

DESAIN FONDASI MASJID DI MAGETAN JAWA TIMUR

Aniek Prihatiningsih¹, Gregorius Sandjaja Sentosa², Alfred Jonathan Susilo³, Kefas Januar⁴, dan Josia Mariano Nicky Abel⁵

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta
Email: aniekp@ft.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta
Email: gregoriuss@ft.untar.ac.id

³Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta
Email: alfred@ft.untar.ac.id

⁴Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta
Email: kjanuar999@gmail.com

⁵Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta
Email: josia.325200015@stu.untar.ac.id

ABSTRACT

Foundation is an important work in the construction of a structure, because the foundation will carry and withstand the load of the building on top. A rock-solid building must have a firm foundation, where the foundation is able to withstand the load and transfer into the ground. Foundation of a structure must be able to minimize the potential of settlement or collapse. The purpose of this community service is to help fulfil the dream of the partner's extended family in building of a mosque. Recognizing the need for houses of worship in the Magetan area, partners are increasingly willing to donate their land and build a mosque as a house of worship for Muslims in Magetan. To realize these goals, partners are looking for experts in the field of Civil Engineering. Partners need civil engineering personnel to design the foundation of the mosque. The methodology for implementing community service activities is to prepare the necessary data such as location, soil test, government regulations, and load from the upperstructure. Before providing solutions to partners, regarding the foundation design of the mosque, partners are asked to conduct soil test at the site where the building will be constructed. The soil test consisted of 3 Cone Penetration Test (CPT) and 1 Bore Hole as well as laboratory tests. The location of the test is determined based on the building plan drawings. The results of this soil test will be the basis for calculating the foundation design. Solutions to problems from partners will be given in the form of a plan drawing of the foundation of a mosque building in Magetan in the form of a floor plan drawing of the foundation plan and the type of pilecap to be used and its reinforcement. The result of the planned foundation design is a drilled pile foundation with a depth of 16 m and a diameter of 400mm.

Keywords: soil test, Cone Penetration test (CPT), Boring test, Bore Pile foundation

ABSTRAK

Fondasi merupakan suatu pekerjaan yang sangat penting dalam pembangunan suatu konstruksi, karena fondasi yang akan memikul dan menahan beban bangunan di atasnya. Bangunan yang kokoh pasti memiliki fondasi yang kuat, dimana fondasi mampu menahan beban di atasnya dan menyalurkan kedalam tanah. Desain fondasi harus dapat meminimalkan potensi terjadi penurunan maupun kehancuran. Tujuan dari Pengabdian kepada masyarakat ini membantu mewujudkan membangun sebuah masjid yang menjadi cita-cita keluarga besar mitra. Menyadari akan kebutuhan rumah ibadah di daerah Magetan, membuat semakin besar keinginan mitra untuk mewakafkan tanahnya dan mendirikan sebuah masjid sebagai rumah ibadah umat islam di Magetan. Untuk mewujudkan cita-cita tersebut mitra mencari tenaga ahli dibidang Teknik Sipil. Mitra membutuhkan tenaga Teknik sipil untuk mendesain fondasi dari masjid tersebut. Metodologi pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan mempersiapkan data-data yang diperlukan berupa data lokasi, data tanah, peraturan yang berlaku, dan data beban dari struktur atas. Sebelum memberikan solusi kepada mitra, tentang desain fondasi dari masjid tersebut, mitra diminta melakukan uji tanah di tempat bangunan akan didirikan. Uji tanah tersebut berupa 3 titik sondir dan 1 titik bor serta uji laboratorium. Lokasi titik uji ditentukan berdasarkan gambar denah rencana bangunan. Dari hasil uji tanah ini yang akan menjadi dasar perhitungan desain fondasi. Solusi permasalahan dari mitra akan diberikan berupa gambar rencana dari fondasi bangunan masjid di Magetan berupa gambar denah rencana fondasi dan tipe pilecap yang akan digunakan dan penulangannya. Hasil desain fondasi yang direncanakan adalah fondasi tiang bor dengan kedalaman 16.0 m dan diameter 400mm.

Kata kunci: uji tanah, uji sondir, uji bor, fondasi tiang bor

1. PENDAHULUAN

Mewujudkan sebuah cita-cita merupakan suatu kebahagiaan tersendiri, apalagi cita-cita tersebut merupakan keinginan keluarga besar. Mitra berkeinginan mendirikan sebuah masjid di daerah Magetan, Jawa Timur. Desain arsitektur sudah disiapkan tinggal desain struktur yang harus diselesaikan. PKM ini bertujuan untuk membantu desain struktur bawah yaitu fondasi dari masjid tersebut. Lokasi pembangunan terletak di daerah Magetan, Jawa Timur seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Pembangunan Masjid di Magetan berdasarkan Google Map

Permasalahan Mitra

Tidak memiliki keahlian mendesain fondasi bangunan masjid yang merupakan cita-cita dari keluarga besar mitra untuk mewakafkan tanahnya dan mendirikan sebuah masjid di daerah Magetan, Jawa Timur.

Solusi Permasalahan dan Luaran

Untuk mengatasi permasalahan mitra, maka solusi yang ditawarkan ke mitra berupa memberikan bantuan mendesain fondasi bangunan masjid tersebut. Dalam menyelesaikan permasalahan mitra, diperlukan kerjasama antara mitra dan pelaksana pengabdian kepada masyarakat berupa memberikan data-data yang diperlukan untuk mendesain fondasi tersebut.

2. METODE PELAKSANAAN PKM

Untuk penyelesaian masalah mitra ini diperlukan langkah-langkah atau tahapan pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat sebagai berikut:

- a. Dilakukan survei lapangan, untuk melihat situasi dan kondisi lingkungan dimana lokasi masjid akan dibangun, dengan mengirim foto-foto dan/atau video.
- b. Meminta kepada mitra melakukan penyelidikan tanah di lokasi pembangunan masjid yang dilakukan oleh tenaga ahli dibidangnya.
- c. Mempelajari data hasil penyelidikan tanah yang diperoleh dan menganalisis data-data yang ada.
- d. Melakukan perhitungan daya dukung fondasi berdasarkan data penyelidikan tanah yang diperoleh.
- e. Melakukan perhitungan penurunan yang terjadi pada fondasi
- f. Melakukan penggambaran desain fondasi masjid.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Foto Lokasi Pembangunan

Areal lokasi pembangunan masjid di Magetan seperti terlihat pada Gambar 2 dan 3.



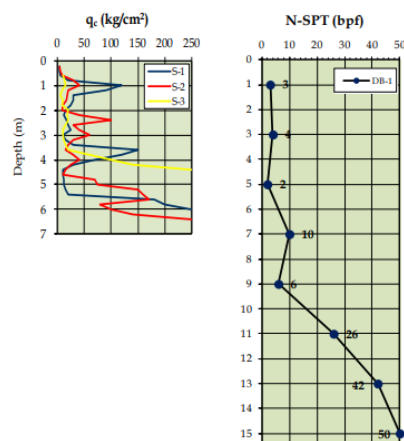
Gambar 2. Lokasi Pembangunan Masjid sisi Utara



Gambar 3. Lokasi Pembangunan Masjid sisi Selatan

b. Data Pengujian Tanah

Hasil pengujian lapangan berupa 3 buah titik sondir dan 1 buah titik bor dengan uji Standar Penetration Test (SPT) seperti terlihat pada Gambar 4. dan hasil data stratifikasi penyelidikan tanah seperti terlihat pada Tabel 1.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian 3 Titik Sondir dan 1 Titik SPT

Tabel 1. Stratifikasi hasil penyelidikan tanah

Lapisan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	N-SPT (bpt)	Jenis tanah dan kepadatan/konsistensi
1	0.0 – 1.0	1	-	Material urugan existing (sirtu)
2	1.0 – 6.5	5.5	2 ~ 4	Lempung berlanau, lunak
3	6.5 – 9.5	3.0	6 ~ 10	Lanau berlempung, sedang s/d kaku
4	9.5 – 11.5	2.0	26	Lanau berpasir, agak padat
5	11.5 – 12.3	0.8	-	Batuan
6	12.3 – 14.0	1.7	42	Lanau berpasir, padat
7	14.0 – 15.5	1.5	50	Lanau berlempung, keras

Hasil parameter tanah dari uji DB-1 dengan kedalaman pengambilan contoh tanah 4,0 – 4,5 seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter tanah hasil penyelidikan tanah

Boring		DB-1						
Kedalaman		4.0 – 4.5						
Jenis tanah (USCS)		Lempung (CL)						
Sifat fisik tanah	γ_t (t/m ³)	G_s	e_0	LL (%)	PL (%)	w_n	LI	SR (%)
	1.68	2,58	1,20	35	19	43	1.50	93
Sifat mekanis tanah	C (kg/cm ²)	ϕ (°)	E_{oed} (kg/cm ²)	C_c	C_s	λ	k	OCR
	0.20	10	76	0.19	0.09	0.060	0.005	2.98

c. Teori Daya Dukung Tiang Bor

Menurut Hardiyatmo (2018), kapasitas dukung ultimit neto tiang (Q_u), adalah jumlah dari tahanan ujung bawah ultimit dan tahanan gesek selimut antara sisi tiang dan tanah di sekitarnya dikurangi dengan berat sendiri tiang. Daya dukung tiang bor dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Q_u = Q_p + Q_s - W_p \quad (1)$$

dengan Q_u = daya dukung ultimit tiang (ton), Q_p = kapasitas ultimit tahanan ujung, Q_s = kapasitas ultimit geser selimut, W_p = berat sendiri tiang.

Daya Dukung Ujung Tiang

Daya dukung ujung tiang bor dihitung menggunakan metode Reese & Wright (1977). dinyatakan dalam bentuk persamaan:

$$Q_p = q_p \times A_p \quad (2)$$

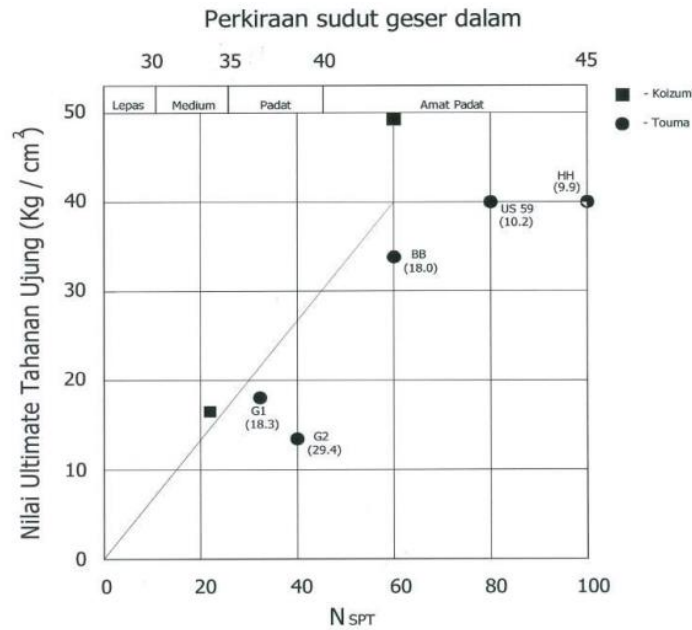
dengan q_p = kapasitas dukung ultimit pada ujung per satuan luas (ton/m²), A_s = luas selimut tiang (m²).

$q_p = 9.C_u$ pada tanah kohesif, dimana C_u adalah kuat geser yang diperoleh dari laboratorium. Sedangkan untuk tanah nonkohesif, nilai q_p Reese & Wright (1977) mengusulkan korelasi empiris hubungan dengan NSPT seperti yang disajikan pada Gambar 5.

$$q_p = C_q * N_c \quad (3)$$

$$C_q = \frac{N_{60}}{55} \quad (4)$$

dengan C_q = shear strength (tsf), $N_c = 7$, bila tiang bor dibuat dengan metode wash boring, $N_c = 8$ bila tiang bor dibuat dengan metode dry boring, N_{60} = nilai N-SPT koreksi



Gambar 5. Nilai tahanan ujung ultimit pada tanah nonkohesif (Reese & Wright, 1977)
 (sumber: Hardiyatmo, 2013)

Untuk $N \leq 60$ maka $q_p = 7 N \text{ (t/m}^2\text{)} < 400 \text{ (t/m}^2\text{)}$

untuk $N > 60$ maka $q_p = 400 \text{ (t/m}^2\text{)}$

N = Nilai rata-rata SPT = $(N_1 + N_2)/2$

Untuk nilai NSPT ≤ 60 bpf, maka tahanan ujung persatuan luas (q_p , kg/cm²) diambil sebesar 2/3 dari nilai N-SPT (bpf), namun untuk nilai N-SPT ≈ 60 bpf, maka tahanan ujung persatuan luas (q_p) tsb. dibatasi hanya sebesar 40 kg/cm².

Daya Dukung Selimut Tiang

Perhitungan kapasitas dukung selimut (Q_s) tiang bor merupakan fungsi dari panjang tiang, keliling penampang tiang dan gesekan selimut tiang persatuan luas, dihitung dengan rumus:

$$Q_s = \sum_{i=1}^n f_i \cdot l_i \cdot p \quad (5)$$

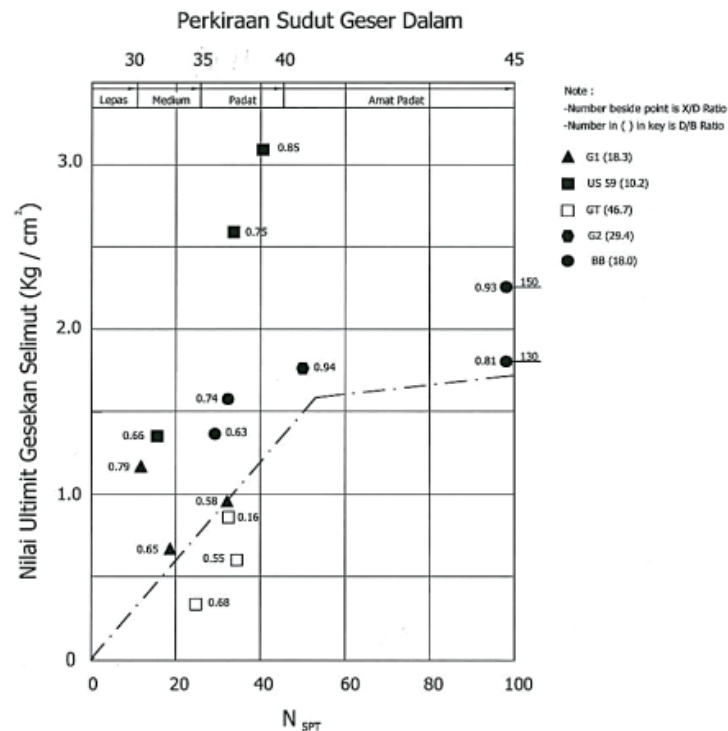
dengan Q_s = kapasitas dukung ultimit selimut tiang (ton), f_i = gesekan selimut tiang per satuan luas pada segmen ke-I (ton/m²), l_i = panjang segmen tiang ke-I (m), p = keliling penampang tiang (m).

Reese dan Wright (1977) memberikan persamaan untuk gesekan selimut pada tanah kohesif sebagai berikut:

$$f_s = \alpha \cdot c_u \quad (6)$$

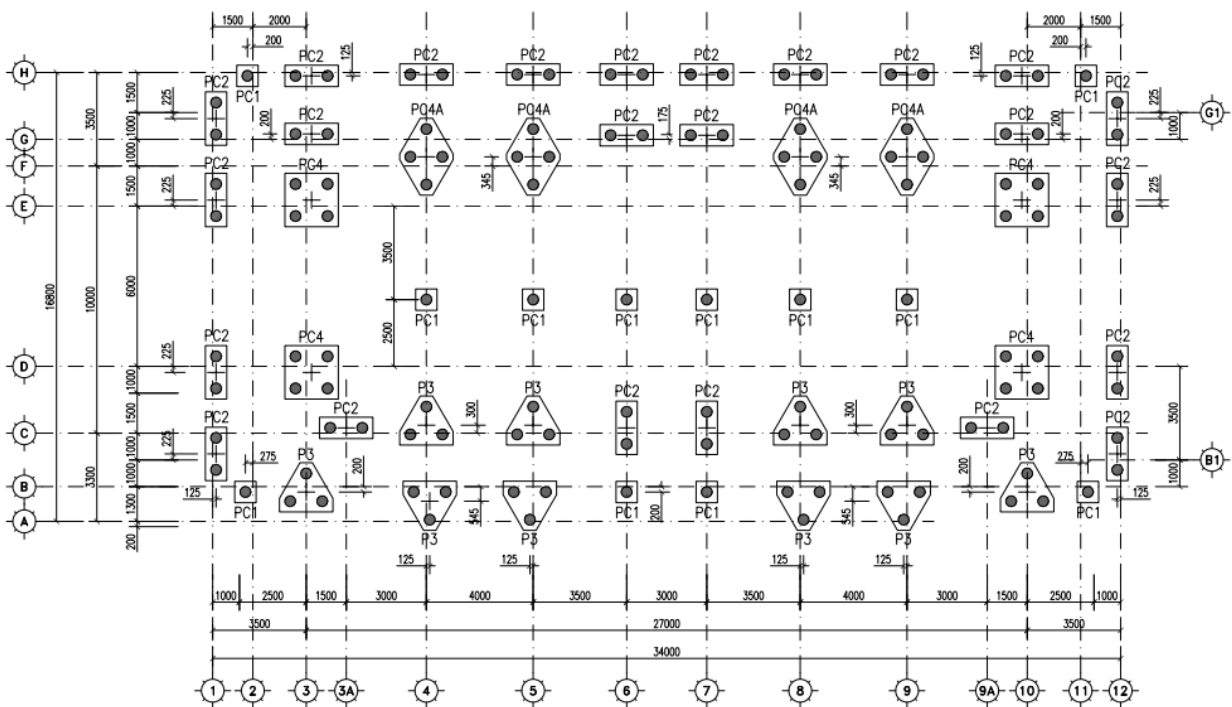
dengan f_s = gesekan selimut tiang (ton/m²), α = faktor adhesi (0,55), c_u = kuat geser tanah (ton/m²).

Pada tanah, nonkohesif nilai gesekan selimut tiang (f_s) dapat diperoleh dari korelasi langsung dengan N-SPT yang dipublikasikan oleh Wright (1977).



Gambar 6. Tahanan selimut ultimit vs N-SPT tanah nonkohesif (Wright, 1977).

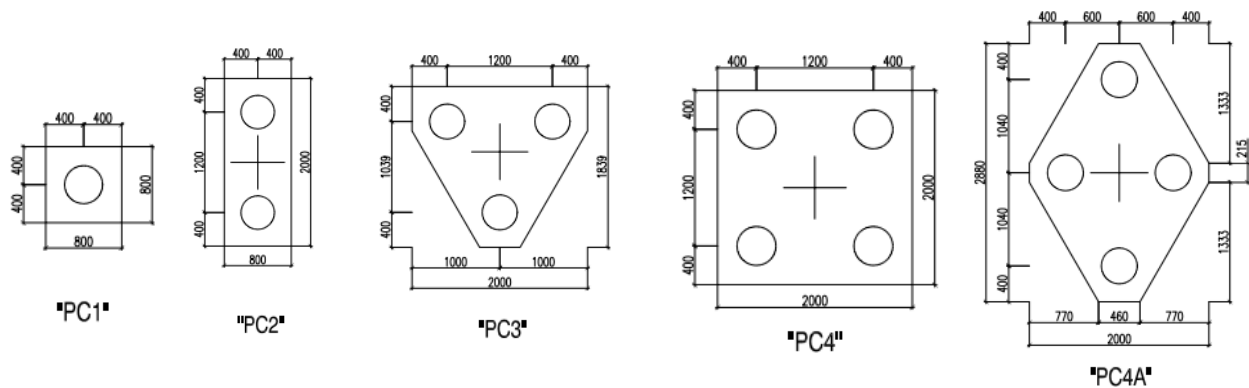
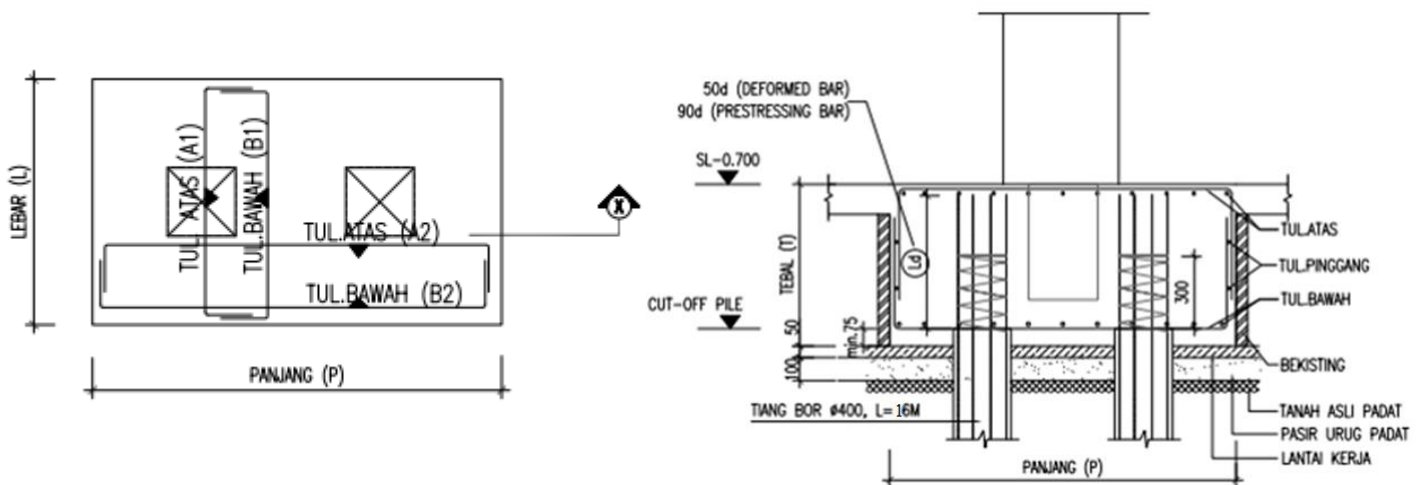
d. Gambar Denah Fondasi

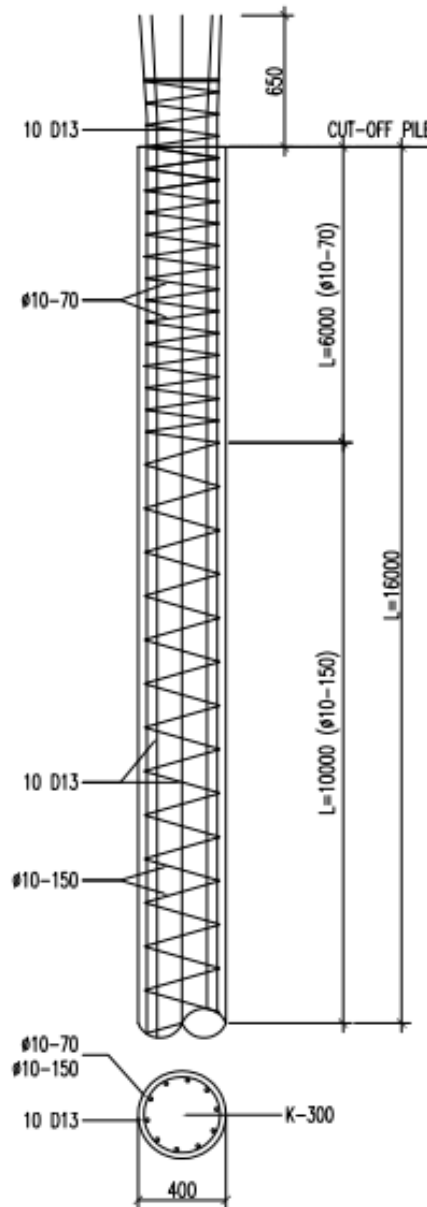


Gambar 7. Denah fondasi masjid di Magetan

Tabel 3. Tipe, ukuran fondasi, jumlah *pilecap*, jumlah titik bor, dan kedalaman tiang bor

Fondasi		Tiang Bor $\phi 400$ mm, Mutu Beton K-300 P ijin = 35 Ton		
Tipe	Remark	Titik Pilecap	Titik Bor	Kedalaman (m)
PC1	800 x 800 x 800	12	12	16
PC2	2000 x 800 x 900	24	48	16
PC3	2000 x 1839 x 1000	10	30	16
PC4	2000 x 2000 x 1000	4	16	16
PCA4	2880 x 2000 x 1000	4	16	16
Sub Total		54	122	

Gambar 8. Tipe *pilecap* yang digunakanGambar 9. Prinsip potongan *pilecape*



Gambar 10. Detail tiang bor

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Dari hasil perhitungan, maka fondasi yang digunakan adalah jenis tiang bor dengan dimensi 400mm dan kedalaman 16.0 m serta mutu beton K-300.
2. Jumlah tiang bor untuk pembangunan masjid sebanyak 122 buah.
3. Tipe *pilecap* sebanyak 5 macam, dengan total *pilecap* 54 buah.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada LPPM Untar yang telah memberikan pendanaan pada kegiatan PKM sehingga dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Terima kasih kepada Dr. Suci Madha Nia, S.T., M.T. selaku perwakilan keluarga besar mitra. Terima kasih kepada mahasiswa yang sudah membantu kegiatan PKM.

REFERENSI

- Arvin Arvin, Aniek Prihatiningsih, Studi Fondasi Tiang Bor Untuk Jembatan Di Laut, JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil Vol. 4, No. 3, Agustus 2021: hlm 581-590
- C Wijaya, A Iskandar, Sunarjo L, Analisis Dinding Diafragma Pada Konstruksi Basement Di Jakarta Dengan Menggunakan Program Elemen Hingga 3 Dimensi, JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil Vol. 2, No. 3, Agustus 2019: hlm 479-486
- Coduto, D.P., 2014, *Foundation Design Principles and Practices*, Pearson Education Limited, London.
- Hardiyanto, H. C., 2018, Analisis dan Perencanaan FONDASI II, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- NAVFAC, 1982, *Foundation and Earth Structures, Design Manual 7.2*, Department of Navy Naval Facilities Engineering Command.
- Poulos, H.G., Davis, E.H., 1980, *Pile Foundation Analysis and Design*, John Wiley and Sons, New York.

(halaman kosong)