

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU
PELAKSANAAN PONDASI *SPUN PILE* DENGAN
BORE PILE PADA PROYEK MASJID AGUNG**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH :

CHEFPRINA SEMBIRING

16.811.0120



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019**

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU
PELAKSANAAN PONDASI *SPUN PILE* DENGAN
BORE PILE PADA PROYEK MASJID AGUNG**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
Universitas Medan Area

Disusun Oleh:

CHEFPRINA SEMBIRING

16.811.0120



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU
PELAKSANAAN PONDASI *SPUN PILE* DENGAN
BORE PILE PADA PROYEK MASJID AGUNG

SKRIPSI

Disusun oleh :

CHEFPRINA SEMBIRING

16.811.0120

Disetujui :

Dosen Pembimbing I,



Ir. IRWAN, MT

Dosen Pembimbing II,



Ir. MELLOUKEY ARDAN, MT

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik,



Prof. Dr. Ir. ARMANSYAH GINTING, M.Eng.,

Ketua Program Studi Teknik Sipil,



Ir. KAMALUDDIN LUBIS, M.T.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sajana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Februari 2019

Penulis




Cheprina Sembiring

NPM 16.811.0120

ABSTRAK

Penelitian ini bermaksud untuk membandingkan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pekerjaan pondasi *spun pile* dengan pondasi *bore pile*. Dengan tujuan untuk mengetahui apakah biaya dan waktu pelaksanaan yang direncanakan memiliki efisiensi yang sama atau tidak. Penelitian ini membahas perbandingan pondasi *spun pile* dan *bore pile* pada seksi 11, 12, 13 dengan asumsi beban yang diterima dari satu grup *spun pile* dan satu grup *bore pile* menerima beban yang sama, untuk analisis biaya dan waktu pelaksanaan penulis akan menganalisis pada 6 lokasi.

Peran pondasi pada pembangunan struktur awal gedung menjadi sangat penting. Pemilihan jenis pondasi yang sesuai akan melancarkan proses pekerjaan gedung, sehingga perlu perencanaan yang baik, meliputi biaya dan waktu pelaksanaan. Pondasi yang dijadikan alternatif adalah pondasi dalam, yaitu pondasi *spun pile* dan pondasi *bore pile*. Penelitian ini menganalisis untuk 1 *pile cap* terdapat 4 *pile* pada 6 lokasi yang berbeda.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa berdasarkan analisis biaya dan waktu pelaksanaan pondasi *spun pile* dan pondasi *bore pile* yang diteliti, maka hasil dari analisis waktu untuk pondasi *spun pile* membutuhkan waktu 16 hari dan pondasi *bore pile* 48 hari. Berdasarkan analisis biaya, pondasi *spun pile* membutuhkan anggaran biaya sebesar Rp. 275.198.220,00 sedangkan pondasi *bore pile* sebesar Rp. 498.887.437,00 Analisis biaya dan waktu pelaksanaan pondasi yang paling tepat dan dapat diaplikasikan dalam pekerjaan gedung Masjid Agung tersebut ialah pondasi *spun pile*, karena waktu pengerjaan relatif lebih cepat dan biaya lebih murah. Sedangkan penggunaan pondasi *bore pile* dibutuhkan karena lokasi pemancangan pondasi terhempit dengan lokasi bangunan lain, maka digunakan alternatif lain yaitu pondasi *bore pile*.

Kata kunci : Biaya, Waktu pelaksanaan, *Spun pile*, *Bore pile*.

ABSTRACT

This study intends to compare the costs and time needed to carry out the work of the spun pile foundation with bore pile foundation. With the aim of knowing whether the planned costs and implementation time have the same efficiency or not. This study discusses the comparison of spun pile and bore pile foundations in sections 11, 12, 13 with the assumption that the load received from one spun pile group and one bore pile group receives the same load, for the cost analysis and execution time the author will analyze at 6 locations.

The role of the foundation in building the initial structure of the building is very important. The selection of the appropriate type of foundation will expedite the process of building work, so that good planning is needed, including costs and implementation time. The foundation that is used as an alternative is the deep foundation, the spun pile foundation and bore pile foundation. This study analyzed for 1 pile cap, there were 4 piles in 6 different locations.

This study concludes that based on the analysis of the cost and time of implementation of the spun pile foundation and the bore pile foundation that was examined, the results of the time analysis for the spun pile foundation needed 16 days and a 48-day bore pile foundation. Based on the cost analysis, the spun pile foundation requires a budget of Rp. 275,198,220.00 while the bore pile foundation is Rp. 489,887,437.00. Cost and time analysis of the implementation of the most appropriate foundation and can be applied in the work of the Great Mosque building is the foundation of spun pile, because the processing time is relatively faster and cheaper. Whereas the use of bore pile foundation is needed because the location of foundation foundation is narrowed with the location of other buildings, then another alternative is the bore pile foundation.

Keywords: Cost, time of execution, Spun pile, Bore pile.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Penulisan laporan ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa adanya bantuan, dukungan material, spiritual dan informasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.S.C., Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Armansyah Ginting, M.Eng., Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, M.T., Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Irwan, M.T., Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Melloukey Ardan, M.T., Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
6. Seluruh staf dan pekerja PT. PP (Pembangunan Perumahan).
7. Orang tua kami yang memberikan dukungan moral dan semangat dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Universitas Medan Area, khususnya jurusan Teknik Sipil yang telah turut membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

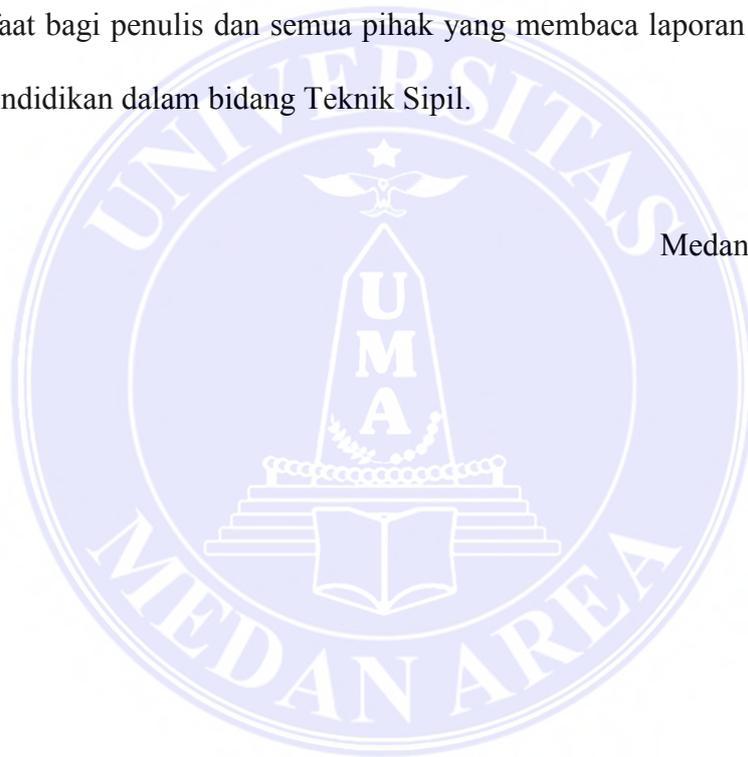
9. Seluruh pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu namanya.

Penulis sudah menyajikan Tugas Akhir ini dengan baik, namun penulis merasa mungkin masih banyak terdapat kekurangan dan kesilapan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritikan untuk membangun Tugas Akhir ini.

Demikian laporan Tugas Akhir ini ditulis, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca laporan ini, terutama di dunia pendidikan dalam bidang Teknik Sipil.

Medan, Februari 2019

Penulis



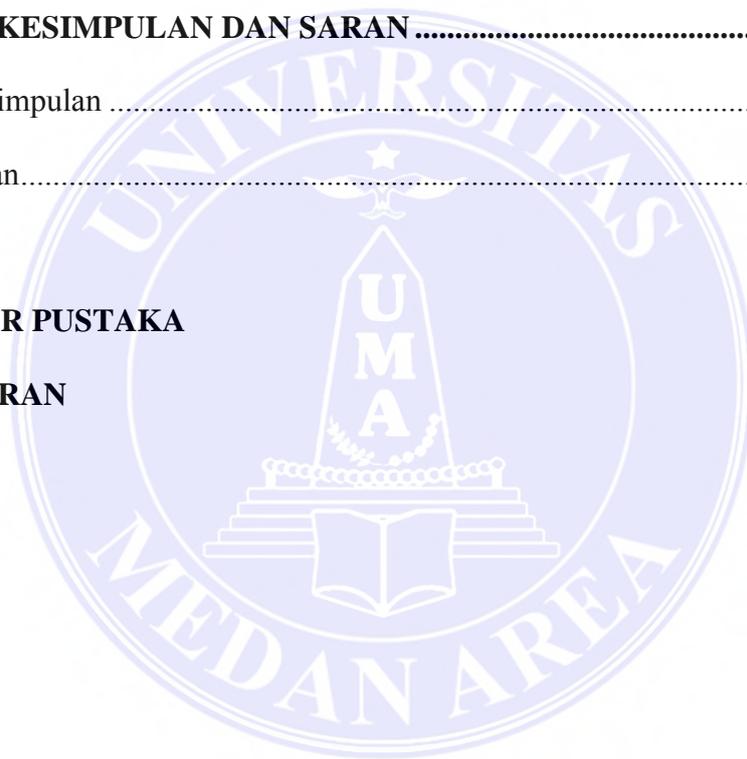
DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Manajemen Biaya	7
2.1.1. Perencanaan Sumber Daya.....	7
2.1.2. Estimasi Biaya.....	7
2.1.3. Penganggaran Biaya.....	8
2.1.4. Pengendalian Biaya.....	8
2.2. Pengertian Manajemen Waktu	8

2.2.1. Pendefinisian Aktivitas	8
2.2.2. Urutan Aktivitas	9
2.2.3. Estimasi Durasi Aktivitas.....	9
2.2.4. Pengembangan Jadwal	9
2.2.5. Pengendalian Jadwal	10
2.2.6. Pengertian Kurva S	10
2.3. Pengertian keterlambatan	12
2.3.1. Penyebab keterlambatan	13
2.4. Dampak Keterlambatan.....	15
2.5. Pondasi	16
2.5.1. Pengertian pondasi	16
2.5.2. Macam-Macam Pondasi.....	17
2.6. Pondasi spun <i>pile</i>	18
2.6.1. Penggolongan Pondasi <i>Spun pile</i>	19
2.7. Pondasi <i>Bore pile</i>	22
2.7.1 Alat <i>bore pile</i> mini <i>crane</i>	23
2.7.2 Keunggulan <i>bore pile</i> mni <i>crane</i>	24
2.7.3 Kemampuan mesin <i>bore pile</i> mini <i>crane</i>	24
2.7.4 Kecepatan pelaksanaan	25
2.7.5 Proses pengeboran <i>bore pile</i> mini <i>crane</i>	25
2.7.6 Pembersihan lubang bor	26
2.7.7 Pemasangan besi beton dan pipa tremi	26
2.7.8 Pengecoran <i>bore pile</i>	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Metode penelitian.....	29
3.2 Teknik Pengambilan Data	31
3.3 Teknik Pengolahan data	31
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian	36
3.4.1 Tempat Penelitian.....	32
3.4.2 Waktu Penelitian	33
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1. Metode Pelaksanaan Konstruksi	34
4.1.1. Data Proyek.....	34
4.1.2. Data Umum Proyek.....	34
4.1.3. Data Teknis Proyek.....	35
4.1.4. Metode Pelaksanaan Sebelum Konstruksi Struktur Pondasi	38
4.1.5. Metode Pelaksanaan Konstruksi Struktur Pondasi Tiang Pancang (<i>Spun Pile</i>).....	38
4.1.6. Metode Pelaksanaan Konstruksi Struktur Pondasi Bor (<i>Bore Pile</i>)	43
4.2. Analisis Biaya.....	50
4.2.1. Data Perencanaan Pondasi <i>Bore pile</i>	50
4.2.2. Data Harga Pembelian Material, Peralatan dan Harga Upah Tenaga Kerja <i>Bore pile</i>	51
4.2.3. Data Daftar Harga Satuan Pekerjaan <i>Bore pile</i>	53
4.2.4. Data Daftar Harga Satuan Pekerjaan <i>Spun pile</i>	59

4.2.5. Datar Harga Pembelian Material, Peralatan dan Harga Sewa Serta Upah Tenaga Kerja	60
4.2.6. Data Daftar Harga Satuan Pekerjaan.....	62
4.3. Analisis Waktu.....	79
4.3.1. Analisis Waktu Pelaksanaan <i>Bore Pile</i>	79
4.3.2. Analisis Waktu Pelaksanaan <i>Spun Pile</i>	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1. Kesimpulan	91
5.2. Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data pondasi <i>bore pile</i>	51
Tabel 4.2 Daftar harga material untuk <i>bore pile</i>	52
Tabel 4.3 Daftar harga sewa peralatan untuk <i>bore pile</i>	52
Tabel 4.4 Daftar harga bahan bakar & pelumas untuk <i>bore pile</i>	53
Tabel 4.5 Daftar harga tenaga kerja untuk <i>bore pile</i>	53
Tabel 4.6 Daftar harga satuan untuk <i>bore pile</i>	53
Tabel 4.7 Perhitungan tulangan <i>bore pile</i>	56
Tabel 4.8 Perhitungan total biaya pekerjaan <i>bore pile</i>	58
Tabel 4.9 Data pondasi <i>spun pile</i>	60
Tabel 4.10 Harga material <i>spun pile</i>	60
Tabel 4.11 Daftar harga sewa peralatan untuk <i>spun pile</i>	61
Tabel 4.12 Daftar harga bahan bakar & pelumas untuk <i>spun pile</i>	61
Tabel 4.13 Daftar harga tenaga kerja untuk <i>spun pile</i>	62
Tabel 4.14 Daftar harga satuan	62
Tabel 4.15 Penulangan <i>spun pile bottom @ L= 10 m</i>	65
Tabel 4.16 Penulangan <i>spun pile bottom @ L= 9 m</i>	65
Tabel 4.17 Penulangan <i>spun pile bottom @ L= 15 m</i>	66
Tabel 4.18 Penulangan <i>spun pile upper @ L= 9 m</i>	66
Tabel 4.19 Perhitungan biaya pembesian <i>spun pile</i>	67
Tabel 4.20 Perhitungan biaya beton kelas-B <i>spun pile</i>	71
Tabel 4.21 Perhitungan biaya penyediaan tiang pancang beton bulat pretensioned, dia 40 cm/m	74

Tabel 4.22 Perhitungan biaya pemancangan tiang pancang	76
Tabel 4.23 Perbandingan biaya <i>bore pile</i> dan <i>spun pile</i>	77
Tabel 4.24 Durasi aktivitas pekerjaan pondasi <i>bore pile</i>	82
Tabel 4.25 <i>Barchart</i> dan Kurva S pekerjaan <i>bore pile</i>	83
Tabel 4.26 Durasi aktivitas pekerjaan pondasi <i>spun pile</i>	87
Tabel 4.27 <i>Barchart</i> dan Kurva S pekerjaan <i>spun pile</i>	88
Tabel 4.28 Perbandingan durasi <i>bore pile</i> dan <i>spun pile</i>	89



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva S	12
Gambar 2.2 Tiang pancang kayu	21
Gambar 2.3 Tiang pancang baja	22
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	30
Gambar 3.2 Lokasi proyek.....	33
Gambar 4.1 Metode pelaksanaan sebelum konstruksi struktur pondasi	36
Gambar 4.2 Tes pit.....	37
Gambar 4.3 Gambar denah lokasi pondasi tiang pancang (<i>spun pile</i>).....	38
Gambar 4.4 Metode pelaksanaan konstruksi struktur pondasi pancang (<i>spun pile</i>).....	39
Gambar 4.5 Pengukuran oleh Surveyor	40
Gambar 4.6 Pematokan oleh Surveyor	40
Gambar 4.7 Penyambungan tiang pancang.....	42
Gambar 4.8 Metode pelaksanaan konstruksi struktur pondasi tiang bor (<i>bore pile</i>).....	43
Gambar 4.9 Pekerjaan pengeboran	46
Gambar 4.10 Pekerjaan <i>pouring concrete</i>	49
Gambar 4.11 Denah <i>bore pile</i>	50
Gambar 4.12 Penulangan <i>bore pile</i>	55
Gambar 4.13 Denah <i>spun pile</i>	59
Gambar 4.14 Penulangan <i>spun pile bottom</i>	64
Gambar 4.15 Penulangan <i>spun pile upper</i>	66

Gambar 4.16 Grafik perbedaan biaya *bore pile* dan *spun pile*..... 78
Gambar 4.17 Grafik perbedaan waktu *bore pile* dan *spun pile* 90



DAFTAR NOTASI



MK	: Manajemen Konstruksi
WBS	: Work Breakdown Structure/ Rincian pekerjaan struktur
D/DIA	: Diameter tulangan
r	: Jari-jari lingkaran
t	: Tinggi pondasi
W	: Weight/berat benda
L	: Length/panjang
PCS	: Banyak batang
BP	: Bore Pile
SP	: Spun Pile
Fc'	: Kuat tekan beton
Distance	: Jarak/spasi
AHSP	: Analisa Harga Satuan Pekerjaan
BJTD	: Baja Tulangan Deform/ ulir

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Fungsi masjid itu sendiri adalah menyediakan tempat dimana umat islam melaksanakan ibadah sholat dan mempelajari kitab-kitab suci. Diantaranya sebagai tempat pendidikan agama, pengajian umum, tempat pertemuan (musyawarah) dan bahkan sebagai tempat pengendalian pemerintahan pada masa kerasulan Nabi Muhammad Saw, kemudian dilanjutkan oleh para khalifah dan kerajaan yang dipimpin oleh Sultan hingga berabad abad lamanya.

Masjid Agung terletak di Jl. Pangeran Diponegoro, Kelurahan Madras Hulu, Medan Polonia, Kota Medan, Sumatera Utara, 20152. Secara umum, pembangunan gedung Masjid Agung mempunyai item pekerjaan yang saling berkesinambungan antara satu dengan yang lainnya yaitu pekerjaan pondasi, pekerjaan kolom, dan pekerjaan plat lantai.

Peran pondasi pada pembangunan struktur awal pada gedung menjadi sangat penting karena pemilihan jenis pondasi yang sesuai akan memperlancar proses pekerjaan gedung tersebut, sehingga diperlukan perencanaan yang baik. Perencanaan yang baik tidak hanya merencanakan dari segi teknis, tetapi banyak faktor yang perlu diperhatikan dan ditinjau kembali agar perencanaan jenis pondasi yang akan digunakan tersebut dapat direncanakan secara optimal dan efisien.

Pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan pondasi yang mudah dilakukan di lapangan akan mempengaruhi waktu penyelesaian pekerjaan dan biaya yang dikeluarkan pada pekerjaan pondasi tersebut, sehingga “pemilihan penggunaan jenis pondasi berdasarkan mutu pekerjaan, metode pelaksanaan, durasi pekerjaan dan biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan tersebut menjadi sangat penting diperhatikan” guna mendapatkan perencanaan yang baik, optimal dan efisien.

Adapun 2 metode pelaksanaan pondasi yang digunakan pada proyek Masjid agung yaitu :

1. Metode pondasi *bore pile*, metode ini sering disebut dengan metode pondasi konvensional karena pelaksanaannya langsung dilakukan di lokasi tempat. Metode ini baik digunakan, mengingat Masjid Agung berada di tengah atau di antara gedung lainnya seperti (di sebelah kiri Sogo, sebelah kanan kantor Gubernur dan di belakang Sun Plaza), agar terjauhi dari kebisingan dan getaran pada saat proses pelaksanaan dan juga tidak ada resiko kenaikan muka tanah serta kedalaman tiang dapat divariasikan.
2. Metode pondasi *spun pile*, metode ini disebut dengan metode pabrikasi yang memiliki banyak kelebihan dalam penggunaannya seperti pembuatan menggunakan sistem pabrikasi, maka mutu beton terjamin, bisa mencapai daya dukung tanah yang paling keras, daya dukung tidak hanya dari ujung tiang, tetapi juga lekatan pada sekeliling tiang, pada penggunaan tiang kelompok atau grup (satu beban tiang ditahan oleh dua atau lebih tiang), daya dukungnya sangat kuat.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun beberapa permasalahan yang akan timbul dalam pembahasan ini yaitu:

1. Dari kedua alternatif yaitu pondasi *spun pile* dan pondasi *bore pile*, manakah yang lebih ekonomis ditinjau dari segi biaya pelaksanaan?
2. Dari kedua alternatif yaitu pondasi *spun pile* dan pondasi *bore pile*, manakah yang lebih cepat ditinjau dari segi waktu pelaksanaan?

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah untuk membandingkan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pekerjaan pondasi *spun pile* dengan pondasi *bore pile*.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui apakah biaya dan waktu pelaksanaan yang direncanakan memiliki efisiensi yang sama atau tidak.

1.4. Batasan Masalah

Untuk mengarahkan penulis agar studi dan permasalahan yang dikaji lebih mendetail dan sesuai dengan judul dan tujuan penulisan Tugas Akhir ini, maka penulis membatasi masalah yang akan dibahas berikut ini:

1. Penulis akan membahas perbandingan pondasi *bore pile* dan *spun pile* seksi 11, 12, 13 dengan asumsi beban yang diterima dari satu grup *bore pile* dan *spun pile* menerima beban yang sama. Penulis akan menganalisis pada 6 lokasi karena pekerjaan *bore pile* dengan asumsi menerima beban yang sama terhadap perbandingan *spun pile* tidak banyak.

2. Untuk analisis harga satuan mengacu pada data proyek dan nilai koefisien berpedoman pada JDIH Kementerian PUPR terlampir.
3. Sementara untuk uraian pekerjaannya penulis tidak membahas pemotongan tiang dan galian tanah dan penulis tidak membahas biaya dan waktu untuk pekerjaan kekuatan tiang pancang.
4. Alasan mengapa peneliti mengambil seksi 11, 12, 13 karena pada lokasi 11,12 dan 13 ini untuk studi kasus pelaksanaan *bore pile* lebih mendominasi pada seksi 11.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan laporan ini adalah :

1. Bermanfaat bagi perencana maupun kontraktor sebagai kajian dalam melaksanakan pekerjaan pondasi khususnya konstruksi gedung untuk tempat dengan permasalahan yang hampir sama.
2. Bermanfaat bagi penyusun sebagai pemanfaatan ilmu selama penyusunan laporan dan sebagai tambahan ilmu pengetahuan serta sebagai referensi bagi pembaca lain.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terdiri dari 5 bab dimana sistematika penulisan yang diterapkan dalam tugas akhir ini menggunakan urutan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, identifikasi masalah, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan dan ruang lingkup masalah, sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan dibahas teori-teori untuk menyelesaikan permasalahan yang ada yang mencakup rumus-rumus yang digunakan dan asumsi-asumsi yang dipakai.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi diagram alir masing-masing metoda yang digunakan serta uraian pendukung tentang nilai-nilai perancangan akhir yang akan dibandingkan.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Bab ini akan dibahas mengenai metode pelaksanaan pekerjaan *spun pile* dan *bore pile*, analisis biaya yang dibutuhkan pondasi *spun pile* dan *bore pile* dan analisis waktu yang dibutuhkan pondasi *spun pile* dan *bore pile*.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari pembahasan yang dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Setiap proyek memiliki tujuan khusus, dan dalam proses pencapaian tujuan tersebut ada tiga konstrain yang harus dipenuhi, yang dikenal dengan Trade-off Triangle atau Triple Constraint. Triple Constraint adalah usaha pencapaian tujuan berdasarkan tiga batasan berikut :

a. Tepat biaya

Proyek harus dikerjakan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran, baik biaya setiap item pekerjaan, periode pelaksanaan maupun biaya total sampai akhir proyek.

b. Tepat waktu

Proyek harus dikerjakan dengan waktu sesuai dengan jadwal pelaksanaan proyek (*schedulue*) yang telah direncanakan, yang ditunjukkan dalam bentuk prestasi pekerjaan (*work progres*).

c. Tepat mutu

Mutu produk atau disebut sebagai kinerja (*performance*), harus memenuhi spesifikasi dan kriteria dalam taraf yang diisyaratkan oleh pemilik.

Ketiga hal tersebut merupakan parameter penting bagi penyelenggaraan proyek yang seiring diasosiasikan sebagai sasaran proyek. Manajemen proyek dikatakan berhasil jika sasaran tersebut tercapai.

2.1. Pengertian Manajemen Biaya

Manajemen adalah kemampuan untuk memperoleh hasil dalam rangka pencapaian tujuan melalui kegiatan sekelompok orang. Untuk itu, tujuan perlu ditetapkan terlebih dahulu, sebelum melibatkan sekelompok orang yang mempunyai kemampuan atau keahlian dalam rangka pencapaian tujuan yang telah ditetapkan. Dengan kata lain, manajemen berfungsi, untuk melaksanakan semua kegiatan yang diperlukan dalam pencapaian tujuan dengan batas-batas tertentu. (Widiasanti, Irika & Lenggogeni. 2013).

Manajemen biaya proyek (*project cost management*) adalah pengendalian proyek untuk memastikan penyelesaian proyek sesuai dengan anggaran biaya yang telah disetujui. Hal-hal utama yang perlu diperhatikan dalam manajemen biaya proyek adalah sebagai berikut (Biemo W. Soemardi, dkk).

2.1.1. Perencanaan sumber daya

Perencanaan sumber daya merupakan proses untuk menentukan sumber daya dalam bentuk fisik (manusia, peralatan, material) dan kuantitasnya yang diperlukan untuk melaksanakan aktivitas proyek. Proses ini sangat berkaitan erat dengan proses estimasi biaya.

2.1.2. Estimasi Biaya

Estimasi biaya adalah proses untuk memperkirakan biaya dari sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Bila proyek dilaksanakan melalui sebuah kontrak, perlu dibedakan antara estimasi biaya dengan nilai kontrak. Estimasi biaya melibatkan perhitungan kuantitatif dari biaya-biaya yang muncul untuk menyelesaikan proyek.

Sedangkan nilai kontrak merupakan keputusan dari segi bisnis di mana perkiraan biaya yang didapat dari proses estimasi merupakan salah satu pertimbangan dari keputusan yang diambil.

2.1.3. Penganggaran Biaya

Penganggaran biaya adalah proses membuat alokasi biaya untuk masing-masing aktivitas dari keseluruhan biaya yang muncul pada proses estimasi. Dari proses ini didapatkan cost baseline yang digunakan untuk menilai kinerja proyek.

2.1.4. Pengendalian Biaya

Pengendalian biaya dilakukan selama proyek berlangsung untuk mendeteksi apakah biaya aktual pelaksanaan proyek menyimpang dari rencana atau tidak. Semua penyebab penyimpangan biaya harus terdokumentasi dengan baik sehingga langkah-langkah perbaikan dapat dilakukan.

2.2. Pengertian Manajemen Waktu

Manajemen waktu proyek (project time management) adalah proses merencanakan, menyusun, dan mengendalikan jadwal kegiatan proyek, di mana dalam perencanaan dan penjadwalannya telah disediakan pedoman yang spesifik untuk menyelesaikan aktivitas proyek dengan lebih cepat dan efisien (Clough dan Sears, 1991). Ada lima proses utama dalam manajemen waktu proyek (Biemo W. Soemardi, dkk), yaitu: I-18

2.2.1. Pendefinisian Aktivitas

Merupakan proses identifikasi semua aktivitas spesifik yang harus dilakukan dalam rangka mencapai seluruh tujuan dan sasaran proyek (project deliverables). Dalam proses ini dihasilkan pengelompokan semua aktivitas yang menjadi ruang

lingkup proyek dari level tertinggi hingga level yang terkecil atau disebut Work Breakdown Structure (WBS).

2.2.2. Urutan Aktivitas

Proses pengurutan aktivitas melibatkan identifikasi dan dokumentasi dari hubungan logis yang interaktif. Masing-masing aktivitas harus diurutkan secara akurat untuk mendukung pengembangan jadwal sehingga diperoleh jadwal yang realistik. Dalam proses ini dapat digunakan alat bantu komputer untuk mempermudah pelaksanaan atau dilakukan secara manual. Teknik secara manual masih efektif untuk proyek yang berskala kecil atau di awal tahap proyek yang berskala besar, yaitu bila tidak diperlukan pendetailan yang rinci.

2.2.3. Estimasi Durasi Aktivitas

Estimasi durasi aktivitas adalah proses pengambilan informasi yang berkaitan dengan lingkup proyek dan sumber daya yang diperlukan yang kemudian dilanjutkan dengan perhitungan estimasi durasi atas semua aktivitas yang dibutuhkan dalam proyek yang digunakan sebagai input dalam I-19 pengembangan jadwal. Tingkat akurasi estimasi durasi sangat tergantung dari banyaknya informasi yang tersedia.

2.2.4. Pengembangan Jadwal

Pengembangan jadwal berarti menentukan kapan suatu aktivitas dalam proyek akan dimulai dan kapan harus selesai. Pembuatan jadwal proyek merupakan proses iterasi dari proses input yang melibatkan estimasi durasi dan biaya hingga penentuan jadwal proyek.

2.2.5. Pengendalian Jadwal

Penjadwalan proyek konstruksi merupakan alat untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh suatu kegiatan dalam penyelesaian. Di samping itu, juga sebagai alat untuk menentukan kapan mulai dan selesainya kegiatan-kegiatan tersebut. Perencanaan penjadwalan pada proyek konstruksi, secara umum terdiri dari penjadwalan waktu, tenaga kerja, peralatan, material, dan keuangan. Ketepatan penjadwalan dalam pelaksanaan proyek sangat berpengaruh pada terhindarnya banyak kerugian, misalnya pembengkakan biaya konstruksi, keterlambatan penyerahan proyek, dan perselisihan atau klaim. Beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penjadwalan antara lain sebagai berikut :

- A. Bagi pemberi tugas atau pemilik yaitu :
 - 1. Pengetahuan mengenai waktu awal dan akhir suatu proyek;
 - 2. Dapat mengevaluasi dan menilai akibat perubahan waktu penyelesaian dan biaya proyek;
 - 3. Dapat merencanakan cashflow atau arus kas proyek.
 - B. Sementara, bagi pemberi jasa konstruksi, selain manfaat yang sama dengan pemberi tugas, juga bermanfaat untuk :
 - 1. Dapat merencanakan kebutuhan material, peralatan, dan tenaga kerja;
 - 2. Dapat mengatur waktu keterlibatan subkontraktor Keterlambatan Proyek.
- (Widiasanti, Irika & Lenggogeni. 2013).

2.2.6. Pengertian Kurva S

Kurva S adalah hasil plot dari *Barchart*, bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam jangka waktu pengamatan progres melaksanakan proyek (Callahan. 1992). Definisi lain, Kurva S adalah grafik yang

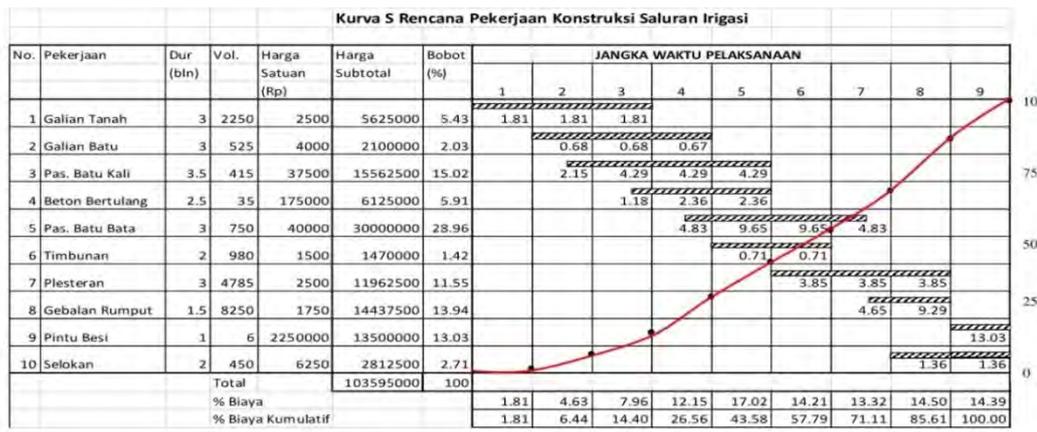
dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (*progres*) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu (Soeharto, 1997). Kurva S dapat menunjukkan kemampuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipersentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana (Husen, 2011)

Dari beberapa definisi diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa kegunaan dari kurva S adalah sebagai berikut.

1. Untuk menganalisis kemajuan/progres suatu proyek secara keseluruhan.
2. Untuk mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek.
3. Untuk mengontrol penyimpangan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan kurva S rencana dengan Kurva S actual (Iman Soeharto, 1998).

Langkah pembuatan kurva S :

1. Mencari persentase bobot biaya setiap pekerjaan
2. Membagi persentase bobot biaya pekerjaan pada durasi
3. Menjumlahkan persentase bobot biaya pekerjaan pada setiap lajur waktu
4. Membuat kumulatif dari persentase bobot biaya pekerjaan pada lajur persentase kumulatif bobot biaya
5. Membuat Kurva S berdasarkan persentase kumulatif bobot biaya



Gambar 2.1 Kurva S

(Sumber : *Widiasanti, Irika & Lenggogeni. 2013*).

2.3. Pengertian keterlambatan

Pengertian keterlambatan menurut Ervianto (1998) adalah sebagai waktu pelaksanaan yang tidak dimanfaatkan sesuai dengan rencana kegiatan sehingga menyebabkan satu atau beberapa kegiatan mengikuti menjadi tertunda atau tidak diselesaikan tepat sesuai jadwal yang telah direncanakan. Keterlambatan proyek dapat disebabkan dari kontraktor maupun berasal dari owner. Keterlambatan juga dapat terjadi tetapi tidak disebabkan kedua pihak tersebut. Keterlambatan proyek konstruksi berarti bertambahnya waktu pelaksanaan penyelesaian proyek yang telah direncanakan dan tercantum dalam dokumen kontrak. Penyelesaian pekerjaan tidak tepat waktu merupakan kekurangan dari tingkat produktivitas dan sudah barang tentu kesemuanya ini akan mengakibatkan pemborosan dalam pembiayaan, baik berupa pembiayaan langsung yang dibelanjakan untuk proyek-proyek pemerintah, maupun berwujud pembengkakan investasi dan kerugian-kerugian pada proyek-proyek swasta. Keterlambatan proyek seringkali menjadi sumber perselisihan dan tuntutan antara pemilik dan kontraktor, sehingga akan menjadi sangat mahal nilainya, baik ditinjau dari sisi kontraktor maupun pemilik.

Kontraktor akan terkena denda penalti sesuai dengan kontrak. Di samping itu, kontraktor juga akan mengalami tambahan biaya overhead selama proyek masih berlangsung. Dari sisi pemilik, keterlambatan proyek akan membawa dampak pengurangan pemasukan karena penundaan pengoperasian fasilitasnya. Keterlambatan penyelesaian proyek dapat dihindari atau dikurangi apabila pengkajian jadwal proyek dilakukan dengan baik. Peran aktif manajemen merupakan salah satu kunci utama keberhasilan pengelolaan proyek.

2.3.1. Penyebab keterlambatan

Karakteristik proyek konstruksi adalah kompleksitasnya, terutama yang berkaitan dengan waktu pelaksanaan pekerjaan. Hampir selalu terdapat kondisi-kondisi yang mempengaruhi waktu pelaksanaan pekerjaan dilapangan. Dan menjadi tugas MK untuk merumuskan secara adil apakah keterlambatan yang terjadi merupakan akibat dari kelalaian salah satu pihak yang berkontrak atau akibat netral lainnya yang berada diluar kendali kedua belah pihak. Penilaian keterlambatan pekerjaan dan klaim perpanjangan waktu merupakan hal yang tidak mudah untuk dilakukan. Dibutuhkan pengalaman dan pengetahuan teknis dalam menilai dan memutuskan sebab-sebab keterlambatan, dampaknya terhadap durasi waktu pekerjaan, dan kepada siapakah risiko atas keterlambatan tersebut dibebankan.

Berdasarkan sumbernya, maka sebab keterlambatan dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) yaitu:

- a. Keterlambatan yang disebabkan oleh kelalaian kontraktor (*contractor's fault*)
- b. Keterlambatan yang disebabkan kelalaian pemilik proyek/konsultan (*employer's/consultant's*)

c. Keterlambatan diluar kendali oleh kedua belah pihak (*neuturaldelay*)

Macam-macam keterlambatan yang mana diberikan kompensasi perpanjangan waktu kepada kontrak antara lain:

- a. Terjadinya perubahan pekerjaan (*variation*) kecuali apabila sebuah penyesuaian terhadap waktu penyelesaian telah disetujui;
- b. Keterlambatan disebabkan oleh hal-hal yang memberikan hak perpanjangan waktu pelaksanaan sebagaimana diatur dalam kontrak;
- c. Kondisi iklim yang ekstrem;
- d. Kelengkapan sumber daya (manusia dan material) yang sebelumnya tidak diperkirakan yang disebabkan oleh wabah atau kebijakan pemerintah; atau
- e. Keterlambatan apa pun yang disebabkan oleh pemilik proyek, peronel konsultan MK, atau oleh kontraktor lain yang dibawa oleh pemilik proyek.

Apabila kontraktor merasa berhak untuk memperoleh perpanjangan waktu pelaksanaan, maka kontraktor harus memberikan pemberitahuan tertulis kepada MK perihal klaim kontraktor. Konsultan MK bertugas untuk mengevaluasi klaim tersebut dan memberikan keputusan terkait perpanjangan waktu tersebut.

Kontraktor juga memiliki kewajiban untuk memberitahukan kepada konsultan MK perihal kemungkinan keterlambatan waktu selesainya pekerjaan apabila gambar atau instruksi tertentu belum diberikan kepada kontraktor dalam kurun waktu tertentu. Pemberitahuan ini harus dibuat tertulis dan berisi detail gambar atau instruksi yang diperlakukan segera, penjelasan mengapa dan kapan gambar atau instruksi itu diperlakukan, serta detail akibat dan potensi kerugian apabila gambar atau intruksi tersebut terlambat diberikan.

Apabila kontraktor mengalami keterlambatan dan/atau kerugian biaya sebagai akibat kelalaian konsultan MK dalam memberikan gambar atau instruksi yang diperlukan pada waktunya, maka kontraktor harus memberikan pemberitahuan tertulis lanjutan kepada konsultan MK dan berhak atas klaim:

- a. Perpanjangan waktu (apabila penyelesaian pekerjaan akan terlambat) dan
- b. Pembayaran sebagai ganti rugi biaya kontraktor.

2.4. Dampak Keterlambatan

Keterlambatan proyek akan menimbulkan kerugian pada pihak kontraktor, konsultan dan owner, yaitu:

1) Pihak kontraktor.

Keterlambatan penyelesaian proyek berakibat naiknya biaya, karena bertambah panjangnya waktu pelaksanaan. Biaya overhead meliputi biaya untuk perusahaan secara keseluruhan, terlepas ada tidaknya kontrak yang sedang ditangani.

2) Pihak konsultan.

Konsultan akan mengalami kerugian waktu, serta akan terlambat dalam mengerjakan proyek yang lainnya, jika pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan penyelesaian

3) Pihak owner.

Keterlambatan proyek pada pihak pemilik / owner, berarti kehilangan penghasilan dari bangunan yang seharusnya sudah dapat digunakan atau disewakan. Apabila pemilik adalah pemerintah, untuk fasilitas umum misalnya rumah sakit tentunya keterlambatan akan merugikan pelayanan kesehatan masyarakat, atau merugikan program pelayanan yang telah disusun. Kerugian ini tidak dapat dinilai dengan

uang yang tidak dapat dibayar kembali, sedangkan apabila pihak pemilik adalah non pemerintah, misalnya pembangunan gedung, pertokoan, atau hotel, tentu jadwal

2.5. Pondasi

2.5.1. Pengertian pondasi

Pondasi tiang adalah suatu konstruksi pondasi yang mampu menahan gaya orthogonal ke sumbu tiang dengan cara menyerap lenturan. Pondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat dibawah konstruksi, dengan tumpuan pondasi (*Nakazawa Kazuto, 1983*).

Pondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Pondasi jenis ini dapat juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama pada bangunan -bangunan tingkat yang dipengaruhi oleh gaya-gaya penggulingan akibat beban angin. Tiang-tiang juga digunakan untuk mendukung bangunan dermaga. Pada bangunan ini, tiang-tiang di pengaruhi oleh gaya-gaya benturan kapal dan gelombang air (*H.C.Hardiyatmo, 2002*).

Pondasi tiang digunakan untuk beberapa maksud, antara lain :

1. Untuk meneruskan beban bangunan yang terletak diatas air atau tanah lunak, ke tanah pendukung yang kuat;
2. Untuk meneruskan beban ke tanah yang relatif lunak sampai kedalaman tertentu sehingga bangunan mampu memberi dukungan yang cukup untuk mendukung beban tersebut oleh gesekan dinding tiang dengan tanah disekitarnya;

3. Untuk mengangker bangunan yang dipengaruhi oleh gaya angkat ke atas akibat tekanan hidrostatik atau momen penggulingan;
4. Untuk menahan gaya-gaya horizontal dan gaya yang arahnya miring;
5. Untuk memadatkan tanah pasir; sehingga kapasitas dukung tanah tersebut bertambah.
6. Untuk mendukung pondasi bangunan yang permukaan tanahnya mudah tergerus air (*H.C.Hardiyatmo, 2002*).

2.5.2. Macam-Macam Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Klasifikasi pondasi dibagi 2 (dua) yaitu :

1. Pondasi dangkal

Pondasi dangkal adalah pondasi yang mendukung beban secara langsung seperti ;

- a. Pondasi telapak yaitu pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom.
- b. Pondasi memanjang yaitu pondasi yang digunakan untuk mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat sehingga bila dipakai pondasi telapak sisinya akan terhimpit satu sama lainnya.
- c. Pondasi rakit (*raft pondation*) yaitu pondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan bila susunan kolom-kolom jaraknya sedemikian dekat disemua arahnya, sehingga bila dipakai pondasi telapak, sisi-sisinya berhimpit satu sama lainnya.

2. Pondasi dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak jauh dari permukaan, seperti :

- a. Pondasi sumuran (*pie fondation*) yaitu pondasi yang merupakan peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang, digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relative dalam, dimana pondasi sumuran nilai kedalaman (D_f) di bagi lebarnya (B) ≥ 4 sedangkan pondasi dangkal $D_f < 1$.
- b. Pondasi tiang (*pile pondation*), digunakan bila tanah pondasi bila kedalaman yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Pondasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dan lebih panjang dibagi dengan pondasi sumuran.
- c. Pondasi bor (*bore pile*) adalah bentuk Pondasi Dalam yang dibangun di dalam permukaan tanah dengan kedalaman tertentu. Pondasi di tempatkan sampai ke dalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lobang yang dibor dengan alat khusus. Setelah mencapai kedalaman yang disyaratkan, kemudian dilakukan pemasangan kesing/begisting yang terbuat dari plat besi, kemudian dimasukkan rangka besi pondasi yang telah dirakit sebelumnya, lalu dilakukan pengecoran terhadap lobang yang sudah di bor tersebut. Pekerjaan pondasi ini tentunya dibantu dengan alat khusus, untuk mengangkat kesing dan rangka besi. Setelah dilakukan pengecoran kesing tersebut dikeluarkan kembali.

2.6. Pondasi *spun pile*

Pondasi pancang adalah suatu konstruksi pondasi yang mampu menahan gaya vertikal ke sumbu tiang dengan cara menyerap lenturan.

Pondasi tiang digunakan untuk suatu bangunan yang tanah dasar dibawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang diterimanya atau apabila tanah

pendukung yang mempunyai daya dukung yang cukup letaknya sangat dalam. Pondasi tiang ini berfungsi untuk menyalurkan beban – beban yang diterimanya dari konstruksi di atasnya kelapisan tanah yang lebih dalam.

Teknik pemasangan pondasi tiang dapat dilakukan dengan pemancangan tiang-tiang baja/beton pracetak atau dengan membuat tiang-tiang beton bertulang yang langsung dicor di tempat (*cast in place*), yang sebelumnya telah dibuatkan lubang terlebih dahulu.

2.6.1. Penggolongan Pondasi Tiang Pancang

Pada perencanaan pondasi, pemilihan jenis pondasi tiang pancang untuk berbagai jenis keadaan tergantung pada banyak variabel. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan di dalam pemilihan tiang pancang antara lain type dari tanah dasar yang meliputi jenis tanah dasar dan ciri - ciri topografinya, alasan teknis pada waktu pelaksanaan pemancangan dan jenis bangunan yang akan dibangun. Pondasi tiang dapat digolongkan berdasarkan material yang digunakan dan berdasarkan cara penyaluran beban yang diterima tiang ke dalam tanah.

1. Tiang pancang kayu

Pemakaian tiang pancang kayu adalah cara tertua dalam penggunaan tiang pancang sebagai pondasi. Tiang pancang kayu dibuat dari batang pohon dan biasanya diberi bahan pengawet. Pada pemakaian tiang pancang kayu tidak diizinkan untuk menahan beban lebih tinggi dari 25 sampai 30 ton untuk setiap tiang. Tiang kayu akan tahan lama apabila tiang kayu tersebut dalam keadaan selalu terendam penuh di bawah muka air tanah dan akan lebih cepat busuk jika dalam keadaan kering dan basah yang selalu berganti - ganti.

Tiang pancang kayu tidak tahan terhadap benda - benda agresif dan jamur yang bisa menyebabkan pembusukan.

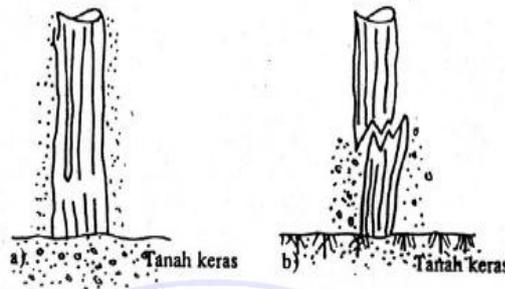
- Keuntungan pemakaian tiang pancang kayu adalah sebagai berikut :

- a. Tiang pancang dari kayu relative ringan sehingga mudah dalam transport.
- b. Kekuatan tarik besar sehingga pada waktu pengangkatan untuk pemancangan tidak menimbulkan kesulitan seperti misalnya pada tiang pancang beton precast.
- c. Mudah untuk pemotongannya apabila tiang kayu ini sudah tidak dapat masuk lagi ke dalam tanah.
- d. Tiang pancang kayu ini lebih sesuai/baik untuk friction pile daripada untuk end bearing pile sebab tekanannya relative kecil.
- e. Karena tiang pancang kayu ini relative flexible dan lenting terhadap arah horizontal dibandingkan dengan tiang-tiang pancang selain dari kayu, maka apabila tiang ini menerima beban horizontal yang tidak tetap, tiang pancang kayu ini akan melentur dan segera kembali ke posisi setelah beban horizontal itu hilang. Hal ini sering terjadi pada dermaga-dermaga di mana mendapat tekanan ke samping dari kapal-kapal (perahu-perahu).

- Kerugian pemakaian tiang pancang kayu adalah sebagai berikut :

- a. Karena tiang pancang ini harus selalu terletak di bawah air tanah yang terendah agar dapat tahan lama, maka kalau air tanah yang terendah tersebut letaknya sangat dalam. Hal ini akan menambah biaya untuk penggalian.
- b. Tiang pancang yang terbuat dari kayu mempunyai umur yang relatif kecil dibandingkan dengan tiang pancang yang dibuat dari baja atau beton, terutama pada daerah yang tinggi air tanahnya sering naik turun.

- c. Pada waktu pemancangan pada tanah yang berbatu (gravel) ujung tiang pancang kayu ini dapat berbentuk seperti sapu (lihat gambar 1a). Atau dapat pula ujung tiang tersebut dapat merenyuk seperti terlihat gambar 1b.



Gambar 2.2 Tiang pancang kayu

(Sumber : Ir. Sardjono HS, 1991)

Apabila tiang kayu tersebut kurang lurus, maka pada waktu di pancangkan akan menyebabkan penyimpangan terhadap arah yang di tentukan.

- d. Tiang pancang kayu tidak tahan terhadap benda-benda yang agresip dan jamur yang menyebabkan pembusukan.
2. Tiang pancang beton

Tiang pancang beton terbuat dari bahan beton bertulang yang terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

- a. Tiang pancang beton bertulang (*Precast reinforced concrete pile*)

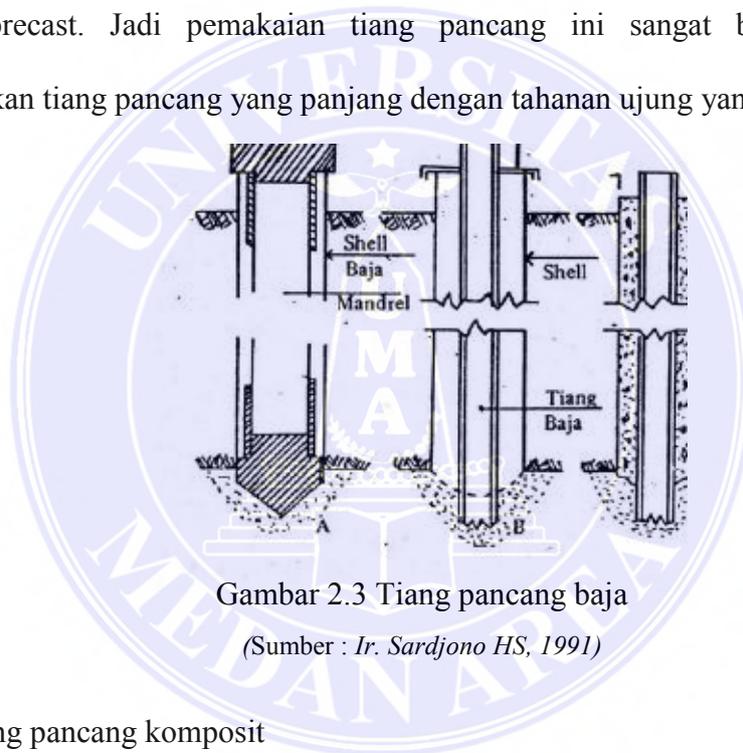
Precast reinforced concrete pile adalah tiang pancang dari beton bertulang yang dicetak dan dicor dalam acuan beton (*bekisting*), kemudian setelah cukup kuat atau keras lalu diangkat dan dipancangkan. Tiang pancang beton ini dapat memikul beban lebih besar dari 50 ton untuk setiap tiang, tetapi tergantung pada dimensinya. Penampang *precast reinforced concrete pile* dapat berupa lingkaran, segi empat dan segi delapan.

b. Tiang pancang beton prategang (*Precast prestressed concrete pile*)

Precast prestressed concrete pile adalah tiang pancang dari beton prategang yang menggunakan baja dan kabel kawat sebagai gaya prategangnya.

3. Tiang pancang baja

Jenis tiang pancang baja ini biasanya berbentuk profil H. karena terbuat dari baja maka kekuatan dari tiang ini adalah sangat besar sehingga dalam transport dan pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah seperti pada tiang pancang beton precast. Jadi pemakaian tiang pancang ini sangat bermanfaat jika dibutuhkan tiang pancang yang panjang dengan tahanan ujung yang besar.



Gambar 2.3 Tiang pancang baja
(Sumber : Ir. Sardjono HS, 1991)

4. Tiang pancang komposit

Yang dimaksud dengan composite pile ini adalah tiang pancang yang terdiri dari dua bahan yang berbeda yang bekerja bersama - sama sehingga merupakan satu tiang. Composite pile ini dapat berupa beton dan kayu maupun beton dan baja.

2.7. Pondasi *Bore pile*

Pondasi *Bore pile* adalah jenis pondasi dalam yang berbentuk tabung, yaitu berfungsi meneruskan beban struktur bangunan di atasnya dari permukaan tanah

sampai lapisan tanah keras di bawahnya. Pondasi *bore pile* memiliki fungsi yang sama dengan pondasi tiang pancang atau pondasi dalam lainnya. Perbedaan di antara keduanya adalah pada cara pelaksanaan pengerjaannya. Jasa pelaksanaan pondasi *bore pile* diawali dari pembuatan lubang di tanah dengan cara tanah di bor terlebih dahulu kemudian penginstalan besi tulangan ke dalam lubang yang dilanjutkan dengan pengecoran *bore pile* dengan tremi. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran beton.

2.7.1 Alat *bore pile* mini crane

Dengan menggunakan alat/mesin bor mini crane bisa dilakukan pengeboran dengan diameter 30 cm sampai 60 cm dengan pilihan kedalaman 6 meter sampai 24 meter bahkan lebih . yaitu dengan cara menggunakan wash boring/bor basah. Wash boring membutuhkan air yang cukup banyak untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan *bore pile*.

Dalam bangunan gedung, jembatan, tower dan bangunan lainnya yang di dirikan tentunya membutuhkan pondasi yang kuat dan kokoh. Apabila kondisi tanah di permukaan tidak mampu menahan beban bangunan, maka beban harus dilanjutkan ke lapisan tanah keras di bawahnya memakai konstruksi pondasi dalam berupa tiang pancang atau *bore pile*.

Pondasi tiang pancang sering dipakai pada lahan yang luas dimana getaran yang ditimbulkan pada saat pengerjaan pemancangan tidak mengganggu lingkungan sekitarnya, namun jika bangunan tersebut di dirikan di lokasi yang dekat bangunan yang ada di sekitar, maka getaran yang ditimbulkan akan menjadi sebuah kendala, karena dalam pelaksanaanya sangat mengganggu dan dapat

merusak bangunan di sekitarnya. Dengan kondisi sedemikian rupa pemakaian pondasi jenis *bore pile* merupakan pilihan pondasi yang tepat. Proyek besar dimana sarana transportasinya mendukung, dalam pembuatan *bore pile* sering digunakan alat berat berupa crane. Namun untuk proyek kecil apalagi jika sarana transportasinya kurang mendukung, maka penggunaan crane sering mengalami kendala karena untuk mobilisasinya dibutuhkan dana yang cukup besar, sehingga biaya operasional menjadi tidak ekonomis lagi.

2.7.2 Keunggulan *bore pile* mini crane

Adapun yang perlu diketahui keunggulan *bore pile* mini crane sebagai berikut :

- ❖ Praktis saat mobilisasinya;
- ❖ Mudah dalam pengoperasiannya;
- ❖ Tidak Menimbulkan getaran terhadap lingkungan sekitar;
- ❖ Memenuhi syarat teknik dan spesifikasi bangunan.

Hal ini sangat penting, terutama untuk pembuatan pondasi di daerah perkotaan yang bangunannya cukup rapat dan tidak memungkinkan adanya pelaksanaan pemancangan.

2.7.3 Kemampuan mesin *bore pile* mini crane :

Adapun yang perlu diketahui kemampuan *bore pile* mini crane sebagai berikut :

- ❖ Dapat melakukan pengeboran dari diameter 30 cm sampai dengan 60 cm;
- ❖ Kedalaman dapat mencapai 24 meter atau sampai kedalaman tanah keras di daerah tersebut sesuai data soundir;

- ❖ Dapat dioperasikan dengan dua cara, sistem wash boring maupun sistem dry drilling.

2.7.4 Kecepatan pelaksanaan

Pada kecepatan pekerjaan tergantung pada beberapa faktor sebagai berikut:

- ❖ Kondisi lapisan tanah setempat;
- ❖ Lokasi kerja (bobokan pondasi lama, dan bekas instalasi lainya pada bangunan lama, dll);
- ❖ Kelancaran dropping material;
- ❖ Kesiapan pembuangan limbah hasil pengeboran.

2.7.5 Proses Pengeboran *bore pile mini crane*

Pengeboran dengan sistem bor kering/dry drilling : Tanah di bor dengan menggunakan mata bor spiral. Dengan cara memutar mata bor dan diangkat setiap interval 0,5 meter. Hal ini dilakukan berulang-ulang sampai kedalaman yang ditentukan. Pengeboran dengan sistem bor basah/wash boring : Tanah di bor dengan menggunakan mata bor cross bit ex design sesuai kebutuhan yang memiliki kecepatan putar 375 rpm dan tekanan +/- 200 kg. Jika tanah dalam keadaan mudah runtuh dapat diberi chasing sementara terlebih dahulu untuk menghindari kelongsoran dinding lubang hasil pengeboran. Pengikisan tanah dibantu dengan tembakan air lewat lubang stang bor yang dihasilkan dari pompa NS-80. Hal ini menyebabkan tanah yang terkikis menjadi lumpur dan terdorong keluar dari lubang. Setelah mencapai kedalaman sesuai rencana, pengeboran dihentikan, sementara mata bor dibiarkan berputar tetapi beban penekanan dihentikan dan air sirkulasi tetap mengalir terus sampai serpihan tanah terdorong

keluar dari lubang seluruhnya. Selama pembersihan ini berlangsung, baja tulangan dan pipa tremi sudah disiapkan di dekat lubang bor. Setelah cukup bersih, stang bor diangkat dari lubang bor. Dengan bersihnya lubang pengecoran akan mendapatkan hasil yang terbaik.

2.7.6 Pembersihan lubang bor

Tahap kedua adalah pembersihan lubang bor pile dari lumpur pekat yang terjadi. Pembersihan harus dilakukan dengan alat pembersih kusus dengan ukuran yang sesuai dengan diameter lubang bor.

2.7.7 Pemasangan besi beton dan pipa tremi

Tahap ketiga adalah pemasangan besi beton dan pipa tremi untuk pengecoran. Kerangka baja tulangan yang telah di instal diangkat dengan bantuan diesel dan power winch dalam posisi tegak lurus terhadap lubang bor dan diturunkan dengan hati-hati agar tidak terjadi banyak singgungan dengan lubang bor. Baja tulangan yang telah dimasukkan dalam lubang bor ditahan dengan potongan tulangan melintang lubang bor. Bila kebutuhan baja tulangan lebih dari 12 meter bisa dilakukan penyambungan dengan diikat dengan kawat beton dengan panjang overlap 50-60 cm atau sesuai pada gambar yang di sediakan. Setelah rangka baja tulangan terpasang, maka pipa tremi harus di masukkan kedalam lubang dengan panjang sesuai kedalaman lubang bor. Bila pada waktu pemasangan baja tulangan terjadi singgungan dan terjadi keruntuhan di dalam lubang bor, maka diperlukan pembersihan ulang dengan memasang head kombinasi diameter 6 "ke diameter 2". Dengan memompa air kedalam stang bor dan pipa tremi, maka reruntuhan dan tanah yang menempel pada besi tulangan dapat dibersihkan kembali.

2.7.8 Pengecoran *bore pile*

Tahap keempat adalah pekerjaan pengecoran *bore pile* ke dalam lubang bor. Adapun proses pengecoran *bore pile* sebagai berikut :

- ❖ Untuk memisahkan adukan beton dari lumpur limbah pengboran di awal pengecoran, maka di gunakan kantong plastik yang diisi adukan beton dan diikat dengan kawat beton kemudian digantung di bagian dalam lubang tremi satu meter kebawah dari corong pipa tremi.
- ❖ Setelah persiapan pengecoran selesai, beton slump 18+-2cm ditampung di dalam corong tremi dan ditahan oleh bola plastik yang berisi adukan beton setelah cukup penuh bola kantong plastik dilepas sehingga beton mendorong lumpur yang ada di dalam lubang tremi. Pengecoran dilakukan secara terus-menerus untuk menghindari kemacetan pada pipa tremi. Dengan sistem tremi ini pengecoran dimulai dari dasar lubang dengan mendorong air / lumpur dari bawah menuju keluar lubang.
- ❖ Setelah pipa tremi penuh dan ujung pipa tremi tertanam beton sehingga beton tidak dapat mengalir karena ada tekanan dari bawah. Untuk memperlancar adukan beton didalam pipa tremi, maka harus dilakukan hentakan-hentakan pada pipa tremi. Pipa tremi harus selalu tertanam di dalam adukan beton dan pengisian di dalam corong harus dijaga terus menerus agar corong tidak kosong.
- ❖ Pipa tremi dilepas setiap 3 meter akan tetapi ujung pipa di dalam harus dalam keadaan tertanam di dalam beton. Pengecoran dihentikan setelah adukan beton yang naik ke permukaan telah bersih dari lumpur.

- ❖ Setelah pekerjaan pengecoran selesai, semua peralatan pengecoran dibersihkan dari sisa beton dan lumpur dan disiapkan kembali untuk dipakai pada titik bor selanjutnya.

Note: slump beton untuk pengecoran *bore pile* yaitu 18 ± 2 cm supaya beton dapat mengisi lubang secara maksimal dan untuk mempermudah proses pengecoran *bore pile* atau supaya beton tidak terhenti di dalam pipa tremi.



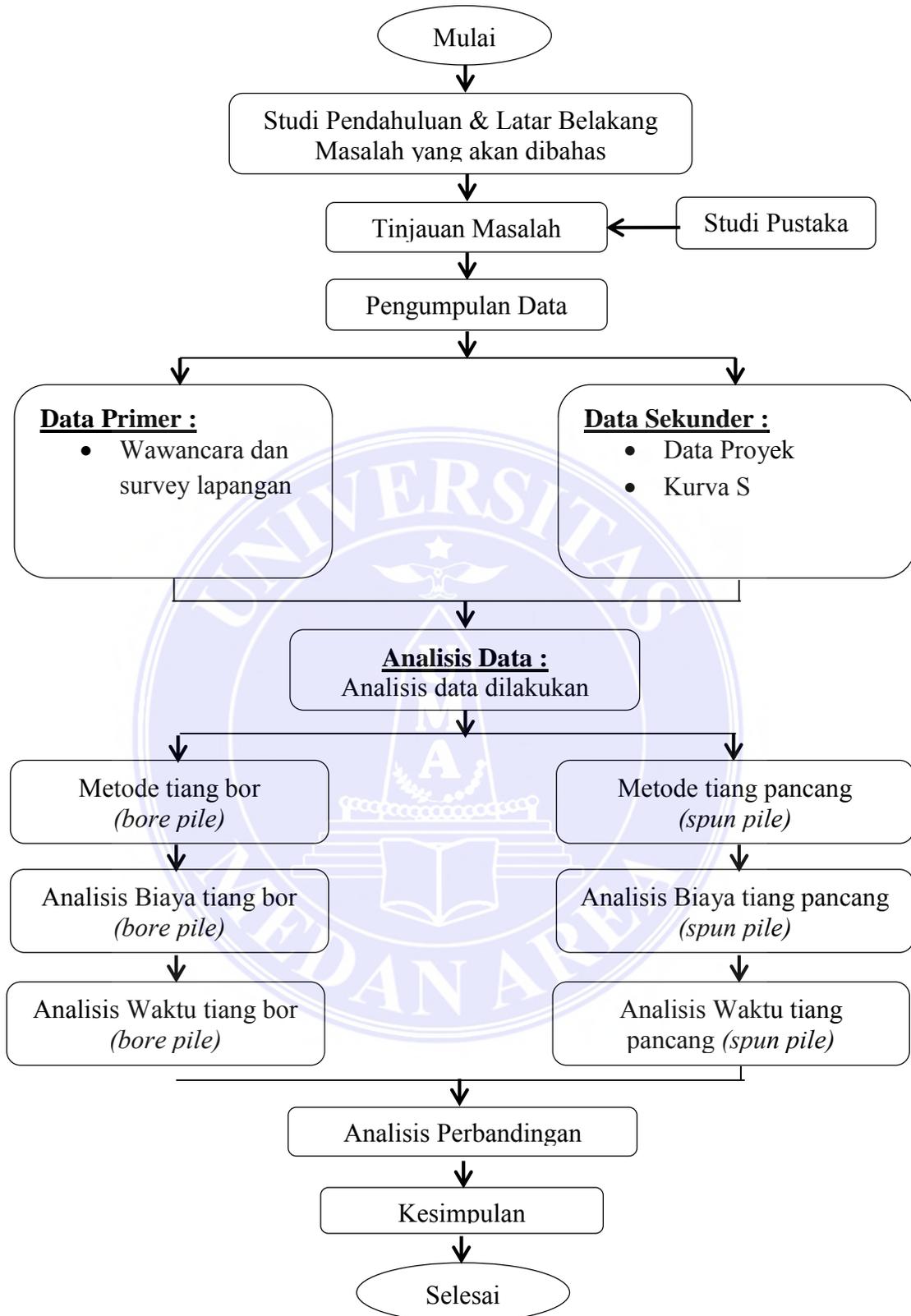
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metodologi penelitian merupakan alur pemikiran yang ditempuh dalam menentukan analisis metode dari penelitian ini. Untuk mendapat data di dalam penelitian ini digunakan teknik pengamatan langsung, analisis dan meminta data-data dari proyek. Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pondasi tiang pancang dengan pondasi tiang bor. Tahapan pertama adalah analisis biaya untuk masing-masing dari pekerjaan pondasi, dengan mengumpulkan data-data yang berupa harga satuan pekerjaan, volume pekerjaan dan metode pelaksanaan yang dipakai. Data-data tersebut diolah dan dianalisis sehingga didapatkan perbandingan biaya antara masing-masing metode pelaksanaan. Tahapan kedua adalah analisis waktu untuk masing-masing dari pekerjaan pondasi, dengan mengumpulkan data-data berupa volume pekerjaan, kemampuan tenaga kerja, kemampuan alat dan metode pelaksanaan yang dipakai. Data-data tersebut diolah dan dianalisis sehingga di dapatkan perbandingan waktu antara masing-masing metode pelaksanaan.

Hasil akhir dari olah dan analisis data yang telah dilakukan akan diketahui efisiensi biaya dan waktu dari metode pelaksanaan pondasi tiang pancang (*spun pile*) dengan metode pelaksanaan pondasi tiang bor (*bore pile*).



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

(Sumber : Hasil Olahan, 2018)

3.2. Teknik Pengambilan Data

Pada kegiatan identifikasi kebutuhan data, dilakukan penyusunan data-data apa saja yang dibutuhkan serta pendataan kontraktor yang dapat dijadikan sumber data. Data-data yang dibutuhkan ada yang berupa data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Menurut *Sukarmad (2000)*, sumber primer adalah sumber-sumber yang memberikan data langsung dari tangan pertama dan data primer dalam penelitian ini berupa pernyataan-pernyataan dari responden. Dari pengamatan ini dapat diketahui keadaan kondisi proyek pembangunan Masjid Agung.

Data Primer yang diperoleh antara lain :

- Wawancara, yaitu dengan mengadakan wawancara langsung terhadap pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek pembangunan Masjid Agung.

b. Data Sekunder

Menurut *Sukarmad (2000)*, data sekunder merupakan data yang mengutip dari sumber lain dan didapat dari perusahaan berupa sejarah perusahaan, struktur organisasi, dan hasil penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Data ini diperoleh dari tim *time control* dari PT. PP (Persero) Tbk selaku kontraktor utama.

3.3. Pengolahan Data

Dalam kegiatan ini, penulis mengelola data yang terkait dengan masalah yang ditinjau. Data-data tersebut berupa data sekunder yang didapat dari tim *time control* di proyek. Untuk dapat melakukan analisa yang baik memerlukan data-data/informasi yang lengkap dan akurat dan disertai teori dasar yang relevan. Dalam rangka pengolahan data harus melalui dua tahapan penting yaitu :

a. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap ini dilakukan penyusunan rencana yang kiranya perlu dilakukan agar diperoleh efisiensi dan efektifitas waktu dan pekerjaan. Tahap ini juga dilakukan pengamatan pendahuluan agar didapat gambaran umum dalam mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ada di lapangan. Tahap persiapan ini meliputi :

- Studi pustaka terhadap materi.
- Menentukan kebutuhan data.
- Mendata terkait yang dapat dijadikan sumber data.

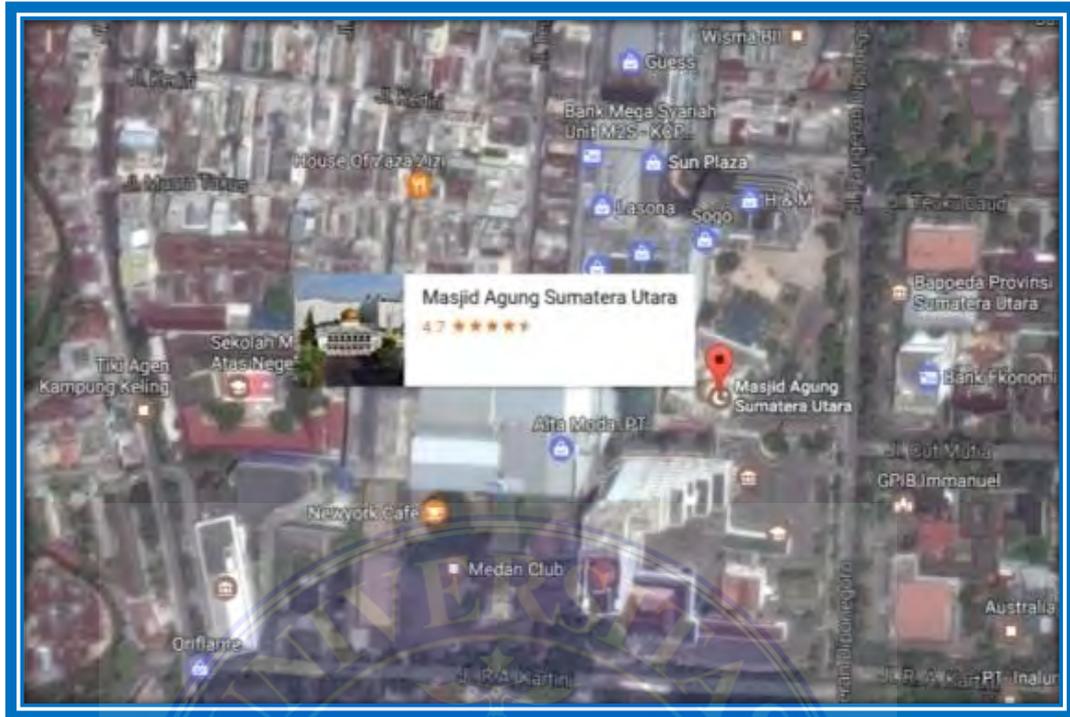
b. Tahapan Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan langkah awal setelah tahap persiapan dalam proses pelaksanaan yang sangat penting. Karena dari sini dapat ditentukan permasalahan dan rangkaian penentuan alternatif pemecahan masalah yang akan diambil.

3.4. Tempat dan Waktu Penelitian

3.4.1. Tempat Penelitian

Tempat Penelitian ini dilakukan di Proyek pembangunan Masjid Agung terletak di Jl. Pangeran Diponegoro, Kelurahan Madras Hulu, Medan Polonia, Kota Medan, Sumatera Utara, 20152.



Gambar 3.2 Lokasi proyek

(Sumber : Data Proyek, 2017)

3.4.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2018 sampai dengan bulan September 2018 yang dibagi menjadi dua tahapan. Tahap pertama yaitu melakukan observasi dan wawancara yang bertempat di lokasi proyek pembangunan. Dan tahap kedua yaitu tahap pelaksanaan yang meliputi pengolahan data yang dilakukan di Perpustakaan Universitas Medan Area.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Setelah melakukan analisa perbandingan biaya, waktu, dan metode kerja yang dibutuhkan untuk pekerjaan pondasi tiang pancang (*Spun pile*) dan pondasi tiang bor (*Bore pile*), maka didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisa biaya, didapatkan hasil keseluruhan yang diteliti (1 cap terdapat 4 *pile* dengan perbandingan 4 *bore* : 4 *spun* pada 6 lokasi berbeda) maka untuk *spun pile* membutuhkan biaya sebesar Rp. 275.198.220,83, lebih murah dibandingkan dengan *bore pile* yang sebesar Rp. 495.887.437,06 dan selisih presentase total harga sebesar 44,50%.
2. Waktu yang diperlukan untuk pekerjaan *spun pile* lebih cepat 66,67 % dari pekerjaan pondasi *bore pile*. Dengan pekerjaan *spun pile* 16 hari dan pekerjaan *bore pile* 48 hari.
3. Berdasarkan metode pelaksanaan, kedua pondasi mempunyai kendala/permasalahan yang sama-sama rumit. Kendala tiang pancang adalah saat pemesanan (harus menunggu umur tiang) dan saat pelaksanaan harus diperhatikan secara kontinu jumlah tekanan serta kedalaman tiang terutama saat *calendring*. Kendala *bore pile* adalah saat pelaksanaan selalu di cek kedalaman dan memantau keadaan tanah sekitar lubang bor (terjadi kelongsoran atau tidak).

4. Pondasi *spun pile* lebih unggul dari 3 segi yaitu biaya, waktu dan metode kerja pekerjaan dibandingkan *bore pile*. Disamping ketiga faktor tersebut, jika dari sudut pandang kontraktor, biaya yang mahal tersebut akan menambah pajak pertambahan nilai yang didapat.
5. Penggunaan *bore pile* dibutuhkan di karenakan lokasi pemancangan terhempit dengan lokasi bangunan lainnya, maka digunakan alternatif lainnya yaitu menggunakan pondasi bor.
6. Jadi kesimpulan alternatif pondasi yang paling efektif dan dapat diaplikasikan ditinjau dari segi biaya, waktu dan metode kerja adalah pondasi *spun pile* karena dilihat dari segi teknis, *spun pile* memberikan waktu, biaya yang lebih murah dari *bore pile* dan dalam pelaksanaan pekerjaan tidak meresakan ataupun mengganggu masyarakat sekitar karena pemancangan dilakukan dengan menggunakan alat HSPD (*Hydraulic Static Pile Driver*) yang dimana cara kerja pemancangan tiang dengan sistem tekan bukan hentak.

5.2. Saran

Adapaun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan observasi langsung ke lapangan untuk mendapatkan gambaran mengenai kondisi eksisting, termasuk kondisi lingkungan, sehingga penentuan pondasi dalam yang digunakan sesuai dengan kondisi setempat.
2. Saat pemesanan *spun pile* diharapkan saat pemotongan tiang tidak banyak yang dibuang agar tidak sisa.
3. Khusus *bore pile* ;

- a. Saat *excavator* tidak melakukan *loading* ke *dump truck*, dapat membantu pekerjaan lainnya, misalnya ketika pekerjaan pengeboran *excavator* bertugas untuk memindahkan material tanah agar tidak menumpuk.
 - b. Saat pemasangan pipa *tremie* harus diperhatikan konfigurasi panjang pemasangan pipa *tremie*.
 - c. Diperlukan kecermatan dalam proses pelepasan pipa *tremie*, sehingga pipa *tremie* selalu tercelup dalam adukan beton.
4. Mempertimbangkan *idle time*, hari libur, dan resiko yang dapat mempengaruhi biaya dan waktu pelaksanaan pondasi dalam.

PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES (JBI PILES) JIS. A 5335



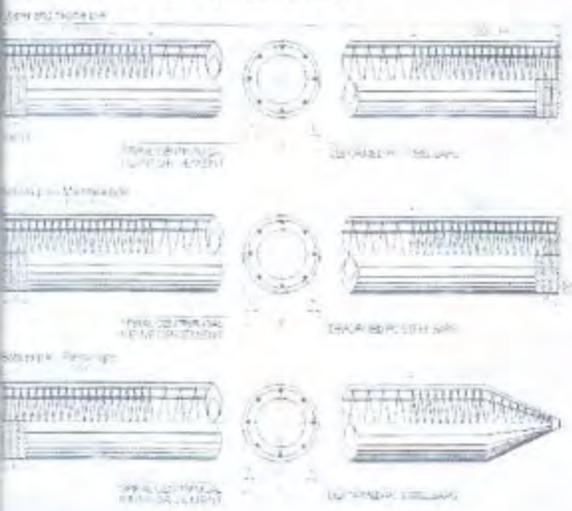
Specification of Prestressed Concrete Spun Piles. JIS A 5335

Outside diameter (mm)	Type (Class)	Thickness (mm)	Cross Section Area (cm ²)	Allowable Bearing Capacity (ton)		Cracking Bending Moment	Ultimate Bending Moment	Length (meter) & Weight (ton)								
				ACI 543	JIS A5335			7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m	15 m
300	A	60	452.4	70	46	2.5	3.8	0.82	0.94	1.06	1.18	1.29	1.41	1.53		
	3.0					5.0										
	3.5					6.3										
350	A	65	582.0	90	59	4.0	8.0	1.06	1.21	1.36	1.51	1.66	1.81	1.97	2.12	2.27
	3.5					5.2										
	4.0					7.1										
400	A	75	765.8	118	78	5.0	9.0	1.39	1.58	1.79	1.99	2.19	2.39	2.59	2.79	2.98
	5.5					8.2										
	6.0					12.0										
450	A	80	929.9	143	95	7.5	13.5	1.89	1.93	2.17	2.42	2.66	2.90	3.14	3.38	3.62
	8.0					15.5										
	8.5					19.8										
500	A	90	1,159.0	178	120	10.5	16.7	2.11	2.41	2.71	3.01	3.31	3.62	3.92	4.22	4.52
	12.5					25.0										
	15.0					27.0										
600	A	100	1,570.8	242	161	17.0	25.5	2.86	3.27	3.67	4.06	4.49	4.90	5.31	5.71	6.12
	20.0					35.3										
	25.0					45.0										
800	A	120	2,564.1	406	270	29.0	58.0	4.48	5.13	5.77	6.41	7.05	7.69	8.33	8.97	9.62
	40.7					63.8										
	48.0					91.3										
1000	A	140	3,872.0	604	402	55.7	108.2	5.62	7.57	8.51	9.46	10.41	11.35	12.30	13.24	14.19
	70.6					128.8										
	75.0					117.9										
1200	A	150	4,847.8	795	528	87.2	165.7	8.65	9.90	11.13	12.37	13.61	14.84	16.08	17.32	18.56
	105.7					199.7										
	123.6					229.9										

Concrete Strength $f'_c = 500 \text{ kg/cm}^2$ (Cylinder Test), or equivalent to K-600 (Cube Test)
 Number of PC Bar can be customized depend on technical requirement.

Construction of Prestressed Concrete Spun Piles

CONSTRUCTION OF JBI PILES



WELDED JOINT



1. On-site hot welding
2. Steel plate band
3. End Plate
4. Spiral Reinforcing
5. PC Steel Bar

Calculation Of Bearing Capacity Dynamic Formula

$$R_a = \frac{2 \cdot W \cdot H}{5 \cdot S + 0.1}$$

- R_a = Allowable Bearing Capacity (ton)
 W = Weight of Hammer (ton)
 H = Height of ram stroke (m)
 S = Final settlement of pile, determined as the average of the last 10 blows, (m)

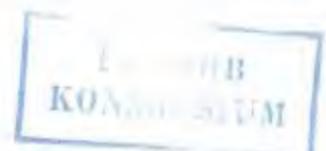
MARKETING : Jakarta Telp. (021) 590-2385 Fax. (021) 590-2383
 Medan Telp. (061) 685-0365 Fax. (061) 685-0367
 Surabaya Telp. (031) 750-7651 Fax. (031) 750-7649

DAFTAR HARGA SATUAN BAHAN

URAIAN BAHAN	Keterangan	HRG SATUAN	SATUAN
Semen portland		1,787.50	/Kç
Semen warna		14,950.00	/Kç
Beton K.100		1,029,600.00	/M.3
Beton K.175		1,072,500.00	/M.3
Beton K.225		1,144,000.00	/M.3
Beton K.250		1,215,500.00	/M.3
Beton K.300		1,358,500.00	/M.3
Beton K.500		1,716,000.00	/M.3
Pasir Pasang		208,000.00	/M.3
Pasir urug		149,500.00	/M.3
tanah timbun		123,500.00	/M.3
Bata merah 5 x 11 x 22 cm		715.00	/bh
Batako		4,550.00	/bh
Besi beton (Polos/Ulir)		11,947.00	/kg
Baja WF		14,989.00	/kg
Kawat beton		18,200.00	/kg
Paku biasa 2" - 5"		21,450.00	/kg
Dolken kayu galam Ø-8-10/4 m	(u/ Bekisting)	47,775.00	/btj
Kayu 5/7	(u/ Bekisting)	5,850,000.00	/M.3
Kayu papan 3/20	(u/ Bekisting)	5,850,000.00	/M.3
Kayu terentang	(u/ Bekisting)	5,850,000.00	/M.3
Balok kayu borneo	(u/ Bekisting)	5,850,000.00	/M.3
Plywood tebal 9 mm		214,500.00	/m ²
Gypsum board 9 mm		88,400.00	/m ²
List gypsum profil 5-10 cm		10,400.00	/m
Cornish		4,875.00	/kg
Kain Kasa		10,400.00	/roll
Rangka Furing p 4m		15,600.00	/btj
Homogenius Tile		334,431.50	/M.2
Keramik		262,600.00	/M.2
Marmer		1,365,000.00	/M.2
Riol D.60		1,105,000.00	/M
Kansteen		91,000.00	/Bt
Minyak bekisting		15,600.00	/Ltr
Formtie/ penjaga jarak bekisting/spacer		18,200.00	/Bt
concrete vibrator		23,400.00	/Jam
concrete pump		58,500.00	/m.1
waterproofing membrane		97,500.00	/m.2
waterproofing coating		45,500.00	/m.2
Cat meni		78,000.00	/Kç
Plamir		45,500.00	/Kç
Cat dasar		69,355.00	/Kç
Cat kayu/besi		78,000.00	/Kç
Cat Tembok		67,600.00	/Kç
sealer		26,000.00	/Kç
Plamir tembok		14,950.00	/Kç

DAFTAR UPAH TENAGA KERJA

DAFTAR PEKERJA	BIDANG PEKERJAAN	UPAH	
Mandor	Berlaku untuk keseluruhan	187,200.00	/or 3/hari
Kepala Tukang		175,500.00	/or 3/hari
Tukang Kayu	Pek. Rangka atap	175,500.00	/or 3/hari
Tukang batu	Pek. Pasangan batu/bata	175,500.00	/or 3/hari
Tukang besi		175,500.00	/or 3/hari
Tukang Cat	Finishing pengecatan	195,000.00	/or 3/hari
Pekerja	Berlaku untuk keseluruhan	128,700.00	/or 3/hari



DAFTAR HARGA SATUAN BAHAN

URAIAN BAHAN	Keterangan	HRG SATUAN	SATUAN
Cashing		11.250	m2
Additive		35.000	m3
Solar		10.500	liter
Oli/pelumas		40.000	liter

DAFTAR HARGA SEWA PERALATAN

URAIAN BAHAN	Keterangan	HRG SATUAN	SATUAN
Mobil crane		189.517	jam
Excavator		301.969	jam
Bar bender		23.000	jam
Bar cutter		23.000	jam
Dump truck		137.488	jam
Flat Bed truck 3t, crane 4 ton		155.214	jam
Hydraulic static pile driver		617.500	jam

JENIS PEKERJAAN
SATUAN PEMBAYARAN

:Tiang Bor Beton, Ø 500
: M1

URAIAN ANALISA HARGA SATUAN

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
I.	ASUMSI				
1	Menggunakan alat (cara mekanik)				
2	Beton berdasarkan analisa item pekerjaan ybs				
3	Baja tulangan berdasarkan analisa item ybs				
4	Jarak rata-rata Base camp ke lokasi pekerjaan	L	8.73	KM	
5	Jam kerja efektif per-hari	Tk	7.00	jam	
6	Panjang Tiang	p	13.50	M	
7	Ukuran diameter tiang bor beton	Uk	0.50	M	
8	Kebutuhan Baja tulangan	Mb	400	Kg/M3	
II.	URUTAN KERJA				
1	Pengeboran dilakukan dengan Tower Bor Pile machine				
2	Setelah selesai pengeboran dan tanahnya dibuang dimasukkan chasing				
3	Pemasukan tulangan dengan tenaga manusia				
4	Pengecoran dengan Concrete Pump				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1.	BAHAN				
1.a.	Beton K-300 = $\{1/4 \text{ Phi} \times (\text{Uk})^2\} \times 1\text{m}$	(EI-715)	0.1963	M3	
1.b.	Baja Tulangan = $\{EI-716 \times \text{Mb}\}$	(EI-731)	78.6046	Kg	
1.c.	Casing = $\text{Phi} \times \text{Uk}$		1.5708	M2	
2.	ALAT				
2.a	<u>Bore Pile Machine</u>	(E33)			
	Kapasitas	V1	2,000.00	M'	
	Faktor Efisiensi alat	Fa	0.83	-	
	Waktu siklus				
	- Waktu penggeseran dan penyetelan titik bor	T1	15.00	menit	
	- Waktu pengeboran dan pembuangan galian	T2	45.00	menit	
	- Waktu pemasangan Chasing	T3	15.00	menit	
	- Waktu pemasangan tulangan	T4	30.00	menit	
	- Waktu pengecoran	T5	45.00	menit	
	- Waktu lain-lain	T6	15.00	menit	
		Ts1	165.00	menit	
	Kap. Prod. / jam = $\frac{V1 \times Fa \times 60}{Ts1}$	Q1	603.64	M1	
	Koefisien Alat / m' = 1 : Q1	(E33)	0.0017	Jam	

2.a	<u>Concrete Pump</u>	(E30)			
	Kapasitas	V1	8.00	M3	
	Faktor Efisiensi alat	Fa	0.83	-	
	Waktu siklus				
	- Waktu pengecoran	T1	45.00	menit	
	- Waktu lain-lain	T2	15.00	menit	
		Ts2	60.00	menit	
	Kap. Prod. / jam = $\frac{V2 \times Fa \times 60}{Ts2}$	Q2	6.64	M3/jam	
		Q2	33.82	M'/jam	
	Koefisien Alat / m' = 1 : Q2	(E30)	0.0296	Jam	
2.b.	<u>ALAT BANTU</u>				
	Diperlukan alat bantu antara lain :				Lumpsum
	- alat ukur, dan lainnya				

Berlanjut ke hal. berikut.

JENIS PEKERJAAN :Tiang Bor Beton, Ø 500
SATUAN PEMBAYARAN : M1

URAIAN ANALISA HARGA SATUAN

Lanjutan

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
3.	TENAGA				
	Produksi Tiang dalam 1 titik bor = Q1	Qt	603.64	M'/jam	
	Kebutuhan tenaga tambahan di lokasi :		Pengeboran		
	- Mandor	M	1.00	orang	
	- Tukang	T	3.00	orang	
	- Pekerja	P	6.00	orang	
	Koefisien Tenaga / M' :				
- Mandor = M (L03)		0.0017	jam		
- Tukang = T (L02)		0.0050	jam		
- Pekerja = P (L01)		0.0099	jam		
4.	HARGA DASAR SATUAN UPAH, BAHAN DAN ALAT				
	Lihat lampiran.				
5.	ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN				
	Lihat perhitungan dalam FORMULIR STANDAR UNTUK PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN.				
	Didapat Harga Satuan Pekerjaan :				

Rp. 7,413,090.89 / M'

6. **MASA PELAKSANAAN YANG DIPERLUKAN**
Masa Pelaksanaan : bulan

7. **VOLUME PEKERJAAN YANG DIPERLUKAN**
Volume pekerjaan : mm M'

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
3.	<p>TENAGA Produksi Tiang dalam 1 titik bor = Q1 Kebutuhan tenaga tambahan di lokasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mandor - Tukang - Pekerja <p>Koefisien Tenaga / M' :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mandor = M (L03) - Tukang = T (L02) - Pekerja = P (L01) 	<p>Qt</p> <p>M</p> <p>T</p> <p>P</p>	<p>603.64</p> <p>1.00</p> <p>2.00</p> <p>4.00</p> <p>0.0017</p> <p>0.0033</p> <p>0.0066</p>	<p>M'/jam</p> <p>orang</p> <p>orang</p> <p>orang</p> <p>jam</p> <p>jam</p> <p>jam</p>	
4.	<p>HARGA DASAR SATUAN UPAH, BAHAN DAN ALAT Lihat lampiran.</p>				
5.	<p>ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN Lihat perhitungan dalam FORMULIR STANDAR UNTUK PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN.</p>				

	Didapat Harga Satuan Pekerjaan : <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Rp. 7,413,090.89 / M' </div>			
6.	MASA PELAKSANAAN YANG DIPERLUKAN Masa Pelaksanaan : bulan			
7.	VOLUME PEKERJAAN YANG DIPERLUKAN Volume pekerjaan : mm M'			

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KETERANGAN
3.	TENAGA Produksi Tiang dalam 1 titik bor = Q1 Kebutuhan tenaga tambahan di lokasi : - Mandor - Tukang - Pekerja Koefisien Tenaga / M' : - Mandor - Tukang - Pekerja	Qt M T P = M (L03) = T (L02) = P (L01)	603.64 Pembesian 1.00 2.00 5.00 0.0017 0.0033 0.0083	M'/jam orang orang orang jam jam jam	
4.	HARGA DASAR SATUAN UPAH, BAHAN DAN ALAT Lihat lampiran.				
5.	ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN Lihat perhitungan dalam FORMULIR STANDAR UNTUK PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA				

SATUAN.

Didapat Harga Satuan Pekerjaan :

Rp.	7,413,090.89 / M'
-----	-------------------

6. **MASA PELAKSANAAN YANG DIPERLUKAN**

Masa Pelaksanaan : bulan

7. **VOLUME PEKERJAAN YANG DIPERLUKAN**

Volume pekerjaan : mm M'

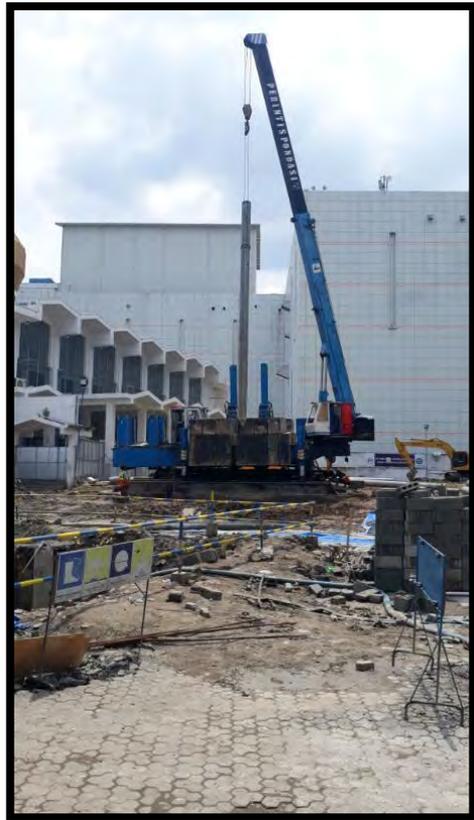
GAMBAR ALAT PEKERJAAN SPUN PILE



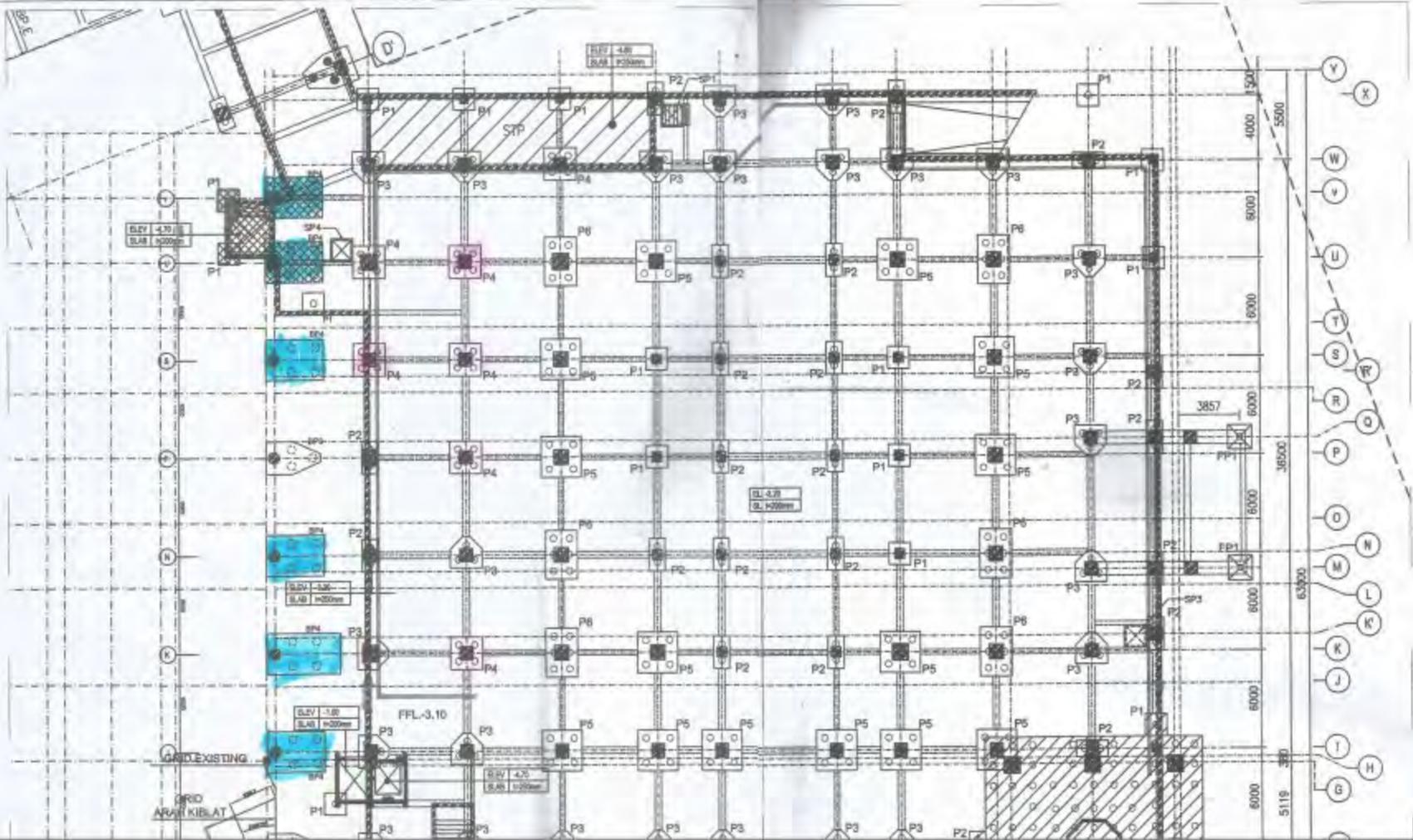
PEMBERSIHAN LAHAN



PENGANGKATAN PILE KE DALAM MESIN HSPD (Hydraulic Static Pile Driver)



PROSES PEMANCANGAN



Proyek

**PEMBANGUNAN
MASJID AGUNG MEDAN**

(BOP DRAWING)
STRUKTUR

DAFTAR :

No.	Tg.	Kode Desain	Par.

Pembeli Tegap
**PANITIA PEMBANGUNAN
MASJID AGUNG MEDAN**

Revisi
Konsultan Perancang

PT. GARIS RANGKAI BANGUN (GRB)

Revisi
Konsultan Perancang Analitik, Struktur

PT. PP (Persero) Tbk