
Analisis Redesain Pondasi Pada Pembangunan Proyek Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya

Muhamad Fadlan Alhamid

Universitas Islam Indonesia

Alamat: Jl. Kaliurang KM 14,5, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

Korespondensi penulis: fadlanalhamid@gmail.com

Abstract. *Twin Tower Building of UPN East Java is used for lectures. This building has an area of 25936.5 m² which will later be used by faculties at UPN East Java as a place of lectures. During the construction stage, several problems were found in the field during the PDA (Pile Driving Analyzer) test. The results of the PDA test showed that the bearing capacity of the foundation had not met the planned bearing capacity, so reinforcement was carried out on the foundation by adding the number of pile points and making the foundation a pile group foundation system. The purpose of this study was to analyze the comparison of the number of foundation piles, pilecap reinforcement, costs, and implementation time between piles and boredpile piles. From the results of the study, the number of spun piles was 389 and the boredpile foundation was 258. Spun pile cost is Rp 45,903,011,000 while the foundation using BorePile is Rp 64,156,212,000. Implementation time of Spun Pile and pile cap reinforcement in the initial design obtained an estimated day of 108 working days, while the implementation time of the Borepile foundation requires a longer estimated time of 180 working days.*

Keywords: *Redesign, Spunppile, Boredpile, PDA*

Abstrak. Gedung Twin tower UPN Jawa Timur adalah salah satu gedung yang digunakan untuk perkuliahan Universitas Pembangunan Nasional yang berada di Surabaya. Gedung ini memiliki luas 25936,5 m² yang nantinya akan digunakan oleh fakultas – fakultas di UPN Jawa Timur sebagai tempat perkuliahan. Pada tahap konstruksi, ditemukan beberapa permasalahan di lapangan saat uji PDA (Pile Driving Analyzer). Hasil test PDA menunjukkan daya dukung pondasi belum memenuhi daya dukung rencana, sehingga dilakukan perkuatan pada pondasi yakni menambahkan jumlah titik pancang dan menjadikan pondasi menjadi sistem pondasi pile group. tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan jumlah tiang pondasi, penulangan pilecap, biaya, dan waktu pelaksanaan antara tiang pancang dengan tiang borepile. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus. Dari hasil penelitian didapatkan jumlah tiang *spun pile* sebanyak 389 buah dan pondasi *boredpile* sebanyak 258 buah. Hasil analisis perbandingan biaya *spun pile* (tiang pancang) adalah Rp 45,903,011,000 sedangkan pada pondasi yang menggunakan tiang BorePile yaitu sebesar Rp 64,156,212,000. hasil analisis perbandingan waktu pelaksanaan Spun Pile (tiang pancang) dan penulangan pile cap pada desain awal memperoleh estimasi hari yaitu selama 108 hari kerja, sedangkan waktu pelaksanaan pondasi Borepile membutuhkan estimasi waktu yang lebih lama yaitu sebesar 180 hari kerja.

Kata Kunci: redesain, tiang pancang, tiang bor, PDA

LATAR BELAKANG

Gedung Twin tower UPN Jawa Timur adalah salah satu gedung yang digunakan untuk perkuliahan Universitas Pembangunan Nasional yang berada di Surabaya. Gedung ini memiliki luas 25936,5 m² yang nantinya akan digunakan oleh fakultas – fakultas di UPN Jawa Timur sebagai tempat perkuliahan. Jumlah lantai yang direncanakan pada proyek ini adalah 12 lantai khusus, yang terdiri dari ruang kelas, ruang dosen, toilet, ruang rapat, ballroom, dan lain-lain. Analisis redesain pondasi adalah proses dimana berbagai Teknik dan metodologi digunakan untuk memeriksa, menganalisis, dan meredesain serta konstruksi pondasi suatu bangunan atau struktur. Pada tahap konstruksi, ditemukan beberapa permasalahan di lapangan saat uji PDA (Pile Driving Analyzer). Hasil test PDA menunjukkan daya dukung pondasi belum memenuhi daya dukung rencana, sehingga dilakukan perkuatan pada pondasi yakni menambahkan jumlah titik pancang dan menjadikan pondasi menjadi sistem pondasi pile group.

Pemilihan tipe pondasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, perlu diperhatikan pada kondisi tanah. apakah terdapat lensa tanah keras pada kedalaman tertentu yang dapat berakibat tiang pancang tidak dapat di penetrasi lebih lanjut atau bahkan patah. Pada kasus seperti ini, disarankan untuk menggunakan pondasi boredpile karena dengan menggunakan mata bor khusus yang dapat menembus tana keras. Dengan pemilihan dan menganalisis tipe pondasi secara cermat, maka dapat menghindari perubahan desain yang tidak perlu selama pelaksanaan konstruksi yang dapat menghemat waktu dan sumber daya. Selain itu salah satu faktor dalam pemilihan tipe pondasi yaitu lokasi proyek, ketersediaan tiang pancang atau alat berat jacking pile dan HSPD yang terbatas di beberapa lokasi juga dapat mempengaruhi waktu pelaksanaan. Dikarenakan kondisi di beberapa lokasi tertentu yang tidak ready terhadap pancang yang disyaratkan sehingga perlu waktu lebih lama untuk dilakukan orderan tiang pancang.

tujuan penelitian ini adalah untuk Mengetahui analisis perbandingan jumlah tiang pondasi tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan jumlah tiang pondasi Borepile dan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi pada proyek. tujuan lain yaitu juga untuk Mengetahui analisis perbandingan biaya tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan biaya tiang Borepile dan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi pada proyek. selain itu tujuan lain dari penelitian ini yaitu untuk Mengetahui analisis perbandingan waktu pelaksanaan tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan waktu pelaksanaan tiang Borepile dan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi pada proyek.

KAJIAN TEORITIS

Pondasi Pile Group

Pada realitanya jarang terdapat pondasi tiang yang dapat berdiri sendiri (Single Pile), namun sering didapati pondasi tiang dalam bentuk kelompok atau biasa disebut dengan pile group. Pondasi tiang juga dapat diartikan sebagai sekelompok tiang yang dipasang secara relatif dengan jarak berdekatan, yang umumnya diikat dalam satu bagian dengan menggunakan atribut yang disebut pile cap. Dalam melakukan perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang, ada beberapa hal yang perlu dijadikan perhatian yaitu jumlah tiang pada satu kelompok tiang, jarak tiang, susunan tiang serta efisiensi suatu kelompok tiang. Karakteristik kelompok tiang dipengaruhi oleh dua bentuk interaksi diantaranya adalah (1) interaksi antara tiang dengan jarak yang berdekatan, agar lebih efisien dan interaksi dari distribusi beban pada tiap – tiap tiang dimulai dari bagian pile cap. Pada tahap pertama gaya – gaya relevan tersebut disalurkan melalui tanah yang selanjutnya disalurkan oleh bagian superstructure yang diasumsikan adalah pile cap. Jika jarak tiang cukup lebar, maka interaksi tiang – tanah – tiang tidak signifikan. Berdasarkan hal tersebut maka dibuatlah jarak tiang yang tidak terlalu jauh dari tiang sebelumnya agar dapat mengetahui beban lateral, aksial dan momen lentur pada masing – masing tiang dalam satu kelompok tiang

Produktivitas

Produktivitas merupakan suatu hal yang penting dalam menilai suatu pekerjaan. Kurangnya pengertian terhadap produktivitas dikalangan tenaga kerja mengakibatkan rendahnya pekerjaan yang dihasilkan. Suatu pekerjaan memiliki produktivitas yang bagus apabila mampu menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang lebih singkat dari tanggal yang ditentukan dan biaya seminimal mungkin. Produktivitas merujuk pada ukuran efisiensi dalam menghasilkan output (barang atau jasa) relatif terhadap input (sumber daya seperti tenaga kerja, waktu, atau modal) yang digunakan. Secara sederhana, produktivitas menggambarkan seberapa baik sumber daya yang ada dikelola untuk mencapai hasil yang maksimal. Semakin tinggi produktivitas, semakin sedikit sumber daya yang diperlukan untuk menghasilkan hasil yang lebih besar.

Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian telah dilakukan analisis redesain pondasi sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Megasari, Yanti, Zainuri, dan Hidayat (2022) dengan judul “Analisis Redesain Pondasi Mini Pile Berbentuk Persegi Pada Gedung Pengadilan Negeri Pulau Punjung”. Baru, Salonten, Ilham, dan Hermawan (2022) dengan judul “Optimalisasi Biaya Produksi Pada Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Univeritas Palangka Raya”. Kuswaya dan Ma’arif (2020) dengan judul “Analisis Optimalisasi pondasi Dalam Pada Crude Oil Storage Tank”. Prasetyo dan Asyifa (2021) dengan judul “Redesain Fondasi Tiang pancang ke fondasi Bore Pile”.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan Teknik yang digunakan untuk menyederhanakan dan mempermudah dalam memahami data yang diperoleh. Menurut Arikunto (2002) “metode penelitian adalah cara yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data penelitiannya, seperti wawancara, observasi, tes maupun dokumentasi”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus. Menurut Yin (2013) studi kasus banyak digunakan dalam penelitian yang meneliti peristiwa yang terjadi sementara, namun perilaku yang relevan tidak dapat dimanipulasi.

Subjek Penelitian

“Subjek penelitian adalah Batasan penelitian dimana peneliti bisa menentukannya dengan benda, hal atau orang untuk melekatnya variable penelitian” (Arikunto, 2010). Dalam penelitian ini, subjek penelitian adalah analisis redesain pondasi.

Objek penelitian

Menurut Sugiyono (2014) “Objek penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya”. Menurut Supriati (2015) “objek penelitian adalah variabel yang diteliti oleh peneliti di tempat penelitian yang dilakukan”. Berdasarkan definisi diatas, maka objek dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah jumlah tiang pondasi dan Penulangan pilecap

2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada proyek Pembangunan Universitas Pembangunan nasional Veteran Surabaya.

3. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada jam kerja dan disesuaikan dengan situasi dan kondisi di lapangan.

Data dan Metode Pengumpulan

“Data merupakan materi mentah yang membentuk semua laporan penelitian” (Dempsey, 2002). Arikunto (2002) mengatakan bahwa data penelitian merupakan segala bentuk fakta dan angka yang bisa dijadikan bahan untuk menyusun suatu informasi. Untuk melakukan proses analisis, diperlukan data-data yang berkaitan dengan kondisi yang sebenarnya di lapangan. Data-data tersebut didapat dari berbagai sumber dan dengan metode yang beragam.

1. Sumber Data

a) Data Primer

“Data primer adalah data yang dikumpulkan melalui pihak pertama, biasanya dapat melalui observasi secara langsung”. Adapun data primer dalam penelitian ini adalah Analisis redesain pondasi, indikasi apa saja yang dapat di redesain dalam suatu perencanaan pondasi, dapat melalui observasi lapangan, serta verifikasi data apa saja yang diperoleh dari lapangan.

b) Data Sekunder

“Data sekunder adalah sumber data yang diperoleh dengan cara membaca, mempelajari dan memahami melalui media lain yang bersumber dari literatur, buku-buku, serta dokumen” (sugiyono, 2012). Adapun data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Literatur terkait
- b. Peraturan perundang-undangan Republik Indonesia tentang struktur dan geoteknik
- c. Standar Nasional Indonesia (SNI), 2847-2019, 1726-2019, 1727-2020, 2052-2017, 8460-2017.
- d. Data penyelidikan tanah dan PDA Test
- e. Gambar DED
- f. Data soil test dan penyelidikan laboratorium

2. Teknik Pengumpulan Data

1. Studi literatur atau studi Pustaka. Metode ini dilakukan untuk mengumpulkan data-data dan informasi untuk mendukung penelitian ini yang didapatkan dari buku, jurnal, artikel, penelitian sebelumnya, internet dan laporan kerja.
2. Studi kasus. Metode ini dilakukan terhadap pekerjaan pondasi pada proyek Pembangunan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

Data primer dilapangan didapat oleh peneliti secara langsung melalui pengukuran dan pengamatan oleh peneliti dilapangan, sementara data sekunder yang dipergunakan didalam penelitian ini yaitu pengujian PDA Test dan gambar-gambar kerja yang diperoleh langsung dari proyek UPN Jawa Timur

Analisis Mutu Spunpile (Eksisting)

Berdasarkan hasil analisis perhitungan mutu spun pile di dapat hasil sebagaimana pada table berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Analisis Mutu *Spun Pile*

No	Keterangan	Nilai
1	Luas ujung tiang (A_p)	0,283 m ²
2	Perhitungan Selimut Tiang (P_i)	1,88 m
3	Tahanan geser selimut tiang (τ)	60 kN/m ²
4	Tahanan Ujung Tiang (q_p)	1080 kN/m ²
5	Daya Dukung Selimut Tiang (Q_s)	207,35 ton
6	Daya Dukung Ujung Tiang (Q_p)	30,54 Ton
7	Daya Dukung Ultimit Tiang (Q_u)	237,88 Ton
8	Daya Dukung Ijin Tiang (Q_{all})	95,15 Ton
9	Daya dukung lateral	95,04 Ton
10	Penurunan Elastis	59,89 mm
11	Penurunan Konsolidasi	10,8 mm

Analisis Biaya Spunpile (Eksisting)

Berdasarkan hasil perhitungan biaya tiang pancang dari keseluruhan pekerjaan mulai dari pekerjaan persiapan, SMKK, Pekerjaan galian urugan, pekerjaan pondasi, dan pekerjaan pilecape memiliki estimasi biaya Rp 45.903.011.000,-

Analisis Waktu Spunpile (Eksisting)

Analisis waktu untuk pondasi spun pile (existing) menunjukkan bahwa keseluruhan proses konstruksi memerlukan waktu total 109 hari. Timeline pekerjaan didapat dari data primer berupa action plan yang dilakukan oleh kontraktor.

Proses konstruksi terdiri atas beberapa tahapan utama antara lain Tahap pertama adalah pekerjaan persiapan yang berlangsung selama 29 hari. Proses ini meliputi pembersihan lahan awal dan akhir, seperti direksi keet, gudang, papan nama proyek, pagar pengaman proyek dan pemasangan bouplank. Selanjutnya, pekerjaan galian dan urugan berlangsung selama 78 hari. Tahapan ini melibatkan penggalian tanah untuk pemasangan pondasi dan pengurugan kembali setelah pondasi dipasang. Pekerjaan pondasi spun pile membutuhkan waktu 92 hari untuk diselesaikan, mencerminkan kompleksitas pekerjaan tersebut, termasuk pemasangan tiang pancang spun pile dengan cermat untuk memastikan kekuatan dan stabilitas pondasi.

Uji PDA (*Pile Driving Analyzer*) dilakukan selama 35 hari setelah pemasangan pondasi untuk mengevaluasi daya dukung dan kualitas pondasi tiang pancang yang sudah dipasang. Tahap terakhir adalah pekerjaan pilecap yang berlangsung selama 35 hari.

Analisis Mutu Borepile

Berdasarkan hasil analisis perhitungan mutu borepile di dapat hasil sebagaimana pada table berikut

Tabel 2. Rekapitulasi Analisis Mutu Borepile

No	Keterangan	Nilai
1	Luas ujung tiang (A_p)	0,503 m ²
2	Perhitungan Selimut Tiang (P_i)	2,51 m
3	Tahanan geser selimut tiang (τ)	51,2 kN/m ²
4	Tahanan Ujung Tiang (q_p)	1080 kN/m ²
5	Daya Dukung Selimut Tiang (Q_s)	180,7 ton
6	Daya Dukung Ujung Tiang (Q_p)	54,287 Ton
7	Daya Dukung Ultimit Tiang (Q_u)	234,99 Ton
8	Daya Dukung Ijin Tiang (Q_{all})	94 Ton
9	Daya dukung lateral	74,24 Ton
10	Penurunan Elastis	60,94 mm
11	Penurunan Konsolidasi	14,8 mm

Analisis Biaya Borepile

Berdasarkan hasil perhitungan biaya tiang pancang dari keseluruhan pekerjaan mulai dari pekerjaan persiapan, SMKK, Pekerjaan galian urugan, pekerjaan pondasi, dan pekerjaan pilecape memiliki estimasi biaya Rp 64.156.212.000,-

Analisis Waktu Borepile

Analisis waktu untuk pekerjaan pondasi bored pile menunjukkan bahwa keseluruhan proses konstruksi memerlukan waktu total 180 hari. Proses konstruksi terdiri dari beberapa tahapan utama.

Tahap pertama adalah pekerjaan persiapan yang memakan waktu 31 hari. Proses ini melibatkan penyediaan alat, bahan, dan personel proyek yang diperlukan serta pengaturan area kerja. Selanjutnya, pekerjaan galian dan urugan berlangsung selama 37 hari. Tahapan ini melibatkan penggalian tanah untuk pemasangan pondasi dan pengurugan kembali setelah pondasi dipasang. Pekerjaan pondasi bored pile membutuhkan waktu 127 hari untuk diselesaikan. Durasi ini mencerminkan kompleksitas pekerjaan tersebut, termasuk pengeboran tanah, pembesian dan pengecoran boredpile yang dihitung berdasarkan SE-DJBK-NO-68-2024-LAMPIRAN-IV-SDA mengenai jenis pekerjaan pengeboran pondasi tiang bor.

Urutan pekerjaan pengeboran pondasi tiang bor mulai dari pengeboran dan pembuangan tanah yang tidak terpakai, pemasangan casing, pemasangan tulangan, hingga pengecoran campuran beton. Jenis alat yang digunakan yaitu Bored pile Machine (hidraulik) auger diameter 80 cm.

Rekapitulasi Perbandingan *Spunpile* dan *Borepile*

Hasil rekapitulasi dari perbandingan *spunpile* dan *borepile* ditunjukkan melalui table

Tabel 2. Rekapitulasi Analisis Mutu *Borepile*

Keterangan	<i>Spunpile</i>	<i>Borepile</i>
Daya dukung ijin layan	95,15 ton	94 ton
Daya dukung ijin gempa rencana	123,7 ton	122,2 ton
Daya dukung ijin gempa kuat	148,44 ton	146,63 ton
Penurunan	70,72 mm	75,72 mm
Biaya	Rp 45.903.011.000,-	Rp 64.156.212.000,-
Waktu	108 hari	180 hari
Diameter	600 mm	800 mm
Kedalaman	35 m	30 m
Jumlah tiang pondasi raft	389	258

Terlihat bahwa pondasi *spunpile* mempunyai keunggulan yang lebih banyak dari *borepile*

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis perbandingan jumlah tiang pondasi *spun pile* dengan setelah hasil redesain menjadi pondasi *boredpile* yaitu jumlah tiang pondasi *spun pile* sebanyak 389 buah dan pondasi *borepile* sebanyak 258 buah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah tiang pondasi *boredpile* lebih sedikit dibandingkan dengan *spun pile*. Kemudian berdasarkan hasil analisis perbandingan biaya *Spun Pile* (tiang pancang) adalah Rp 45,903,011,000 sedangkan pada pondasi yang menggunakan tiang *BorePile* yaitu sebesar Rp 64,156,212,000. Terdapat selisih sebesar Rp 18,253,201,000 atau sebanyak 33,17 % sehingga dapat disimpulkan bahwa pondasi tiang pancang memiliki harga yang lebih rendah dibandingkan harga pemakaian pondasi *Bore Pile*. Kemudian hasil analisis perbandingan waktu pelaksanaan *Spun Pile* (tiang pancang) dan penulangan *pile cap* pada desain awal memperoleh estimasi hari yaitu selama 108 hari kerja, sedangkan waktu pelaksanaan pondasi *Borepile* membutuhkan estimasi waktu yang lebih lama yaitu sebesar 180 hari kerja. Berdasarkan hal tersebut maka secara estimasi waktu terdapat selisih 72 hari kerja, dimana pekerjaan tiang pancang lebih cepat dibandingkan pekerjaan pondasi *borepile* dengan selisih sebanyak 40% atau 72 hari kerja.

DAFTAR REFERENSI

- Arikunto, S. 2002. *Prosedur penelitian : suatu pendekatan praktek*. Edisi revisi. Jakarta: pt Rineka Cipta
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penellitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Baru, Salonten, Ilham, dan Hermawan (2022). *Optimalisasi Biaya Produksi Pada Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Universitas palangka Raya*.
- Cresswell, J. W. (2012). *Research Design Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif dan Mixed*. Cetakan Ke dua. Yogyakarta. Pustaka Pelajar.
- Jawat, Rahadiani, Armaeni. (2018). *Produktivitas Truck Concrete Pump dan Truck Mixer Pada Pekerjaan Pengecoran Beton Ready Mix*.
- Joseph E. Bowles. *Analisis dan Desain Pondasi*. Edisi Keempat Jilid I.
- Kuswaya dan Ma'arif (2020). *Analisis Optimalisasi Pondasi Dalam Pada Crude Oil Storage Tank*.
- Leedy, D. (1997). *Practical Research: Planning and design*. Prentice-Hall.
- Lincoln, Yvonna S & Egon G. Guba (1985). *Naturalistic Inquiry*. California: Sage
- Megasari, Yanti, Zainuri, dan Hidayat (2022). *Analisis Redesain Pondasi Mini Pile Berbentuk Persegi Pada Gedung Pengadilan Negeri Pulau Punjung*.
- Mulyana, D. (2013). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Prasetyo dan Asyifa (2021). *Redesain Fondasi Tiang Pancang ke Fondasi Bore Pile*.
- Pasaribu (2023). *Produktivitas Concrete Pump dan Truck Mixer Pada Pekerjaan Pengecoran Plat dan Balok Proyek Pembangunan Villa Z House di Badung*
- SNI 1726. (2019). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*. 8.
- SNI 1727. (2020). SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. *Jakarta*, 8, 1–336.
- SNI 2052, S. (2017). Baja Tulangan Beton. *Sni 2052-2017*, 13. www.bsn.go.id
- SNI 2847. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- SNI 8460 (2017). *Persyaratan Perencanaan Geoteknik*
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta
- Utama. (2022). *Analisis Produktivitas Alat Berat Concrete Pump dan Pada Pembangunan Gedung MPP di Klaten*.
- Yin, R.K. (2013). *Studi Kasus Desain dan Metode*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.