak fondasi dirancang dengan dimensi 1,40 x 1,40 m sehingga menghasilkan q_{max} di dasar fondasi 439,297 kN/m² yang masih di bawah q_{ijin} . Untuk perancangan tulangan, digunakan kombinasi beban ultimit. Analisa struktur yang dilakukan mendapatkan gaya reaksi tumpuan yang selanjutnya digunakan sebagai input perancangan. Dari hasil perhitungan didapatkan tulangan lentur pada arah x maupun y dengan D16-200. Tulangan susut arah x dan y dipasang D13-200, sementara untuk tulangan geser digunakan tulangan geser praktis D13-400/400.

Kata Kunci: *Fondasi, Fondasi Telapak Terpisah, Kapasitas Dukung Tanah, Sondir, Struktur Beton.*

BAB I

PENDAHULUAN

Kebutuhan pembaharuan prasarana menjadi begitu penting di tengah tuntutan perbaikan kualitas kampus dalam menggelar layanan kependidikan untuk masyarakat. Posisi Undaris sebagai Kampus Swasta dituntut terus berkembang dan bertumbuh secara mandiri untuk mempertahankan citra dan kepercayaan yang sudah diperoleh di masyarakat, khususnya di Kabupaten Semarang dan sekitarnya.

Hariyanti & Wirapraja mengemukakan salah satu pertimbangan pemilihan kampus dari calon mahasiswa adalah aspek prasarana kampus [1]. Perbaikan infrastruktur kampus terus dilakukan Undaris untuk dapat bersaing dengan kampus-kampus lain di sekitarnya. Beberapa kegiatan perbaikan infrastruktur dalam empat tahun belakangan diantaranya adalah Pembangunan Gedung Aula HM Mansyur, Renovasi Gapura Undaris di Jalan Diponegoro, Rekonstruksi Gedung Utama Undaris, serta Renovasi Gapura Jalan Masuk Kampus.

Tidak berhenti di sana, rencana perbaikan infrastruktur terus dilakukan. Salah satu rencana untuk kegiatan perbaikan prasarana adalah rekonstruksi Gedung Rektorat lama yang direncanakan menjadi 2 lantai. Gedung Rektorat Undaris merupakan bagian dari Sejarah Kampus Undaris yang berada di Jalan Tentara Pelajar No. 13 Ungaran Timur, Kabupaten Semarang.

Penelitian ini kemudian bertujuan untuk mendapatkan desain Fondasi yang dipandang efisien namun tetap memenuhi kaidah-kaidah teknis perencanaan. Pada bagian Analisa dan Pembahasan akan dibahas mengenai daya dukung dan stabilitas Fondasi serta desain penulangan Fondasi.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sondir / Cone Penetration Test (CPT)

CPT adalah suatu uji penetrasi konus ke dalam tanah yang bertujuan untuk mengetahui nilai perlawanan dari tanah pada setiap kedalaman tertentu berdasarkan tahanan ujung konus dan hambatan akibat lekatan tanah dengan selubung konus. Dua parameter utama dalam CPT adalah perlawanan konus (q_c) dan perlawanan geser (f_s). Pembacaan q_c dan f_s dilakukan tiap interval 20 cm.



Gambar 1 Alat Sondir

Schmertmann (1978) memberikan daya dukung Fondasi dangkal bentuk bujur sangkar dengan $\frac{D}{B} < 1,50$ yang menumpu di atas tanah pasir dan maupun tanah lempung dapat dihitung berdasarkan tahanan konus (q_c) hasil pengujian CPT sebagai berikut [2]:

- Untuk tanah pasir

$$q_{un} = 48 - 0,009(300 - q_c)^{1,5} \dots\dots\dots (1)$$

- Untuk tanah lempung

$$q_{un} = 5 + 0,34q_c \dots\dots\dots (2)$$

Mayerhoff dan Herminier juga memberikan daya dukung tanah dari data sebagaimana ditampilkan pada persamaan (3) dan (4) [3]:

$$q_{un} = q_c B \left(1 + \frac{D}{B} \right) \frac{1}{400} \dots\dots\dots (3)$$

$$q_{un} = \frac{q_c}{15} \dots\dots\dots (4)$$

Sementara q_{ijin} adalah q_{un}/SF . SF adalah faktor keamanan daya dukung untuk fondasi dangkal dimana dalam SNI 8460:2017 ditentukan sebesar 3,00 [4].

2.2 Fondasi Telapak

Fondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang bertugas meletakkan bangunan dan meneruskan beban struktur atas ke tanah yang cukup kuat untuk mendukung struktur tersebut. Untuk tujuan tersebut, fondasi bangunan harus diperhitungkan dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri maupun beban-beban yang bekerja. Selanjutnya fondasi dibedakan menjadi dua jenis yakni fondasi dangkal dan fondasi dalam.

Penggolongan fondasi tergantung pada perbandingan kedalaman fondasi (D) dengan lebar fondasi (B). Jika $D \leq B$, maka disebut fondasi dangkal [5]. Untuk fondasi bangunan rumah tinggal dan gedung bertingkat biasa dengan beban yang tidak terlalu berat, biasanya cukup digunakan fondasi dangkal. Kapasitas dukung ditentukan oleh lebar fondasi.

Salah satu Fondasi dangkal paling populer digunakan adalah Fondasi telapak terpisah (*individual footing*). Fondasi telapak terpisah biasanya didesain untuk mampu menumpu kolom struktur.

Fondasi telapak terpisah umumnya berbentuk bujur sangkar atau persegi panjang. Terdapat dua jenis gaya yang ditahan oleh Fondasi telapak, yakni beban vertikal dan beban momen. Keduanya dikombinasikan untuk mendapatkan tegangan

maksimum (p_{\max}) dan tegangan minimum (p_{\min}) pada dasar Fondasi [5]. Tegangan pada dasar Fondasi ini seringkali disebut tekanan sentuh atau tegangan kontak.

$$P = \frac{V}{B_x B_y} \pm \frac{M}{1/6 B_x^2 B_y} \dots\dots\dots (5)$$

2.3 Pembebanan

Analisa pembebanan dilakukan untuk menentukan besaran tiap komponen dari *upper structure* untuk diteruskan *sub structure* (fondasi) ke tanah dasar. Beban kerja diklasifikasikan sebagai berikut:

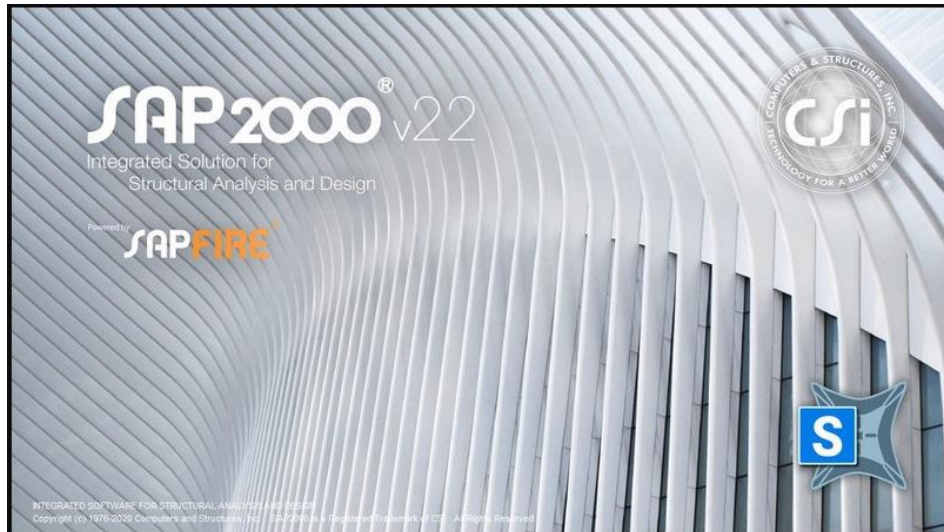
1. Beban mati sendiri elemen struktur (*dead load*), meliputi: balok, kolom, pelat lantai, dan sloof.
2. Beban mati elemen tambahan (*super dead load*), meliputi: dinding, keramik, plesteram, plumbing, mekanikal-elektrikal, dll.
3. Beban hidup (*live load*), meliputi beban luar per m^2 yang ditinjau berdasarkan fungsi bangunan.
4. Beban gempa (*earthquake load*) meliputi beban gempa statik ekuivalen dan dinamik (*respon spectrum*).

Kombinasi pembebanan didasarkan pada SNI 1727 :2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Bangunan Gedung dan Struktur Lain [6]. Sementara untuk acuan penampang elemen struktur menggunakan SNI 2847 :2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung [7].

2.4 Analisa Struktur

SAP2000 merupakan program komputer yang terintegrasi untuk analisis dan desain struktural. SAP2000 memiliki *interface* grafis intuitif yang dapat menganalisis struktur 2D dan 3D. Fitur utama dari SAP2000 adalah menghitung deformasi, kapasitas penampang, dan penggunaan material konstruksi pada struktur yang didesain.

Dalam penelitian ini, analisa struktur dilakukan untuk mendapatkan reaksi tumpuan yang akan digunakan sebagai *input* desain Fondasi. Proses analisa struktur dilakukan dengan bantuan *software* SAP2000 versi 22.



Gambar 2 SAP2000 v22

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Gedung Rektorat Lama Undaris yang berada di Jalan Tentara Pelajar No. 13 Ungaran Timur, Kabupaten Semarang. Titik koordinat Lokasi berada pada -7.141319, 110.416397.

Gedung Rektorat eksisting adalah bangunan konvensional satu lantai. Lokasi Gedung Rektorat Undaris adalah tepat di sisi timur Gedung Utama Undaris. Gambaran lokasi Gedung Rektorat Undaris ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Lokasi Gedung Rektorat Undaris

Pada Pembangunan Gedung Utama Undaris yang dilakukan pada Tahun 2022, dilakukan penyelidikan tanah dengan metode sondir dan diperoleh tanah keras dengan kedalaman 10 m. Adanya pertimbangan tersebut maka dilakukan penyelidikan tanah sondir (CPT) untuk melakukan perhitungan perencanaan Fondasi pada kegiatan rekonstruksi Gedung Rektorat Undaris ini.

3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian dibagi dalam lima tahap sebagai berikut:

1. Preliminary Design:
 - Penentuan material yang digunakan
 - Penentuan *section properties*
 - Penentuan konfigurasi struktur
2. Analisa Pembebanan
 - Identifikasi beban kerja
 - Kombinasi pembebanan: layan & ultimit
3. Analisa Struktur
 - Pemeriksaan kapasitas *upper structure*
 - Nilai reaksi pada tumpuan (kombinasi layan) digunakan untuk menghitung stabilitas Fondasi
 - Nilai reaksi pada tumpuan (kombinasi ultimit) digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan *footplat*.
4. Perencanaan dimensi Fondasi dan cek stabilitasnya dengan daya dukung tersedia di Lokasi dari data sondir
5. Perancangan penulangan Fondasi

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Preliminary Design

Preliminary design digunakan untuk perencanaan sementara terkait dimensi struktur. Hal ini dalam rangka kebutuhan *upper structure* dalam menahan beban untuk kemudian disalurkan menuju *sub-structure*. *Preliminary design* ditentukan melalui gambaran awal rencana bangunan gedung, diantaranya denah, *site plan*, dan gambar tampak, serta informasi fungsi gedung. Dalam *preliminary design* ditentukan pula rencana penggunaan material.

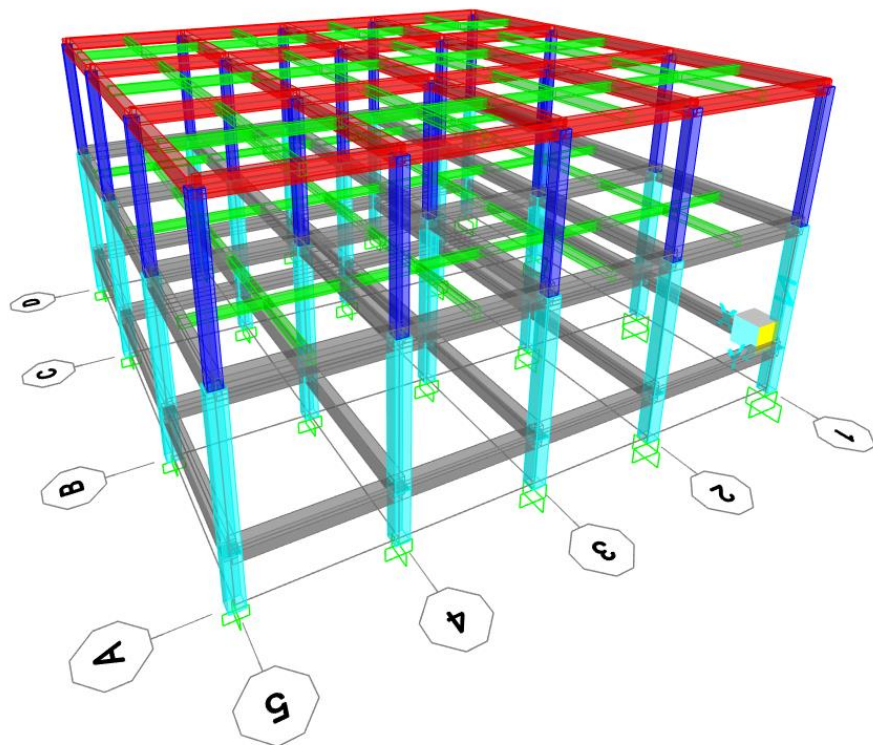
Struktur Gedung Rektorat 2 lantai direncanakan menggunakan beton bertulang dengan rincian sebagai berikut:

1. Beton

- Mutu Beton = K-300 (f_c 24,9 MPa \approx 25 MPa)
- Elastisitas Modulus = $4700 \sqrt{f_c} = 23453$ MPa
- Berat Volume = 2400 kg/m^3
- Poison Ratio = 0,2

2. Baja Tulangan

- Mutu Baja
BjTS 420 B untuk diameter ≥ 13 mm (f_y 420 MPa & f_u 525 MPa)
BjTP 280 untuk diameter < 13 MPa (f_y 280 MPa & f_u 350 MPa)
- Elastisitas Modulus = 200000 MPa
- Berat Volume = 7850 kg/m^3
- Poison Ratio = 0,3



Gambar 4 Preliminary Design

Untuk penampang komponen struktur yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Balok Induk 500 x 300
2. Sloof 500 x 300
3. Balok Anak 250 x 200
4. Ring Balk 400 x 250
5. Kolom 400 x 400 (digunakan di lantai 1)
6. Kolom 300 x 300 (digunakan di lantai 2)
7. Kolom Praktis 150 x 150

4.2 Data Sondir

Hasil data Sondir yang dilakukan CV. Amir Jaya Grup pada titik 1 dan titik 2 Proyek Rekonstruksi Gedung Rektorat Undaris berturut-turut ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Dari tampak visual terlihat tanah berwarna cokelat kemerahan. Hal ini mengindikasikan adanya butiran halus (lolos saringan No. 200) dengan komposisi lebih dari 50% sehingga tergolong sebagai lempung kohesif dengan plastisitas tinggi. Kapasitas tanah berbutir halus dipengaruhi dari nilai kohesinya yang dinyatakan dalam kategori *very soft*, *soft soil*, *medium*, *stiff*, *very stiff*, *hardrock*.

Tabel 1 Data Sondir 1

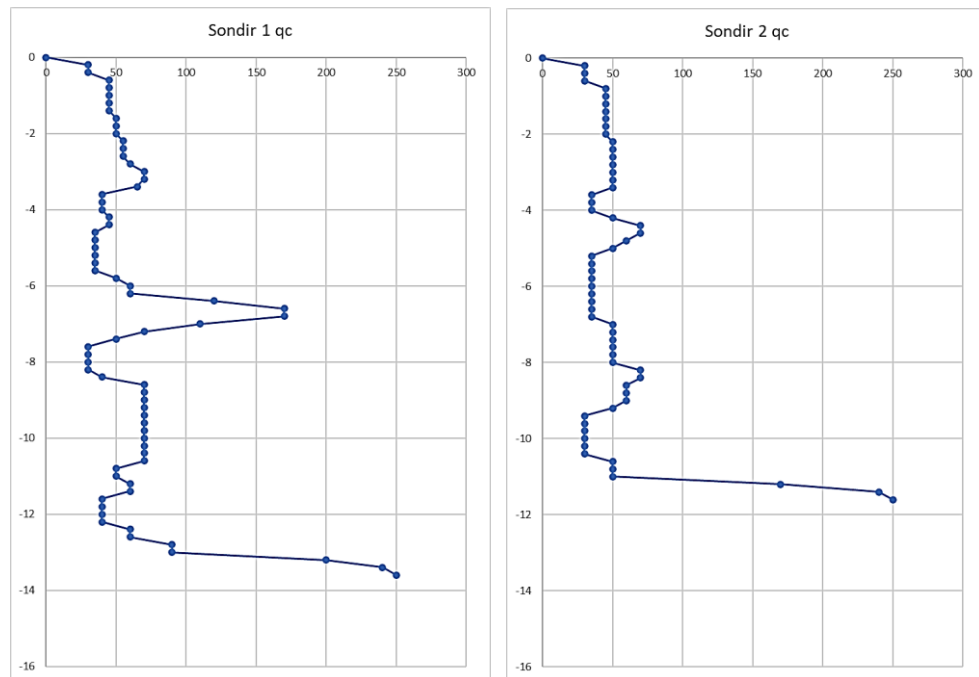
Depth	Sondir 1		Depth	Sondir 1		Depth	Sondir 1	
	qc	JHP		qc	JHP		qc	JHP
	(kg/cm ²)	(kg/cm')		(kg/cm ²)	(kg/cm')		(kg/cm ²)	(kg/cm')
0.00	0	0	-4.60	35	330	-9.20	70	690
-0.20	30	10	-4.80	35	340	-9.40	70	710
-0.40	30	20	-5.00	35	350	-9.60	70	730
-0.60	45	30	-5.20	35	360	-9.80	70	750
-0.80	45	40	-5.40	35	370	-10.00	70	770
-1.00	45	50	-5.60	35	380	-10.20	70	790
-1.20	45	60	-5.80	50	400	-10.40	70	810
-1.40	45	70	-6.00	60	420	-10.60	70	830
-1.60	50	90	-6.20	60	440	-10.80	50	850
-1.80	50	110	-6.40	120	460	-11.00	50	870
-2.00	50	130	-6.60	170	480	-11.20	60	890
-2.20	55	150	-6.80	170	500	-11.40	60	910
-2.40	55	170	-7.00	110	520	-11.60	40	930
-2.60	55	190	-7.20	70	540	-11.80	40	950
-2.80	60	210	-7.40	50	560	-12.00	40	970
-3.00	70	230	-7.60	30	570	-12.20	40	990
-3.20	70	250	-7.80	30	580	-12.40	60	1010
-3.40	65	270	-8.00	30	590	-12.60	60	1030
-3.60	40	280	-8.20	30	600	-12.80	90	1050
-3.80	40	290	-8.40	40	610	-13.00	90	1070
-4.00	40	300	-8.60	70	630	-13.20	200	1110
-4.20	45	310	-8.80	70	650	-13.40	240	1130
-4.40	45	320	-9.00	70	670	-13.60	250	1130

Tabel 2 Data Sondir 2

Depth	Sondir 2		Depth	Sondir 2		Depth	Sondir 2	
	qc	JHP		qc	JHP		qc	JHP
	(kg/cm ²)	(kg/cm ¹)		(kg/cm ²)	(kg/cm ¹)		(kg/cm ²)	(kg/cm ¹)
0.00	0	0	-4.60	70	330	-9.20	50	700
-0.20	30	10	-4.80	60	350	-9.40	30	710
-0.40	30	20	-5.00	50	370	-9.60	30	720
-0.60	30	30	-5.20	35	380	-9.80	30	730
-0.80	45	40	-5.40	35	390	-10.00	30	740
-1.00	45	50	-5.60	35	400	-10.20	30	750
-1.20	45	60	-5.80	35	410	-10.40	30	760
-1.40	45	70	-6.00	35	420	-10.60	50	780
-1.60	45	80	-6.20	35	430	-10.80	50	800
-1.80	45	90	-6.40	35	440	-11.00	50	820
-2.00	45	100	-6.60	35	450	-11.20	170	840
-2.20	50	120	-6.80	35	460	-11.40	240	860
-2.40	50	140	-7.00	50	480	-11.60	250	860
-2.60	50	160	-7.20	50	500	-11.80		
-2.80	50	180	-7.40	50	520	-12.00		
-3.00	50	200	-7.60	50	540	-12.20		
-3.20	50	220	-7.80	50	560	-12.40		
-3.40	50	240	-8.00	50	580	-12.60		
-3.60	35	250	-8.20	70	600	-12.80		
-3.80	35	260	-8.40	70	620	-13.00		
-4.00	35	270	-8.60	60	640	-13.20		
-4.20	50	290	-8.80	60	660	-13.40		
-4.40	70	310	-9.00	60	680	-13.60		

Pada Lokasi Sondir 1 tanah kaku (*stiff*) sampai dengan sangat kaku (*very stiff*) ditemukan pada kedalaman 0,60 s/d 13,00 diindikasikan dengan nilai q_c sebesar 8 s/d 30 kg/cm². Terdapat sedikit tanah dengan tingkat kekakuan sedang (*medium*) pada kedalaman 7,60 s/d 8,20. Sementara pada lokasi Sondir 2 ditemukan tanah kaku (*stiff*) sampai dengan sangat kaku (*very stiff*) ditemukan pada kedalaman 0,80 s/d 9,00.

Perencanaan fondasi dapat dilakukan dengan melakukan analisa pembebanan struktur di atasnya. Daya dukung dari data sondir digunakan untuk analisa perhitungan Fondasi.



Gambar 5 Grafik q_c Sondir 1 dan Sondir 2

Berkaitan dengan *preliminary design*, direncanakan *footplat* berada pada elevasi -1,20 m. Dengan demikian diperoleh nilai daya dukung ujung (q_c) dari data sondir adalah 45 kg/cm^2 . Daya dukung ijin (q_{ijin}) yang dari Schmertmann, Mayerhoff, dan Herminier yang diperoleh dari persamaan (2), (3), dan (4) adalah sebagai berikut:

1. Schmertmann

$$q_{un} = 20,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ijin} = 676,67 \text{ kN/m}^2$$

2. Mayerhoff

$$q_{un} = 29,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ijin} = 975 \text{ kN/m}^2$$

3. Herminier

$$q_{un} = 30 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ijin} = 1000 \text{ kN/m}^2$$

Fondasi dikatakan aman apabila tekanan sentuh tidak melebihi dari tegangan ijin. Hal ini diperlukan penyesuaian lebar telapak fondasi.

4.3 Analisa Pembebanan

Berikut beban-beban rencana yang bekerja di struktur Gedung 2 lantai Rektorat Undaris:

1. Beban Mati (*Dead Load*)

Tidak ada perhitungan beban mati akibat elemen struktur. Kalkulasi dilakukan oleh analisis software SAP 2000.

2. Beban Mati Tambahan (*Super Dead Load*)

a. SDL Pada Lantai

$$\text{Berat pasir setebal 1 cm} = 0.16 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat spesi setebal 3 cm} = 0.66 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat keramik setebal 1 cm} = 0.24 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat plafon \& penggantung} = 0.2 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat instalasi ME} = 0.25 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Total} = \mathbf{1.51} \text{ kN/m}^2$$

b. SDL Pada Atap

$$\text{Berat waterproofing} = 0.28 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat plafon \& penggantung} = 0.2 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat instalasi ME} = 0.25 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Total} = \mathbf{0.73} \text{ kN/m}^2$$

c. SDL Pada Balok Lantai dan Sloof

$$\text{Beban dinding tinggi 4 m} = \mathbf{10} \text{ kN/m}^1$$

d. SDL Pada Ringbalk

$$\text{Beban parapet 0,2 m} = \mathbf{0.5} \text{ kN/m}^1$$

3. Beban Hidup (*Live Load*)

a. Beban Hidup Pada Lantai

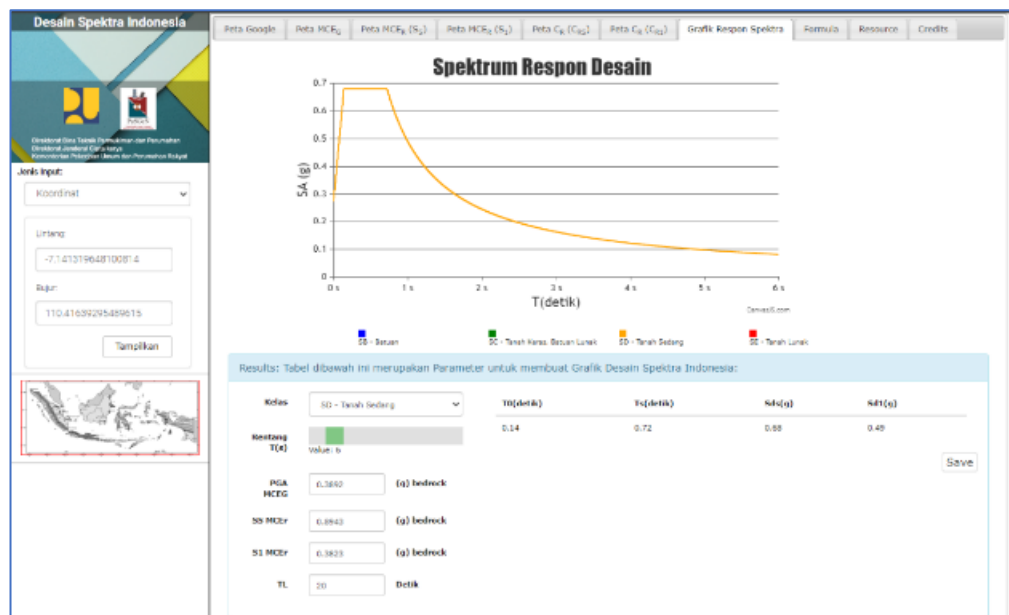
Fungsi Gedung sebagai ruang kuliah, beban didapat $250 \text{ kg/m}^2 = 2,5 \text{ kN/m}^2$ (SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain)

b. Beban Hidup Pada Lantai Atap

Beban orang dan Perlengkapan $1,00 \text{ kN/m}^2$

4. Beban Gempa (*Earthquake Load*)

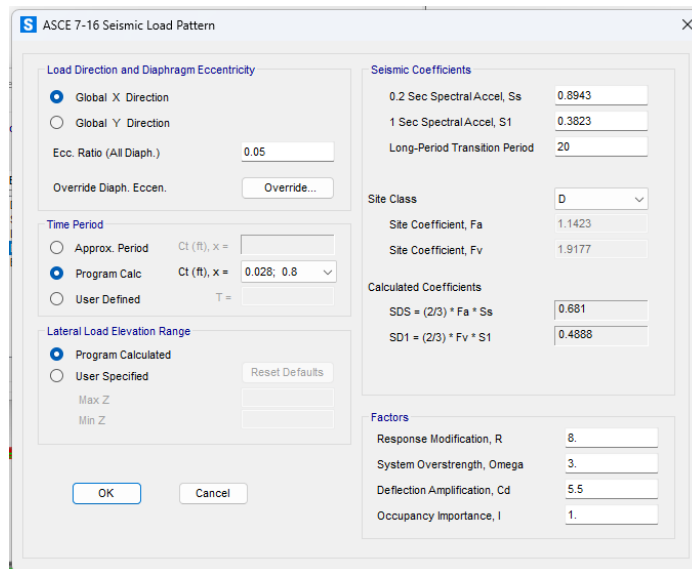
Beban gempa diambil dari website <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> dengan memasukkan koordinat rencana -7.1413196481; 110.41639295 untuk mendapatkan parameter perhitungan gaya gempa rencana.



Gambar 6 Respon Spectrum di Lokasi

- Faktor Resiko = Kategori II (Gedung Perkantoran dan Ruang Kuliah)
- Faktor keutamaan gempa = 1

- Nilai SDS = 0,681 (Hasil Analisa Spektrum di SAP2000)
- Kategori Desain Sesimic = D (Tabel 8 dan 9 SNI 1726:2019)
- Resiko Kegempaan = Tinggi (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)
- R (faktro reduksi gempa) = 8 (Tabel 12 SNI 1726:2019)
- Faktor kuat lebih = 3 (Tabel 12 SNI 1726:2019)
- Faktor pembesian defleksi = 5,5 (Tabel 12 SNI 1726:2019)



Gambar 7 Load Pattern Gempa Statik

5. Kombinasi Layan

Nilai kombinasi pembebanan layan dipengaruhi oleh Kombinasi Pembebanan Dasar (S_{DS}), dan Kombinasi Pengaruh Gempa (ρ). Berikut hasil analisis untuk kombinasi pembebanan gempa di Lokasi pekerjaan:

$$\text{Komb. 1} = 1,0 \text{ DL} + 1,0 \text{ SDL}$$

$$\text{Komb. 2} = 1,0 \text{ DL} + 1,0 \text{ SDL} + 1,0 \text{ LL}$$

$$\text{Komb. 3} = 1,0 \text{ DL} + 1,0 \text{ SDL} + 0,75 \text{ LL}$$

$$\text{Komb. 4} = 0,6 \text{ DL} + 0,6 \text{ SDL}$$

$$\text{Komb. 5} = 1,1 \text{ DL} + 1,1 \text{ SDL} + 0,27 E_x + 0,91 E_y$$

$$\begin{aligned}
\text{Komb. 6} &= 1,1 \text{ DL} + 1,1 \text{ SDL} + 0,27 \text{ E}_x - 0,91 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 7} &= 1,1 \text{ DL} + 1,1 \text{ SDL} - 0,27 \text{ E}_x + 0,91 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 8} &= 1,1 \text{ DL} + 1,1 \text{ SDL} - 0,27 \text{ E}_x - 0,91 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 9} &= 1,1 \text{ DL} + 1,1 \text{ SDL} + 0,91 \text{ E}_x + 0,27 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 10} &= 1,1 \text{ DL} + 1,1 \text{ SDL} + 0,91 \text{ E}_x - 0,27 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 11} &= 1,1 \text{ DL} + 1,1 \text{ SDL} - 0,91 \text{ E}_x + 0,27 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 12} &= 1,1 \text{ DL} + 1,1 \text{ SDL} - 0,27 \text{ E}_x - 0,91 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 13} &= 1,07 \text{ DL} + 1,07 \text{ SDL} + 0,75 \text{ LL} + 0,2 \text{ E}_x + 0,68 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 14} &= 1,07 \text{ DL} + 1,07 \text{ SDL} + 0,75 \text{ LL} + 0,2 \text{ E}_x - 0,68 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 15} &= 1,07 \text{ DL} + 1,07 \text{ SDL} + 0,75 \text{ LL} - 0,2 \text{ E}_x + 0,68 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 16} &= 1,07 \text{ DL} + 1,07 \text{ SDL} + 0,75 \text{ LL} - 0,2 \text{ E}_x - 0,68 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 17} &= 1,07 \text{ DL} + 1,07 \text{ SDL} + 0,75 \text{ LL} + 0,68 \text{ E}_x + 0,2 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 18} &= 1,07 \text{ DL} + 1,07 \text{ SDL} + 0,75 \text{ LL} + 0,68 \text{ E}_x - 0,2 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 19} &= 1,07 \text{ DL} + 1,07 \text{ SDL} + 0,75 \text{ LL} - 0,68 \text{ E}_x + 0,2 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 20} &= 1,07 \text{ DL} + 1,07 \text{ SDL} + 0,75 \text{ LL} - 0,68 \text{ E}_x - 0,2 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 21} &= 0,5 \text{ DL} + 0,5 \text{ SDL} + 0,27 \text{ E}_x + 0,91 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 22} &= 0,5 \text{ DL} + 0,5 \text{ SDL} + 0,27 \text{ E}_x - 0,91 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 23} &= 0,5 \text{ DL} + 0,5 \text{ SDL} - 0,27 \text{ E}_x + 0,91 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 24} &= 0,5 \text{ DL} + 0,5 \text{ SDL} - 0,27 \text{ E}_x - 0,91 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 25} &= 0,5 \text{ DL} + 0,5 \text{ SDL} + 0,91 \text{ E}_x + 0,27 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 26} &= 0,5 \text{ DL} + 0,5 \text{ SDL} + 0,91 \text{ E}_x - 0,27 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 27} &= 0,5 \text{ DL} + 0,5 \text{ SDL} - 0,91 \text{ E}_x + 0,27 \text{ E}_y \\
\text{Komb. 28} &= 0,5 \text{ DL} + 0,5 \text{ SDL} - 0,91 \text{ E}_x - 0,27 \text{ E}_y
\end{aligned}$$

6. Kombinasi Ultimit

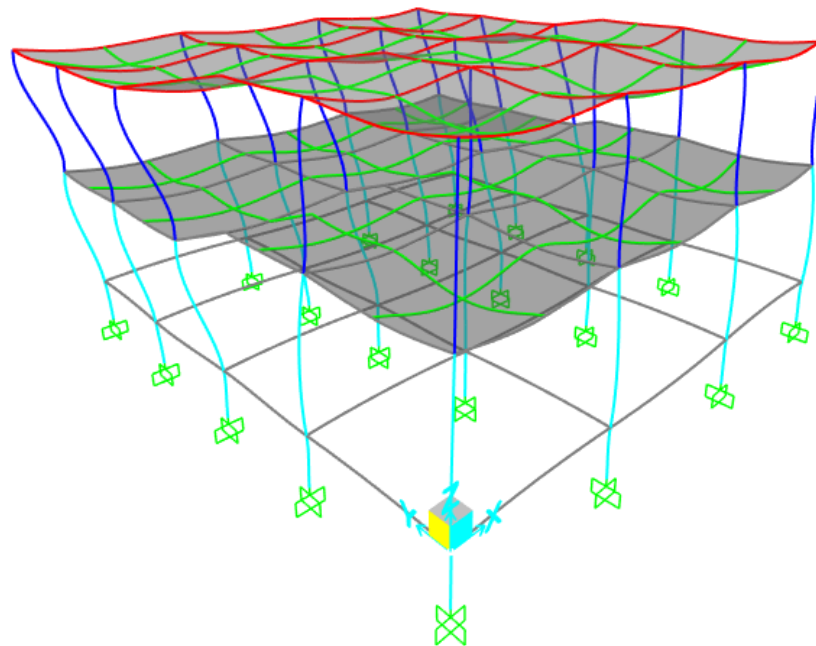
Kombinasi ultimit digunakan untuk perencanaan penulangan.

$$\begin{aligned}
\text{Komb. 1} &= 1,4 \text{ D} + 1,4 \text{ SDL} \\
\text{Komb. 2} &= 1,2 \text{ D} + 1,2 \text{ SDL} + 1,6 \text{ LL} \\
\text{Komb. 3} &= 1,37 \text{ D} + 1,37 \text{ SDL} + 1 \text{ LL} + 1 \text{ E}_{dx} + 0,3 \text{ E}_{dy} \\
\text{Komb. 4} &= 1,37 \text{ D} + 1,37 \text{ SDL} + 1 \text{ LL} + 1 \text{ E}_{dx} - 0,3 \text{ E}_{dy} \\
\text{Komb. 5} &= 1,37 \text{ D} + 1,37 \text{ SDL} + 1 \text{ LL} - 1 \text{ E}_{dx} + 0,3 \text{ E}_{dy} \\
\text{Komb. 6} &= 1,37 \text{ D} + 1,37 \text{ SDL} + 1 \text{ LL} - 1 \text{ E}_{dx} - 0,3 \text{ E}_{dy}
\end{aligned}$$

Komb. 7	= 1,37 D + 1,37 SDL + 1 LL + 1 E _{dy} + 0,3 E _{dx}
Komb. 8	= 1,37 D + 1,37 SDL + 1 LL + 1 E _{dy} - 0,3 E _{dx}
Komb. 9	= 1,37 D + 1,37 SDL + 1 LL - 1 E _{dy} + 0,3 E _{dx}
Komb. 10	= 1,37 D + 1,37 SDL + 1 LL - 1 E _{dy} - 0,3 E _{dx}
Komb. 11	= 0,76 D + 0,76 SDL + 1 E _{dx} + 0,3 E _{dy}
Komb. 12	= 0,76 D + 0,76 SDL + 1 E _{dx} - 0,3 E _{dy}
Komb. 13	= 0,76 D + 0,76 SDL - 1 E _{dx} + 0,3 E _{dy}
Komb. 14	= 0,76 D + 0,76 SDL - 1 E _{dx} - 0,3 E _{dy}
Komb. 15	= 0,76 D + 0,76 SDL + 1 E _{dy} + 0,3 E _{dx}
Komb. 16	= 0,76 D + 0,76 SDL + 1 E _{dy} - 0,3 E _{dx}
Komb. 17	= 0,76 D + 0,76 SDL - 1 E _{dy} + 0,3 E _{dx}
Komb. 18	= 0,76 D + 0,76 SDL - 1 E _{dy} - 0,3 E _{dx}

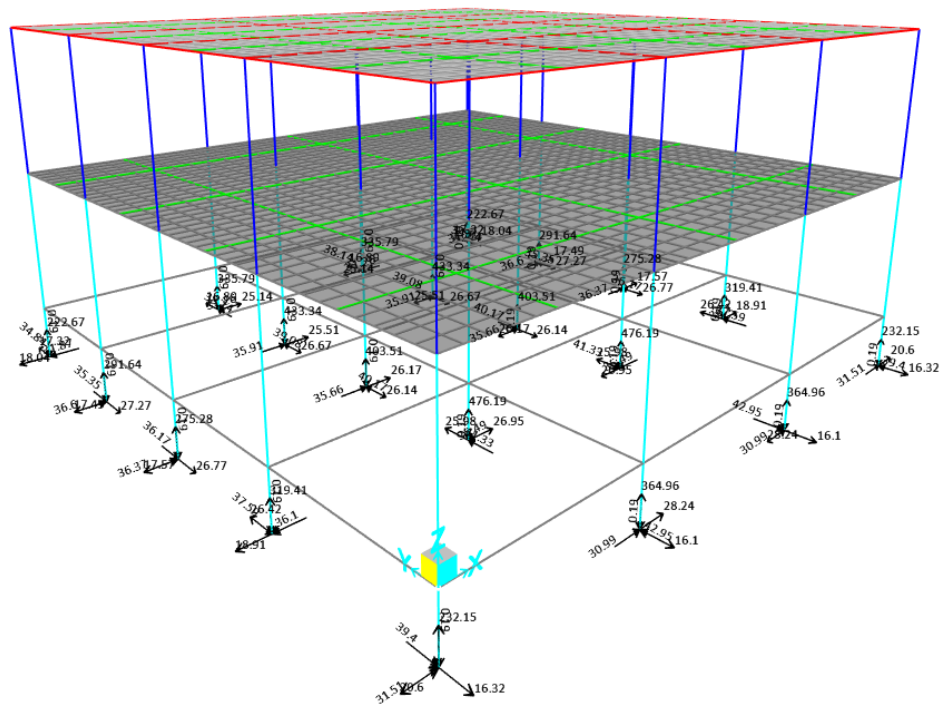
4.4 Analisa Struktur

Analisa Struktur dilakukan dengan bantuan *software* SAP2000 versi 22. Proses Analisa struktur dilakukan dalam dua tahap. Tahapan pertama adalah dengan kombinasi beban layan dan tahap kedua dengan kombinasi beban ultimit.



Gambar 8 Deformasi Akibat Beban Layan

Reaksi yang timbul akibat kombinasi layan digunakan untuk mendesain stabilitas dan daya dukung fondasi. Adapun dari kombinasi layan tersebut diambil kondisi maksimum (*envelope*). Hasil Analisa struktur kombinasi layan ditampilkan pada Gambar 8. Sementara besaran reaksi yang timbul akibat beban layan diilustrasikan pada Gambar 9.



Gambar 9 Reaksi Akibat Beban Layan

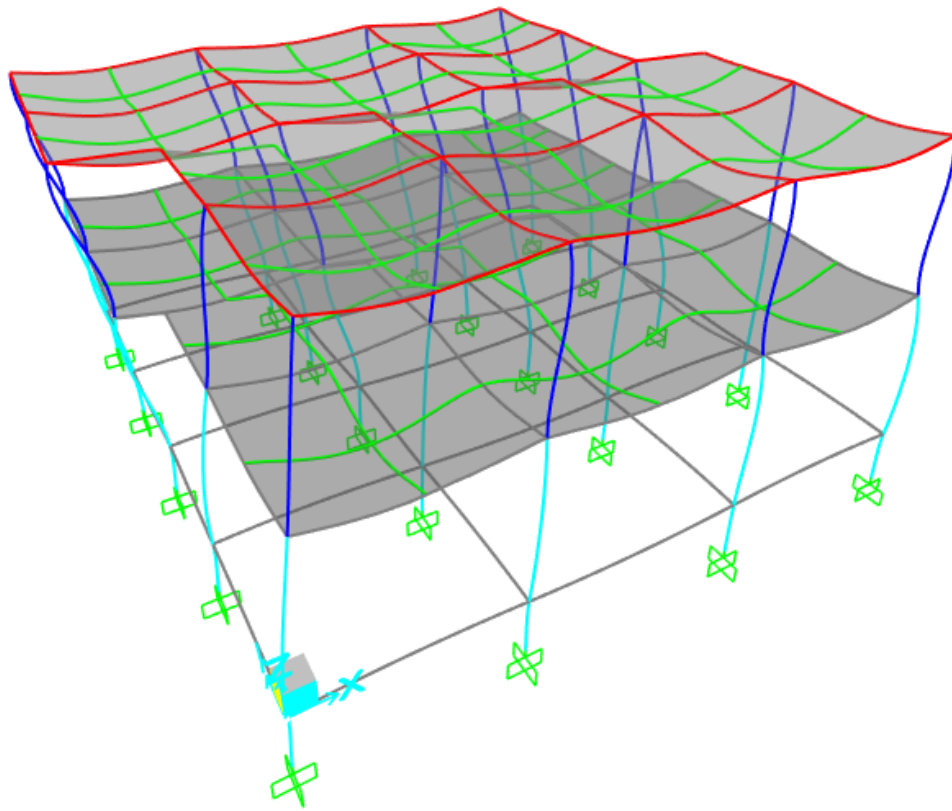
Dari setiap reaksi yang muncul pada tumpuan, dipilih nilai terbesar dari masing-masing gaya untuk mendesain stabilitas Fondasi. Adapun gaya-gaya tersebut adalah sebagai berikut:

Aksial = 476,19 kN

Momen Arah x = 42,95 kN m

Momen Arah y = 36,6 kN m

Analisa struktur juga dilakukan untuk kombinasi beban ultimit dalam rangka desain tulangan. Gambar 10 menampilkan bentuk deformasi akibat beban ultimit.



Gambar 10 Deformasi Akibat Beban Ultimit

Reaksi dari setiap tumpuan dipilih paling besar untuk mendesain penulangan Fondasi. Berikut merupakan reaksi yang didapatkan dari Analisa struktur untuk beban ultimit:

$$\text{Aksial} = 615,62 \text{ kN}$$

$$\text{Momen Arah x} = 47,32 \text{ kN m}$$

$$\text{Momen Arah y} = 36,24 \text{ kN m}$$

4.5 Analisa Daya Dukung dan Stabilitas

1. Data Fondasi

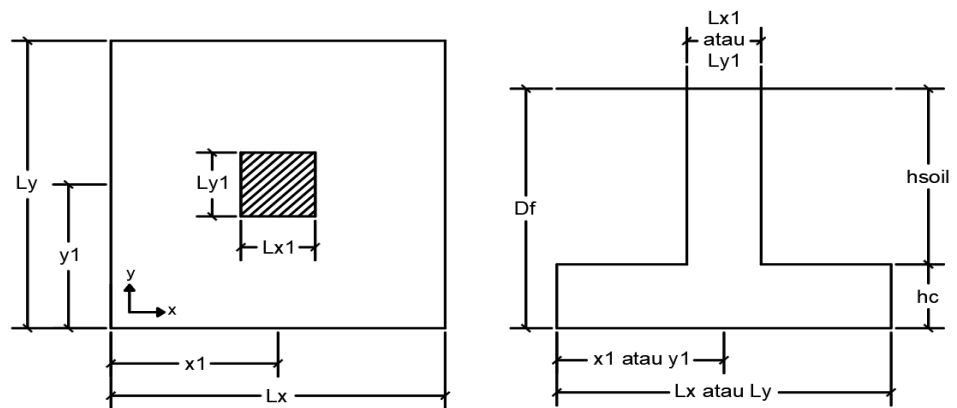
$$\text{Panjang Fondasi, } L_x = 1.40 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Fondasi, } L_y = 1.40 \text{ m}$$

$$\text{Luas Fondasi, } A = L_x * L_y = 1.96 \text{ m}^2$$

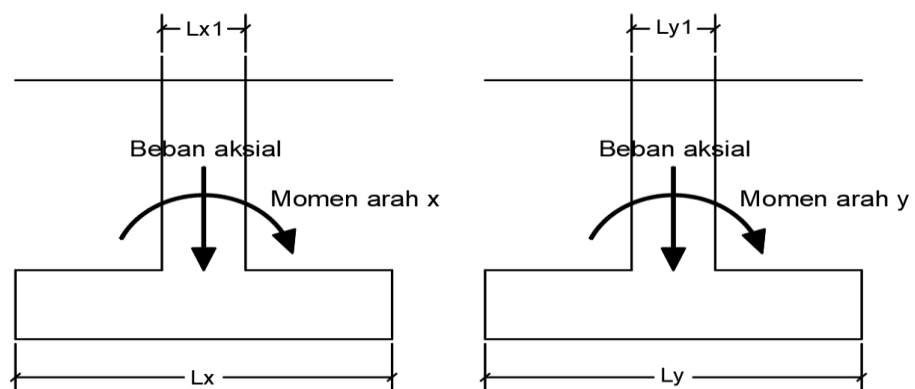
$$\text{Tebal Fondasi, } h_c = 0.40 \text{ m}$$

Kedalaman Fondasi, D_f	= 1.20 m
Tinggi tanah diatas plat Fondasi, h_{soil}	= 0.80 m
Berat jenis beton, g_{conc}	= 24.00 kN/m ³
Berat jenis tanah, g_{soil}	= 16.00 kN/m ³
Daya dukung izin tanah, q_{allow}	= 676.67 kN/m ²
Panjang kolom, L_{x1}	= 0.40 m
Lebar kolom, L_{y1}	= 0.40 m
Koordinat posisi kolom arah x, x_1	= 0.700 m
Koordinat posisi kolom arah y, y_1	= 0.700 m



Gambar 11 Data Fondasi

2. Pembebanan Fondasi (Beban Layan)



Gambar 12 Pembebanan Fondasi

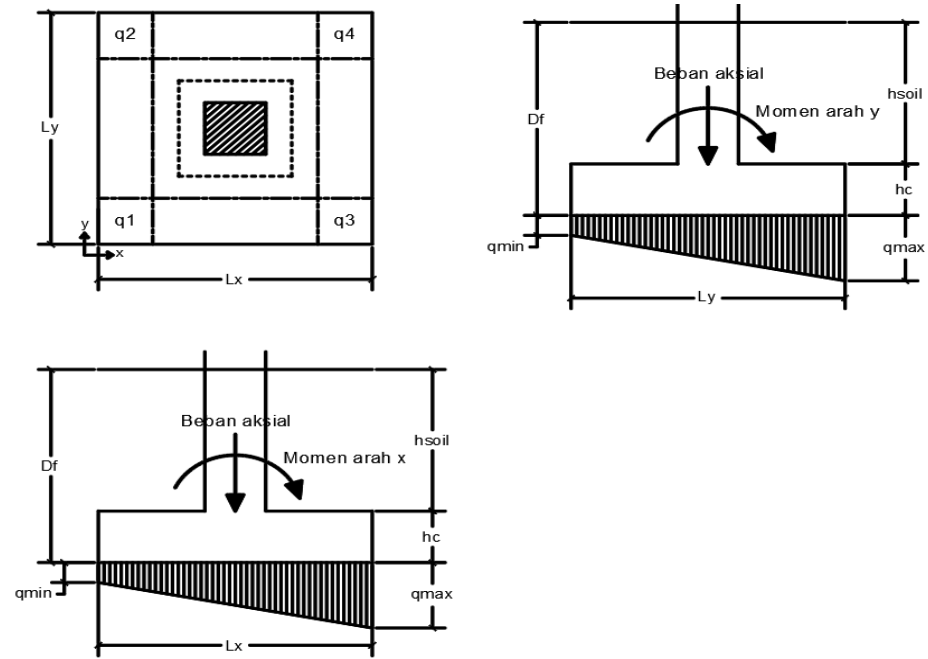
Berat plat Fondasi, $F_{swt} = h * g_{conc}$	= 9.60 kN/m ²
Berat tanah diatas plat Fondasi, $F_{soil} = h_{soil} * g_{soil}$	= 12.80 kN/m ²

- Beban aksial struktur atas (beban service), F_{dz1} = 476.19 kN
- Momen arah x (beban service), M_{dx1} = 42.95 kNm
- Momen arah y (beban service), M_{dy1} = 36.60 kNm
3. Pembebanan Total Fondasi (Beban Layan)
- Beban aksial total, $F_{dz} = A * (F_{swt} + F_{soil}) + F_{dz1}$ = 520.09 kN
- Momen total Fondasi arah x (beban service),
 $M_{dx} = A * (F_{swt} + F_{soil}) * L_x / 2 + (F_{dz1} * x_1 + M_{dx1})$ = 407.02 kNm
- Momen total Fondasi arah y (beban service),
 $M_{dy} = A * (F_{swt} + F_{soil}) * L_y / 2 + (F_{dz1} * y_1 + M_{dy1})$ = 400.67 kNm
4. Kontrol Uplift / Daya Angkat
- Kontrol uplift, F_{dz} = 520.09 kN
(Fondasi tidak mengalami tarik)
5. Kontrol Stabilitas Guling Akibat Momen Arah X
- Momen arah x yang menyebabkan guling, M_{xs} = 42.95 kNm
- Tahanan momen arah guling x,
 $M_{rsx} = -1 * (A * (F_{swt} + F_{soil}) * L_x / 2) + (F_{dz1} * (x_1 - L_x))$ = -364.07 kNm
- Safety factor = 8.48
- Kontrol stabilitas guling akibat momen arah X = SF > 1 (OK!)
6. Kontrol Stabilitas Guling Akibat Momen Arah Y
- Momen arah y yang menyebabkan guling, M_{ys} = 36.60 kNm
- Tahanan momen guling arah y
 $M_{rsy} = -1 * (A * (F_{swt} + F_{soil}) * L_y / 2) + (F_{dz1} * (y_1 - L_y))$ = -364.07 kNm
- Safety factor = 9.95
- Kontrol Stabilitas guling akibat momen arah Y = SF > 1 (OK!)
7. Eksentrisitas Reaksi Dasar Fondasi Akibat Beban Layan
- Eksentrisitas reaksi dasar Fondasi arah x
 $e_{dx} = M_{dx} / F_{dz} - L_x / 2$ = 82.581 mm = 0.083 m
- Eksentrisitas reaksi dasar Fondasi arah y
 $e_{dy} = M_{dy} / F_{dz} - L_y / 2$ = 70.372 mm = 0.070 m
8. Tegangan Tanah Pada Dasar Plat Fondasi Akibat Beban Layan
 $q_1 = F_{dz} * (1 - 6 * e_{dx} / L_x - 6 * e_{dy} / L_y) / (L_x * L_y)$ = 91.411 kN/m²

$$q_2 = F_{dz} * (1 - 6 * e_{dx} / L_x + 6 * e_{dy} / L_y) / (L_x * L_y) = 251.469 \text{ kN/m}^2$$

$$q_3 = F_{dz} * (1 + 6 * e_{dx} / L_x - 6 * e_{dy} / L_y) / (L_x * L_y) = 279.239 \text{ kN/m}^2$$

$$q_4 = F_{dz} * (1 + 6 * e_{dx} / L_x + 6 * e_{dy} / L_y) / (L_x * L_y) = 439.297 \text{ kN/m}^2$$



Gambar 13 Tegangan di Dasar Fondasi Akibat Beban Layan

Tegangan tanah minimum dan maksimum pada dasar plat Fondasi akibat beban service

$$q_{min} = \min (q_1, q_2, q_3, q_4) = 91.411 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{max} = \max (q_1, q_2, q_3, q_4) = 439.297 \text{ kN/m}^2$$

9. Daya Dukung Ijin Tanah (*Allowable Bearing Capacity*)

$$q_{allow} = 676.667 \text{ kN/m}^2 \text{ (Schmertmann)}$$

$$= 975 \text{ kN/m}^2 \text{ (Mayerhoff)}$$

$$= 1000 \text{ kN/m}^2 \text{ (Terzaghi)}$$

$$q_{max} = 439.297 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Kontrol Daya Dukung} = q_{max} < q_{allow} \text{ (OK!)}$$

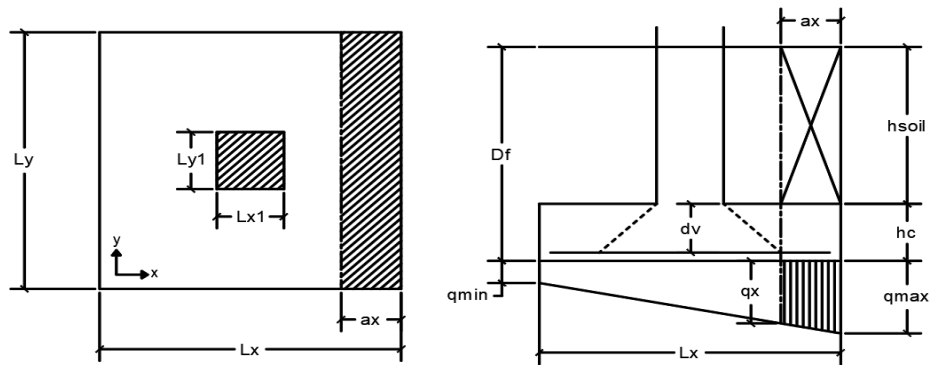
4.6 Desain Penulangan Fondasi

1. Material Fondasi

$$\text{Mutu beton, } f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$\text{Mutu baja tulangan, } f_y = 420 \text{ MPa}$$

- Selimut bersih, C_{nom} = 75 mm
2. Pembebanan Fondasi (Beban Ultimit)
- Berat plat Fondasi, $F_{uswt} = h * g_{conc} * 1.4$ = 13.44 kN/m²
- Berat tanah diatas plat, $F_{usoil} = h_{soil} * g_{soil} * 1.4$ = 17.92 kN/m²
- Beban aksial struktur atas (beban ultimate), F_{udz1} = 615.62 kN
- Momen arah x (beban ultimate), M_{udx1} = 47.32 kNm
- Momen arah y (beban ultimate), M_{udy1} = 36.24 kNm
3. Pembebanan Total Fondasi (Beban Ultimit)
- Beban aksial total struktur atas (ultimate),
- $F_{uz} = A * (F_{uswt} + F_{usoil}) + F_{udz1}$ = 677.086 kN
- Momen total arah x (ultimate), M_{ux}
- $M_{ux} = A * (F_{uswt} + F_{usoil}) * L_x / 2 + (F_{udz1} * x_1 + M_{udx1})$ = 521.280 kNm
- Momen total arah y (ultimate), M_{uy}
- $M_{uy} = A * (F_{uswt} + F_{usoil}) * L_y / 2 + (F_{udz1} * y_1 + M_{udy1})$ = 510.200 kNm
4. Eksentrisitas Reaksi Dasar Fondasi Akibat Beban Ultimit
- Eksentrisitas reaksi dasar Fondasi arah x,
- $e_{ux} = M_{ux} / F_{uz} - L_x / 2$ = 69.888 mm = 0.070 m
- Eksentrisitas reaksi dasar Fondasi arah y,
- $e_{uy} = M_{uy} / F_{uz} - L_y / 2$ = 53.524 mm = 0.054 m
5. Tegangan Tanah Pada Dasar Pelat Fondasi Akibat Beban Ultimit
- $q_1 = F_{dz} * (1 - 6 * e_{dx} / L_x - 6 * e_{dy} / L_y) / (L_x * L_y)$ = 162.740 kN/m²
- $q_2 = F_{dz} * (1 - 6 * e_{dx} / L_x + 6 * e_{dy} / L_y) / (L_x * L_y)$ = 321.224 kN/m²
- $q_3 = F_{dz} * (1 + 6 * e_{dx} / L_x - 6 * e_{dy} / L_y) / (L_x * L_y)$ = 369.679 kN/m²
- $q_4 = F_{dz} * (1 + 6 * e_{dx} / L_x + 6 * e_{dy} / L_y) / (L_x * L_y)$ = 528.163 kN/m²
- Tegangan tanah minimum dan maksimum pada dasar plat Fondasi akibat beban ultimit
- $q_{min} = \min (q_1, q_2, q_3, q_4)$ = 162.740 kN/m²
- $q_{max} = \max (q_1, q_2, q_3, q_4)$ = 528.163 kN/m²
6. Kontrol Geser 1 Arah (Arah X)
- Diameter tulangan rencana = D 16



Gambar 14 Kontrol Geser 1 Arah (Arah X)

Tinggi efektif plat,

$$d_v = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_{\text{tul.bawah}} - \varnothing_{\text{tul.atas}} / 2 = 301 \text{ mm}$$

Jarak bid. kritis dg sisi luar foot plat,

$$a_x = L_x - x_1 - (L_{x1}/2) - d_v = 199 \text{ mm}$$

Tegangan tanah pada bidang kritis geser arah x, q_x

$$q_x = q_{\text{min}} + (L_x - a_x) / L_x * (q_{\text{max}} - q_{\text{min}}) = 476.22 \text{ kN/m}^2$$

Gaya geser utimate,

$$V_{u,x} = [q_x + (q_{\text{max}} - q_x) / 2 - (F_{\text{uswt}} + F_{\text{usoil}})] * a_x * L_y = 131.17 \text{ kN}$$

$$\text{Faktor reduksi geser, } \Phi_v = 0.75$$

Kapasitas geser nominal,

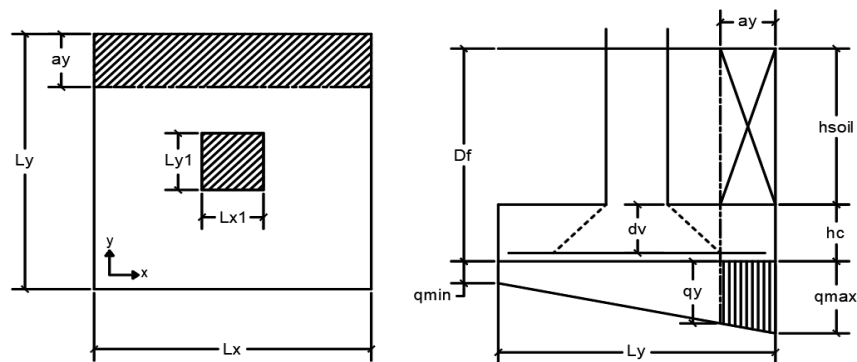
$$V_n = 0.17 * 1 * \sqrt{f_c * 1 \text{ MPa}} * L_y * d_v = 358.2 \text{ kN}$$

Desain kapasitas geser,

$$\Phi V_n = \Phi_v * V_n = 268.6 \text{ kN}$$

$$\text{Kontrol kuat geser 1 arah, arah x} = \Phi V_n > V_{u,x} \dots (\text{OK})$$

7. Kontrol Geser 1 Arah (Arah Y)



Gambar 15 Kontrol Geser 1 Arah (Arah Y)

Diameter tulangan rencana = D 16

Tinggi efektif plat,

$$d_v = h - c_{nom} - \varnothing_{tul.bawah} / 2 = 317 \text{ mm}$$

Jarak bid. kritis dg sisi luar foot plat,

$$a_y = L_y - y_1 - (L_{y1}/2) - d_v = 183 \text{ mm}$$

Tegangan tanah pada bidang kritis geser arah y, q_y

$$q_y = q_{min} + (L_y - a_y) / L_y * (q_{max} - q_{min}) = 480.40 \text{ kN/m}^2$$

Gaya geser utimate,

$$V_{u.y} = [q_y + (q_{max} - q_y) / 2 - (F_{uswt} + F_{usoil})] * a_y * L_x = 121.16 \text{ kN}$$

Faktor reduksi geser, Φ_v = 0.75

Kapasitas geser nominal,

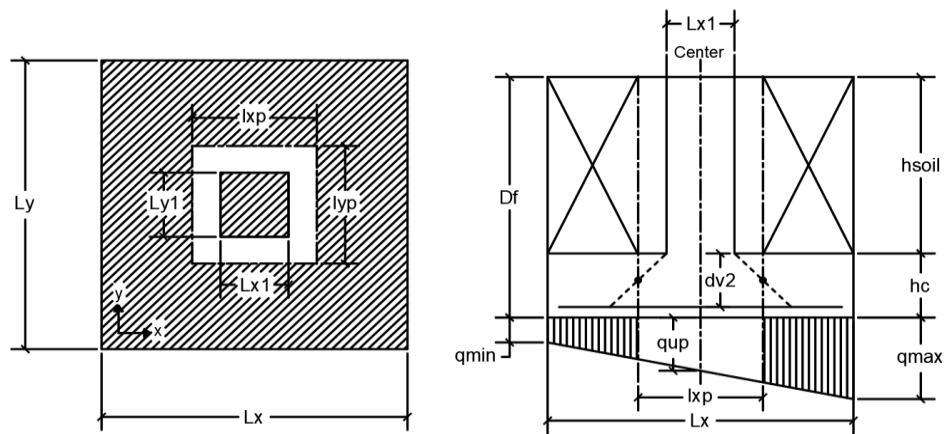
$$V_n = 0.17 * 1 * \sqrt{f_c * 1 \text{ MPa}} * L_x * d_v = 377.2 \text{ kN}$$

Desain kapasitas geser,

$$\Phi V_n = \Phi_v * V_n = 282.92 \text{ kN}$$

Kontrol kuat geser 1 arah, arah y = $\Phi V_n > V_{ux} \dots (\text{OK})$

8. Kontrol Geser 2 Arah (Arah X dan Y)



Gambar 16 Kontrol Geser 2 Arah

Diameter tulangan rencana = D 16

Tinggi efektif plat,

$$d_{v2} = h - c_{nom} - \varnothing_{tulangan \text{ bawah}} = 309 \text{ mm}$$

Lebar bidang geser arah x,

$$l_{xp} = d_{v2} / 2 * 2 + L_{x1} = 709 \text{ mm}$$

Panjang bidang geser arah y,

$$l_{yp} = (y_1 - L_{y1}/2 + d_{v2}/2) - (y_1 - L_{y1}/2 - d_{v2}/2) = 709 \text{ mm}$$

Keliling bidang geser,

$$b_o = 2 * l_{yp} + 2 * l_{xp} = 2836 \text{ mm}$$

Luas bidang geser,

$$A_p = l_{xp} * l_{yp} = 502681 \text{ mm}^2$$

Area beban tambahan,

$$A_{sur} = A_p - L_{x1} * L_{y1} = 342681 \text{ mm}^2$$

Tegangan tanah yang terjadi pada pusat bidang geser :

$$q_{up} = (q_{min} + q_{max}) / 2 = 345.452 \text{ kN/m}^2$$

Beban geser ultimate:

$$F_{up} = F_{udz1} + A_p * F_{uswt} + A_{sur} * F_{usoil} - q_{up} * A_p = 454.865 \text{ kN}$$

Tegangan geser ultimate akibat beban vertikal :

$$v_{ug} = \max(F_{up} / (b_o * d_{v2}), 0 \text{ N/mm}^2) = 0.5191 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Faktor geometri kolom, } \beta = L_{y1} / L_{x1} = 1.00$$

Persamaan kuat geser beton :

$$v_{cpa} = 0.17 * (1 + 2 / \beta) * 1 * \sqrt{f_c * 1 \text{ MPa}} = 2.550 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{cpb} = 0.083 * (a_s * d_{v2} / b_o + 2) * 1 * \sqrt{f_c * 1 \text{ MPa}} = 2.639 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{cpc} = 0.33 * 1 * \sqrt{f_c * 1 \text{ MPa}} = 1.650 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{maka diambil nilai terkecil, } v_{cp} = \min(v_{cpa}, v_{cpb}, v_{cpc}) = 1.650 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Faktor reduksi geser, } \Phi_v = 0.75$$

$$\text{Kapasitas tegangan geser nominal, } v_n = v_{cp} = 1.650 \text{ N/mm}^2$$

Desain kapasitas geser,

$$\Phi V_n = \Phi_v * V_n = 622.068 \text{ kN}$$

$$\text{Kontrol kuat geser 2 arah, arah} = \Phi v_n > V_{ug} \dots (\text{OK})$$

9. Desain Penulangan Lentur Arah X

Jarak tepi kolom terhadap sisi luar foot plat,

$$a_x = L_x - x_1 - (L_{x1} / 2) = 0.50 \text{ m}$$

Tegangan tanah pada tepi kolom,

$$q_x = q_{min} + (L_x - a_x) / L_x * (q_{max} - q_{min}) = 397.66 \text{ kN/m}^2$$

Momen yang terjadi pada plat fondasi akibat tegangan tanah,

$$M_{ux} = 1/2 * a_x^2 * [q_x + 2/3 * (q_{max} - q_x) - (F_{uswt} + F_{usoil})] * L_y = 79.33 \text{ kNm}$$

Tinggi efektif plat,

$$d = h - c_{nom} - \emptyset_{y.bot} - \emptyset_{x.bot} / 2 = 301 \text{ mm}$$

Faktor reduksi kekuatan lentur, $\Phi = 0.9$

$$R_n = M_{ux} / \Phi * L_y * d^2 = 0.6949$$

Rasio tulangan perlu,

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{\{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')\}}] = 0.0017$$

$$A_s \text{ perlu, } \rho * L_y * d = 709 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min, } 0.0018 * L_y * h_c = 1008 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas tulangan yang dipakai, } A_{s.tul.} = 1008 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan} = 10 \text{ D16}$$

$$\text{Luas tulangan, } A_{s_x} = 2011 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kontrol luas tulangan} = A_{s_x} > A_{s.tul.} \dots (\text{OK})$$

$$\text{Jarak tulangan rencana arah x, } S_x = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak tulangan max, } S_{max} = \min(2 * h, 457 \text{ mm}) = 457 \text{ mm}$$

$$\text{Kontrol jarak tulangan} = S_x < S_{max} \dots (\text{OK})$$

Tinggi efektif blok kompresi,

$$a = A_{s_x} * f_y / (0.85 * f_c * L_y) = 28.39 \text{ mm}$$

$$\text{Faktor bentuk distribusi tegangan beton, } \beta_1 = 0.85$$

Kapasitas momen nominal,

$$M_n = A_{s_x} * f_y * (d - a / 2) = 242.197 \text{ kNm}$$

$$\text{Desain kapasitas momen, } \Phi M_n = \Phi * M_n = 217.978 \text{ kNm}$$

$$\text{Kontrol kapasitas momen lentur arah x} = \Phi M_n > M_{ux} \dots (\text{OK})$$

10. Desain Penulangan Lentur Arah Y

Jarak tepi kolom terhadap sisi luar foot plat,

$$a_y = L_y - y_1 - (L_{y1} / 2) = 0.50 \text{ m}$$

Tegangan tanah pada tepi kolom,

$$q_y = q_{min} + (L_y - a_y) / L_y * (q_{max} - q_{min}) = 397.66 \text{ kN/m}^2$$

Momen yang terjadi pada plat fondasi akibat tegangan tanah,

$$M_{uy} = 1/2 * a_y^2 * [q_y + 2/3 * (q_{max} - q_y) - (F_{uswt} + F_{usoil})] * L_x = 79.33 \text{ kNm}$$

Tinggi efektif plat,

$$d = h - c_{nom} - \emptyset_{tulangan \text{ bawah}} / 2 = 317 \text{ mm}$$

Faktor reduksi kekuatan lentur, Φ	= 0.9
$R_n = M_{uy} / \Phi * L_x * d^2$	= 0.6265
Rasio tulangan perlu,	
$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{\{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')\}}]$	= 0.0015
As perlu, $\rho * L_x * d$	= 672 mm ²
As min, $0.0018 * L_y * h_c$	= 1008 mm ²
Luas tulangan yang dipakai, $A_{s.tul.}$	= 1008 mm ²
Digunakan tulangan	= 10 D16
Luas tulangan, A_{s_y}	= 2011 mm ²
Kontrol luas tulangan	= $A_{s_x} > A_{s.tul.} \dots (OK)$
Jarak tulangan rencana arah y, S_y	= 200 mm
Jarak tulangan max, $S_{max} = \min(2 * h, 457 \text{ mm})$	= 457 mm
Kontrol jarak tulangan	= $S_y < S_{max} \dots (OK)$
Tinggi efektif blok kompresi,	
$a = A_{s_y} * f_y / (0.85 * f_c * L_x)$	= 28.39 mm
Faktor bentuk distribusi tegangan beton, β_1	= 0.85
Kapasitas momen nominal,	
$M_n = A_{s_y} * f_y * (d - a / 2)$	= 242.197 kNm
Desain kapasitas momen, $\Phi M_n = \Phi * M_n$	= 217.978 kNm
Kontrol kapasitas momen lentur arah y	= $\Phi M_n > M_{uy} \dots (OK)$

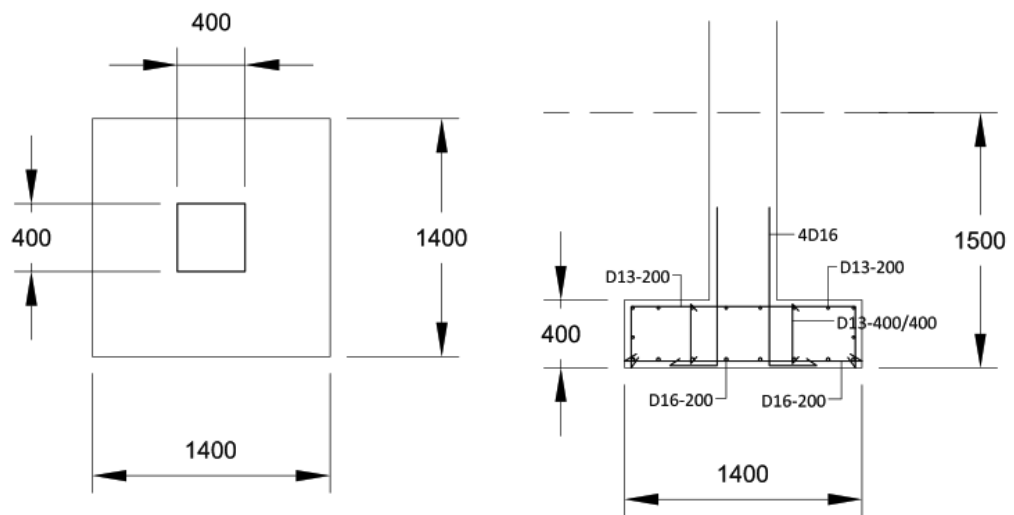
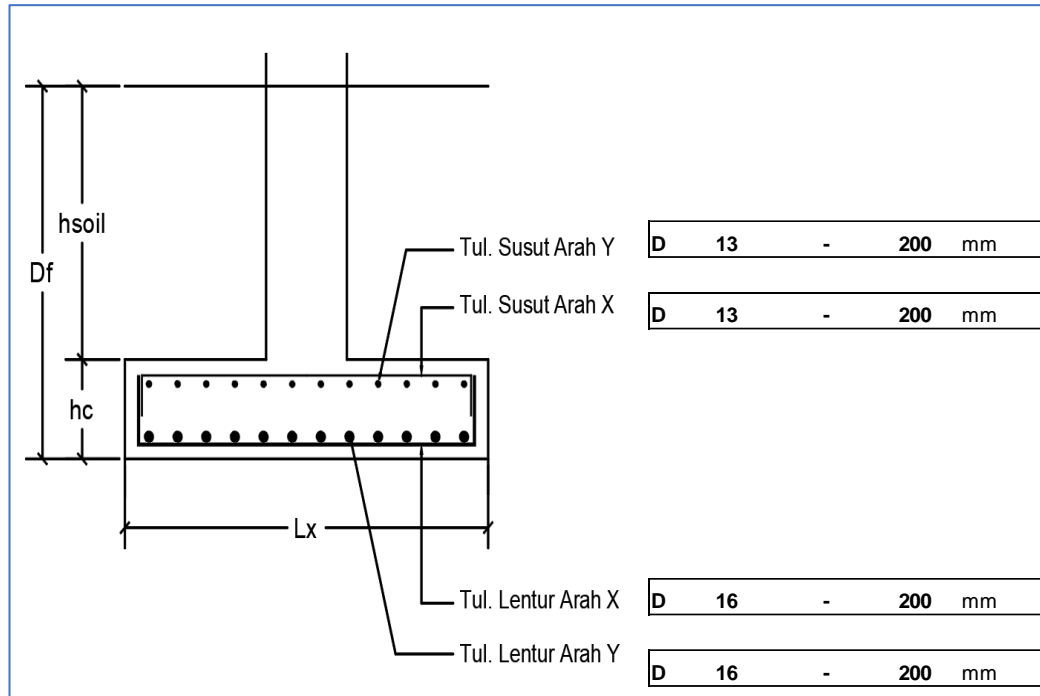
11. Tulangan Susut

Rasio tulangan susut minimum, ρ_{smin}	= 0.0014
Luas tulangan susut arah x, $A_{s_x} = \rho_{smin} * d * L_x$	= 589.96 mm ²
Luas tulangan susut arah y, $A_{s_y} = \rho_{smin} * d * L_y$	= 621.32 mm ²
Diameter tulangan yang digunakan,	= D13
Jarak tulangan arah x, $S_x = \pi / 4 * \varnothing^2 * L_y / A_{s_x}$	= 315 mm
Jarak tulangan susut maksimum arah x, $S_{x,max}$	= 200 mm
Jarak tulangan susut arah x yang digunakan, S_x	= 200 mm
Jarak tulangan arah y, $S_y = \pi / 4 * \varnothing^2 * L_x / A_{s_y}$	= 299 mm
Jarak tulangan susut maksimum arah y, $S_{y,max}$	= 200 mm
Jarak tulangan susut arah y yang digunakan, S_y	= 200 mm

Digunakan tulangan susut arah x, D13 - 200

Digunakan tulangan susut arah y, D13 - 200

12. Sket Desain Penulangan



Gambar 17 Sket Desain Penulangan

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini mempunyai dua kesimpulan dan ditampilkan dalam beberapa poin sebagai berikut:

1. Analisa struktur dengan bantuan software SAP2000 versi 22 dilakukan untuk mendapatkan gaya reaksi pada tumpuan. Dimana proses Analisa struktur dilakukan dalam dua kombinasi, yakni kombinasi layan (*service*) untuk menghitung daya dukung dan stabilitas fondasi dan juga kombinasi ultimit (*ultimate*) untuk perencanaan tulangan.

2. Dari kombinasi layan, diperoleh gaya-gaya sebagai berikut:

Aksial	= 476,19 kN
Momen Arah x	= 42,95 kN m
Momen Arah y	= 36,6 kN m

3. Sementara untuk kombinasi ultimit, diperoleh gaya-gaya sebagai berikut:

Aksial	= 615,62 kN
Momen Arah x	= 47,32 kN m
Momen Arah y	= 36,24 kN m

4. Direncanakan telapak fondasi berada pada kedalaman 1,20 m dengan nilai q_c berdasarkan data sondir adalah 45 kg/cm^2 . Kapasitas dukung ijin (q_{ijin}) menurut beberapa ahli adalah sebagai berikut:

Schmertmann	= $676,7 \text{ kN/m}^2$
Mayerhoff	= 975 kN/m^2
Herminier	= 1000 kN/m^2

5. Fondasi didesain dengan menggunakan fondasi telapak terpisah dengan dimensi $1,40 \times 1,40 \text{ m}$. Dengan dimensi tersebut diperoleh tekanan maksimum (q_{max}) di dasar fondasi akibat beban layan adalah $439,297 \text{ kN/m}^2$. Kontrol daya dukung $q_{max} < q_{ijin}$ sehingga dimensi ini dapat dinyatakan aman.

6. Tulangan didesain menggunakan mutu BjTS 420 B dimana memiliki tegangan leleh sebesar 420 MPa. Dari hasil perhitungan digunakan tulangan lentur pada arah X maupun Y adalah D16-200. Sementara tulangan susut arah X dan Y digunakan D13-200. Untuk tulangan geser digunakan tulangan praktis D13-400/400.

5.2 Saran

Saran yang dapat tim penulis sampaikan adalah pentingnya data propertis tanah dalam sebuah perencanaan Fondasi. Propertis tanah yang dimaksud adalah untuk melihat karakteristik dari tanah termasuk dalam rangka menghitung penurunan.

Penyelidikan tanah dengan metode sondir / *cone penetration test* cukup baik digunakan untuk perhitungan daya dukung. Namun ini perlu disandingkan dengan pemeriksaan propertis tanah demi mendapatkan perencanaan yang lebih komprehensif.

REFERENSI

- [1] N. T. Hariyanti and A. Wirapraja, “Pengaruh Bauran Pemasaran Digital sebagai Pengembangan Strategi Pemasaran Menggunakan Model SOSTAC untuk Mendukung Keputusan Pemilihan Kampus,” *Jurnal Konstelasi: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 24–34, 2024, doi: 10.24002/konstelasi.v4i1.8855.
- [2] G. S. Budi, *Fondasi Dangkal*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2011.
- [3] H. Harisan Ahmad, K. Kunci, and D. Dukung Tanah, “Analisis Daya Dukung Tanah Pada Fondasi Dangkal Dengan Metode L Heminier Dan Meyerhof,” *Jurnal Penelitian Ipteks*, vol. 6, no. 1, pp. 1–5, 2021, doi: 10.32528/ipteks.v6i1.4171.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta.
- [5] R. Gunawan, *Pengantar Teknik Fondasi*, 5th ed. Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 1990.
- [6] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*.
- [7] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*.

LAMPIRAN-LAMPIRAN



YAYASAN UNRARIS KABUPATEN SEMARANG
UNIVERSITAS DARUL ULUM ISLAMIC CENTRE SUDIRMAN GUPPI
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN
KEPADA MASYARAKAT

Jl. TentaraPelajar No. 13 Telp (024) 6923180, Fax. (024) 76911689 UngaranTimur 50514
Website : undaris.ac.id email : info@undaris.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor: 042a/AII/VI/2024

Ketua LPPM Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI (UNDARIS)
Ungaran, dengan ini memberikan tugas kepada:

No	Nama	NIDN	Pangkat / Golongan	Jabatan Fungsional
1.	Ir. Agung Hari Wibowo, SIP., ST., MT. (Ketua)	0604089203	Penata Muda Tk. I/IIIb	Tenaga Pengajar
2.	Abdullah, ST., MT.	0629096901	Penata/III/c	Lektor
3.	Khoirudin Fakhri, ST., MT.	0621089603	Penata Muda Tk. I/IIIb	Tenaga Pengajar
4.	Ir. Takdir Rochjati Saptorini, MS.	-	Pembina/IV/b	Lektor Kepala

Instansi : Undaris Ungaran

Tugas : Melakukan penelitian dengan judul "Evaluasi Data Penyelidikan Tanah dan Rekomendasi Teknis Desain Fondasi Renovasi Gedung Rektorat Undaris".

Hari / Tanggal : Senin, 10 Juni 2024

Waktu : 10.00 WIB – Selesai

Tempat : Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman Guppi

Demikian untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan menyampaikan laporan setelah selesai melaksanakan tugas.

Ungaran, 6 Juni 2024

Ka. LPPM,



[Signature]
Dr. Sutomo, M.Pd
NIP. 196009011994031001

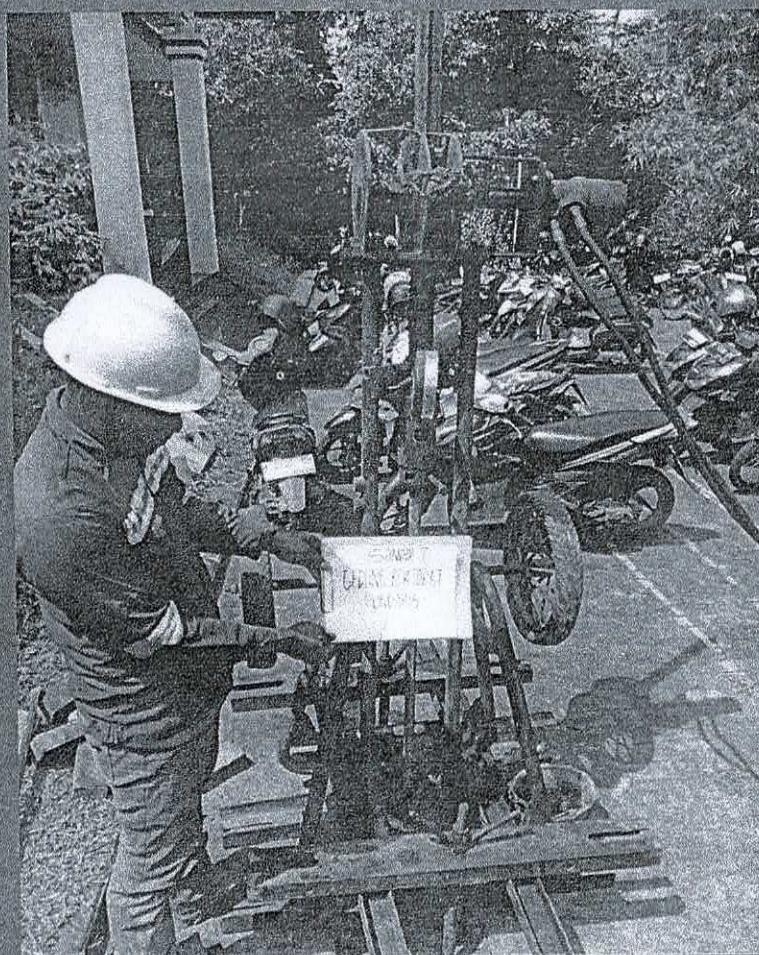


Mengetahui
Telah melaksanakan tugas sebagaimana mestinya

[Signature]
Abdullah
Dekan Fakultas Teknik, Undaris

Depth	Sondir 1		N-SPT	STRATIGRAFI	Depth	Sondir 2		N-SPT
	qc	JHP	(qc = 4N)			qc	JHP	(qc = 4N)
	(kg/cm ²)	(kg/cm ¹)				(kg/cm ²)	(kg/cm ¹)	
0.00	0	0	0	Sangat Lunak	0.00	0	0	0
-0.20	30	10	7	Sedang	-0.20	30	10	7
-0.40	30	20	7	Sedang	-0.40	30	20	7
-0.60	45	30	11	Kaku	-0.60	30	30	7
-0.80	45	40	11	Kaku	-0.80	45	40	11
-1.00	45	50	11	Kaku	-1.00	45	50	11
-1.20	45	60	11	Kaku	-1.20	45	60	11
-1.40	45	70	11	Kaku	-1.40	45	70	11
-1.60	50	90	12	Kaku	-1.60	45	80	11
-1.80	50	110	12	Kaku	-1.80	45	90	11
-2.00	50	130	12	Kaku	-2.00	45	100	11
-2.20	55	150	13	Kaku	-2.20	50	120	12
-2.40	55	170	13	Kaku	-2.40	50	140	12
-2.60	55	190	13	Kaku	-2.60	50	160	12
-2.80	60	210	15	Sangat Kaku	-2.80	50	180	12
-3.00	70	230	17	Sangat Kaku	-3.00	50	200	12
-3.20	70	250	17	Sangat Kaku	-3.20	50	220	12
-3.40	65	270	16	Sangat Kaku	-3.40	50	240	12
-3.60	40	280	10	Kaku	-3.60	35	250	8
-3.80	40	290	10	Kaku	-3.80	35	260	8
-4.00	40	300	10	Kaku	-4.00	35	270	8
-4.20	45	310	11	Kaku	-4.20	50	290	12
-4.40	45	320	11	Kaku	-4.40	70	310	17
-4.60	35	330	8	Kaku	-4.60	70	330	17
-4.80	35	340	8	Kaku	-4.80	60	350	15
-5.00	35	350	8	Kaku	-5.00	50	370	12
-5.20	35	360	8	Kaku	-5.20	35	380	8
-5.40	35	370	8	Kaku	-5.40	35	390	8
-5.60	35	380	8	Kaku	-5.60	35	400	8
-5.80	50	400	12	Kaku	-5.80	35	410	8
-6.00	60	420	15	Sangat Kaku	-6.00	35	420	8
-6.20	60	440	15	Sangat Kaku	-6.20	35	430	8
-6.40	120	460	30	Sangat Kaku	-6.40	35	440	8
-6.60	170	480	42	Keras	-6.60	35	450	8
-6.80	170	500	42	Keras	-6.80	35	460	8
-7.00	110	520	27	Sangat Kaku	-7.00	50	480	12
-7.20	70	540	17	Sangat Kaku	-7.20	50	500	12
-7.40	50	560	12	Kaku	-7.40	50	520	12
-7.60	30	570	7	Sedang	-7.60	50	540	12
-7.80	30	580	7	Sedang	-7.80	50	560	12
-8.00	30	590	7	Sedang	-8.00	50	580	12
-8.20	30	600	7	Sedang	-8.20	70	600	17
-8.40	40	610	10	Kaku	-8.40	70	620	17
-8.60	70	630	17	Sangat Kaku	-8.60	60	640	15
-8.80	70	650	17	Sangat Kaku	-8.80	60	660	15
-9.00	70	670	17	Sangat Kaku	-9.00	60	680	15
-9.20	70	690	17	Sangat Kaku	-9.20	50	700	12
-9.40	70	710	17	Sangat Kaku	-9.40	30	710	7
-9.60	70	730	17	Sangat Kaku	-9.60	30	720	7
-9.80	70	750	17	Sangat Kaku	-9.80	30	730	7
-10.00	70	770	17	Sangat Kaku	-10.00	30	740	7
-10.20	70	790	17	Sangat Kaku	-10.20	30	750	7
-10.40	70	810	17	Sangat Kaku	-10.40	30	760	7
-10.60	70	830	17	Sangat Kaku	-10.60	50	780	12
-10.80	50	850	12	Kaku	-10.80	50	800	12
-11.00	50	870	12	Kaku	-11.00	50	820	12
-11.20	60	890	15	Sangat Kaku	-11.20	170	840	42
-11.40	60	910	15	Sangat Kaku	-11.40	240	860	60
-11.60	40	930	10	Kaku	-11.60	250	860	62
-11.80	40	950	10	Kaku	-11.80			
-12.00	40	970	10	Kaku	-12.00			
-12.20	40	990	10	Kaku	-12.20			
-12.40	60	1010	15	Sangat Kaku	-12.40			
-12.60	60	1030	15	Sangat Kaku	-12.60			
-12.80	90	1050	22	Sangat Kaku	-12.80			
-13.00	90	1070	22	Sangat Kaku	-13.00			
-13.20	200	1110	50	Keras	-13.20			
-13.40	240	1130	60	Keras	-13.40			
-13.60	250	1130	62	Keras	-13.60			

LAPORAN
PENYELIDIKAN TANAH
PEMBANGUNAN GEDUNG REKTORAT UNDAIRIS
JL. TENTARA PELAJAR
KECAMATAN UNGARAN TIMUR
KABUPATEN SEMARANG
JAWA TENGAH



CV. AMIR JAYA GROUP

SOIL INVESTIGATION AND TOPOGRAPHY

JL. WINONGSARI KEL. PAKINTELAN RT. 01 RW. 02
KECAMATAN GUNUNG PATI KOTA SEMARANG JAWA TENGAH
HP. 082136426234

AG

SOIL INVESTIGATION AND TOPOGRAPHY

LAPORAN PENYELIDIKAN TANAH
PEMBANGUNAN GEDUNG REKTORAT UNDARIS
JL. TENTARA PELAJAR KECAMATAN UNGARAN TIMUR KABUPATEN SEMARANG

PROYEK NO.038/AJG-SOIL/VII/2024

LAPORAN PENYELIDIKAN TANAH
PEMBANGUNAN GEDUNG REKTORAT UNDARIS
JL. TENTARA PELAJAR KEC. UNGARAN TIMUR KAB. SEMARANG
J A W A T E N G A H - I N D O N E S I A

LAPORAN DIBUAT RANGKAP 2



SOIL INVESTIGATION AND TOPOGRAPHY

2024

Semarang, 29 Juli 2024

LAPORAN PENYELIDIKAN TANAH
PEMBANGUNAN GEDUNG REKTORAT UNRARIS
JL. TENTARA PELAJAR KEC. UNGARAN TIMUR KAB. SEMARANG
J A W A T E N G A H - I N D O N E S I A

Kepada Yth.
Direktur
Di Tempat

Dengan hormat,

Sesuai dengan permohonan saudara perihal pelaksanaan pekerjaan penyelidikan tanah bagi Pembangunan Gedung Rektorat Undaris yang berlokasi di Jl. Tentara Pelajar Kecamatan Ungaran Timur Kabupaten Semarang Jawa Tengah. Telah kami laksanakan investigasi di lapangan.

Scope investigation tersebut merupakan penelitian di lapangan berupa 2 (dua) titik sondir. Dalam laporan ini ditunjukkan data hasil investigasi termasuk rekomendasi dan beberapa saran bagi perencanaan substruktur bagi bangunan tersebut.

Rasa terimakasih kami sampaikan kepada semua pihak atas kepercayaannya dan bantuannya selama proses penyelidikan.

Semoga laporan ini akan berguna bagi Perencanaan dan Pelaksanaan Pembangunan proyek tersebut.

CV. AMIR JAYA GROUP (AJG)
Soil Investigation & Topography

Ruswati Budiningsih
(Direktur)

DAFTAR ISI

	Halaman
Bab. I. Pendahuluan :	
1.1. Umum.....	1
1.2. Lokasi dan pencapaian.....	1
1.3. Urutan pekerjaan	2
Bab. II. Penyelidikan di lapangan.....	3
2.1. Penyondiran.....	3
Bab. III. Evaluasi dan diskusi.....	4
3.1. Penyondiran.....	4
Bab. IV. Analisa teknis.....	5
4.1. Tinjauan teknik geologi.....	5
4.2. Tinjauan teknik tanah.....	6
4.3. Tinjauan teknik pondasi.....	7
4.4. Analisa daya dukung pondasi.....	15
Bab. V. Kesimpulan dan rekomendasi.....	19
5.1. Kesimpulan.....	19
5.2. Rekomendasi.....	20
Daftar pustaka.....	24
Daftar lampiran.....	25

BAB. I PENDAHULUAN

1.1. Umum

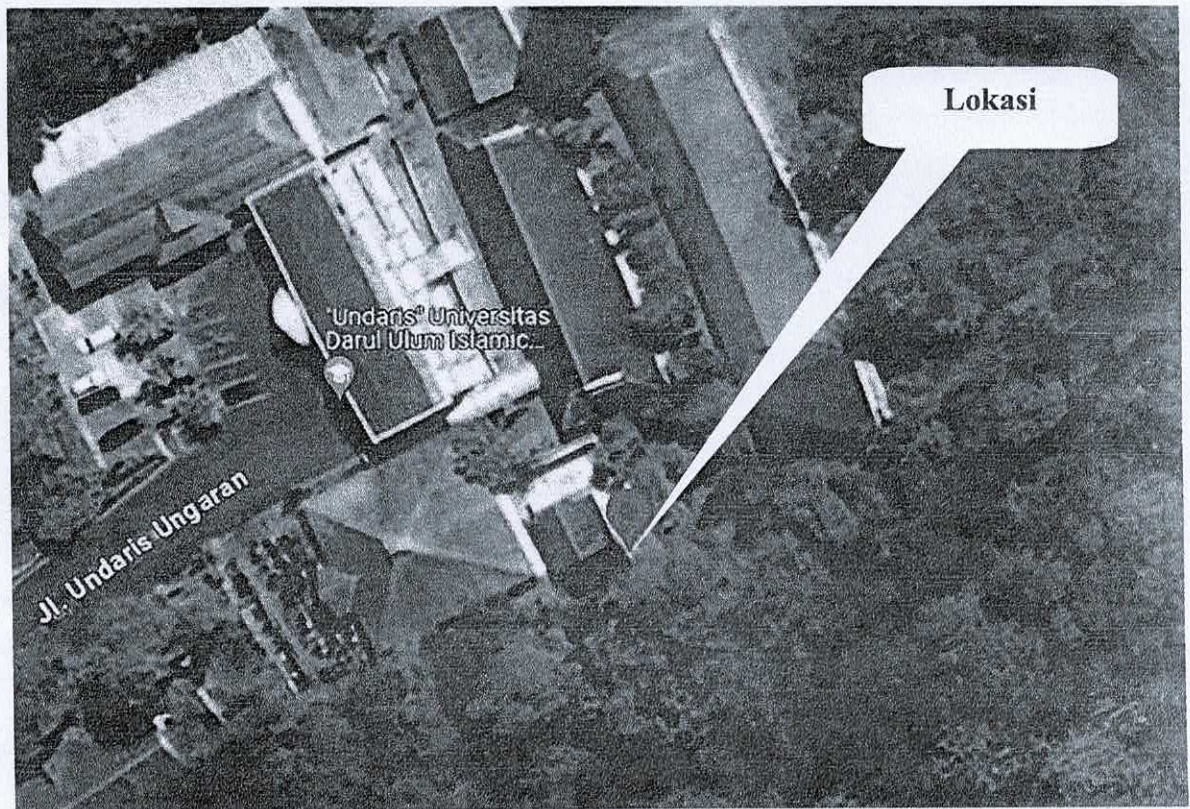
Laporan ini menunjukkan hasil-hasil penyelidikan tanah yang telah dilakukan Pembangunan Gedung Rektorat Undaris Kabupaten Semarang. Tujuan dari penyelidikan tanah ini ialah untuk mengevaluasi dengan mendetail kondisi tanah sehubungan dengan rekomendasi bagi perencanaan substrukturnya.

Pokok-pokok utama yang dibicarakan dalam laporan ini :

- Data penyelidikan di lapangan.
- Kondisi tanah permukaan.
- Rekomendasi.

1.2. Lokasi dan Pencapaian

Lokasi pekerjaan berada di Jl. Tentara Pelajar Kecamatan Ungaran Timur Kabupaten Semarang Jawa Tengah. Lokasi pekerjaan dapat dicapai langsung dengan kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda empat.



Gambar.1. Lokasi pengujian (Google Map)

1.3. Urutan Pekerjaan

Urutan pekerjaan ini dibagi dalam 3 (tiga) tahap, Yaitu

:

1. Pekerjaan penyelidikan di lapangan.
2. Analisa teknis.
3. Rekomendasi.

BAB. II

PENYELIDIKAN DILAPANGAN

Pada garis besarnya, penyelidikan di lapangan tersebut adalah sebagai berikut :

2.1. Penyondiran

Penyondiran dilakukan sebanyak 2 (dua) titik dinyatakan dengan S-1 dan S-2. Untuk lokasi titik sondir ditentukan oleh pihak pemberi tugas (sesuai dengan gambar lampiran).

Penyondiran dilakukan dengan menggunakan sondir manual dengan kapasitas maksimum 2.5 ton yang dilengkapi dengan bikonus buatan lokal. Pembacaan manometer dilakukan setiap interfal 20 cm dimana manometer yang digunakan adalah 0 - 60 kg/cm² dan 0 - 250 kg/cm² buatan Jepang (Yamamoto Keiki Seizo K.K).

BAB. III

EVALUASI DAN DISKUSI

Dari hasil penelaahan atas pekerjaan penyelidikan tanah yang dilakukan di lapangan dapat dievaluasi dan didiskusikan dalam bentuk ringkasan pekerjaan sebagai berikut.

3.1. Pekerjaan Penyondiran.

Penyondiran dilaksanakan untuk mengetahui kedalaman tanah keras, homogenitas tanah dalam arah horizontal, kepadatan tanah relatif.

Dengan diketahuinya nilai tekanan konus dan geseran lokal dari hasil sondir dapat dilakukan prediksi jenis tanah dan besarnya tekanan tanah yang diizinkan.

Tabel 1. Ringkasan hasil sondir

No	Titik sondir	Kedalaman (m)	qc max (kg/cm ²)	JHP (kg/cm ²)	Keterangan
1	S-1	13.60	250	1130	-
2	S-2	11.60	250	860	-

Catatan : Kedalaman sondir di tentukan berdasarkan muka tanah asli pada tiap-tiap titik sondir.

BAB. IV

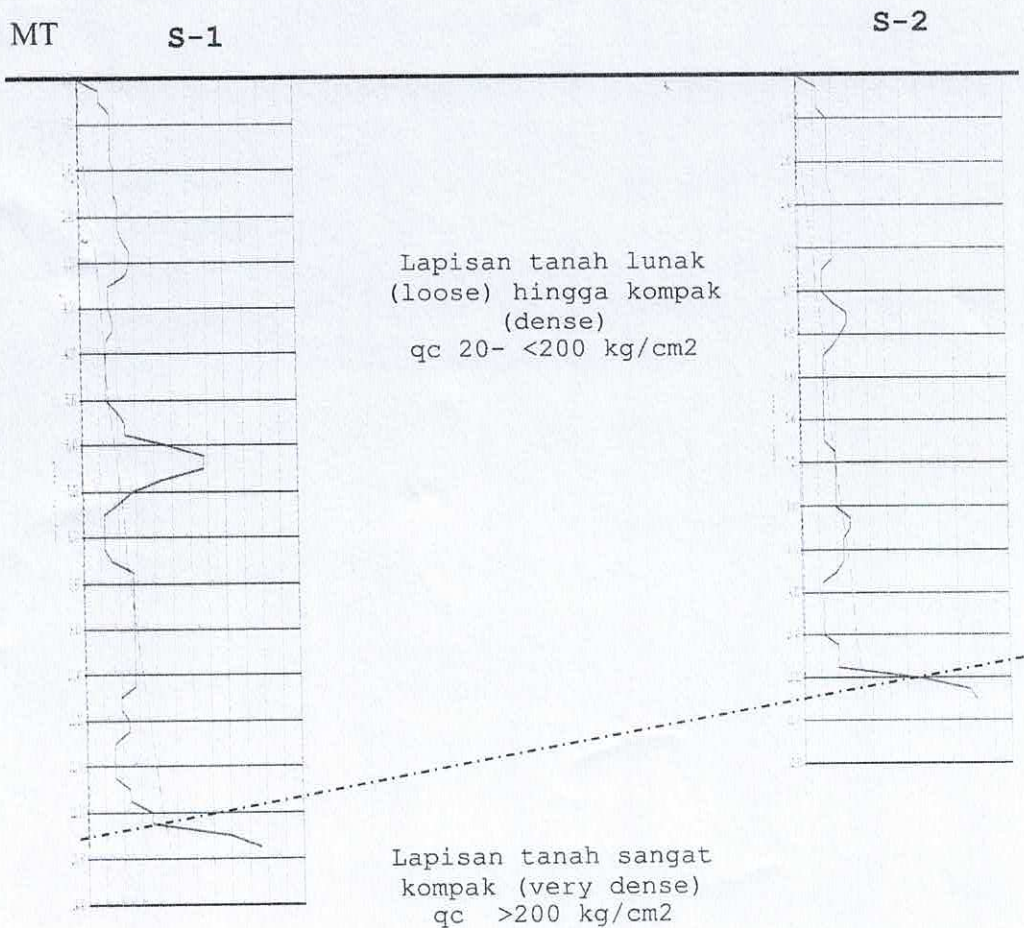
ANALISA TEKNIS

4.1. Tinjauan teknik geologi

Berdasarkan peta Geologi lokasi penyelidikan masuk kedalam formasi Damar (Qtd) terdiri dari batupasir tufaan, konglomerat, dan breksi volkanik. Batupasir tufaan berwarna kuning kecoklatan berbutir halus - kasar, komposisi terdiri dari mineral mafik, felspar, dan kuarsa dengan masa dasar tufaan, porositas sedang, keras. Konglomerat berwarna kuning kecoklatan hingga kehitaman, komponen terdiri dari andesit, basalt, batuapung, berukuran 0,5 ~ 5 cm, membundar tanggung hingga membundar baik, agak rapuh. Breksi volkanik mungkin diendapkan sebagai lahar, berwarna abu-abu kehitaman, komponen terdiri dari andesit dan basalt, berukuran 1 ~ 20 cm, menyudut - membundar tanggung, agak keras.

4.2. Tinjauan teknik tanah

Dari hasil penelaahan secara menyeluruh dari hasil pengujian di lapangan dengan menggunakan sondir dapat dilihat pada gambar penampang grafik sondir sebagai berikut:



Gambar.2. Grafik Penampang Sondir

Dari gambar potongan melintang dari hasil sondir di atas serta hasil pengamatan di lapangan berdasarkan hubungan nilai konus dan kepadatan, tanah pada lokasi pengujian dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sondir titik S-1.

- Dari permukaan tanah hingga kedalaman -13.00 m.MT merupakan lapisan tanah lunak (*loose*) hingga kompak (*dense*) dengan nilai qc 20 - <200 kg/cm².

- Di bawah kedalaman -13.00 m.MT hingga kedalaman -13.60 m.MT merupakan lapisan tanah sangat kompak (*very dense*) dengan nilai qc antara >200 kg/cm².

2. Sondir titik S-2.

- Dari permukaan tanah hingga kedalaman -11.20 m.MT merupakan lapisan tanah lunak (*loose*) hingga kompak (*dense*) dengan nilai qc 20 - <200 kg/cm².
- Di bawah kedalaman -11.20 m.MT hingga kedalaman -11.60 m.MT merupakan lapisan tanah sangat kompak (*very dense*) dengan nilai qc antara >200 kg/cm²

4.3. Tinjauan teknik Pondasi

Pemilihan jenis pondasi didasarkan dari beberapa faktor antara lain:

- a) Kedalaman tanah keras.
- b) Daya dukung tanah.
- c) Beban yang bekerja.
- d) Kontur tanah atau bentuk permukaan tanah.
- e) Muka air tanah (MAT)
- f) Lokasi, yang meliputi lingkungan sekitar lokasi proyek.
- g) Mobilisasi material maupun peralatan.
- h) Waktu pelaksanaan.
- i) Biaya

Oleh karena itu pemilihan jenis pondasi harus diperhitungkan dengan seksama. Berikut ini dijelaskan beberapa jenis pondasi berdasarkan kedalamannya.

1. Pondasi dangkal (*Shallow foundations*)

Pondasi dangkal biasanya dibuat dekat dengan permukaan tanah, umumnya kedalaman pondasi kurang dari $1/3$ lebar pondasi dengan kedalaman kurang dari 3 m. Kedalaman pondasi dangkal ini bukan aturan yang baku, tetapi merupakan sebagai pedoman.

Pondasi dangkal biasanya digunakan ketika tanah permukaan yang cukup kuat dan kaku untuk mendukung beban yang dikenakan dimana jenis struktur yang didukungnya tidak terlalu berat dan juga tidak terlalu tinggi, pondasi dangkal umumnya tidak cocok dalam tanah kompresif yang lemah atau sangat buruk, seperti tanah urugan dengan kepadatan yang buruk, pondasi dangkal juga tidak cocok untuk jenis tanah gambut, lapisan tanah muda dan jenis tanah deposito aluvial, dan lain-lainnya. Beberapa jenis pondasi dangkal antara lain :

a. Pondasi tapak (*pad foundation*)

Pondasi tapak (*pad foundation*) digunakan untuk mendukung beban titik individual seperti kolom struktural. Pondasi pad ini dapat dibuat dalam bentuk (melingkar, persegi atau rectangular). Jenis pondasi

ini biasanya terdiri dari lapisan beton bertulang dengan ketebalan yang seragam, tetapi pondasi pad dapat juga dibuat dalam bentuk bertingkat atau *haunched* jika pondasi ini dibutuhkan untuk menyebarkan beban dari kolom berat. Pondasi tapak disamping diterapkan dalam pondasi dangkal dapat juga digunakan untuk pondasi dalam.

b. Pondasi jalur atau pondasi memanjang (*Strip foundations*).

Pondasi jalur atau pondasi memanjang (kadang disebut juga pondasi menerus) adalah jenis pondasi yang digunakan untuk mendukung beban memanjang atau beban garis, baik untuk mendukung beban dinding atau beban kolom dimana penempatan kolom dalam jarak yang dekat dan fungsional kolom tidak terlalu mendukung beban berat sehingga pondasi tapak tidak terlalu dibutuhkan. Pondasi jalur atau pondasi memanjang biasanya dapat dibuat dalam bentuk memanjang dengan potongan persegi ataupun trapesium. Biasanya digunakan untuk pondasi dinding maupun kolom praktis. Bahan untuk pondasi ini dapat menggunakan pasangan batu pecah atau batu kali, cor beton tanpa tulangan dan dapat juga menggunakan pasangan batu bata dengan catatan tidak mendukung beban struktural.

c. Pondasi Tikar (*Raft foundations*)

Pondasi tikar atau pondasi raft digunakan untuk menyebarkan beban dari struktur atas area yang luas, biasanya dibuat untuk seluruh area struktur. Pondasi raft digunakan ketika beban kolom atau beban struktural lainnya berdekatan dan pondasi saling berinteraksi. Pondasi raft biasanya terdiri dari pelat beton bertulang yang membentang pada luasan yang ditentukan. Pondasi raft memiliki keunggulan mengurangi penurunan setempat dimana plastisitas beton akan mengimbangi gerakan difrensial antara posisi beban. Pondasi raft sering digunakan pada tanah lunak atau longgar dengan kapasitas daya tahan rendah karena pondasi raft dapat menyebarkan beban di area yang lebih besar.

2. Pondasi dalam.

Pondasi dalam adalah pondasi yang didirikan permukaan tanah dengan kedalaman tertentu dimana daya dukung dasar pondasi dipengaruhi oleh beban struktural dan kondisi permukaan tanah, pondasi dalam biasanya dipasang pada kedalaman lebih dari 3 (tiga) meter di bawah elevasi permukaan tanah. Pondasi dalam dapat dijumpai dalam bentuk pondasi tiang pancang, dinding pancang dan

caissons atau pondasi kompensasi. Pondasi dalam dapat digunakan untuk mentransfer beban kelapisan yang lebih dalam untuk mencapai kedalaman tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban struktur bangunan, sehingga jenis tanah yang tidak cocok didekat permukaan tanah dapat dihindari. Beberapa jenis pondasi dalam antara lain :

a. Pondasi pile (tiang pancang)

Pondasi pile merupakan jenis pondasi yang dibuat dalam berbentuk ramping yang ditujukan untuk mengirimkan beban melalui jenis lapisan tanah dengan jenis daya dukung rendah hingga tercapai jenis tanah yang lebih dalam atau lapisan tanah yang memiliki kapasitas daya dukung yang tinggi. Selain mendukung struktur, pondasi pile juga digunakan untuk menahan beban struktur melawan gaya angkat dan juga membantu struktur dalam melawan kekuatan gaya lateral dan gaya guling. Pondasi pile dapat dijumpai dalam berbagai jenis misalnya betuk segitiga, bulat atau kotak. Secara struktural sebelum beban dari kolom diteruskan terhadap pile, maka diatas pile sendiri dibuat konstruksi penghubung yang biasanya disebut dengan pile cap.

b. Pondasi dinding diafragma (*Piers foundation*)

Adalah jenis pondasi yang digunakan untuk meneruskan beban berat structural yang dibuat dengan cara melakukan penggalian pada tanah, kemudian struktur pondasi pier dipasang ke dalam galian tersebut. Salah satu keuntungan pondasi pier adalah pondasi jenis ini lebih murah dibandingkan dengan membangun pondasi dengan jenis pondasi menerus, kerugian yang dialami adalah jika lempengan pondasi yang sudah dibuat mengalami kekurangan ukuran maka kekuatan pondasi tidak menjadi normal. Pondasi pier standar dapat dibuat dari beton bertulang pre cast karena itu, aturan perencanaan pondasi pier terhadap balok beton diafragma dalam mengikuti setiap ukuran ketinggian pondasi yang direncanakan. Pondasi pier dapat divisualisasikan sebagai bentuk tabel, struktur pondasi merupakan sistem kolom vertikal yang terbuat dari beton bertulang ditempatkan di bawah bangunan yang ditanamkan di bawah tanah yang sudah digali. Lempengan beton diafragma ini mentransfer beban bangunan terhadap tanah. Balok dibuat di atas pondasi dinding diafragma vertikal (pondasi pier) yang menahan dinding bangunan atau struktur. Banyak bangunan didukung sepenuhnya dengan jenis pondasi

ini, dimana beton yang dipasang juga berguna sebagai dinding pada ruang bawah tanah, dimana ruang tersebut digunakan sebagai gudang penyimpanan atau taman. Beton pondasi pier biasanya dibuat dalam bentuk pre cast dalam berbagai ukuran dan bentuk, dimana sering dijumpai dalam bentuk persegi memanjang dengan ketinggian sesuai dengan ukuran kedalaman yang diperlukan. Tapi beton dapat juga dibuat dalam bentuk bulatan. Setelah beton bertulang cukup kering kemudian dimasukkan ke dalam tanah yang sudah digali dan disusun secara bersambungan. Setelah tersusun dengan baik kemudian baru dilanjutkan dengan konstruksi di atasnya.

c. Pondasi Caissons (Bore Pile)

Adalah bentuk pondasi dalam yang dibangun di dalam permukaan tanah, pondasi ditempatkan pada kedalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lubang dengan sistim pengeboran atau pengerukan tanah. Setelah kedalaman sudah didapatkan kemudian pondasi pile dilakukan dengan pengecoran beton bertulang terhadap lobang yang sudah dibor. Sistim pengeboran dapat dilakukan dalam berbagai jenis baik sistim manual maupun sistim hidrolik.

4.4. Analisa daya dukung pondasi

1. Analisa pondasi dangkal

a. Berdasarkan data sondir (*Mayerhof*)

Mayerhof berkesimpulan bahwasanya besar daya dukung keseimbangan tanah izin q_a dengan penurunan yang relatif kecil dapat dihitung dengan persamaan empiris sebagai berikut:

$$q_a = ((1/30 \sim 1/40)) * q_c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

b. Berdasarkan data sondir (*Shempton, Terzaghi*)

Analisa daya dukung pondasi dangkal (*shallow foundation*), menggunakan formula sebagai berikut

:

$$q_a = (5,7 * C_u + \gamma * D) \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Dimana :

$$C_u = q_c / 30 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$Q_a = (0.50 * 5.7 + 0.0005 * 100) / 3 = 0.048 \text{ kg/cm}^2$$

c. Berdasarkan data sondir (*Sanglerat*)

Dari data sondir *Sanglerat* menggunakan formula sebagai berikut :

$$q_a = q_c / 20 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$q_a = 0.75 \text{ kg/cm}^2$$

2. Daya dukung pondasi dalam

Analisa daya dukung pondasi dalam mempergunakan formula sebagai berikut :

Berdasarkan data sondir (*Sanglerat, Mayerhof*).

$$q_a = (q_c \cdot A) / 3 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Dimana :

q_c = Nilai konus

A = Luas penampang tiang

3 = Faktor keamanan

Nilai konus yang dipakai untuk penentuan daya dukung tiang sebaiknya diambil rata-rata dari 8D di atas ujung tiang sampai sedalam 4D di bawah tiang, dimana D adalah diameter tiang.

Kadang-kadang lapisan tanah keras ditemukan pada kedalaman yang sangat dalam sehingga pemancangan tiang sampai lapisan tersebut sulit dilaksanakan, sehingga perhitungan daya dukung tiang tergantung dari besarnya lekatan pada dinding tiang (*friction pile*). Dalam hal ini dapat dipergunakan (*friction piles*) atau disebut juga tiang terapung (*floating piles*).

Secara teoritis daya dukung tiang ini dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = cNcA + C_{ol}$$

Dimana :

A = Luas tiang

O = Keliling tiang

L = Dalam tiang

Nc = faktor daya dukung

K = Perbandingan antara gaya pelekatan dengan kekuatan geser tanah.

c = Kekuatan geser tanah (Undrained)

Nilai Nc biasanya diambil sebesar 9, yaitu sama seperti untuk fundasi langsung berbentuk lingkaran yang dalam.

Daya dukung tiang kemudian dihitung dengan menganggap bahwa perlawanan pada ujung tiang serta gaya pelekat antar tiang dengan tanah akan sama seperti nilai yang diukur dengan alat sondir.

Jadi daya dukung keseimbangan (Q) diperoleh dari rumus :

$$Q = qc \cdot A + fO$$

Dimana :

qc = nilai konis

f = jumlah hambatan pelekat

A = Luas tiang

O = keliling tiang

Kemudian daya dukung yang diperoleh (qa) dihitung dengan rumus :

$$q_a = ((q_c A) / 3) + (f O) / 5 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Dimana 3 dan 5 adalah faktor keamanan.

Pada umumnya nilai friktion pada tanah sering diabaikan hal ini untuk memperbesar faktor keamanan pada pondasi tiang.

Hasil analisa daya dukung ijin tekan tiang berdasarkan data sondir disajikan dalam tabel pada lampiran.

3. Berdasarkan kekuatan material pondasi

Berikut ini nilai daya dukung ijin tekan tiang berdasarkan kekuatan material.

Dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma_b = f_c' * 0.33$$
$$P \text{ tiang} = A * \sigma_b$$

Dimana :

σ_b = tegangan ijin beton, Kg/cm²

f_c' = mutu beton, MPa, Kg/cm²

A = luas penampang tiang, cm²

P tiang = kekuatan tiang, Ton

Berikut tabel daya dukung ijin tiang berdasarkan kekuatan material, mutu beton pracetak dianggap K-450 kg/cm², sedangkan mutu beton bor pile dianggap K-250 kg/cm².

Dimensi tiang (cm)	Daya dukung ijin tiang Berdasarkan kekuatan material (ton)
□ 20 x 20	59
□ 25 x 25	92
△ 28/28/28	50
△ 32/32/32	64

Bp Ø 30	58
Bp Ø 40	103
Bp Ø 60	233

4. Daya dukung ijin tarik pondasi dalam

Daya dukung ijin tarik pondasi dalam dapat dihitung menggunakan pendekatan nilai konus dari data sondir (CPT) dengan rumus sebagai berikut:

$$P = ((Tf * As) * 0.70) / (fk) + Wp$$

Dimana :

P = daya dukung ijin tarik pondasi , ton

Tf = total friction, kg/cm²

As = luas penampang pondasi, cm²

fk = faktor keamanan

Wp = berat pondasi, ton

Hasil analisa daya dukung ijin tiang tarik dari data sondir (CPT) disajikan dalam bentuk tabel pada lampiran.

BAB. V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1. KESIMPULAN

a. Berdasarkan peta Geologi lokasi penyelidikan masuk kedalam formasi Damar (Qtd) terdiri dari batupasir tufaan, konglomerat, dan breksi volkanik. Batupasir tufaan berwarna kuning kecoklatan berbutir halus ~ kasar, komposisi terdiri dari mineral mafik, felspar, dan kuarsa dengan masa dasar tufaan, porositas sedang, keras. Konglomerat berwarna kuning kecoklatan hingga kehitaman, komponen terdiri dari andesit, basalt, batuapung, berukuran 0,5 ~ 5 cm, membundar tanggung hingga membundar baik, agak rapuh. Breksi volkanik mungkin diendapkan sebagai lahar, berwarna abu-abu kehitaman, komponen terdiri dari andesit dan basalt, berukuran 1 ~ 20 cm, menyudut - membundar tanggung, agak keras.

b. Dari data sondir berdasarkan hubungan antara nilai konus qc dan kepadatan, tanah pada lokasi penyelidikan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sondir titik S-1.

- Dari permukaan tanah hingga kedalaman -13.00 m.MT merupakan lapisan tanah lunak (*loose*) hingga kompak (*dense*) dengan nilai qc 20 - <200 kg/cm².

- Di bawah kedalaman -13.00 m.MT hingga kedalaman -13.60 m.MT merupakan lapisan tanah sangat kompak (*very dense*) dengan nilai q_c antara >200 kg/cm².

2. Sondir titik S-2.

- Dari permukaan tanah hingga kedalaman -11.20 m.MT merupakan lapisan tanah lunak (*loose*) hingga kompak (*dense*) dengan nilai q_c 20 - <200 kg/cm².
- Di bawah kedalaman -11.20 m.MT hingga kedalaman -11.60 m.MT merupakan lapisan tanah sangat kompak (*very dense*) dengan nilai q_c antara >200 kg/cm²

5.2. REKOMENDASI

- Dengan melihat data hasil investigasi di lapangan untuk pembangunan 1 lantai dengan beban yang tidak terlalu besar disarankan menggunakan jenis pondasi dangkal seperti pondasi plat setempat atau tapak (*foot plat*).
- Kedalaman dan dimensi pondasi disesuaikan dengan beban yang bekerja.
- Daya dukung pondasi tapak berdasarkan dimensi dan kedalaman dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Kedalaman (m)	Ukuran (m)	Daya dukung pondasi (ton)		
		S-1	S-2	Desain
2.00	2.00x2.00	66	59	59
2.00	2.50x2.50	104	93	93

- d. Sedangkan untuk bangunan dengan beban yang besar disarankan menggunakan jenis pondasi dalam.
- e. Pemilihan jenis pondasi dalam disarankan menggunakan pondasi bore pile, dengan beberapa pertimbangan, antara lain :
- Lokasi berdekatan dengan bangunan atau rumah warga.
 - Tanah keras mempunyai kedudukan yang tidak terlalu dalam.
 - Kedalaman dan penampang pondasi bisa ditentukan di lapangan.
 - Mesin bore pile mampu menembus lapisan tanah keras.
- f. Dalam pelaksanaan pondasi ore pile ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain :
- Pengeboran sebaiknya menggunakan sistem kering (*dry drilling*).
 - Setelah pengeboran selesai sebaiknya lubang bor dilakukan pembersihan dari lumpur sisa pengeboran (*flushing*).
 - Setiap pengecoran harus menggunakan pipa tremie hingga kedasar lubang bor agar adukan beton tidak bercampur dengan lumpur sisa pengeboran.

- Lubang bor yang sudah siap sebaiknya langsung dilakukan pengecoran hal ini untuk menghindari runtuhnya lubang bor.
- Untuk jenis tanah yang mudah runtuh sebaiknya digunakan pipa casing.
- Mutu beton serendah-rendahnya K-300.

g. Daya dukung pondasi bore pile dengan beberapa ukuran dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Rekomendasi			Daya dukung pondasi (ton)			
Type pondasi	Dimensi (cm)	Kedalaman (m)	S-1	S-2	Material	Desain
Bor pile	Ø 30	-14.00	58	58	69	58
	Ø 40		104	104	124	104
	Ø 60		235	235	279	235

h. Sedangkan Sedangkan jika dengan pertimbangan ahli pondasi disarankan menggunakan jenis pondasi tiang pancang ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses pelaksanaannya antara lain :

1. Sebaiknya menggunakan pemancangan system hydraulic dikarenakan lokasi berada di permukiman warga.
2. Dari hasil sondir kedalaman tanah keras berbeda antara titik sondir untuk itu sebelum dilakukan pemancangan sebaiknya dilakukan sampling terlebih dahulu dibeberapa titik untuk menentukan kebutuhan tiang pancang secara tepat.
3. Mutu tiang pancang serendah-rendahnya K-450.

i. Daya dukung pondasi tiang pancang dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Rekomendasi			Daya dukung pondasi (ton)		
Type pondasi	Dimensi (cm)	Kedalaman (m)	S-1	S-2	Desain
Mini pile	□ 20 x 20	-14.00	33	33	33
	□ 25 x 25		52	52	52
	△ 28/28/28		28	28	28
	△ 32/32/32		36	36	36

- j. Dalam rangka site development, hendaknya diperlukan data CBR tanah dasar (*sub-grade*) yang sangat penting untuk perencanaan sarana jalan komplek dan lantai bangunan.
- k. Penggalan terbuka vertikal dengan kedalaman >2.00 m akan menimbulkan masalah yang menyangkut keselamatan kerja, dengan skoor atau turap (dinding pengaman) hendaknya dipersiapkan.

Rekomendasi ini bersifat universal artinya bisa menggunakan jenis pondasi lain yang disarankan oleh ahli pondasi.

Demikian laporan ini kami buat semoga dapat membantu dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek tersebut.

Semarang, 29 Juli 2024
CV. AMIR JAYA GROUP (AJG)
Soil Investigation & Topography

Ruswati Budiningsih
(Direktur)

DAFTAR PUSTAKA

1. Josep E. Bowles
Sifat-sifat fisis dan geo teknis tanah.
2. Terzagi
Soil Mechanic in Engineering Practice.
3. A.S.T.M. / A.A.S.H.T.O
Standard for Soil Testing.
4. Sanglerat
The Penetrometer and Soil Exploration.
5. Taylor
Fundamental of Soil Mechanics.
6. Dunn, Anderson & kiefer.
Fundamentals of Geotechnical Analysis.
7. MBT
Petunjuk Pratikum Mekanika Tanah.
8. Sung gono KH
Mekanika Tanah
9. Hary Christiady
Mekanika Tanah 1

DAFTAR LAMPIRAN

I. Data pengujian lapangan

- o Sondir 1

II. Denah dan dokumentasi

- o Denah lokasi 2
- o Dokumentasi 3

AG
LAMPIRAN-LAMPIRAN

SOIL INVESTIGATION & TOPOGRAPHY

LAMPIRAN
AG
GRAFIK DAN DATA SONDIR

SOIL INVESTIGATION & TOPOGRAPHY

LAMPIRAN
FOTO DOKUMENTASI

SOIL INVESTIGATION & TOPOGRAPHY

AG
LAMPIRAN
DENAH TITIK PENGUJIAN
SOIL INVESTIGATION & TOPOGRAPHY

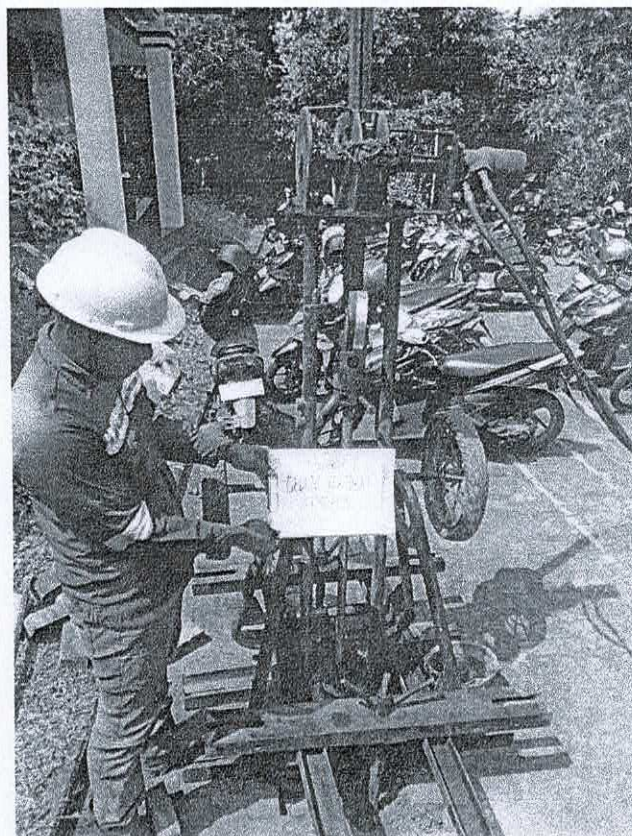
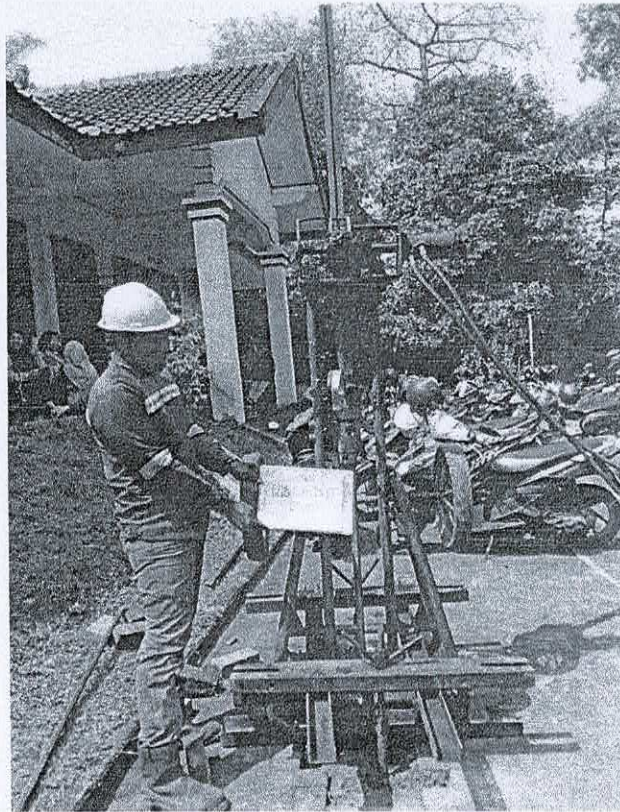


Foto Sondir S-1

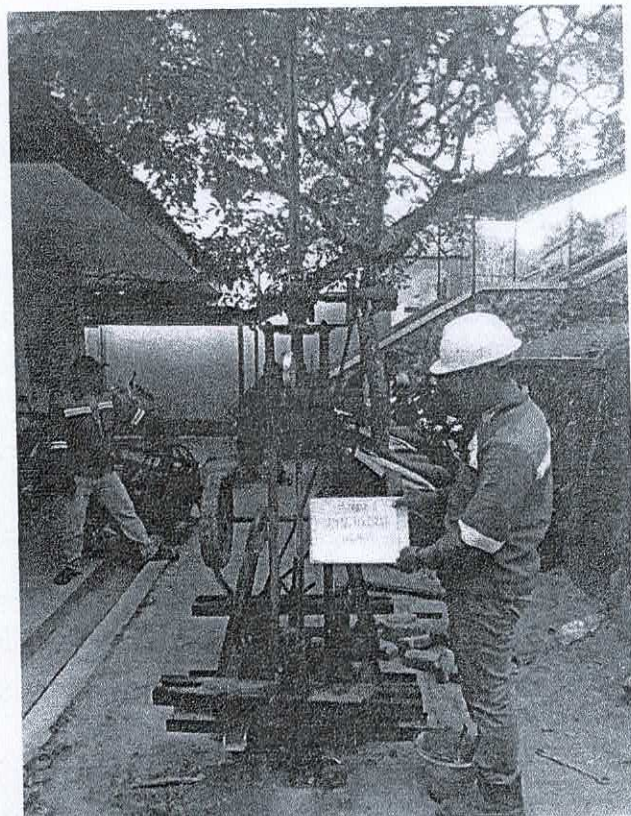
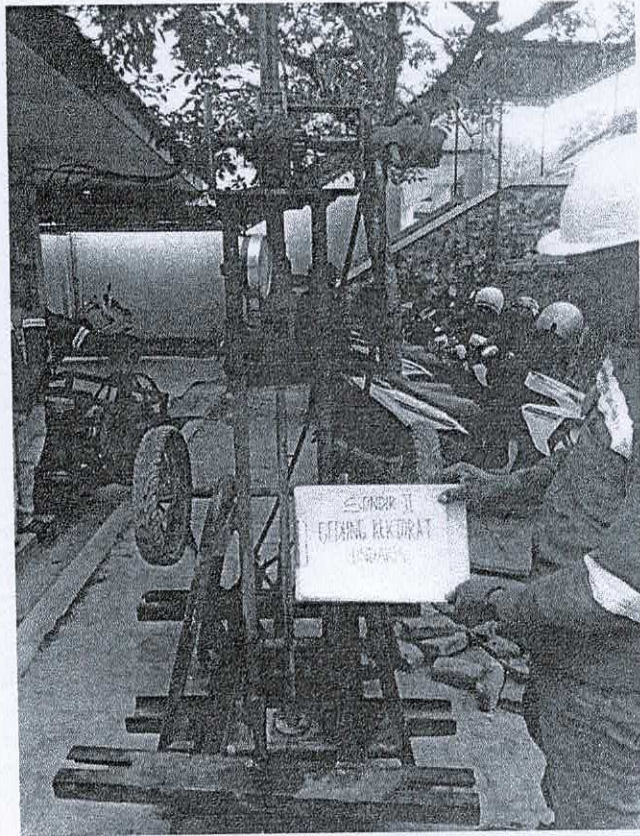
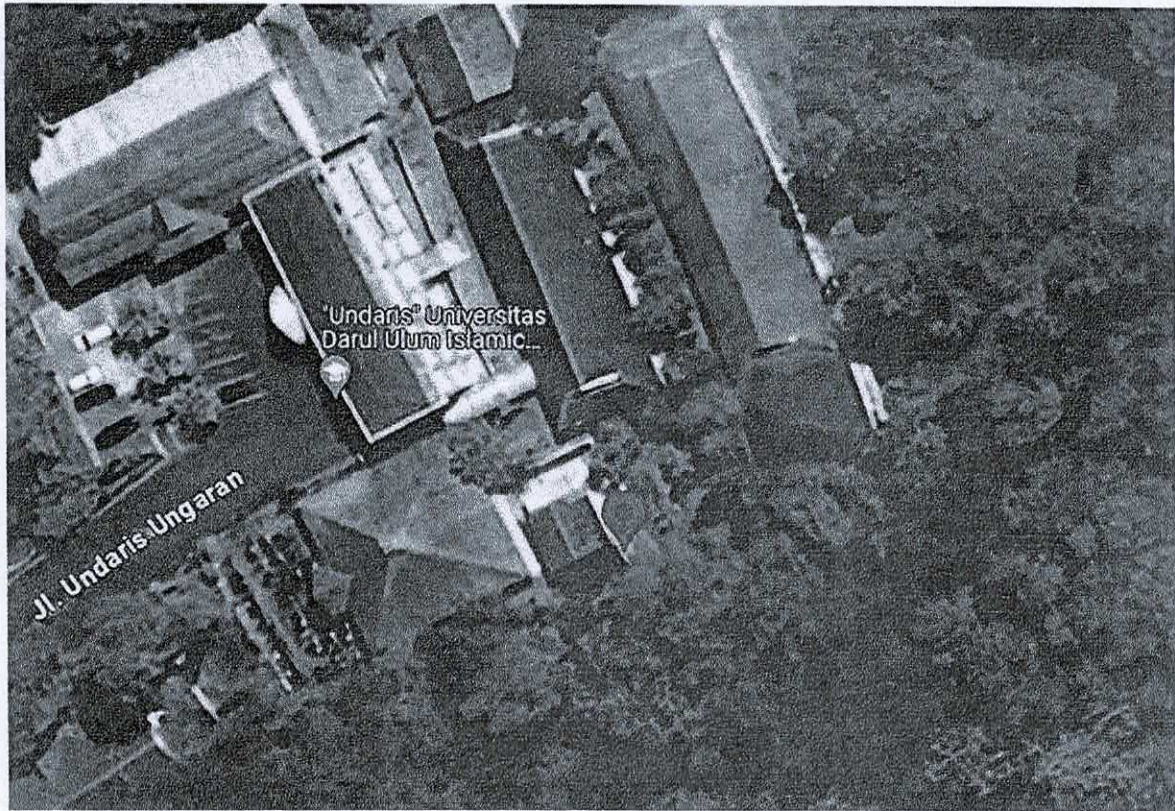


Foto Sondir S-2



DENAH TITIK PENGUJIAN



SOIL INVESTIGATION AND TOPOGRAPHY

Kelurahan Pakintelan No.01 Rt.01 Rw.02

Kecamatan Gunungpati Kota Semarang Jawa Tengah

Phone : 082136426234 - 085645276781

HASIL SONDIR (CONE PENETRATION TEST)

PROYEK : PEMBANGUNAN GEDUNG REKTORAT UNDARIS

NO. TITIK : S-1

LOKASI : JL.TENTARA PELAJAR KEC.UNGARAN TIMUR KABUPATEN SEMARANG

TANGGAL : 24 JULI 2024

KEDALAMAN (m)	BACAAN KONUS (kg)	BACAAN qc + fs (kg)	BACAAN fs (Ton)	qc (kg/cm ²)	fs (kg/cm ²) /20 cm	Δ fs	Δ fs/10	Rsc fs/qc (%)
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00
0,20	30	35	0,5	30	10	10	1	1,67
0,40	30	35	0,5	30	10	20	2	1,67
0,60	45	50	0,5	45	10	30	3	1,11
0,80	45	50	0,5	45	10	40	4	1,11
1,00	45	50	0,5	45	10	50	5	1,11
1,20	45	50	0,5	45	10	60	6	1,11
1,40	45	50	0,5	45	10	70	7	1,11
1,60	50	60	1	50	20	90	9	2,00
1,80	50	60	1	50	20	110	11	2,00
2,00	50	60	1	50	20	130	13	2,00
2,20	55	65	1	55	20	150	15	1,82
2,40	55	65	1	55	20	170	17	1,82
2,60	55	65	1	55	20	190	19	1,82
2,80	60	70	1	60	20	210	21	1,67
3,00	70	80	1	70	20	230	23	1,43
3,20	70	80	1	70	20	250	25	1,43
3,40	65	75	1	65	20	270	27	1,54
3,60	40	45	0,5	40	10	280	28	1,25
3,80	40	45	0,5	40	10	290	29	1,25
4,00	40	45	0,5	40	10	300	30	1,25
4,20	45	50	0,5	45	10	310	31	1,11
4,40	45	50	0,5	45	10	320	32	1,11
4,60	35	40	0,5	35	10	330	33	1,43
4,80	35	40	0,5	35	10	340	34	1,43
5,00	35	40	0,5	35	10	350	35	1,43
5,20	35	40	0,5	35	10	360	36	1,43
5,40	35	40	0,5	35	10	370	37	1,43
5,60	35	40	0,5	35	10	380	38	1,43
5,80	50	60	1	50	20	400	40	2,00
6,00	60	70	1	60	20	420	42	1,67
6,20	60	70	1	60	20	440	44	1,67
6,40	120	130	1	120	20	460	46	0,83
6,60	170	180	1	170	20	480	48	0,59
6,80	170	180	1	170	20	500	50	0,59
7,00	110	120	1	110	20	520	52	0,91
7,20	70	80	1	70	20	540	54	1,43
7,40	50	60	1	50	20	560	56	2,00

7,60	30	35	0,5	30	10	570	57	1,67
7,80	30	35	0,5	30	10	580	58	1,67
8,00	30	35	0,5	30	10	590	59	1,67
8,20	30	35	0,5	30	10	600	60	1,67
8,40	40	45	0,5	40	10	610	61	1,25
8,60	70	80	1	70	20	630	63	1,43
8,80	70	80	1	70	20	650	65	1,43
9,00	70	80	1	70	20	670	67	1,43
9,20	70	80	1	70	20	690	69	1,43
9,40	70	80	1	70	20	710	71	1,43
9,60	70	80	1	70	20	730	73	1,43
9,80	70	80	1	70	20	750	75	1,43
10,00	70	80	1	70	20	770	77	1,43
10,20	70	80	1	70	20	790	79	1,43
10,40	70	80	1	70	20	810	81	1,43
10,60	70	80	1	70	20	830	83	1,43
10,80	50	60	1	50	20	850	85	2,00
11,00	50	60	1	50	20	870	87	2,00
11,20	60	70	1	60	20	890	89	1,67
11,40	60	70	1	60	20	910	91	1,67
11,60	40	50	1	40	20	930	93	2,50
11,80	40	50	1	40	20	950	95	2,50
12,00	40	50	1	40	20	970	97	2,50
12,20	40	50	1	40	20	990	99	2,50
12,40	60	70	1	60	20	1010	101	1,67
12,60	60	70	1	60	20	1030	103	1,67
12,80	90	100	1	90	20	1050	105	1,11
13,00	90	100	1	90	20	1070	107	1,11
13,20	200	220	2	200	40	1110	111	1,00
13,40	240	250	1	240	20	1130	113	0,42
13,60	250	250	0	250	0	1130	113	0,00

AJG SOIL INVESTIGATION AND TOPOGRAPHY



SOIL INVESTIGATION AND TOPOGRAPHY

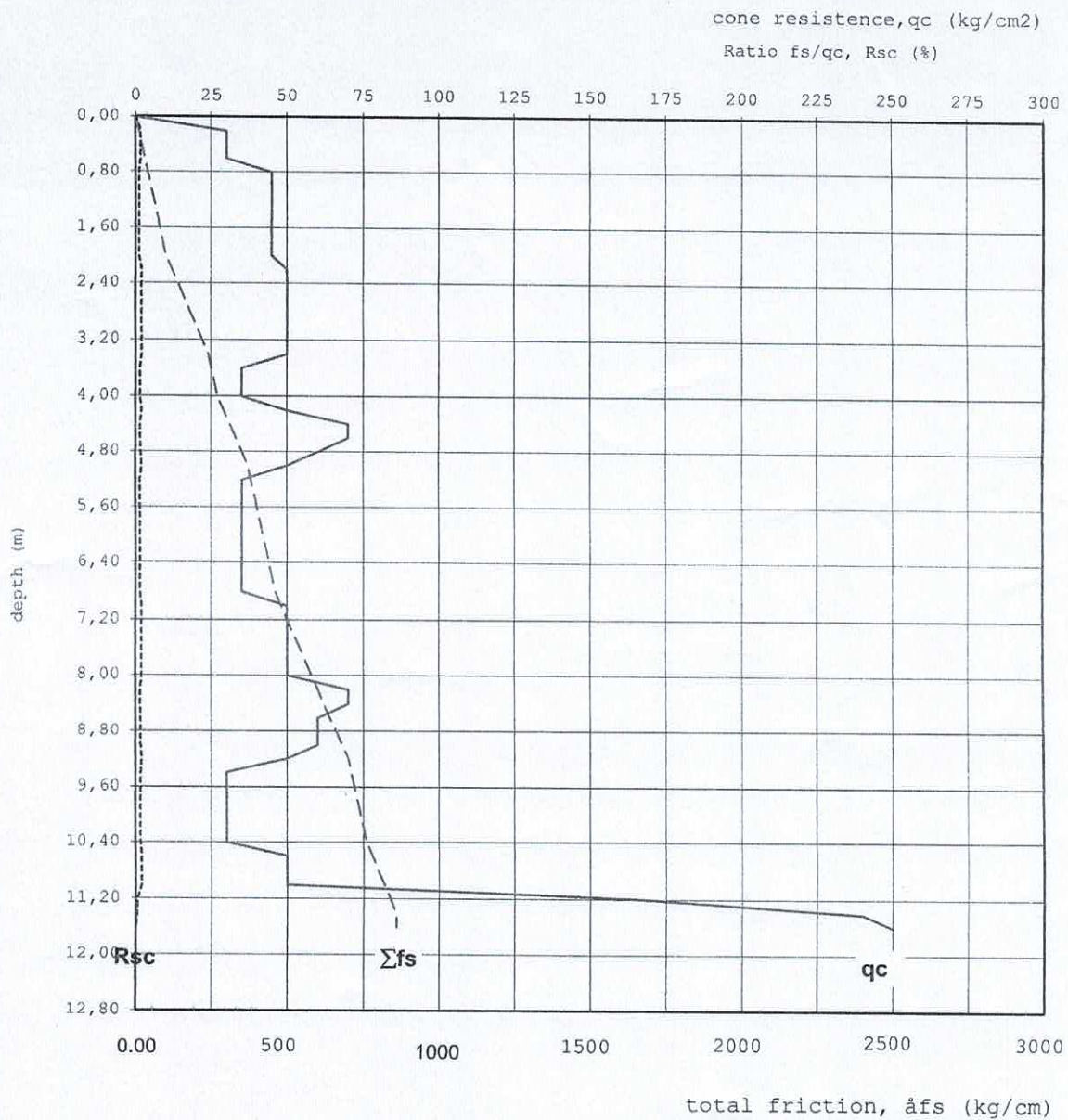
Kelurahan Pakintelan No.01 Rt.01 Rw.02

Kecamatan Gunungpati Kota Semarang Jawa Tengah

Phone : 082136426234 - 085645276781

SONDIR DIAGRAM

PROYEK : PEMBANGUNAN GEDUNG REKTORAT UNDARIS
SONDIR : S-2
LOKASI : JL.TENTARA PELAJAR KEC.UNGARAN TIMUR KABUPATEN SEMARANG
TANGGAL : 24 JULI 2024



AJG SOIL INVESTIGATION AND TOPOGRAPHY



SOIL INVESTIGATION AND TOPOGRAPHY

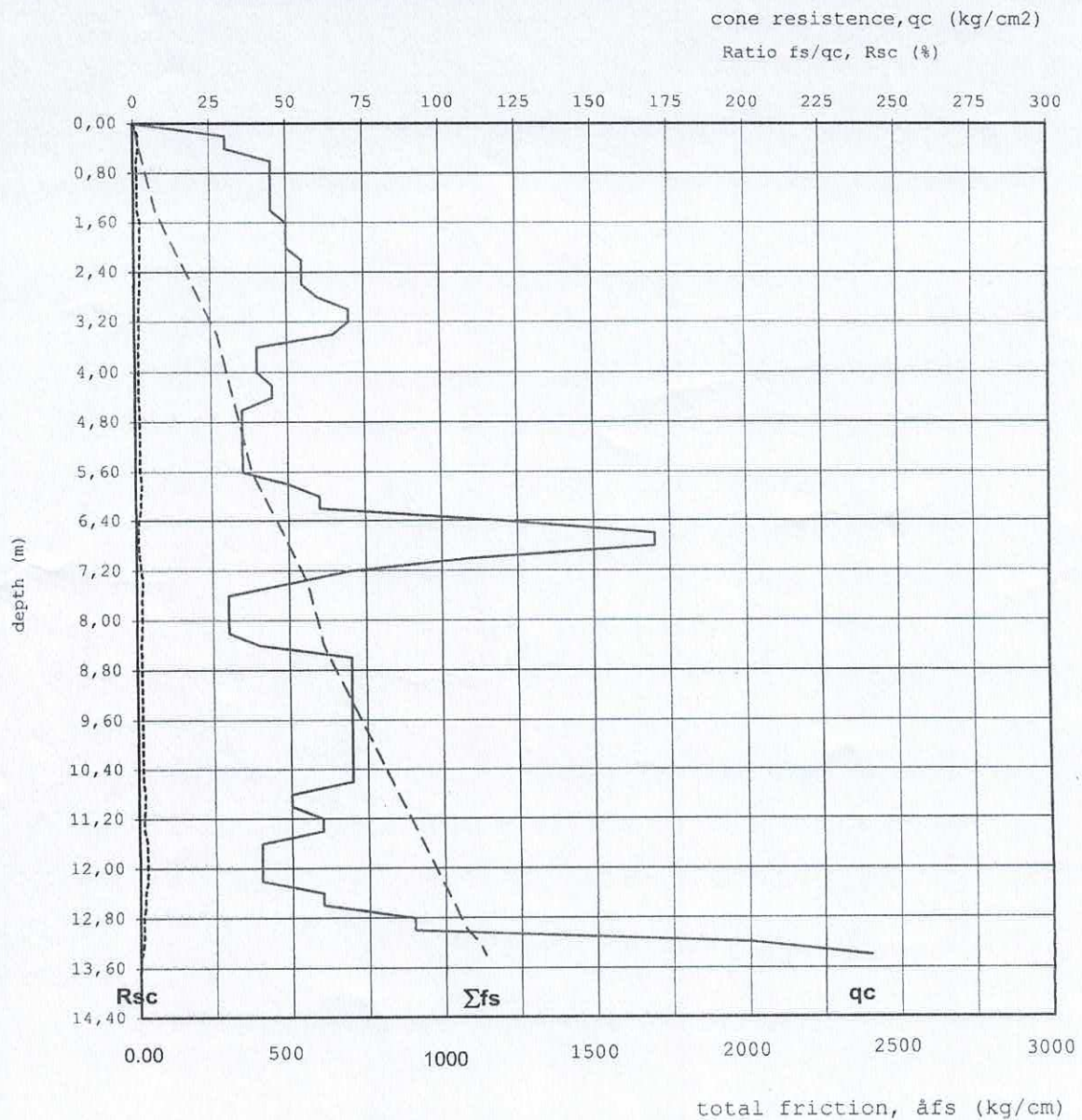
Kelurahan Pakintelan No.01 Rt.01 Rw.02

Kecamatan Gunungpati Kota Semarang Jawa Tengah

Phone : 082136426234 - 085645276781

SONDIR DIAGRAM

PROYEK : PEMBANGUNAN GEDUNG REKTORAT UNDARIS
SONDIR : S-1
LOKASI : JL.TENTARA PELAJAR KEC.UNGARAN TIMUR KABUPATEN SEMARANG
TANGGAL : 24 JULI 2024





SOIL INVESTIGATION AND TOPOGRAPHY

Kelurahan Pakintelan No.01 Rt.01 Rw.02

Kecamatan Gunungpati Kota Semarang Jawa Tengah

Phone : 082136426234 - 085645276781

HASIL SONDIR (CONE PENETRATION TEST)

PROYEK : PEMBANGUNAN GEDUNG REKTORAT UNDARIS

NO. TITIK : S-2

LOKASI : JL.TENTARA PELAJAR KEC.UNGARAN TIMUR KABUPATEN SEMARANG

TANGGAL : 24 JULI 2024

KEDALAMAN (m)	BACAAN KONUS (kg)	BACAAN qc + fs (kg)	BACAAN fs (Ton)	qc (kg/cm ²)	fs (kg/cm ²) /20 cm	Δ fs	Δ fs/10	Rsc fs/qc (%)
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00
0,20	30	35	0,5	30	10	10	1	1,67
0,40	30	35	0,5	30	10	20	2	1,67
0,60	30	35	0,5	30	10	30	3	1,67
0,80	45	50	0,5	45	10	40	4	1,11
1,00	45	50	0,5	45	10	50	5	1,11
1,20	45	50	0,5	45	10	60	6	1,11
1,40	45	50	0,5	45	10	70	7	1,11
1,60	45	50	0,5	45	10	80	8	1,11
1,80	45	50	0,5	45	10	90	9	1,11
2,00	45	50	0,5	45	10	100	10	1,11
2,20	50	60	1	50	20	120	12	2,00
2,40	50	60	1	50	20	140	14	2,00
2,60	50	60	1	50	20	160	16	2,00
2,80	50	60	1	50	20	180	18	2,00
3,00	50	60	1	50	20	200	20	2,00
3,20	50	60	1	50	20	220	22	2,00
3,40	50	60	1	50	20	240	24	2,00
3,60	35	40	0,5	35	10	250	25	1,43
3,80	35	40	0,5	35	10	260	26	1,43
4,00	35	40	0,5	35	10	270	27	1,43
4,20	50	60	1	50	20	290	29	2,00
4,40	70	80	1	70	20	310	31	1,43
4,60	70	80	1	70	20	330	33	1,43
4,80	60	70	1	60	20	350	35	1,67
5,00	50	60	1	50	20	370	37	2,00
5,20	35	40	0,5	35	10	380	38	1,43
5,40	35	40	0,5	35	10	390	39	1,43
5,60	35	40	0,5	35	10	400	40	1,43
5,80	35	40	0,5	35	10	410	41	1,43
6,00	35	40	0,5	35	10	420	42	1,43
6,20	35	40	0,5	35	10	430	43	1,43
6,40	35	40	0,5	35	10	440	44	1,43
6,60	35	40	0,5	35	10	450	45	1,43
6,80	35	40	0,5	35	10	460	46	1,43
7,00	50	60	1	50	20	480	48	2,00
7,20	50	60	1	50	20	500	50	2,00
7,40	50	60	1	50	20	520	52	2,00

7,60	50	60	1	50	20	540	54	2,00
7,80	50	60	1	50	20	560	56	2,00
8,00	50	60	1	50	20	580	58	2,00
8,20	70	80	1	70	20	600	60	1,43
8,40	70	80	1	70	20	620	62	1,43
8,60	60	70	1	60	20	640	64	1,67
8,80	60	70	1	60	20	660	66	1,67
9,00	60	70	1	60	20	680	68	1,67
9,20	50	60	1	50	20	700	70	2,00
9,40	30	35	0,5	30	10	710	71	1,67
9,60	30	35	0,5	30	10	720	72	1,67
9,80	30	35	0,5	30	10	730	73	1,67
10,00	30	35	0,5	30	10	740	74	1,67
10,20	30	35	0,5	30	10	750	75	1,67
10,40	30	35	0,5	30	10	760	76	1,67
10,60	50	60	1	50	20	780	78	2,00
10,80	50	60	1	50	20	800	80	2,00
11,00	50	60	1	50	20	820	82	2,00
11,20	170	180	1	170	20	840	84	0,59
11,40	240	250	1	240	20	860	86	0,42
11,60	250	250	0	250	0	860	86	0,00

AJG SOIL INVESTIGATION AND TOPOGRAPHY

**ALLOWABLE COMPRESSION BEARING CAPACITY OF SINGLE PILE
(BASED ON CPT DATA)**

PROYEK : PEMBANGUNAN GEDUNG REKTORAT UNDARIS
LOKASI : JL. TENTARA PELAJAR KECAMATAN UNGARAN TIMUR KABUPATEN SEMARANG

S-1 SF = 3 SF = 5

Depth (m)	qc (kg/cm ²)	Tf (kg/cm)	TIANG PANCANG (TON)				BORED PILE (TON)		
			□ 20X20	□ 25X25	△ 28/28/28	△ 32/32/32	Ø 30	Ø 40	Ø 60
2,00	30	130	4,00	6,25	3,40	4,44	7,07	12,56	28,26
4,00	50	300	6,67	10,42	5,66	7,39	11,78	20,93	47,10
6,00	60	420	8,00	12,50	6,79	8,87	14,13	25,12	56,52
8,00	30	590	4,00	6,25	3,40	4,44	7,07	12,56	28,26
10,00	70	770	9,33	14,58	7,92	10,35	16,49	29,31	65,94
12,00	40	970	5,33	8,33	4,53	5,91	9,42	16,75	37,68
14,00	250	1130	33,33	52,08	28,29	36,96	58,88	104,67	235,50

S-2 SF = 3 SF = 5

Depth (m)	qc (kg/cm ²)	Tf (kg/cm)	TIANG PANCANG (TON)				BORED PILE (TON)		
			□ 20X20	□ 25X25	△ 28/28/28	△ 32/32/32	Ø 30	Ø 40	Ø 60
2,00	45	100	6,00	9,38	5,09	6,65	10,60	18,84	42,39
4,00	35	270	4,67	7,29	3,96	5,17	8,24	14,65	32,97
6,00	35	420	4,67	7,29	3,96	5,17	8,24	14,65	32,97
8,00	50	580	6,67	10,42	5,66	7,39	11,78	20,93	47,10
10,00	30	740	4,00	6,25	3,40	4,44	7,07	12,56	28,26
12,00	250	860	33,33	52,08	28,29	36,96	58,88	104,67	235,50
14,00	250	860	33,33	52,08	28,29	36,96	58,88	104,67	235,50

**ALLOWABLE TENSION CAPACITY OF SINGLE PILE
(BASED ON CPT DATA)**

PROYEK : PEMBANGUNAN GEDUNG REKTORAT UNDARIS
 LOKASI : JL. TENTARA PELAJAR KECAMATAN UNGARAN TIMUR KABUPATEN SEMARANG

S-1 SF = 5

Depth (m)	qc (kg/cm ²)	Tf (kg/cm)	MINI PILE (TON)				BORED PILE (TON)		
			□ 20X20	□ 25X25	△ 28/28/28	△ 32/32/32	Ø 30	Ø 40	Ø 60
2,00	30	130	0,92	1,44	0,78	1,00	1,62	2,89	6,50
4,00	50	300	2,06	3,23	1,75	2,25	3,65	6,48	14,58
6,00	60	420	2,93	4,58	2,49	3,19	5,17	9,19	20,69
8,00	30	590	4,07	6,36	3,46	4,43	7,19	12,79	28,77
10,00	70	770	5,27	8,24	4,47	5,74	9,31	16,55	37,25
12,00	40	970	6,58	10,29	5,59	7,16	11,63	20,67	46,52
14,00	250	1130	7,67	11,99	6,51	8,35	13,55	24,09	54,20

S-2 SF = 5

Depth (m)	qc (kg/cm ²)	Tf (kg/cm)	MINI PILE (TON)				BORED PILE (TON)		
			□ 20X20	□ 25X25	△ 28/28/28	△ 32/32/32	Ø 30	Ø 40	Ø 60
2,00	45	100	0,75	1,18	0,64	0,82	1,33	2,36	5,31
4,00	35	270	1,90	2,96	1,61	2,06	3,35	5,95	13,40
6,00	35	420	2,93	4,58	2,49	3,19	5,17	9,19	20,69
8,00	50	580	4,02	6,28	3,41	4,37	7,09	12,61	28,37
10,00	30	740	5,10	7,98	4,33	5,55	9,01	16,03	36,06
12,00	250	860	5,97	9,33	5,07	6,49	10,54	18,74	42,16
14,00	250	860	6,16	9,63	5,23	6,70	10,88	19,34	43,52