

LAPORAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

PERBAIKAN & PEMUGARAN GEREJA GPIB JEMAAT BETLEHEM
JL.PEMBANGUNAN III/9 JAKARTA PUSAT
22 JUNI 2017



Oleh :

Tim Pelaksana Pengabdian kepada Masyarakat :

Penanggung Jawab/Koordinator : 1. Ir. Risma Masniari, M.Eng.
Anggota : 2. Ir. Setiyadi, MT

PRODI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
SEMESTER GASAL 2017/2018

I. LATAR BELAKANG MASALAH

Masyarakat Gereja tentunya membutuhkan tempat ibadah yang nyaman, aman dan dapat melakukan semua aktivitas gerejani dengan baik dan tidak terkendala dengan kondisi bangunan yang ada. Demikian pula dengan jemaat gereja GPIB Bethlehem terletak di jalan Pembangunan III no. 9, Jakarta Pusat, merasa perlu untuk merenovasi melengkapi sarana prasarana ibadah yang ada, sehingga oleh majelis setempat dibentuklah Panitia pembangunan renovasi gereja GPIB Bethlehem. Proyek renovasi gereja GPIB Bethlehem terletak di jalan Pembangunan III no. 9, Jakarta Pusat. Pihak panitia pembangunan gereja mengajukan permohonan pemeriksaan tanah berupa 2 titik sondir. Kondisi lapangan pada saat dilakukan pelaksanaan sondir pada tanggal 22-23 Juni 2017 masih dalam keadaan utuh sebagai bangunan gereja lama, dan gereja yang akan digunakan sebagai lokasi pemeriksaan tanah yang masih berupa lantai ubinsudah dikupas lebih dulu sebelum pekerjaan sondir dilakukan.

II. PELAKSANAAN PEKERJAAN

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka tim teknis jurusan Teknik Sipil FT-UKI melakukan aktivitas di lapangan selama 2 hari yaitu di Semester Gasal 2017/2018 yang berupa pengamatan lapangan dan uji sondir, dialog langsung dengan panitia Pembangunan, serta aktivitas lain berupa perancangan Pondasi, dan Perancangan struktur penulangan beton yang ada.

Pekerjaan dapat dimulai tanggal 22-23 Juni 2017 dimana sondir akan dilakukan dibuka untuk mendapatkan lapisan tanah. Perencanaan pekerjaan sondir dilakukan pada titik S-1 (bagian depan bangunan), dan S-2 (bagian belakang bangunan). Dalam pelaksanaan pekerjaan sondir, titik S-1 dan S-2 dipilih sebagai lokasi yang mewakili letak fondasi baru, dan rata-rata kedalaman yang ditinjau sampai dengan kedalaman lebih dari 10 meter.

III. TUJUAN KEGIATAN

Tujuan diadakannya kegiatan ini adalah sebagai bentuk Tridharma Perguruan Tinggi dengan melakukan pengabdian kepada masyarakat daerah Gereja GPIB Betlehem berada, yaitu di **Jl. Pembangunan III / 9 Jakarta Pusat.**

IV. WAKTU PELAKSANAAN

Hari / tanggal : Kamis, Jum'at 22 -23 Juni 2017
Tempat : Gereja GPIB Jemaat Betlehem
Jl. Pembangunan III / 9 Jakarta Pusat.

V. BENTUK KEGIATAN

1. Pengujian Sondir untuk tanah , pondasi Gereja
2. Perencanaan Pondasi Bangunan Gereja.
3. Perancangan dan perhitungan Balok, Kolom, dan pelat lantai beton gedung Gereja.
4. Gambar Rencana Kerja.

VI. TIM PELAKSANA PKM

Tim Pelaksana Pengabdian kepada Masyarakat :

Penanggung Jawab/Koordinator : Ir. Risma Masniari, MEng.

Anggota :

- Ir. Setiyadi
- Sudarno (teknisi Laboratorium)
- Mahasiswa

VII. FOTO FOTO PKM

PERBAIKAN & PEMUGARAN GEREJA GPIB JEMAAT BETLEHEM

JL.PEMBANGUNAN III/9 JAKARTA PUSAT

Kamis, 22 JUNI 2017

Hari /tgl : Kamis, 22 Juni 2017

Lokasi : Gdereja GPIB Betlehem Jl. Pembangunan III/ No.9 Jakarta Pusat

Deskripsi Kegiatan	Bukti Dokumentasi/Foto
<p>Pengambilan tanah sample untk uji Sondir.</p>	
<p>Rencana Pengembangan ruang ibadah di sebelah ruang ibadah lama.</p>	
<p>Pemilihan tempat pengambilan sampel yg dapat mewakili kondisi tanah</p>	

<p>Gedung Gereja GPIB Jemaat Betlehem, tampak depan</p>	
<p>Koridor di samping bangunan utama Gereja GPIB Betlehem</p>	
<p>Ruang ibadah existing di Gereja GPIB Jemaat Betlehem.</p>	
<p>Pekerjaan Sondir sedang dilakukan.</p>	

**Pekerjaan
Sondir dan
perancangan ke
depan.**



**Halaman
pelataran
existing Gereja
GPIB Jemaat
Betlehem.**



**Pemukiman di
sekitar GPIB
Jemaat
Betlehem.**



VIII. LAPORAN HASIL

LAPORAN PEMERIKSAAN TANAH

PROYEK GEREJA GPIB BETHLEHEM, JL. PEMBANGUNAN III no. 9

JAKARTA PUSAT

A. PENDAHULUAN

Proyek renovasi gereja GPIB Bethlehem terletak di jalan Pembangunan III no. 9, Jakarta Pusat. Pihak panitia pembangunan gereja mengajukan permohonan pemeriksaan tanah berupa 2 titik sondir. Kondisi lapangan pada saat dilakukan pelaksanaan sondir pada tanggal 22-23 Juni 2017 masih dalam keadaan utuh sebagai bangunan gereja lama, dan gereja yang akan digunakan sebagai lokasi pemeriksaan tanah yang masih berupa lantai ubin sudah dikupas lebih dulu sebelum pekerjaan sondir dilakukan.

B. PELAKSANAAN PEKERJAAN

Pekerjaan dapat dimulai tanggal 22-23 Juni 2017 dimana sondir akan dilakukan dibuka untuk mendapatkan lapisan tanah. Perencanaan pekerjaan sondir dilakukan pada titik S-1 (bagian depan bangunan), dan S-2 (bagian belakang bangunan). Dalam pelaksanaan pekerjaan sondir, titik S-1 dan S-2 dipilih sebagai lokasi yang mewakili letak fondasi baru, dan rata-rata kedalaman yang ditinjau sampai dengan kedalaman lebih dari 10 meter.

C. HASIL PEMERIKSAAN TANAH

Hasil pemeriksaan tanah dengan uji sondir pada lokasi di titik S-1 dan S-2 (lihat denah lokasi terlampir) diperlihatkan pada perhitungan hasil uji dan grafik sondir pada lampiran.

D. KESIMPULAN

Dari hasil pemeriksaan tanah seperti yang terlihat dari lampiran uji sondir (CPT), dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Pada lubang sondir S-1 (bagian depan bangunan), terdapat lapisan yang tanah cukup baik mulai dari kedalaman 1 m, dan berangsur naik sampai kedalaman 11,80 m dengan tekanan konus yang terbesar dicapai sebesar $\pm 150 \text{ kg/cm}^2$.
2. Pada lubang sondir S-2 (bagian belakang bangunan), terdapat jenis lapisan yang kurang lebih sama setelah kedalaman 1 m dengan hasil sondir pada lokasi S-1, dengan nilai tekanan konus berangsur naik dan terbesar pada kedalaman 15,00 m mencapai nilai konus $\pm 180 \text{ kg/cm}^2$.
3. Dari hasil uji sondir (lihat tabel dan grafik CPT S-1 dan S-2) dapat disimpulkan bahwa keadaan tanah mulai dari kedalaman 1,20 m diperkirakan dapat digunakan sebagai dasar pondasi telapak untuk bangunan 2 lantai karena dari hasil pengamatan visual tanah berupa tanah merah.

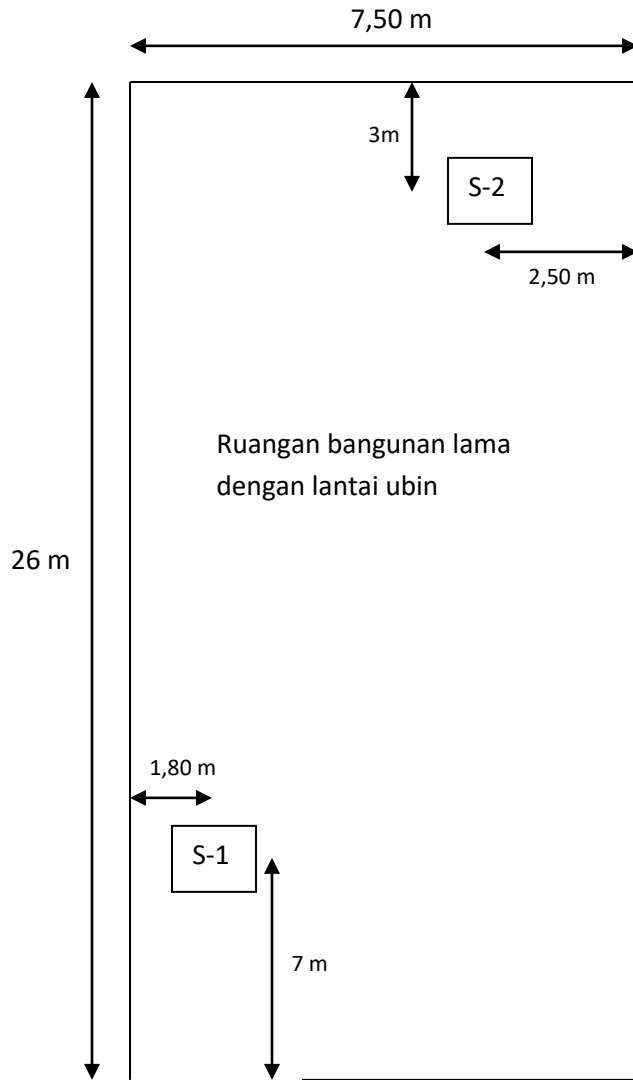
E. PENUTUP

Demikianlah laporan hasil pemeriksaan tanah ini kami buat agar dapat dipergunakan dalam perencanaan renovasi bangunan gereja berikutnya.

Jakarta, 5 Juli 2017

Pembuat laporan,

Ir. Risma M. Simanjuntak, M.Eng.



Gambar 1. Lokasi lubang sondir (S-1 dan S-2)

TABEL ANALISIS CONE PENETRATION TEST

Proyek : Gedung gereja GPIB Bethlehem Ditest oleh : Tim Sipil UKI
 Lokasi : Jl. Pembangunan III no. 9, Tanggal : 22/06/2017
 : Jakarta Pusat
 No titik : S-1 (depan) Koordinat :
 Kedalaman : - x :
 M. A. T : -4,0 m dari muka tanah y :

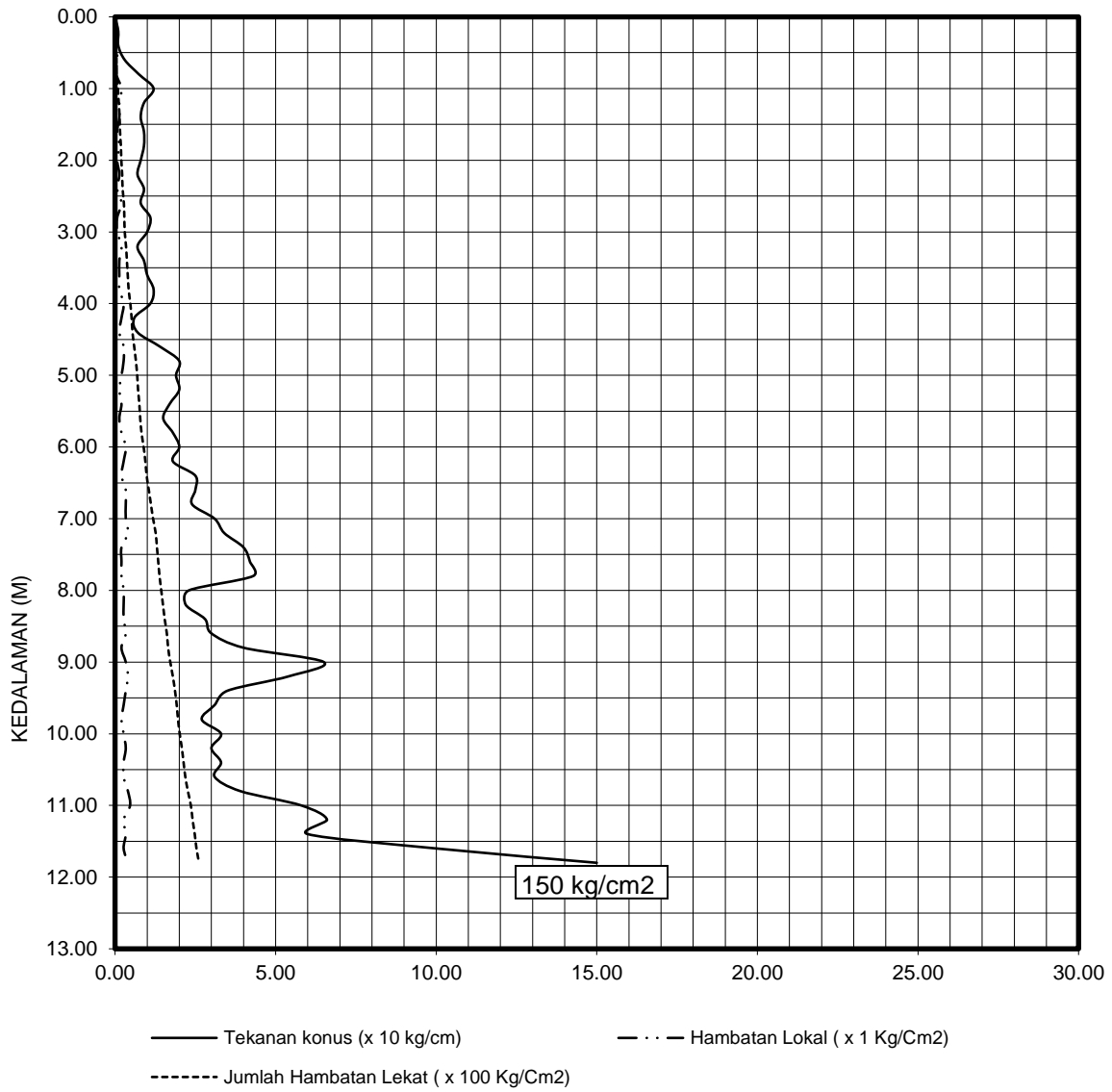
Depth (m)	R1 (kg/cm ²)	R2 (kg/cm ²)	LF (kg/cm ²)	TF (kg/cm ²)	FR
0,00	0	0	0,00	0,00	0,00
0,20	1	2	0,07	1,34	6,69
0,40	1	2	0,07	2,67	6,69
0,60	3	4	0,07	4,01	2,23
0,80	7	8	0,04	4,81	0,54
1,00	12	15	0,20	8,82	1,67
1,20	9	11	0,13	11,50	1,49
1,40	8	10	0,13	14,17	1,67
1,60	9	10	0,07	15,51	0,74
1,80	9	11	0,13	18,18	1,49
2,00	8	9	0,07	19,52	0,84
2,20	7	9	0,13	22,20	1,91
2,40	9	10	0,07	23,53	0,74
2,60	8	11	0,20	27,54	2,51
2,80	11	12	0,07	28,88	0,61
3,00	10	11	0,07	30,22	0,67
3,20	7	10	0,20	34,23	2,87
3,40	9	11	0,13	36,90	1,49

3,60	10	12	0,13	39,58	1,34
3,80	12	14	0,13	42,25	1,11
4,00	11	15	0,27	47,60	2,43
4,20	6	9	0,20	51,61	3,34
4,40	7	9	0,13	54,29	1,91
4,60	14	18	0,27	59,63	1,91
4,80	20	24	0,27	64,98	1,34
5,00	19	22	0,20	68,99	1,06
5,20	20	22	0,13	71,67	0,67
5,40	17	20	0,20	75,68	1,18
5,60	15	17	0,13	78,35	0,89
5,80	18	21	0,20	82,36	1,11
6,00	20	25	0,33	89,05	1,67
6,20	18	22	0,27	94,40	1,49
6,40	25	28	0,20	98,41	0,80
6,60	25	30	0,33	105,09	1,34
6,80	24	29	0,33	111,78	1,39
7,00	31	36	0,33	118,47	1,08
7,20	34	40	0,40	126,49	1,18
7,40	40	43	0,20	130,50	0,50
7,60	42	45	0,20	134,51	0,48
7,80	43	46	0,20	138,52	0,47
8,00	23	27	0,27	143,87	1,16
8,20	22	26	0,27	149,22	1,22
8,40	28	32	0,27	154,57	0,96

Lanjutan tabel titik S-1

8,60	30	35	0,33	161,25	1,11
8,80	40	43	0,20	165,26	0,50

9,00	65	70	0,33	171,95	0,51
9,20	54	60	0,40	179,97	0,74
9,40	35	40	0,33	186,66	0,96
9,60	31	35	0,27	192,00	0,86
9,80	27	30	0,20	196,02	0,74
10,00	33	37	0,27	201,36	0,81
10,20	30	35	0,33	208,05	1,11
10,40	33	37	0,27	213,40	0,81
10,60	31	35	0,27	218,75	0,86
10,80	39	45	0,40	226,77	1,03
11,00	58	65	0,47	236,13	0,81
11,20	66	70	0,27	241,48	0,41
11,40	60	65	0,33	248,16	0,56
11,60	100	104	0,27	253,51	0,27
11,80	150	156	0,40	261,53	0,27



Gambar 1. Grafik CPT titik S-1

TABEL ANALISIS CONE PENETRATION TEST

Proyek : Gedung gereja GPIB Bethlehem Ditest oleh : Tim Sipil UKI
 Lokasi : Jl. Pembangunan III no. 9, Tanggal : 23/06/2017
 : Jakarta Pusat Koordinat :
 No titik : S-2 (belakang)

Kedalaman Depth (m)	R1 (kg/cm ²)	R2 (kg/cm ²)	LF (kg/cm ²)	TF (kg/cm ²)	FR
M. A. T 0,00	: -4,0 m dari muka tanah		0,00	0,00	0,00
0,20	4	5	0,07	1,34	1,67
0,40	7	10	0,20	5,35	2,87
0,60	8	10	0,13	8,02	1,67
0,80	8	11	0,20	12,03	2,51
1,00	10	12	0,13	14,71	1,34
1,20	10	12	0,13	17,38	1,34
1,40	9	11	0,13	20,06	1,49
1,60	8	10	0,13	22,73	1,67
1,80	7	11	0,27	28,08	3,82
2,00	8	12	0,27	33,43	3,34
2,20	10	15	0,33	40,11	3,34
2,40	9	12	0,20	44,12	2,23
2,60	7	9	0,13	46,80	1,91
2,80	6	8	0,13	49,47	2,23
3,00	8	10	0,13	52,15	1,67
3,20	11	14	0,20	56,16	1,82
3,40	17	21	0,27	61,51	1,57
3,60	13	15	0,13	64,18	1,03
3,80	11	14	0,20	68,19	1,82
4,00	9	12	0,20	72,20	2,23
4,20	12	14	0,13	74,88	1,11
4,40	8	13	0,33	81,56	4,18

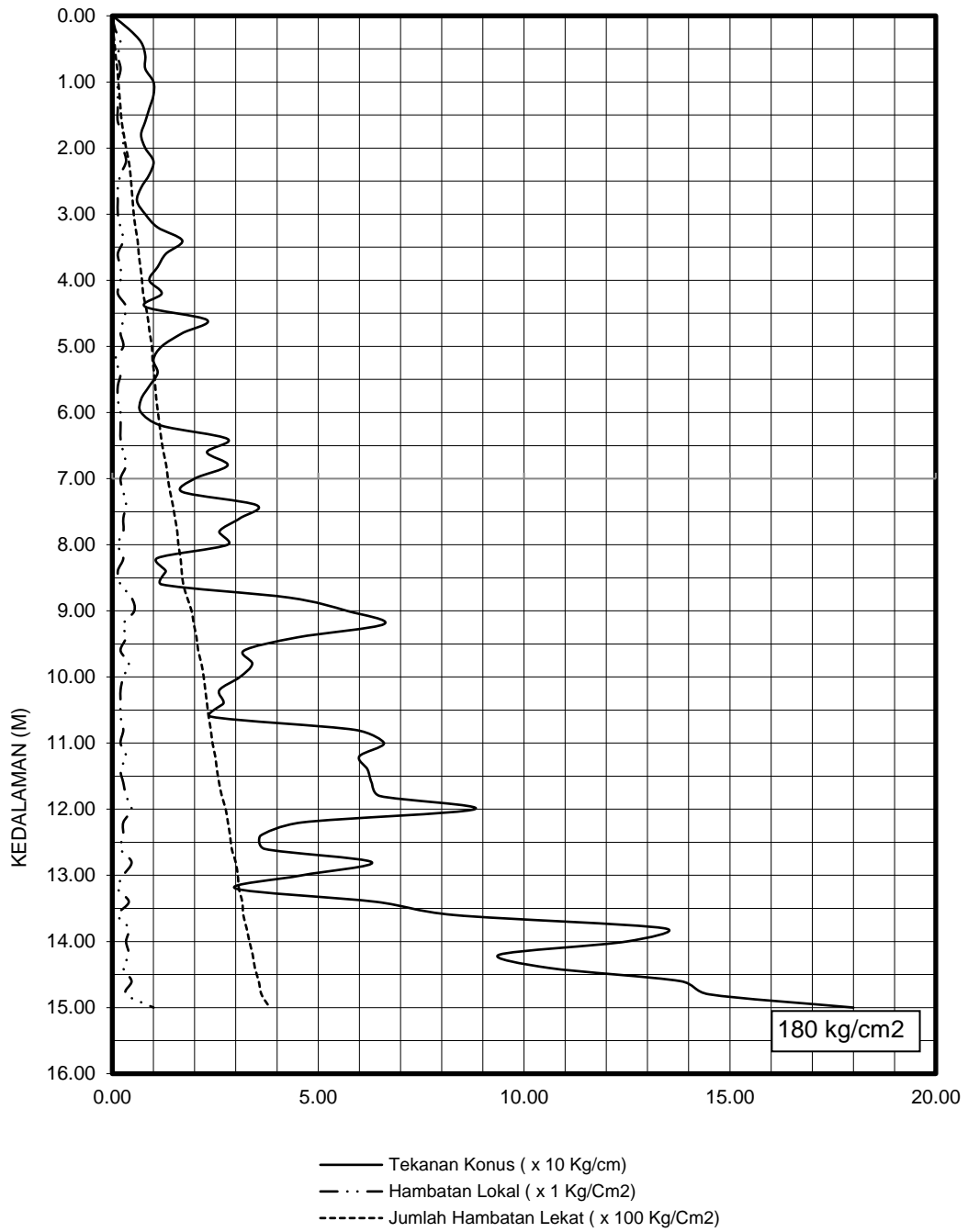
4,60	23	27	0,27	86,91	1,16
4,80	17	20	0,20	90,92	1,18
5,00	12	16	0,27	96,27	2,23
5,20	10	11	0,07	97,61	0,67
5,40	11	14	0,20	101,62	1,82
5,60	9	11	0,13	104,29	1,49
5,80	7	9	0,13	106,97	1,91
6,00	7	10	0,20	110,98	2,87
6,20	12	15	0,20	114,99	1,67
6,40	28	31	0,20	119,00	0,72
6,60	23	27	0,27	124,35	1,16
6,80	28	33	0,33	131,03	1,19
7,00	20	23	0,20	135,04	1,00
7,20	17	21	0,27	140,39	1,57
7,40	35	40	0,33	147,08	0,96
7,60	31	35	0,27	152,43	0,86
7,80	26	30	0,27	157,78	1,03
8,00	28	30	0,13	160,45	0,48
8,20	11	15	0,27	165,80	2,43
8,40	13	15	0,13	168,47	1,03
8,60	12	15	0,20	172,48	1,67
8,80	43	50	0,47	181,84	1,09

lanjutan tabel titik S-2

9,00	57	65	0,53	192,54	0,94
9,20	66	70	0,27	197,89	0,41
9,40	45	50	0,33	204,57	0,74

9,60	32	35	0,20	208,58	0,63
9,80	34	40	0,40	216,61	1,18
10,00	31	35	0,27	221,95	0,86
10,20	26	29	0,20	225,97	0,77
10,40	27	30	0,20	229,98	0,74
10,60	24	27	0,20	233,99	0,84
10,80	59	63	0,27	239,34	0,45
11,00	66	69	0,20	243,35	0,30
11,20	60	65	0,33	250,03	0,56
11,40	62	65	0,20	254,04	0,32
11,60	63	67	0,27	259,39	0,42
11,80	65	70	0,33	266,08	0,51
12,00	88	95	0,47	275,44	0,53
12,20	46	50	0,27	280,79	0,58
12,40	36	40	0,27	286,13	0,74
12,60	37	40	0,20	290,15	0,54
12,80	63	70	0,47	299,51	0,74
13,00	46	50	0,27	304,85	0,58
13,20	30	32	0,13	307,53	0,45
13,40	64	70	0,40	315,55	0,63
13,60	83	85	0,13	318,22	0,16
13,80	134	140	0,40	326,25	0,30
14,00	125	130	0,33	332,93	0,27
14,20	94	100	0,40	340,95	0,43
14,40	106	110	0,27	346,30	0,25
14,60	138	145	0,47	355,66	0,34
14,80	145	150	0,33	362,35	0,23
15,00	180	195	1,00	382,40	0,56

F.



Gambar 2. Grafik CPT titik S-2

IX. PERANCANGAN PONDASI GEREJA GPIB BETHLEHEM

A. Menentukan Parameter Perancangan

Dari uji lapangan berupa uji sondir di kedalaman 1,5 m didapatkan rata-rata daya dukung tanah, $q_c = 8,3 \text{ kg/cm}^2 = 830 \text{ kN/m}^2$, maka besarnya daya dukung yang diijinkan (q_a) dapat dilakukan dengan memberikan faktor keamanan 3 guna menanggulangi ketidaktentuan variasi kondisi tanah dasar. Dari faktor keamanan tersebut maka didapatkan besarnya $q_a = 830/3 = 276,7 \text{ kN/m}^2$.

Adapun parameter lain yang dibutuhkan adalah seperti data berikut:

- Hasil perhitungan struktur menggunakan SAP 2000 didapatkan beban kolom sebesar 31,5 ton = 315 kN dengan ukuran kolom 0,35 m x 0,35 m.
- Data-data penggunaan beton: kuat tekan beton pada 28 hari = $f'_c = 25 \text{ Mpa} = 25.000 \text{ kPa}$; tegangan pada tulangan = $f_y = 400 \text{ MPa} = 400.000 \text{ kPa}$.
- Berat unit tanah, γ , diasumsikan = 16 kN/m^3 .

B. Menentukan Ukuran Pondasi

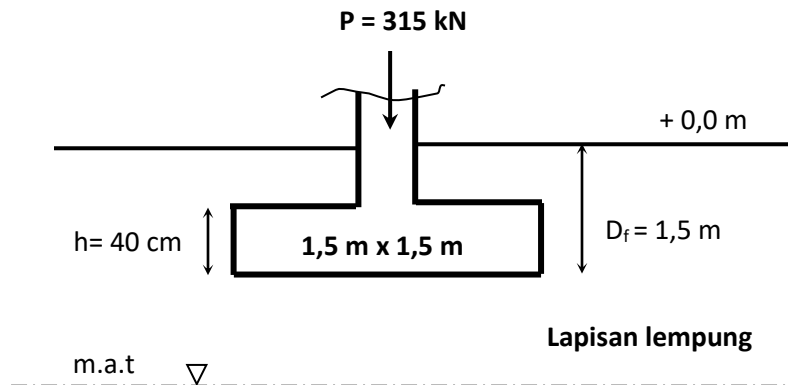
B.1 Pondasi Tengah

- Ukuran pondasi tengah ditentukan dengan cara coba-coba, dalam hal ini ditentukan ukuran pondasi bujursangkar ukuran **1,5 m x 1,5 m** dengan ketebalan, h , sebesar 40 cm.
- Berat pondasi, $p = 0,4 \times 24 = 9,6 \text{ kN/m}^2$, berat tanah di atas pondasi, $s = 1,1 \times 16 = 17,6 \text{ kN/m}^2$
- Tegangan efektif tanah, $\sigma' = q_a - p - s = 276,7 - 9,6 - 17,6 = 249,5 \text{ kN/m}^2$.
- Tegangan yang terjadi pada tanah, $q_s = P/A = 315/(1,5 \times 1,5) = 140 \text{ kN/m}^2 < \sigma' (= 249,5 \text{ kN/m}^2)$, maka pondasi **aman** dari segi daya dukung tanah.

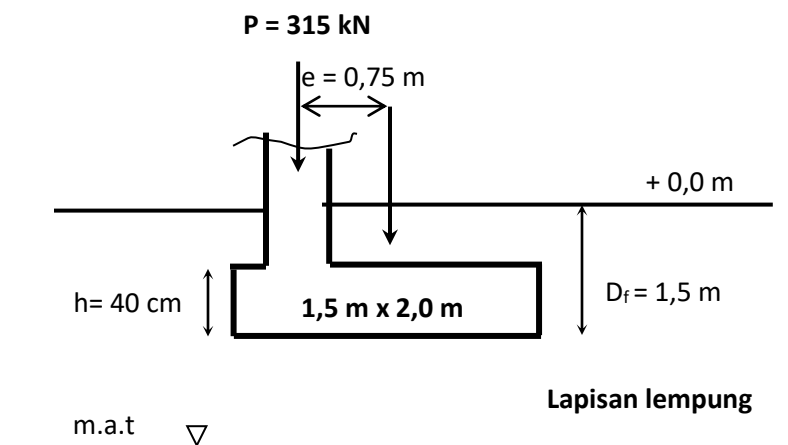
B.2 Pondasi Tepi

- Untuk pondasi tepi karena beban kolom tidak simetris terhadap lebar pondasi maka dengan letak kolom 20 cm dari tepi pondasi didapat nilai $e = (1,5/2) - 0,2 - (0,35/2) = 0,375 \text{ m}$, dengan demikian dengan nilai $B' = B - 2e = 1,5 - (2 \times 0,375) = 0,75 \text{ m}$.
- Tegangan yang terjadi pada tanah, $q_s = P/A = 315/(1,5 \times 0,75) = 280 \text{ kN/m}^2 > \sigma' (= 249,5 \text{ kN/m}^2)$, maka pondasi **tidak aman** dari segi daya dukung tanah, dengan demikian panjang pondasi diperbesar menjadi 2 m.
- Dengan ukuran pondasi **1,5m x 2m**, maka tegangan yang terjadi pada tanah, $q_s = P/A = P/(B' \times L) = 315/(0,75 \times 2) = 210 \text{ kN/m}^2 < \sigma' (= 249,5 \text{ kN/m}^2)$, maka pondasi **aman** dari segi daya dukung tanah.

A. Pondasi Tengah



B. Pondasi Tepi



C. Kontrol Terhadap Geser

Karena pondasi telapak tidak mempunyai tulangan geser, maka gaya geser sepenuhnya ditahan oleh beton.

C.1. Kontrol Geser Satu Arah

1. Pondasi Tengah

Digunakan tulangan ukuran ϕ 16 mm dengan luasan $A_s = 201,06 \text{ mm}^2$. Jika diambil tebal pondasi = 400 mm dan tebal selimut beton = 76 mm, maka kedalaman efektif, $d = 400 - 76 - (16/2) = 316 \text{ mm} = 0,316 \text{ m}$.

Tegangan geser ijin, $V_u = q_s \times \text{area kritis} = 140 \times 1,5 \times (0,75 - 0,175 - 0,316) = 54,39 \text{ kN}$

Tegangan geser beton = $\phi V_c = 0,85 \times 0,17 \times \sqrt{25} \times 1,5 \times 0,316 \times 1000 = 342,46 \text{ kN}$
 $V_u < \phi V_c$, maka **aman** terhadap geser satu arah.

2. Pondasi Tepi

Dengan menggunakan tulangan dan tebal pondasi yang sama dengan pondasi tengah, maka besarnya tegangan geser beton, $\phi V_c = 342,46$.

Tegangan geser ijin, $V_u = (2/2 - 0,35/2 - 0,316) \times 1,5 \times 210 = 160,33 \text{ kN/m}^2 < \phi V_c$, maka pondasi **aman** terhadap geser satu arah

C.2. Kontrol Geser Dua Arah

1. Pondasi Tengah

Tegangan geser ijin, $V_u = q_s \times \text{area kritis} = 140 \times [(1,5 \times 1,5) - (0,35 + 0,316)^2] = 252,9 \text{ kN}$

Keliling area kritis untuk geser dua arah, $b_o = 4[0,35 + 2(0,316/2)] = 2,664 \text{ m}$

Tegangan geser beton, $\phi V_c = 0,85 \times 0,34 \times \sqrt{25} \times 2,664 \times 0,316 \times 1000 = 1.216,44 \text{ kN}$

$V_u < \phi V_c$, maka **aman** terhadap geser dua arah.

2. Pondasi Tepi

Tegangan geser ijin, $V_u = 210 \times [(1,5 \times 2) - 0,666^2] = 629,56 \text{ kN}$

Tegangan geser beton, $\phi V_c = 0,85 \times 0,083 \times \{2 + [4/(2/1,5)]\} \times \sqrt{25} \times 2,664 \times 0,316 \times 1000 = 1.216,44 \text{ kN} = 1.484,77 \text{ kN}$

$V_u < \phi V_c$, maka **aman** terhadap geser dua arah.

D. Penulangan Lentur

1. Pondasi Tengah

Momen pada area kritis, $M_u = 140 \times 1,5 \times [(1,5 - 0,35)/2]^2 = 69,43 \text{ kN-m}$

Luas tulangan, $A_s = (0,85 \times 25 \times 1,5 \times a)/400 = 0,08 a$

$M_u \leq 0,9 \times 0,08 a \times 400.000 \times (0,316 - a/2) = 9.100,8 a - 14.400 a^2$

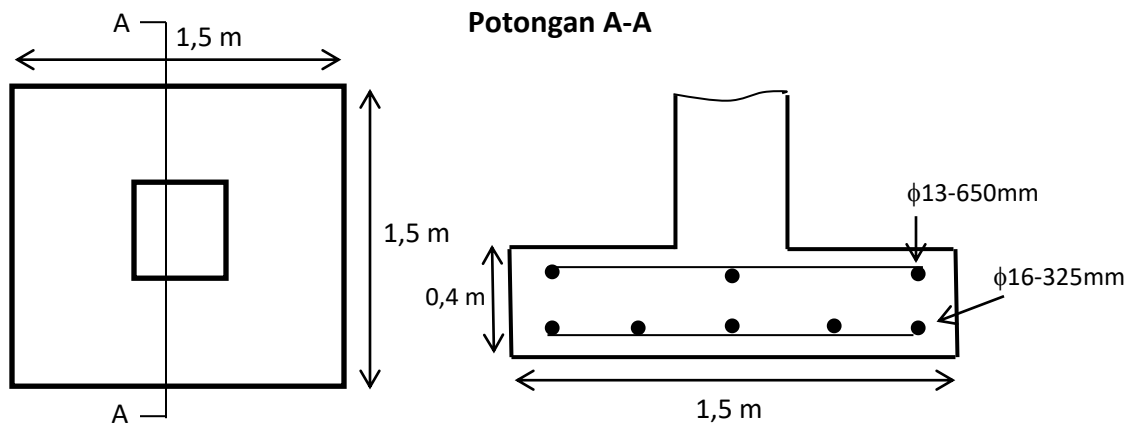
$69,43 = 9.100,8 a - 14.400 a^2 \longrightarrow 14.400 a^2 - 9.100,8 a + 69,43 = 0$

Didapat $a = 0,008 \text{ m}^2 \longrightarrow A_s = 0,08 \times 0,008 = 0,00064 \text{ m}^2$

Persentase tulangan = $0,00064/(1,5 \times 0,316) = 0,0013 < 0,0018 (A_s \text{ min})$, maka digunakan $A_s \text{ min} = 0,0018$. Maka $A_s = 0,0018 \times 1,5 \times 0,316 = 0,00085 \text{ m}^2 = 8,5 \text{ cm}^2$

Banyaknya tulangan $\phi 16 = 8,5/2,0106 = 4,23 \sim 5 \phi 16$ dengan jarak 325 mm

Ambil tulangan atas/susut 20% dari tulangan utama: $20\% \times 8,5 = 1,7 \text{ cm}^2$, gunakan $3\phi 13$ dengan jarak 650 mm.



1. Pondasi Tepi

a. Penulangan pada arah panjang

Momen pada area kolom, $M_u = \{210 \times 1,5 \times [(1 - 0,35)/2]^2\}/2 = 107,20 \text{ kN-m}$

Luas tulangan, $A_s = (0,85 \times 25 \times 1,5 \times a)/400 = 0,08 a$

$M_u \leq 0,9 \times 0,08 a \times 400.000 \times (0,316 - a/2) = 9.100,8 a - 14.400 a^2$

$107,20 = 9.100,8 a - 14.400 a^2 \rightarrow 14.400 a^2 - 9.100,8 a + 107,20 = 0$

Didapat $a = 0,012 \text{ m}^2 \rightarrow A_s = 0,08 \times 0,012 = 0,00096 \text{ m}^2$

Persentase tulangan $= 0,00096/(1,5 \times 0,316) = 0,002 < 0,0018$ (A_s min), maka digunakan $A_s = 0,002$. Maka $A_s = 0,002 \times 1,5 \times 0,316 = 0,00096 \text{ m}^2 = 9,6 \text{ cm}^2$

Banyaknya tulangan $\phi 16 = 9,6/2,0106 = 4,77 \sim 5 \phi 16$ dengan jarak 400 mm

Ambil tulangan atas/susut 20% dari tulangan utama: $20\% \times 9,6 = 1,92 \text{ cm}^2$, gunakan $3\phi 13$ dengan jarak 600 mm

b. Penulangan pada arah lebar

Momen pada area kolom, $M_u = \{210 \times 2 \times [(0,75 - 0,35)/2]^2\}/2 = 69,43 \text{ kN-m}$

Luas tulangan, $A_s = (0,85 \times 25 \times 2 \times a)/400 = 0,106 a$

$M_u \leq 0,9 \times 0,106 a \times 400.000 \times (0,316 - a/2) = 12.058,56 a - 19.080 a^2$

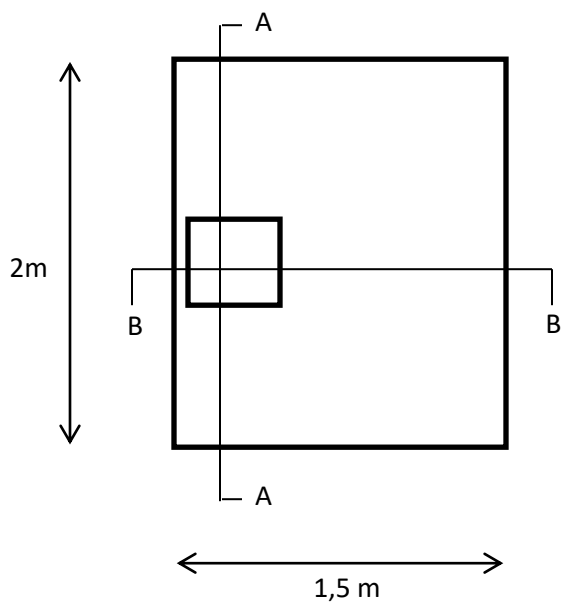
$69,43 = 12.058,56 a - 19.080 a^2 \rightarrow 19.080 a^2 - 12.058,56 a + 69,43 = 0$

Didapat $a = 0,0058 \text{ m}^2 \rightarrow A_s = 0,106 \times 0,0058 = 0,00061 \text{ m}^2$

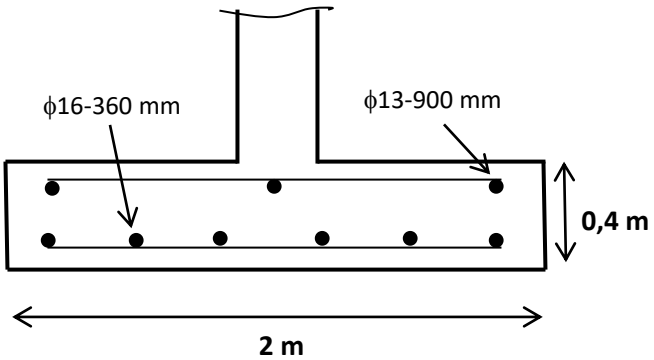
Persentase tulangan $= 0,00061/(2 \times 0,316) = 0,00096 < 0,0018$ (A_s min), maka digunakan $A_s = 0,0018$. Maka $A_s = 0,0018 \times 2 \times 0,316 = 0,00114 \text{ m}^2 = 11,4 \text{ cm}^2$

Banyaknya tulangan $\phi 16 = 11,4/2,0106 = 5,67 \sim 6\phi 16$ dengan jarak 360 mm

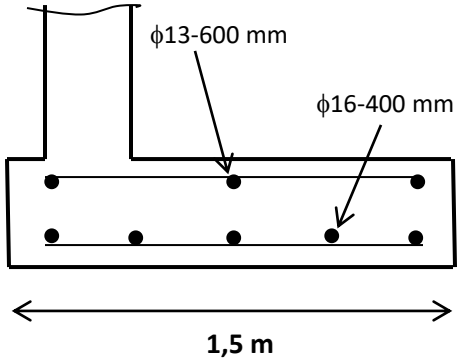
Ambil tulangan atas/susut 20% dari tulangan utama: $20\% \times 11,4 = 2,28 \text{ cm}^2$, gunakan $3\phi 13$ dengan jarak 900 mm.



Potongan A-A



Potongan B-B



DAFTAR PUSTAKA

1. Simanjuntak Risma (2014), ***Bahan Ajar Mekanika Tanah I & II***, Prodi Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.
2. Simanjuntak Risma (2014), ***Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah***, Prodi Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.
3. Sri Mulyani Agnes (2011), ***Petunjuk Praktikum Ilmu Ukur Tanah***, Prodi Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.