

LAPORAN PENELITIAN

KAJIAN PERBANDINGAN DAYA DUKUNG FONDASI *BORED PILE* DIAMETER 1,2 METER DAN FONDASI *SPUN PILE* DIAMETER 0,6 METER PADA PIER KODE PAYN 7 PROYEK TOL BECAKAYU



TIM PELAKSANA :

1. Ngirtjuk Hirwo ST, M.T NIDN 0315066801 (Ketua / Dosen)
2. Abdul Hadi Thayib Annur NPM 14273115043 (Mahasiswa)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
JAKARTA
TAHUN 2020**



YAYASAN BUDI UTOMO
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
(ITBU)

Jalan Raya Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur
Telp.8611849 – 8511850 Fax. 8613627

Bank : CIMB Niaga

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN

A. Judul Kegiatan : KAJIAN PERBANDINGAN DAYA DUKUNG FONDASI *BORED PILE* DIAMETER 1,2 METER DAN FONDASI *SPUN PILE* DIAMETER 0,6 METER PADA PIER KODE PAYN 7 PROYEK TOL BECAKAYU

1. Program : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
2. Ketua Pelaksana :
Nama : Ngirtjuk Hirwo ST, M.T
NIDN : 0315066801
Program Studi : Teknik Sipil
3. Anggota :
Nama : Abdul Hadi Thayib Annur
NPM : 14273115043
Program Studi : Teknik Sipil
Lokasi : Jakarta
4. Lama Pelaksanaan : 6 (bulan)
5. Tanggal/Tahun : September 2019 s/d Februari 2020
6. Biaya : Rp 3.500.000,-

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknologi Industri



(Dr. Survadi, S.T., M.T)

NIDN : 0302046907

Jakarta, Februari 2020
Menyetujui,
Kepala LPPM,



(Sigit Wibisono, S.T., M.T.)

NIDN : 0314116301



YAYASAN BUDI UTOMO
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
(ITBU)

Jalan Raya Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur
Telp.8611849 – 8511850 Fax. 8613627

Bank : CIMB Niaga

Kepada
Yth. **Kepala LPPM ITBU**
Di Jakarta

Dengan hormat,

Dalam rangka memenuhi kewajiban Tri Dharma Perguruan Tinggi, maka bersama ini kami mengajukan proposal penelitian untuk Semester Ganjil TA. 2019-2020:

- a. Judul : KAJIAN PERBANDINGAN DAYA DUKUNG FONDASI *BORED PILE* DIAMETER 1,2 METER DAN FONDASI *SPUN PILE* DIAMETER 0,6 METER PADA PIER KODE PAYN 7 PROYEK TOL BECAKAYU

- b. Tim Peneliti:
 1. Ketua
Nama : Ngirtjuk Hirwo ST, M.T
NIDN : 0315066801
Prodi : Teknik Sipil
 2. Anggota
Nama : Abdul Hadi Thayib Annur
NPM : 14273115043
Prodi : Teknik Sipil

- c. Lokasi : Jakarta

- d. Lama Pelaksanaan : 6 (bulan)

- e. Tanggal/Tahun : September 2019 s/d Februari 2020
Biaya : Rp 3.500.000,-

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan bantuannya, kami ucapkan terima kasih.

Menyetujui,
Kaprodik Teknik Sipil



(Udien Yulianto, S.T, M.Tech)
NIDN: 0310077002

Jakarta, September 2019
Yang mengajukan,



(Ngirtjuk Hirwo ST, M.T)
NIDN: 0315066801

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Alloh SWT, yang telah melimpahkan rahmat & karuniaNya sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini Bersama dengan mahasiswa Teknik sipil Institut Teknologi Budi Utomo.

Dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari kekurangan. Oleh karena itu sangat diharapkan sekali kritik & saran yang sifatnya membangun untuk menciptakan laporan ini lebih baik lagi, semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, Februari 2020

Peneliti

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Surat Pengajuan Penelitian	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	2
BAB III METODE PENELITIAN	7
BAB IV HASIL PEMBAHASAN.....	9
BAB V PENUTUP	12
DAFTAR PUSTAKA	13

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Daya Dukung Tekan Izin Fondasi Per Tiang.....	9
Tabel 4.2 Jumlah Fondasi Dibutuhkan Dalam Fondasi Grup.....	9
Tabel 4.3 Deviasi Harga Fondasi Bored Pile Ø 1,2 Meter Dengan Spun Pile Ø 0,6 Meter Dalam Satu Grup	11

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tiang Bor	3
Gambar 2.2 Tiang Beton Pracetak	4
Gambar 4.1 Dimensi Pilecap Fondasi Bored Pile	10
Gambar 4.2 Dimensi Pilecap Fondasi Spun Pile	10

BAB I

PENDAHULUAN

Pada perencanaan fondasi Tol Becakayu, seksi 2A, Pier kode PAYN 7, direncanakan dengan menggunakan jenis fondasi *Bored Pile* diameter 1,2 meter atau *Bored Pile* diameter 1,8 meter, sesuai dengan permintaan dari pihak *Owner*. Pertimbangannya yaitu lahan yang terbatas, menghindari polusi suara yang relatif dihasilkan oleh alat bantu pancang pada fondasi jenis tiang pancang untuk bangunan yang berada pada area pemukiman, mall dan fasilitas umum lainnya dan menyeragamkan jenis fondasi yang telah digunakan. Akan tetapi dilapangan ada beberapa titik *Pier* yang masih dapat menggunakan jenis fondasi *Spun Pile* dengan alasan keuntungan sebagai berikut :

1. Biaya yang relatif lebih murah,
2. Waktu pengerjaan yang lebih cepat,
3. Mutu beton lebih terjamin, karena dibuat dengan sistem pabrikasi.

Maka dibandingkan kebutuhan pada 2 jenis fondasi dari segi analisis daya dukung fondasi dan biaya pemasangan fondasi, perbandingan daya dukung fondasi dilakukan pada jenis fondasi *Bored Pile* 1,2 meter dan fondasi *Spun Pile* diameter 0,6 meter, Perbandingan ini didukung dengan data tanah hasil uji dilapangan yaitu borelog dengan hasil uji dalam bentuk N-SPT serta data karakteristik tanah sebagai data pendukung proses analisis daya dukung fondasi. Analisis menggunakan metode yang berbeda pada setiap jenis fondasi, yaitu Reese and Wright untuk fondasi *Bored Pile* dan Meyerhoff untuk fondasi *Spun Pile* sebagai analisis perhitungan perbandingan daya dukung fondasi dan untuk mencari hasil reaksi beban pada fondasi, maka perhitungan dilakukan dengan bantuan program komputer *Group Pile*.

Dalam Skripsi ini dilakukan perbandingan dari hasil analisis daya dukung tanah fondasi tersebut dan penentuan kebutuhan jumlah fondasi dan dimensi *Pilecap* sesuai jenisnya pada proyek Jembatan Becakayu, seksi 2A, Pier PAYN 7. Yang mana perbandingan dilakukan pada jenis fondasi *Bored Pile* diameter 1,2 m dan fondasi *Spun Pile* diameter 0,6 m.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Fondasi tiang adalah termasuk jenis fondasi dalam, yang mana lapisan tanah kuat berada relatif dalam. Fondasi tiang juga dapat digunakan untuk menahan daya angkat akibat pengaruh beban angin pada bangunan-bangunan tinggi⁵.

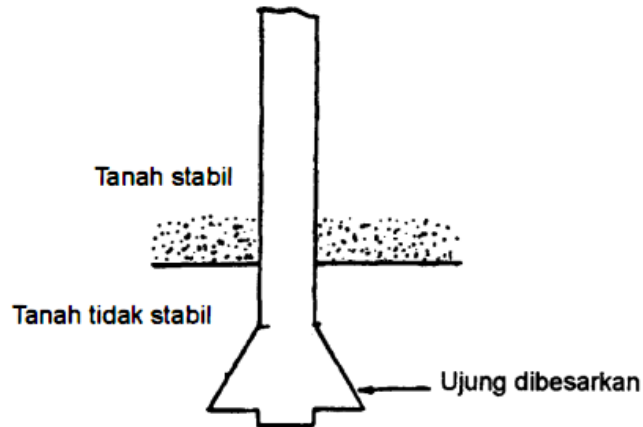
Berikut adalah beberapa tujuan digunakannya fondasi tiang⁵:

- a. Meneruskan beban yang terletak di atas permukaan air atau tanah lunak, ke tanah kuat di bawah permukaan tanah atau air tersebut.
- b. Meneruskan beban ke tanah yang relative lunak, agar mampu memberikan dukungan yang cukup untuk menahan beban sampai kedalaman tertentu melalui gesekan dinding tiang terhadap tanah sekitarnya.
- c. Menahan gaya angkat yang disebabkan oleh pengaruh tekanan hidrostatik atau momen penggulingan pada bangunan atau beban di atasnya.
- d. Menahan gaya-gaya dengan arah horizontal ataupun arah miring.
- e. Meningkatkan kapasitas dukung tanah dengan memadatkan bagian tanah berpasir.
- f. Mendukung bangunan yang berada di atas permukaan tanah yang mudah tergerus air.

Tujuan diatas dapat dijadikan sebagai dasar pertimbangan menggunakan jenis fondasi tiang.

1. Fondasi Tiang Bor (Bored Pile)

Fondasi Tiang Bor termasuk ke dalam salah satu jenis fondasi tiang yang mana dalam pelaksanaannya dengan cara melakukan pengeboran terlebih dahulu, setelahnya baru dipasang tulangan dan cor beton. Dalam pemasangan fondasi tiang bor ini biasanya dilakukan pada tanah yang stabil dan juga kaku, sehingga lubang di bentuk dengan stabil dengan alat bor. Jika pada tanah yang mengandung air, maka pipa besi akan dibutuhkan untuk menahan bagian dinding lubang dan pipa dapat di tarik kembali pada waktu pengecoran beton. Dasar lubang dapat ditambah dimensinya dengan tujuan menambah tahanan ujung fondasi tiang bor tersebut⁵.



Gambar 2.1 Tiang Bor

Sumber : Teknik Fondasi 2, 2008

Berikut keuntungan pada penggunaan tiang bor, antara lain ⁵:

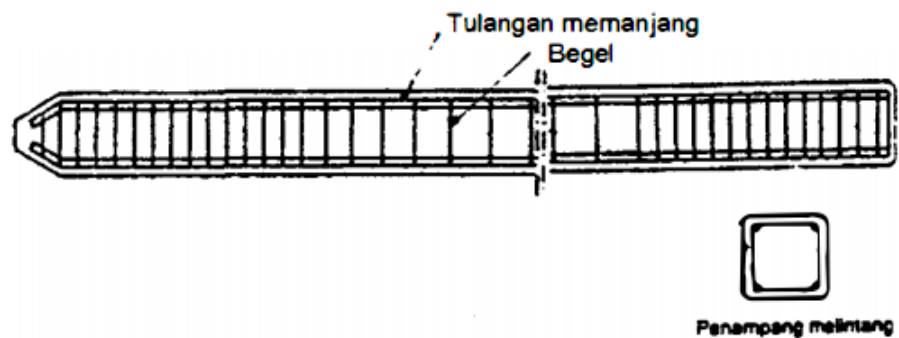
- a. Tidak memiliki risiko kenaikan muka tanah,
- b. Mengatur variasi kedalaman setiap fondasi tiang,
- c. Melakukan pemeriksaan dan penyocokan data tanah dengan data laboratorium,
- d. Memasang fondasi tiang pada kedalaman yang relative dalam dan dengan ukuran yang relatif besar, juga penambahan dimensi lubang pada ujung fondasi tiang bor apabila ditemukan keadaan tanah lempung atau batuan lunak,
- e. Tidak ada pengaruh pada penulangan yang disebabkan oleh tegangan pada waktu pengangkutan dan pemancangan.

Berikut kerugian pada penggunaan tiang bor, antara lain ⁵:

- a. Terganggunya kepadatan tanah pada tanah berpasir atau tanah yang berkerikil,
- b. Sulitnya mengontrol mutu beton yang dipengaruhi oleh air tanah,
- c. Akibat mengalirnya air ke dalam lubang, dapat mengganggu tanah, sehingga kapasitas daya dukung tanah terhadap fondasi tiang berkurang,
- d. Melakukan pembesaran dimensi dasar lubang tidak dapat dilakukan apabila tanah berupa tanah berpasir.

2. Fondasi Tiang Beton Pracetak

Fondasi Beton Pracetak termasuk ke dalam salah satu jenis fondasi tiang yang mana dalam pelaksanaannya dengan cara melakukan dicetak pada lokasi tertentu, kemudian selanjutnya fondasi diangkut ke tempat pembangunan. Terdapat fondasi tiang tidak berlubang, biasanya memiliki diameter antara 20 – 60 cm dengan kedalaman antara 20 – 40 m. sedangkan untuk fondasi berlubang, diameter dapat mencapai 120 cm dengan kedalaman dapat mencapai 60 m⁵.



Gambar 2. 2 Tiang Beton Pracetak

Sumber : Teknik Fondasi 2, 2008

Berikut keuntungan pada penggunaan fondasi tiang beton pracetak, antara lain

- Bahan yang dipakai dapat diperiksa terlebih dahulu sebelum dilakukan pemancangan,
- Air tanah tidak mempengaruhi prosedur pelaksanaan,
- Pemancangan dapat dilakukan sampai kedalaman yang relative dalam,
- Menambah kepadatan tanah granular pada saat pemancangan.

Berikut kerugian pada penggunaan fondasi tiang beton pracetak, antara lain⁵ :

- Masalah terhadap mengembungnya permukaan tanah dan gangguan terhadap tanah akibat pemancangan,
- Kemungkinan kerusakan fondasi tiang pada saat pemancangan,
- Sulitnya pemancangan pada fondasi tiang dengan ukuran yang relatif besar,
- Kemungkinan kerusakan bangunan di sekitar lokasi pemancangan akibat deformasi tanah, getaran dan juga gangguan suara bising dari alat pancang,
- Tegangan pada saat melakukan pengangkutan dan pemancangan fondasi tiang dapat mempengaruhi penulangannya.

Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah merupakan salah satu prasyarat untuk mengetahui kondisi tanah pada area rencana pembangunan fondasi. Data tanah tersebut diperlukan bersama dengan rekomendasi pihak konsultan geoteknik sebelum izin bangunan dikeluarkan. Hal ini untuk menghindari dampak yang mungkin dapat membahayakan keselamatan dan kesehatan umum dan harus di hindari. Program penyelidikan dapat mencakup pengamatan di tempat selama dan setelah pembangunan untuk memastikan bahwa saran-saran telah diikuti ⁴.

Tergantung pada tujuan dan maksud dari penyelidikan tersebut, penyelidikan dapat dilakukan dengan cara-cara menggali lubang uji (*test-pit*), pengeboran, dan uji secara langsung di lapangan (*in-situ-test*) ⁵.

Secara umum penyelidikan lapangan harus dapat memberikan informasi sebagai berikut ⁴:

- a. Informasi dalam menentukan jenis fondasi, antara fondasi dalam atau fondasi dangkal yang diperlukan.
- b. Informasi yang dapat dipakai konsultan geoteknik untuk menentukan kapasitas beban yang diijinkan pada fondasi.
- c. Data yang dipakai untuk pengujian laboratorium dalam menaksir penurunan (*settlement*).
- d. Posisi muka air tanah.
- e. Informasi untuk menyelesaikan dan mengidentifikasi masalah penggalian.
- f. Informasi mengenai potensial masalah yang mungkin terjadi menyangkut harta benda masyarakat sekitar.
- g. Informasi untuk mengidentifikasi masalah lingkungan dan pemecahannya.

Informasi diatas dimaksudkan untuk membantu pihak perencana dalam menentukan jenis dan kebutuhan fondasi.

Standard Penetration Test (SPT)

Suatu metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui, baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan. Uji SPT terdiri atas uji pemukulan tabung belah dinding tebal ke dalam tanah, disertai pengukuran jumlah pukulan untuk memasukkan tabung belah sedalam 300 mm vertical. Dalam system beban jatuh ini digunakan palu dengan berat 63,5 kg, yang dijatuhkan secara berulang dengan tinggi jatuh 0,76 m. pelaksanaan pengujian dibagi dalam tiga tahap, yaitu berturut-turut setebal 150 mm untuk masing-masing tahap. Tahap pertama dicatat sebagai dudukan, sementara jumlah pukulan untuk memasukan tahap kedua dan ke-tiga dijumlahkan untuk memperoleh nilai pukulan N atau perlawanan SPT (dinyatakan dalam pukulan / 0,3 m) ⁸.

Data Tanah

Data tanah diperlukan sebagai gambaran awal dalam proses perencanaan fondasi. Dengan mengetahui data-data tersebut, selanjutnya kita dapat menentukan jenis fondasi, metode pelaksanaan, dan juga perhitungan perencanaan fondasi tersebut.

Parameter Kuat Geser Tanah

a. *Undrained Shear Strength (Su)*

Kekuatan tanah yang dititikberatkan pada nilai kohesi yang dideskripsikan dengan *Undrained Shear Strength (Su)*. Nilai ini dapat dikorelasikan dengan hasil uji SPT dilapangan.

Daya Dukung Tanah Fondasi

Daya dukung beban tanah terhadap fondasi tiang dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu ⁵:

a. Tahanan tanah ujung tiang (*end bearing*).

Tahanan tanah ujung tiang adalah tahanan tiang dengan dukungannya berada pada bagian ujung dan berada pada lapisan tanah keras atau batuan keras lainnya yang mampu menahan beban dan diperkirakan tidak akan mengalami penurunan yang besar.

b. Tahanan tanah gesek (*friction pile*).

Tahanan tanah gesek adalah tahanan tiang dengan dukungannya berada atau ditentukan oleh perlawanan gesek dinding tiang terhadap tanah.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian dilakukan menggunakan beberapa kriteria yang berbeda-beda untuk menyelesaikan masalah. Maka kata “Metodologi” adalah cara dalam menyelesaikan atau memecahkan masalah penelitian (Research institute Industrial, 2010).

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan dipakai pada laporan Skripsi ini adalah komparatif/perbandingan. Penelitian perbandingan adalah suatu penelitian dengan melakukan studi, pendekatan atau kajian terhadap 2 (dua) atau lebih objek penelitian.

Metodologi

Metodologi pada bagian ini menjelaskan bagaimana cara dan tahapan dalam proses penelitian dari saat memulai sampai dengan didapatkannya hasil akhir.

a. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang akan dilakukan adalah dalam bentuk data sekunder, yaitu pengambilan data dalam bentuk dokumen tertulis atau elektronik dari lembaga/institusi atau pihak pemilik data. Contoh : dokumen lapangan seperti data *Soil Test* – Investigasi Lapangan, Data Pengukuran, hasil test laboratorium dan lain sebagainya.

Pada laporan Skripsi ini, penyusun membutuhkan data uji tanah dilapangan dalam bentuk borelog, data ini diperlukan untuk mengetahui nilai N-SPT tanah dan dari nilai N-SPT tersebut dipakailah parameter-parameter untuk 2 metode perhitungan dengan persamaan yang berbeda pada tiap-tiap jenis fondasinya.

a. Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan pada laporan Skripsi ini adalah kualitatif, yaitu dengan mengumpulkan beberapa data sekunder sebagai data pelengkap dan teori-teori yang mendukung lainnya untuk melakukan analisis, hal ini guna untuk mendapatkan teori baru yang menyatakan hasil dari penelitian yang telah dilakukan sudah sesuai

dengan tujuan penelitian. Hasil atau tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui perbandingan hasil analisis dari 2 jenis fondasi dengan 2 persamaan pada metode yang berbeda. Rumus persamaan dari metode tersebut yaitu Reese and Wright untuk fondasi *Bored Pile* dan Meyerhoff untuk fondasi *Spun Pile*.

b. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Terdapat 2 (dua) hasil perhitungan dari proses analisis, yaitu didapat dari:

- 2 jenis fondasi yang berbeda, yaitu fondasi *Bored Pile* diameter 1,2 meter dan fondasi *Spun Pile* diameter 0,6 meter.
- 2 jenis fondasi di hitung dengan menggunakan persamaan yang berbeda dan dari 2 metode yang berbeda, yaitu Reese and Wright untuk fondasi *Bored Pile* dan Meyerhoff untuk fondasi *Spun Pile*.

Dari 2 hasil yang disebutkan di atas, yaitu dalam bentuk nilai daya dukung tanah fondasi. Daya dukung tersebut selanjutnya dibandingkan dengan cara mengetahui perbedaan – perbedaan hasil analisis, jumlah kebutuhan fondasi dan dimensi pilecap masing - masing fondasi.

BAB IV

HASIL PEMBAHASAN

Dari proses analisis yang telah dilakukan dalam bentuk Skripsi dengan judul “Analisis Perbandingan Daya Dukung Fondasi *Bored Pile* Diameter 1,2 Meter dan Fondasi *Spun Pile* Diameter 0,6 Meter Pada Pier Kode PAYN 7 Proyek Toll Becakayu”, maka sesuai dengan rumusan masalahnya, hasil dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Daya Dukung Fondasi

Berdasarkan hasil analisis menggunakan persamaan dari metode Reese and Wright untuk fondasi *Bored Pile* dan Meyerhoff untuk fondasi *Spun Pile*, maka didapatkan nilai - nilai kapasitas dan gaya yang disalurkan oleh fondasi.

Berikut adalah nilai daya dukung aksial tekan izin fondasi per tiang :

Tabel 4. 1 Daya Dukung Tekan Izin Fondasi Per Tiang

Fondasi	FX maksimal (kN)		Q Tekan Izin (kN)	Kedalaman (m)
Bored pile	2141.2	<	2406.0	21.0
Spun Pile	1427.8	<	1770.0	21.0

Sumber : Hasil Analisis

2. Kebutuhan Jumlah Fondasi, Dimensi *Pilecap* Dan Harga Fondasi

Nilai daya dukung izin jenis fondasi *Bored Pile* dan *Spun Pile* berbeda, maka jumlah fondasi yang dibutuhkan menyesuaikan dengan kebutuhan nilai gaya yang akan disalurkan oleh fondasi tersebut. Berikut adalah jumlah kebutuhan pada masing – masing jenis fondasi :

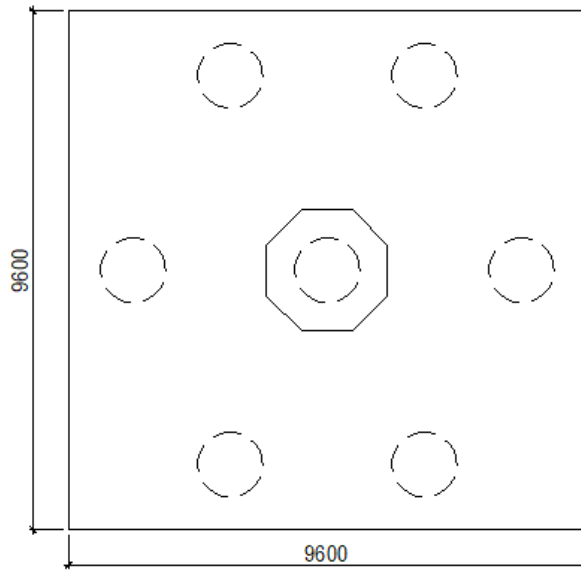
Tabel 4. 2 Jumlah Fondasi Dibutuhkan Dalam Fondasi Grup

Fondasi	Jumlah Pile
Bored pile	7
Spun Pile	10

Sumber : Hasil Analisis

Kebutuhan dimensi pilecap disesuaikan dengan rencana jenis fondasi dan jumlah fondasi. Berikut adalah dimensi pilecap yang dipakai:

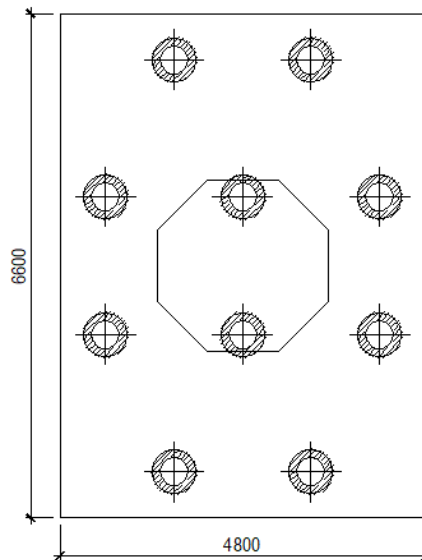
- Fondasi *Bored Pile*, dimensi *Pilecap* 9,6 m x 9,6 m



Gambar 4. 1 Dimensi Pilecap Fondasi *Bored Pile*

Sumber : Hasil Analisis

- Fondasi *Spun Pile*, dimensi *Pilecap* 6,6 m x 4,8 m



Gambar 4. 2 Dimensi Pilecap Fondasi *Spun Pile*

Sumber : Hasil Analisis

Berikut hasil perhitungan harga satu grup fondasi *Bored Pile* dan fondasi *Spun Pile* :

Tabel 4. 3 Deviasi Harga Fondasi *Bored Pile* Ø 1,2 Meter Dengan *Spun Pile* Ø 0,6 Meter Dalam Satu Grup

Fondasi Bored Pile	Fondasi Spun Pile	Deviasi
Rp 794,155,000.00	Rp 326,250,000.00	Rp 467,905,000.00

Sumber : Hasil Analisis

Dari hasil analisis, penggunaan jenis fondasi *Spun Pile* 0,6 meter lebih murah dibandingkan dengan menggunakan jenis fondasi *Bored Pile* 1,2 meter dengan hasil deviasi antara grup fondasi Rp. 467,905,000.00.

BAB V

PENUTUP

Fondasi berfungsi menyalurkan beban yang diterima dari struktur atas dan juga beban sendiri ke dalam tanah keras dan diperingatkan mampu menahan beban tersebut, artinya tanah memiliki daya dukung sesuai dengan kebutuhan dan syarat yang telah ditentukan.

Dilakukan analisis pada fondasi Pier PAYN 7, Tol Becakayu dengan rencana fondasi *Bored Pile* 1,2 meter dan dilakukan analisis apabila menggunakan jenis fondasi *Spun Pile* 0,6 meter untuk mengetahui kebutuhan jumlah fondasi dan kedalaman fondasi dengan asumsi dapat menghemat biaya, waktu dan jaminan mutu beton fondasi. Perhitungan daya dukung fondasi *Bored Pile* diameter 1,2 m menggunakan persamaan metode dari Reese and Wright dan fondasi *Spun Pile* diameter 0,6 m menggunakan persamaan metode dari Meyerhoff berdasarkan data dari hasil uji lapangan SPT. Karena analisis dilakukan pada fondasi grup, maka dihitung efisiensi pile dengan metode *Converse Labere, Los Angeles* dan *Seiler-Keeney*, selain itu dilakukan perhitungan untuk memastikan bahwa fondasi grup tidak akan mengalami keruntuhan blok dengan menggunakan persamaan dari Tomlinson. Hasilnya didapat jumlah kebutuhan 16 pile untuk fondasi *Bored Pile* dengan biaya dalam satu grup tiang Rp. 794,155,000.00 dan 30 pile untuk fondasi *Spun Pile* dengan biaya dalam satu grup tiang Rp. 326,250,000.00.pada kedalaman yang sama, yaitu 21 m.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, Lilik G. *Penyelidikan Lapangan Dengan Standard Penetration Test (Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Data Insitu Test, Parameter Laboratorium Terhadap Loading Test Kantledge)*. Jurnal. Tidak Diterbitkan. Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Jakarta. Jakarta

Annizaar, Rizqi., Suroso. & Harimurti. *Daya Dukung Terhadap Gaya Tarik (Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Dan Tiang Bor Pada Pekerjaan Pembuatan Abutment jembatan Labuhan Madura)*. Jurnal. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Brawijaya. Malang

Anugrah. 2019. *Laporan Perhitungan Struktur Analisis Pierhead PAYN 7*. Laporan. Tidak Diterbitkan. PT. Delta Global Struktur. Jakarta

Bowles, Joseph E. tanpa tahun. *Analisis dan Desain Pondasi Edisi Keempat Jilid 1*. Jakarta : Erlangga

Hardiyatmo, Hary Christady. 2008. *Teknik Fondasi 2 Edisi ke-4*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama

Iskandar, Rudi, & Hulu, Henry B. *Kapasitas Daya Dukung Bore Pile (Analisa Daya Dukung Bore Pile Dengan menggunakan Metode Analitis (Studi Kasus Proyek Manhattan Mall Dan Condominium)*. Jurnal. Tidak Diterbitkan. Staf Pengajar Departemen Teknik Sipil. Universitas Sumatera Utara. Medan

Pujiastuti, Febriani. 2019. *Laporan Perhitungan Struktur Analisa Pondasi SB-Arch PIAR*. Laporan. Tidak Diterbitkan. PT. Delta Global Struktur. Jakarta

SNI 4153:2008. 2008. *Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan SPT*. Badan Standarisasi Nasional

Suyono S, ed. 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita