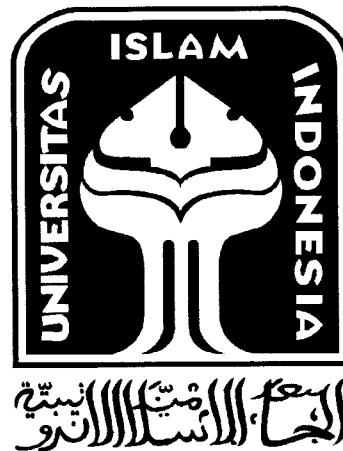


TUGAS AKHIR
EVALUASI PEMILIHAN JENIS PONDASI PADA
PROYEK JANTI FLY OVER DENGAN METODE AHP



Disusun oleh :

1. Erawan Tri Caksono

No Mhs : 97 511 256

NIRM : 970051013114120207

2. Ari Yustiva Mu'afata

No Mhs : 97 511 374

NIRM : 970051013114120301

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2002

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

EVALUASI PEMILIHAN JENIS PONDASI PADA
PROYEK JANTI FLY OVER DENGAN METODE AHP

Disusun Oleh :

Erawan Tri Caksono

No. Mhs : 97 511 256

NIRM : 970051013114120207

Ari Yustiva Mu'afata

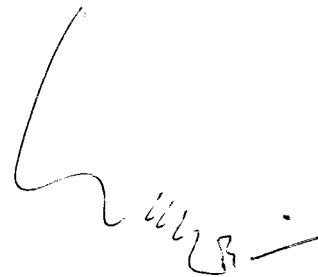
No. Mhs : 97 511 374

NIRM : 970051013114120301

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

IR. HARBI HADI, MT.

DOSEN PEMBIMBING I



TANGGAL: 08/10/02

PITRI NUGRAHENI, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING II



TANGGAL: 07/10/02

HALAMAN MOTTO

“..... Allah meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”(Q S Mujadilah : 11)

“Sebuah sukses lahir bukan karena kebetulan atau keberuntungan semata. Sebuah sukses terwujud karena diikhtiarkan melalui perencanaan yang matang, keyakinan, kerja keras, keuletan, ketabahan, dan niat baik karena Allah”

(Prof. Dr. Koesnadi Hardja Sumantri, SII)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini kusembahkan kepada :

Bapak & Ibu

Kakak & Adik tercinta

Serta

Sahabat-sahabat yang banyak membantuku

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan taufiq serta hidayah-Nya, teriring pula shalawat serta salam penyusun sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga atas berkat ridho-Nya penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir yang berjudul “EVALUASI PEMILIHAN JENIS PONDASI PADA PROYEK JANTI *FLY OVER* DENGAN METODE AHP” ini diajukan sebagai salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan jenjang studi Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Terselesainya penyusunan Tugas Akhir ini tak terlepas dari dukungan, motivasi dan sumbangan pikiran yang sangat membantu dalam menyelesaikan semua hambatan yang terjadi selama penulisan hingga selesainya Tugas Akhir ini. Untuk itu dengan segala keikhlasan hati kami ucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada :

1. Bp. Ir. H. Widodo, MSCE, PhD selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

2. Bp. Ir. Munadhir, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bp. Ir. Harbi Hadi, MT selaku Dosen Pembimbing I.
4. Ibu Fitri Nugraheni ST, MT selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bp. Ir. Setyo Winarno, MT selaku Dosen Penguji.
6. Kedua orang tua kami yang memberikan doa dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Sipil serta semua sahabat-sahabat seperjuangan yang selalu membantu, memotivasi, dan mengiringi langkah kami selama kuliah di UII.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu hingga terselesainya Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu serta kemampuan yang kami miliki dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini, mulai dari proses penelitian sampai dengan pembuatan laporan ini. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan untuk pengembangan di masa mendatang.

Akhir kata penyusun berharap Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua, *Amin*.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, September 2002

Penyusun

DAFTAR ISI

	hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1	Sejarah Rekayasa Nilai.....	9
3.2	Pengertian Rekayasa Nilai dan Dasar Pemikirannya.....	11
3.3	Maksud Rekayasa Nilai.....	13
3.4	Tujuan Rekayasa Nilai.....	13
3.5	Rencana Kerja Rekayasa Nilai.....	13
3.6	Sejarah Metode AHP.....	15
3.7	Pengertian Metode AHP.....	16
3.8	Keuntungan Metode AHP.....	23
3.9	Pondasi.....	25
3.9.1	Umum.....	25
3.9.2	Langkah-Langkah Pemilihan Bentuk Pondasi.....	26
3.9.3	Jenis-Jenis Pondasi.....	26
3.9.4	Daya Dukung Pondasi.....	30
3.9.5	Beban-Beban yang Bekerja.....	30
3.10	Pondasi <i>Bore Pile</i>	31
3.10.1	Proses Pemboran.....	31
3.10.2	Proses Pembersihan Lubang.....	32
3.10.3	Pencoran.....	32
3.11	Pondasi <i>Acip Pilling</i>	33
3.11.1	Proses Pemboran dan Pencoran.....	34
3.11.2	Proses Penulangan.....	34
3.12	Pondasi <i>Tripod Bored Pile</i>	34

		hal
BAB IV	REKAYASA NILAI	
4.1	Tahap Informasi (<i>Information Phase</i>).....	36
4.2	Tahapan Kreatif (<i>Creative Phase</i>).....	41
4.2.1	Metode Konstruksi Pondasi.....	41
4.2.2	Kriteria Pemilihan Jenis Pondasi.....	43
4.3	Tahap Analisis.....	46
4.3.1	Penyusunan Struktur Hierarki.....	47
4.3.2	Menentukan Prioritas.....	49
4.3.3	Konsistensi Logis.....	54
4.4	Tahap Rekomendasi.....	60
BAB V	PEMBAHASAN	
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1	Kesimpulan.....	64
6.2	Saran.....	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	hal
Gambar 3.1 Bagan Struktur Hirarki.....	18
Gambar 3.2 Jenis Pondasi Terhadap Letak Konstruksinya.....	27
Gambar 4.1 Diagram <i>FAST</i> untuk Pondasi.....	40
Gambar 4.2 Bagan Struktur Hirarki.....	48

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1 Skala Banding Secara Berpasangan.....	19
Tabel 3.2 Matriks Perbandingan Berpasangan.....	20
Tabel 3.3 Mensintesis Perbandingan	21
Tabel 3.4 Matriks yang Dinormalisasi, Jumlah Baris, dan Prioritas Menyeluruh.....	21
Tabel 3.5 Menjumlahkan Entri.....	22
Tabel 3.6 Indeks Random Value	23
Tabel 3.7 Klasifikasi Pondasi Dalam berdasar Material yang Dipakai.....	29
Tabel 4.1 Data Proyek.....	38
Tabel 4.2 Analisa Fungsi pada Pekerjaan Pondasi <i>Bore Pile</i>	39
Tabel 4.3 Identifikasi Fungsi Untuk Pondasi.....	40
Tabel 4.4 Ide dan Alternatif Pondasi.....	41
Tabel 4.5 Perbandingan Berpasangan dari Kriteria yang Diperhitungkan.....	53
Tabel 4.6 Kriteria Waktu Pelaksanaan.....	53
Tabel 4.7 Kriteria Kemungkinan Diterapkan.....	53
Tabel 4.8 Kriteria Kemudahan Pelaksanaan.....	53
Tabel 4.9 Kriteria Saran Kerja.....	54
Tabel 4.10 Kriteria Teknologi.....	54
Tabel 4.11 Mensintesis Perbandingan.....	54
Tabel 4.12 Matrik yang Dinormalisasi, Jumlah Baris dan Prioritas Menyeluruh.....	55

Tabel 4.13 Menjumlah Entri..... 56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lay out Pier dan Abutment

Lampiran 1 Lay out Pondasi dan Bore Pile

Lampiran 2 Contoh Pengisian Angket

Lampiran 2 Contoh Perhitungan Consistensi Ratio Angket

INTISARI

Dalam pembangunan tahap I Janti *Fly Over* di pertigaan Janti Yogyakarta struktur bawahnya menggunakan pondasi tiang pancang (*Project I* tahun anggaran 1998-1999), tetapi proses pemancangan tersebut tidak dapat dilanjutkan karena menyebabkan kerusakan dan mengganggu kenyamanan lingkungan di sekitar proyek sehingga dilakukan redesain jenis pondasi yang akan digunakan dan diganti dengan pondasi *bore pile* (*Project II* tahun anggaran 2000-2001).

Dengan adanya redesain tersebut maka secara langsung akan mempengaruhi perubahan waktu dan biaya dalam menyelesaikan proyek tersebut. Dalam menghadapi permasalahan tersebut perlu kirannya ditinjau kembali persoalan-persoalan yang dapat memberikan pemecahan masalah, salah satunya dilakukan kajian ulang pemilihan jenis pondasi yang tepat dengan menerapkan metode *Analytic Hierarchy Process* dalam analisis Rekyasa Nilai, dengan jalan mencari alternatif-alternatif pondasi yang efisien dan akrab dengan lingkungan proyek tersebut.

Analytic Hierarchy Process merupakan suatu model yang luwes yang memberikan kesempatan bagi perorangan atau kelompok untuk membangun gagasan-gagasan dan mendefinisikan persoalan dengan cara membuat asumsi-asumsi dan memperoleh pemecahan yang dikemukakan. Metode yang digunakan dalam melakukan Rekyasa Nilai ini yaitu pengumpulan data proyek, pemilihan kriteria-kriteria yang menentukan jenis pondasi, pengajuan ide-ide alternatif dengan tiga desain alternatif, ide-ide tersebut dianalisis dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process*.

Dari perhitungan *Analytic Hierarchy Process* yang telah dilakukan didapatkan tingkatan kriteria yang mempengaruhi pemilihan jenis pondasi, sedangkan alternatif pondasi yang paling tepat untuk diterapkan pada proyek Janti Fly Over yaitu pondasi *bore pile*. Alternatif selanjutnya yaitu pondasi *tripod bore pile* dan pondasi *acip pilling*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang saat ini mulai kembali melaksanakan pembangunan di segala bidang untuk mewujudkan cita-cita bangsa serta mengejar ketinggalan dari negara maju, salah satu bidang pembangunan yang penting adalah bidang konstruksi, sehingga dalam pelaksanaannya diperlukan usaha dengan memanfaatkan potensi kekayaan yang terkandung didalamnya. Usaha dalam pelaksanaan bidang konstruksi tersebut akan membutuhkan dana yang besar, namun kondisi perekonomian yang melanda Indonesia sekarang ini tidak memungkinkan untuk melaksanakan pembangunan disegala bidang karena dana yang tersedia sangat terbatas. Dalam usaha mengelola dana yang terbatas tersebut diperlukan usaha untuk meningkatkan efisiensi dan penghematan, salah satu usaha untuk mencapai efisiensi penggunaan dana khususnya dalam pembangunan bidang konstruksi tersebut adalah pemanfaatan metode yang efektif salah satunya metode *Analytic Hierarchy Proses*.

Pelaksanaan konstruksi Janti *Fly Over* pada *project* II (Tahun anggaran 2000-2001) berbeda dengan pelaksanaan konstruksi pada *project* I (Tahun anggaran 1998-1999), dimana pada pelaksanaan konstruksi pada *project* I menggunakan pondasi tiang pancang (*pile driving*). Dalam pelaksanaan pembangunan pada *project* I yang menggunakan pondasi tiang pancang telah menimbulkan kerugian-kerugian yang

berakibat pada masyarakat sekitar lokasi proyek, kerugian-kerugian ini berupa keretakan pada bangunan sekitar lokasi serta kebisingan suara akibat pemancangan tiang yang menimbulkan protes dari masyarakat sekitar, sehingga dampak lingkungan yang dihasilkan dari pelaksanaan pembangunan *project* I inilah yang menjadi dasar perencanaan pada *project* II dengan mengganti pondasi tiang pancang menjadi pondasi *bore pile*. Salah satu akibat dari perubahan perencanaan desain pondasi ini yaitu bertambahnya waktu penyelesaian sehingga diperlukan suatu pengambilan keputusan pemilihan alternatif lain yang cepat, luwes dan ramah lingkungan, salah satunya adalah dengan menggunakan metode Rekayasa Nilai guna menghasilkan alternatif perencanaan dan metode pelaksanaan konstruksi untuk menentukan suatu konstruksi yang akan diterapkan dalam suatu proyek yang didasarkan pada data, pengalaman, wawasan dan intuisi dalam suatu cara yang logis dan cermat serta pemikiran-pemikiran yang obyektif maupun yang subyektif. Untuk penilaian pada metode Rekayasa Nilai ini dapat menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang didapatkan suatu masalah yang perlu dipecahkan yaitu mencari alternatif-alternatif pondasi yang efisien dan akrab lingkungan untuk diterapkan pada suatu proyek jalan atau jembatan layang.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penyusunan tugas akhir ini yaitu :

1. Menentukan urutan prioritas kriteria untuk memilih jenis pondasi dengan metode *Analityc Hierarchy Process*.
2. Memilih jenis pondasi yang paling dapat diterapkan pada proyek Janti *Fly Over* yang didasarkan pada batasan penelitian dengan metode AHP.
3. Menentukan kriteria yang memberikan pengaruh paling besar dalam pemilihan jenis pondasi dari batasan penelitian.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari tugas akhir ini yaitu :

1. Untuk menambah wawasan dan memperdalam pengetahuan penulis tentang penerapan analisis Rekayasa Nilai dalam menentukan jenis konstruksi pada suatu proyek dengan menggunakan Metode AHP.
2. Memberikan alternatif bagi perencana konstruksi dalam menentukan jenis konstruksi yang akan diterapkan dalam suatu proyek agar memberikan nilai yang lebih efektif.
3. Untuk memberikan tambahan pengetahuan bagi rekan mahasiswa dalam menyusun tugas akhir mengenai penerapan metode AHP dalam Rekayasa Nilai.

1.5 Batasan Penelitian

Agar studi ini dapat terarah sesuai dengan judul tugas akhir yaitu “Evaluasi Pemilihan Jenis Pondasi Pada Proyek Janti *Fly Over* Dengan Metode AHP” serta

disebabkan oleh luasnya ruang lingkup yang banyak melibatkan disiplin ilmu yang lain, maka analisis hanya dilakukan dengan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Dalam metode ini tidak memperhitungkan biaya pelaksanaan.
2. Penilaian jenis pondasi merupakan penilaian kualitatif.
3. Diameter pondasi mengikuti desain Janti *Fly Over* yaitu 800 mm.
4. Struktur desain konstruksi mengacu pada perencanaan konstruksi Janti *Fly Over*.
5. Metode yang digunakan pada Tahap Analisis yaitu metode AHP.
6. Pondasi yang digunakan adalah pondasi dalam, sesuai data sondir tanah pada proyek Janti *Fly Over*.
7. Alternatif pondasi yang dipilih adalah pondasi yang pelaksanaannya tidak dilakukan dengan metode pemancangan.
8. Evaluasi ini tidak dimaksudkan untuk melakukan revisi terhadap desain konstruksi proyek Janti *Fly Over*.

1.6 Metodologi Penelitian

Dalam analisis studi ini menggunakan empat tahapan seperti berikut ini :

1. Tahap Informasi atau pengumpulan data (*Information Phase*)

Adalah tahapan pengumpulan data atau informasi sebanyak mungkin yang berhubungan dengan desain proyek, informasi data teknik, dan lain sebagainya bagi desain alternatif yang diajukan agar didapat pengertian secara menyeluruh terhadap sistem, struktur atau bagian-bagian yang dilakukan studi rekayasa nilai. Kemudian dibuat diagram analisis fungsi yaitu menguraikan tiap elemen sesuai

dengan fungsinya masing-masing dimana dibuat klasifikasi mengenai fungsi utama dan fungsi sekunder.

2. Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

Pada tahapan ini dikembangkan suatu pemikiran-pemikiran dan gagasan-gagasan baru yang kreatif dan inovatif untuk membuat alternatif baru tanpa meninggalkan fungsi dasar dari elemen yang ditinjau. Pada tahap kreatif pengembangan pemikiran ataupun gagasan-gagasan baru bebas dilakukan, sehingga dimungkinkan makin banyaknya ide-ide yang muncul.

3. Tahap Analisis

Pada Tahap Analisis ini ditentukan kriteria yang dapat diolah untuk mengidentifikasi pondasi, yaitu parameter-parameter dari kriteria desain pondasi. Untuk mendapatkan ini diperlukan pemahaman yang mendalam baik melalui literatur, konsultasi dengan ahli tentang pondasi dan berdasarkan kriteria yang berlaku di Indonesia. Selanjutnya parameter-parameter tersebut dipakai sebagai kriteria yang akan dianalisa dengan analisa matrik, dengan pembobotan dari masing-masing kriteria ditentukan dan diuji dengan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

4. Tahap Rekomendasi (*Recommendation Phase*)

Tahapan terakhir dimana dibuat rekomendasi dari tahapan sebelumnya yang berupa ringkasan mengenai jenis pondasi yang dapat diterapkan pada kondisi yang sesuai dengan keadaan lapangan, kemudian dibuat ringkasan laporan yang dapat diajukan sebagai bahan pertimbangan, yang dibuat secara singkat, jelas, dan tepat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penyusunan tugas akhir ini kami menggunakan tinjauan pustaka dari studi-studi yang pernah dilakukan, antara lain :

1. Benny Prastowo dan M.Arif Harianto (1997)

Kedua penulis ini mengambil topik “Aplikasi Analisis Nilai Pada Pondasi Gedung Rektorat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta”. Pada studi ini penulis mengambil beberapa alternatif jenis pondasi yang dapat diterapkan pada Gedung Rektorat UMY yaitu pondasi Tiang Hume dan pondasi Tiang Franki, serta membandingkan keduanya dengan perencanaan pondasi yang telah direncanakan sebelumnya yaitu pondasi tiang pancang Jaya Daido. Dari studi ini penulis mendapatkan hasil jenis pondasi :

- a. Tiang pancang Hume sebagai alternatif pertama dengan penghematan berdasar biaya inisial sebesar Rp.142.037.665,00 dan alternatif kedua yaitu pondasi tiang Franki dengan penghematan sebesar Rp.80.764.475,00.
- b. Selama siklus hidup 25 tahun didapat penghematan pada alternatif I (pondasi tiang Hume) sebesar Rp.21.973.226,78 dan pada alternatif II (pondasi tiang Franki) sebesar Rp.12.494.264,29.

2. Budhianto Kho (1998)

Penulis kali ini mengambil topik “Aplikasi Rekayasa Nilai Dalam Perancangan Konstruksi Baja”. Pada studi ini penulis mencoba memberikan alternatif pertimbangan bagi perencana konstruksi baja (khususnya dalam perencanaan kuda-kuda) dalam mendisain suatu struktur baja dengan menerapkan bagian-bagian yang dianalisis yaitu :

- a. Analisis yang digunakan : ASD (*Allowable Stress Design*) dan LRFD (*Load Resistance Factor Design*).
- b. Bentuk struktur yang digunakan : *Truss*, *Rigid Frame*, dan *Plate Girder*.
- c. Alat sambung yang digunakan : paku keling, baut mesin, baut kekuatan tinggi, dan las.
- d. Mendapatkan ukuran panjang yang direncanakan :
 - Dengan memesan langsung ke pabrik.
 - Memotongnya ditempat

Dari hasil studi ini penulis memberikan alternatif struktur baja yang optimal yaitu:

- Analisis yang digunakan adalah LRFD (*Load Resistance Factor Design*).
- Bentuk struktur *Rigid Frame*.
- Alat sambungnya baut kekuatan tinggi
- Untuk mendapatkan ukuran panjang yang direncanakan dengan memesan langsung ke pabrik.

3. Iwan Agusdiansyah dan Hendri (1999)

Kedua penulis ini mengambil topik “Analisa Rekayasa Nilai Pada Struktur Atap Pembangunan Laboratorium Fakultas Teknik Industri Universitas Islam

Indonesia (FTI UII) Yogyakarta". Pada studi ini penulis mengambil beberapa alternatif jenis bahan konstruksi rangka kuda-kuda yang dapat diterapkan pada proyek tersebut. Dari studi ini penulis mendapatkan jenis rangka kuda-kuda :

- a. Baja profil WF sebagai alternatif pertama diperoleh penghematan biaya inisial sebesar Rp.73.104.422,12 dan rangka kuda-kuda baja profil siku ganda sebagai alternatif kedua diperoleh penghematan biaya inisial sebesar Rp.62.016.984,60.
- b. Selama siklus hidup 25 tahun diperoleh penghematan pada alternatif pertama (baja profil WF) sebesar Rp.13.917.803,45 dan alternatif kedua (rangka kuda-kuda baja profil siku ganda) sebesar Rp.11.315.786,76.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Sejarah Rekayasa Nilai

Setelah perang dunia kedua selesai, beberapa pakar dari salah satu perusahaan General Electric (GE) di Amerika Serikat berusaha mengatasi keterbatasan bahan material untuk proses produksi pada perusahaan tersebut yang disebabkan perang dunia, dimana material tersebut sangat mempengaruhi kenaikan biaya produksi, maka diupayakan penurunan biaya dengan material yang ada dengan penggantinya.

Pada tahun 1947, seorang insinyur elektro pada perusahaan tersebut yang bernama Lawrence D. Miles memilih mengembangkan suatu teknik melalui substitusi material atau penggantian bahan. Teknik ini dikembangkan pada proses manufaktur atau desain, dimana hasilnya terbukti dapat mereduksi biaya dalam jumlah besar. Teknik ini pada awalnya dikonsentrasikan pada pendekatan fungsional sehingga menghasilkan hasil produksi yang lebih dramatis. Setelah beberapa tahun kemudian dikembangkan dengan pendekatan keilmuan sehingga pada tahun 1952 diperkenalkan dalam lingkungan pelatihan secara formal serta pada suatu seminar, teknik ini diperkenalkan dengan nama *Value Analysis* (Edward D. Heller).

Ketertarikan pada *value analysis* tumbuh beberapa tahun kemudian, terbukti dengan munculnya artikel-artikel dalam jurnal perdagangan, beberapa perusahaan mulai menggunakan teknik tersebut. Pada tahun 1954 biro perkapalan angkatan laut

Amerika Serikat menggunakan teknik ini secara intensif dengan istilah *Value Engineering*, kemudian berturut-turut pada tahun 1959 asosiasi industri elektronik di Amerika Serikat mengadakan konferensi nasional tentang rekayasa nilai sekaligus memunculkan *SAVE (Society of American Value Engineers)* atau Perhimpunan Ahli Rekayasa Nilai Amerika. Pada tahun 1963 mulai dimanfaatkan di bidang konstruksi oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat (Edward D.Heller), tahun 1970 rekayasa nilai dikenal di benua Asia yaitu di Jepang pada *Institut of Business and Management of Tokyo*, tahun 1972 suatu badan di Amerika Serikat (*Departement of Public Building Service*) yang mengharuskan penggunaan rekayasa nilai pada pelayanan manajemen konstruksi, pada tahun 1975 *Environmental Protection Agency* mengharuskan penggunaan rekayasa nilai, tahun 1978 negara lain mengikuti penggunaan rekayasa nilai yaitu Italia pada perusahaan yang bernama *Chemint of Milan* dan Kanada pada tahun yang sama pada *Department of Public Work* (Candra S). Di Indonesia sendiri awal penggunaan rekayasa nilai dilakukan pada saat peninjauan kembali sebagian desain dari proyek Jalan Cawang *Fly Over* pada tahun 1986 yang tengah dikerjakan pelaksanaan fisiknya (M.Anas Aly). Dalam pelaksanaan pada proyek ini prinsip utama dari rekayasa nilai yaitu mendapatkan penghematan biaya tanpa mengurangi fungsi dasarnya, telah diterapkan dan menghasilkan penghematan beberapa milyar rupiah.

Karena rekayasa nilai termasuk baru diterapkan di Indonesia maka diambil keputusan-keputusan sebagai pemantapan rekayasa nilai dengan terbitnya SK no.72/KPTS/Db/1987 tertanggal 13 Desember 1987 yaitu Surat Keputusan Dirjen

Bina Marga tentang pembentukan Tim Analisis Nilai Direktorat Jendral Bina Marga (TAN-DJBM) yang bertugas :

1. Mengusulkan proyek-proyek yang akan mendapatkan studi rekayasa nilai.
2. Menetapkan persyaratan proyek yang akan dilaksanakan rekayasa nilai.
3. Menetapkan insentif bagi kontraktor dan konsultan.

Pemantapan dalam bidang perijinan bagi pelaksanaan dan penerapan rekayasa nilai dapat dilakukan dengan permintaan Menteri Pekerjaan Umum kepada Menteri Keuangan dengan Surat No. PR. 05.02-MN/1002/ 1987 tertanggal 19 Desember 1987. Dengan berbagai pemantapan ini rekayasa nilai diharapkan akan berkembang baik di Indonesia.

3.2 Pengertian Rekayasa Nilai dan Dasar Pemikirannya

Untuk mendefinisikan Rekayasa Nilai secara tepat terdapat berbagai pendapat yaitu :

1. Menurut Larry W. Zimmerman P.E dan Glen D. Hart

Rekayasa Nilai adalah suatu teknik manajemen yang mencoba menggunakan pendekatan sistematis untuk mencari keseimbangan fungsi yang terbaik antara biaya, kinerja, dan penampilan dari suatu produk atau proyek. Program ini adalah untuk memperbaiki kemampuan manajemen dan meningkatkannya dengan mengidentifikasi dan mengurangi biaya yang tidak diperlukan.

2. Menurut Lawrence D. Miles

Suatu pendekatan kreatif yang terorganisasi berujuan untuk mengidentifikasi biaya yang tidak perlu, biaya yang tidak perlu ini tidak memberikan mutu, kegunaan, mengurangi penampilan yang tidak diinginkan konsumen.

3. Menurut Edward D. Heller

Rekayasa Nilai adalah suatu kesadaran, penerapan teknik-teknik yang tersusun secara sistematis ditujukan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang diinginkan dengan biaya minimal.

4. Menurut Alphonse J. Dell'Isola

Rekayasa Nilai adalah suatu pendekatan yang sistematis untuk memperoleh suatu nilai yang optimum untuk setiap dollar yang dihabiskan. Melalui sistem investigasi menghindari biaya yang tidak diinginkan, yang bertujuan untuk meningkatkan nilai dan ekonomi.

Dari berbagai pendapat tersebut dapat diambil suatu pengertian bahwa rekayasa nilai adalah suatu teknik manajemen yang menggunakan pendekatan sistematis, kreatif dan usaha yang terorganisir yang diarahkan untuk menganalisa fungsi dari suatu sistem dengan tujuan untuk mencapai fungsi yang diperlukan dengan biaya yang serendah-rendahnya, akan tetapi masih sesuai dengan batasan fungsional dan teknik yang berlaku sehingga hasilnya tetap menjamin keandalan suatu proyek atau produk tersebut.

3.3 Maksud Rekayasa Nilai

Rekayasa Nilai adalah suatu metode untuk mewujudkan suatu produk dengan fungsi yang diinginkan, dengan biaya terendah tetapi bukan suatu metode semata-mata untuk mengurangi biaya, melainkan suatu orientasi biaya tanpa mengurangi fungsi utamanya. Melalui sistem investigasi terhadap munculnya biaya yang tidak diperlukan dalam suatu proses dengan pendekatan secara kreatif untuk mengeliminasi atau memodifikasi segala sesuatu yang menambah biaya menjadi lebih mengurangi biaya yang tidak diinginkan.

3.4 Tujuan Rekayasa Nilai

Tujuan Rekayasa Nilai adalah mencapai biaya terendah dari suatu produk dengan memenuhi fungsi dasar dan fungsi yang diinginkan sesuai dengan *performance* yang telah diinginkan dan kriteria yang telah ditentukan.

3.5 Rencana Kerja Rekayasa Nilai

Setelah menyeleksi obyek yang diperkirakan mempunyai potensi biaya tinggi dalam studi ini, maka diterapkan rencana kerja rekayasa nilai. Terdapat beberapa pendapat tahapan rencana kerja yang dilakukan dalam penerapan rekayasa nilai. Pendapat-pendapat tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menurut *E.P.A (Environmental Protection Agency)*
 - a. *Information Phase*
 - b. *Creative Phase*
 - c. *Analytical Phase*

- d. Investigation Phase*
 - e. Recommendation Phase*
 - f. Implementation Phase*
2. Menurut G.S.A (General Service Agency)
- a. Information Phase*
 - b. Functional Analysis*
 - c. Creative Phase*
 - d. Judgement Phase*
 - e. Development Phase*
 - f. Presentation Phase*
 - g. Implementation Phase*
 - h. Follow Up*
3. Menurut Larry Zimmerman dan Glen D. Hart
- a. Information Phase*
 - b. Creative Phase*
 - c. Judgement Phase*
 - d. Development Phase*
 - e. Recommendation Phase*
4. Menurut Alphonse J. Dell'Isola
- a. Information Phase*
 - b. Speculative Phase*
 - c. Analytical Phase*
 - d. Proposal Phase*

5. Menurut Lawrence D. Miles
 - a. *Information Step*
 - b. *Analysis Step*
 - c. *Creativity Step*
 - d. *Judgement Step*
 - e. *Development Planning Step*
6. Menurut Edward D. Heller
 - a. *Information Phase*
 - b. *Creative Phase*
 - c. *Evaluation Phase*
 - d. *Investigation Phase*
 - e. *Reporting Phase*

Dari beberapa pendapat tersebut, pada dasarnya masing-masing tahapan memberikan pengertian yang sama, sehingga tahapan yang akan digunakan dalam analisis ini menggunakan empat tahapan seperti berikut ini :

1. Tahap informasi.
2. Tahap kreatif.
3. Tahap analisis.
4. Tahap rekomendasi.

3.6 Sejarah Metode AHP

Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah suatu metode analisis dan sintesis yang dapat membantu proses pengambilan keputusan. Metode ini ditemukan oleh

Thomas L. Saaty, seorang ahli riset operasi, pada waktu dia menjadi seorang Profesor pada *Wharton School of Business, University of Pennsylvania, USA* pada tahun 1970 an. Alat analisis ini dapat juga didukung oleh suatu perangkat lunak komputer *Expert Choice* dan telah banyak sekali digunakan untuk membantu pemecahan masalah dan pengambilan keputusan di berbagai perusahaan, misalnya *Ford, General Motors, IBM, Xerox, Merck, British Airways, Conoco Oil* dan ribuan perusahaan dan juga lembaga-lembaga pemerintah di berbagai negara untuk bermacam-macam kasus dan keperluan. *Validitas* dari metode ini telah diuji secara ilmiah oleh para akademisi.

3.7 Pengertian Metode AHP

Analytic Hierarchy Process adalah suatu model yang luwes yang memberikan kesempatan bagi perscorangan atau kelompok untuk membangun gagasan-gagasan dan mendefinisikan persoalan dengan cara membuat asumsi-asumsi dan memperoleh pemecahan yang dikemukakan. Proses ini juga memungkinkan orang menguji kepekaan hasilnya terhadap perubahan informasi. Dirancang untuk lebih menampung sifat alamiah manusia daripada memaksa kita ke cara berpikir yang mungkin justru berlawanan dengan hati nurani, AHP merupakan proses yang ampuh untuk menanggulangi berbagai persoalan politik dan sosio-ekonomi yang kompleks.

AHP memasukkan pertimbangan dan nilai-nilai pribadi secara logis. Proses ini bergantung pada imajinasi, pengalaman dan pengetahuan untuk menyusun hierarki suatu masalah dan pada logika, intuisi dan pengalaman untuk memberi

pertimbangan. Setelah diterima dan diikuti, AHP menunjukkan bagaimana elemen-elemen dari satu bagian masalah dengan elemen-elemen dari bagian lain untuk memperoleh hasil gabungan. Prosesnya adalah mengidentifikasi, memahami, dan menilai interaksi-interaksi dari suatu sistem sebagai satu keseluruhan.

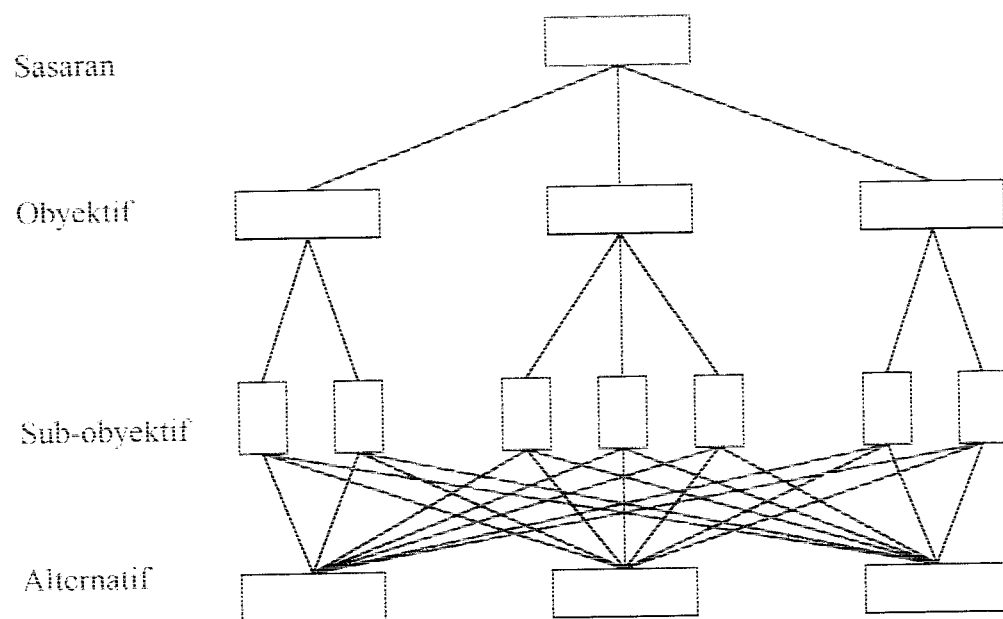
Untuk mendefinisikan suatu masalah kompleks dan mengembangkan pertimbangan sehat, AHP harus dicoba dan dicoba lagi, diulang-ulang sepanjang waktu. Sangat sulit mengharapkan pemecahan yang segera atas persoalan rumit yang telah lama tidak terselesaikan. AHP cukup luwes untuk memungkinkan revisi. Para pengambil keputusan dapat memperbanyak elemen-elemen suatu persoalan hierarki dan mengubah beberapa pertimbangan mereka. Mereka dapat pula memeriksa kepekaan hasil terhadap aneka macam perubahan yang dapat diantisipasi. Setiap pengulangan AHP adalah seperti membuat hipotesis dan mengujinya, penghalusan hipotesis secara berangsur-angsur menambah pemahaman terhadap sistem.

Analytic Hierarchy Process ini untuk menganalisis data dengan metode statistik dan diuji dengan konsistensi. Dalam memecahkan persoalan dengan hierarki analitik, ada tiga prinsip yaitu :

a. Penyusunan struktur hirarki

Hirarki adalah pemecahan masalah menjadi elemen-elemen yang terpisah menurut tingkat kepentingan. Penyusunan hirarki berhubungan dengan pengidentifikasian elemen-elemen suatu masalah, mengelompokkan elemen-elemen dalam kelompok yang menunjukkan hubungan antara sasaran (*goal*), tujuan-tujuan (*objectives*), sub-sub tujuan dan alternatif-alternatif keputusan, dan

mengatur kelompok-kelompok ini dalam tingkatan yang berbeda. Tingkat teratas dari suatu hirarki hanya berisi satu elemen yaitu tujuan pokok yang dinamakan sasaran. Tingkat berikutnya berisi elemen yang lebih spesifik yang merupakan uraian dari tingkat di atasnya.



Gambar 3.1 Bagan Struktur Hirarki

b. Penentuan prioritas

Prioritas adalah besar kecilnya kontribusi suatu elemen untuk mencapai tujuan, langkah pertama dalam menetapkan prioritas adalah dengan menetapkan prioritas elemen-elemen dalam penilaian yang berpasangan, yaitu dibandingkan berpasangan terhadap suatu kriteria yang ditentukan. Perbandingan berpasangan dibentuk menjadi matriks bujur sangkar dengan ordo yang sesuai dengan jumlah elemen dalam tingkatan tersebut. Pendekatan matriks ini unik karena dapat mewakili aspek prioritas, yaitu lebih penting, sama penting dan kurang penting.

Dalam penilaian perbandingan berpasangan digunakan skala penilaian sebagai berikut :

Tabel 3.1 Skala Banding Secara Berpasangan

Tingkat kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Kedua elemen memberikan kontribusi yang sama terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari elemen yang lain	Pengalaman dan pertimbangan sedikit menyokong satu elemen atas elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu esensial / sangat penting ketimbang elemen yang lainnya	Pengalaman dan perhitungan dengan kuat menyokong satu elemen atas elemen yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih penting ketimbang elemen lainnya	Satu elemen dengan kuat disokong, dan dominannya terlihat dalam praktik
9	Satu elemen mutlak lebih penting ketimbang elemen yang lainnya	Bukti yang menyokong elemen yang satu atas yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai tengah di antara dua pertimbangan yang berdekatan	Kompromi diperlukan antara dua pertimbangan
Catatan : Kebalikannya bila elemen I mendapat nilai n dibandingkan dengan elemen j, maka elemen j mendapat nilai $\frac{1}{n}$ bila dibandingkan faktor I		

Untuk memulai proses perbandingan berpasangan dibentuk menjadi matrik bujur sangkar sesuai dengan elemen-elemen dari tingkat hirarkinya. Untuk memulai proses perbandingan berpasangan, yaitu dimulai pada puncak hirarki untuk memilih kriteria atau sifat yang digunakan untuk melakukan perbandingan yang pertama. Tingkat di bawah diambil dari elemen-elemen A_1, A_2, A_3 . Lebih jelas tentang matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Matriks Perbandingan Berpasangan

X	A ₁	A ₂	A ₃
A ₁	1	½	¼
A ₂	2	1	¼
A ₃	4	4	1

Bandingkan elemen A₁ dalam kolom kiri dengan elemen-elemen A₁, A₂, A₃ yang terdapat pada baris atas dengan sifat X di sudut atas. Kemudian elemen kolom A₂ dibandingkan dengan elemen baris atas, begitu seterusnya sampai elemen terakhir. Untuk mengisi matrik banding berpasangan harus menggunakan bilangan yang menggambarkan relatif pentingnya suatu elemen terhadap elemen lainnya yang berhubungan dengan sifat tersebut. Bilangan tersebut berkisar antara 1 sampai dengan 9. Semua pertimbangan diterjemahkan secara numerik adalah merupakan perkiraan belaka. Kesahihannya dapat dievaluasi dengan suatu uji konsistensi.

c. Menguji konsistensi data

Di dalam membuat keputusan diperlukan konsistensi. Sebagai misal, bila orang memilih B 3 kali lipat dibandingkan dengan A, sedangkan dia memilih C 2 kali lipat dibandingkan B, maka seharusnya dia akan memilih C 6 kali lipat dibandingkan dengan A. Namun demikian menyadari tentang sifat dan kelemahan manusia yang biasanya tidak bisa 100 % konsisten dalam memberikan *judgment* terhadap apapun juga, dan juga mengingat bahwa dalam realitas tidak selalu terjadi konsistensi yang sempurna, maka AHP mentolerir *inconsistency* dalam batas-batas tertentu. Kesahihan suatu data dapat diketahui

dengan uji konsistensi data, yaitu dengan nilai ratio konsistensi (CR). Untuk suatu cara pengukuran matematik ditentukan nilai CR lebih kecil atau sama dengan 0,10, untuk pengambilan keputusan secara pribadi inkonsistensi maksimal 0,15 dan 0,2 untuk pengambilan keputusan secara kelompok apabila nilai CR lebih dari nilai inkonsistensi maksimum maka proses penilaian terhadap matriks perbandingan berpasangan harus diulang.

Bilangan atau nilai dari masing-masing kolom dijumlahkan secara komulatif. Kemudian dari hasil penjumlahan tersebut akan didapatkan sintesis perbandingan dari tiap-tiap alternatif. Contoh perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Mensintesis Perbandingan

X	A1	A2	A3
A1	1	1/2	1/4
A2	2	1	1/4
A3	4	4	1
Jumlah	7	5,5	1,5

Setelah sintesis perbandingan didapatkan dengan cara menjumlahkan setiap nilai pada masing-masing kolom, maka langkah berikutnya adalah dengan membagi setiap nilai alternatif dengan jumlah nilai pada masing-masing kolom.

Tabel 3.4 Matriks yang Dinormalisasi, Jumlah Baris, dan Prioritas Menyeluruh

X	A1	A2	A3	Jumlah Baris	Rata-rata Jlh Baris
A1	1/7	1/11	1/6	0,40	0,40/3 = 0,13
A2	2/7	2/11	1/6	0,63	0,63/3 = 0,21
A3	4/7	8/11	4/6	1,97	1,97/3 = 0,66

Berdasarkan perhitungan diatas maka didapatkan nilai prioritas relatif dari A1(0,13), kolom kedua dengan prioritas relatif dari A2(0,21), dan kolom ketiga dengan prioritas relatif dari A3(0,66), kemudian jumlahkan entri dalam baris-baris.

Tabel 3.5 Menjumlahkan Entri

X	A1(0,13)	A2(0,21)	A3(0,66)
A1	1	0,5	0,25
A2	2	1	0,25
A3	4	4	1

X	A1	A2	A3	Jumlah
A1	0,13	0,11	0,17	0,41
A2	0,26	0,21	0,17	0,64
A3	0,52	0,84	0,66	2,02

0,41	:	0,13	=	3,15
0,64		0,21		3,05
2,02		0,66		3,06

$$\Sigma = 9,26$$

$$\lambda = \frac{9,26}{3} = 3,09$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n-1)} = \frac{(3,09 - 3)}{(3-1)} = 0,045$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,045}{0,58} = 0,08 < 0,10$$

Kesimpulan penilaian matrik berpasangan konsisten

CR = *Consistency Ratio*

CI = *Consistency Indeks*

λ = Nilai prioritas maksimum

n = Jumlah faktor atau elemen dalam matriks

Random indeks (RI) adalah indeks random yang menyatakan besarnya koreksi terhadap indeks konsistensi dengan nilai matrik perbandingan (lihat tabel 3.6)

Tabel 3.6 Indeks Random Value

Nomor	1	2	3	4	5	6	7
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32

8	9	10	11	12	13	14	15
1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,58	1,12	1,59

3.8 Keuntungan Metode AHP

Berbagai keuntungan Proses Hierarki Analitik :

1. Kesatuan

AHP memberikan satu model tunggal yang mudah dimengerti, luwes untuk aneka ragam persoalan tak terstruktur.

2. Kompleksitas

AHP memadukan ancangan deduktif dan ancangan berdasarkan sistem dalam memecahkan persoalan kompleks

3. Saling ketergantungan.

AHP dapat menangani saling ketergantungan elemen-elemen dalam suatu sistem dan tak memaksakan pemikiran linier

4. Penyusunan hierarki

AHP mencerminkan kecenderungan alami pikiran untuk memilah-milah elemen-elemen suatu sistem dalam berbagai tingkat berlainan dan mengelompokkan unsur yang serupa dalam setiap tingkat.

5. Pengukuran

AHP memberi suatu skala untuk mengukur hal-hal dan terwujud suatu metode untuk menetapkan prioritas.

6. Konsistensi

AHP melacak konsistensi logis dari pertimbangan-pertimbangan yang digunakan dalam menetapkan berbagai prioritas.

7. Sintesis

AHP menuntun ke suatu taksiran menyeluruh tentang kebaikan setiap alternatif,

8. Tawar menawar

AHP mempertimbangkan prioritas-prioritas relatif dari berbagai faktor sistem dan memungkinkan orang memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan-tujuan mereka.

9. Penilaian dan konsensus

AHP tak memaksakan konsensus tetapi mensintesis suatu hasil yang representatif dari berbagai penilaian yang berbeda-beda.

10. Pengulangan proses

AIIP memungkinkan orang memperhalus definisi mereka pada suatu persoalan dan memperbaiki pertimbangan dan pengertian mereka melalui pengulangan.

3.9 Pondasi

3.9.1 Umum

Dalam semua sistem konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu di atas tanah harus didukung oleh suatu pondasi, pondasi adalah suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan berat sendiri kepada dan kedalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya (Bowles, 1991)

Dalam suatu sistem struktur terdapat istilah yaitu "struktur atas" umumnya dipakai untuk menjelaskan bagian sistem yang direkayasa yang membawa beban kepada pondasi atau "struktur bawah". Istilah struktur atas mempunyai arti khusus untuk bangunan-bangunan dan jembatan, akan tetapi pondasi juga mendukung pipa, menara, mesin-mesin industri, dan sebagainya. Karena sebab-sebab tersebut maka pondasi dapat digambarkan sebagai suatu bagian tertentu dari sistem rekayasa komponen pendukung beban yang mempunyai bidang antara terhadap tanah.

Tipe bentuk pondasi yang cocok untuk suatu bangunan tergantung pada beberapa faktor sebagai pertimbangan-pertimbangan dasar: fungsi bangunan dan beban yang harus dipikul, kondisi permukaan serta biaya pondasi dibanding dengan biaya bangunan. Pengambilan keputusan yang tepat berperan begitu besar dalam teknik pondasi namun prosedur ilmiah yang tepat belum tentu dapat diterapkan untuk

perancangan pondasi meskipun perkembangan ilmu pengetahuan telah memberi sumbangan besar untuk kemajuannya.

3.9.2 Langkah-Langkah Pemilihan Bentuk Pondasi

Untuk memilih bentuk pondasi, perlu diperhatikan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Memperoleh informasi yang paling mendekati berkenaan dengan keadaan bangunan dan beban yang ditransfer ke pondasi.
2. Menentukan kondisi bawah tanah secara umum.
3. Mempertimbangkan dengan segera bentuk umum pondasi, untuk memutuskan apakah pondasi tersebut dapat dibuat dengan kondisi yang ada, kemampuan mendukung beban dan penurunan yang merugikan.
4. Membuat studi yang lebih terperinci dan perancangan awal bentuk pondasi yang paling sesuai termasuk mengenai beban dan kondisi bawah tanah dan pada umumnya harus ditinjau secara lengkap untuk menentukan ukuran pondasi yang paling mendekati atau panjang dan jumlah tiang yang dibutuhkan.
5. Memperkirakan biaya dari masing-masing bentuk pondasi, dan memilih bentuk yang paling dapat diterima.

3.9.3 Jenis-Jenis Pondasi

Pondasi dapat digolongkan berdasarkan dimana beban tersebut ditopang oleh tanah yaitu :

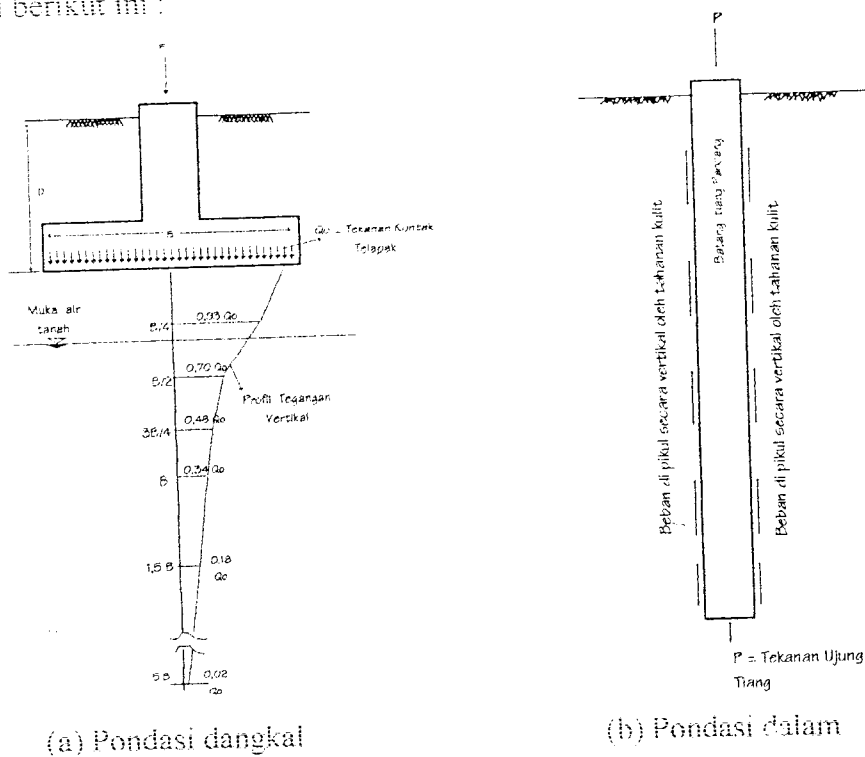
1. Pondasi Dangkal

Yaitu pondasi dengan kedalaman $+ D/B < 1$ (Brahma S.P), dimana D adalah kedalaman pondasi dan B adalah lebar pondasi. Jenis-jenis pondasi dapat berupa alas, telapak, telapak lebar, pondasi rakit.

2. Pondasi Dalam

Yaitu pondasi dengan kedalaman $D/B \geq 4$, jenis pondasi ini dapat berupa tiang pancang, bore pile dan sumuran.

Gambaran tentang pondasi dangkal dan pondasi dalam dapat dilihat pada ilustrasi berikut ini :



Gambar 3.2 Jenis pondasi terhadap letak konstruksinya
Sumber (Bowles J. E)

Dari Gambar 3.2 terlihat prinsip dasar daripada pondasi dangkal menyebarkan beban-beban yang ada kepada tanah yang dibuat sedemikian rupa sehingga kekuatan pembatasnya tidak terlampau dan deformasi yang terjadi masih dapat ditoleransi,

pondasi dangkal menyebarkan beban secara mendatar karena itu timbul istilah *Spread Footing* atau telapak sebar, dimana suatu *Spread Footing* mendukung satu kolom tunggal, maka dipakai *raft* pondasi untuk mendukung beberapa deret kolom paralel dan dapat mendasari suatu bangunan. Kombinasi telapak seringkali lebih ekonomis jika luasan yang tercakup oleh telapak tersebut lebih dari separuh dari luasan gedung (Brahma. S. P) dimana tanah dasar dari tapak tersebut lebih mampat.

Terdapat jenis-jenis pondasi dangkal dengan beberapa tipe sebagai berikut :

1. *Spread Footing*
2. *Strap Footing*
3. Telapak Kombinasi
4. Pondasi Rakit

Pada Gambar 3.2.b terlihat gambaran bahwa pondasi dalam prinsip dasarnya adalah mendistribusikan beban-beban lebih banyak secara vertikal daripada secara horisontal, daya dukung aksial dari pondasi dalam dipengaruhi dua faktor yaitu daya dukung oleh akibat gesekan sepanjang badan tiang dengan tanah dan daya dukung (dasar) dari pondasi (*end bearing foundation*). Pondasi dalam biasanya digunakan pada bangunan-bangunan yang besar dengan dasar tanah yang kohesifnya besar.

Pondasi Dalam diklasifikasikan dari komposisi bahan atau fungsinya adalah sebagai berikut (Teng. W. C) :

Tabel 3.7 Klasifikasi Pondasi Dalam Berdasar Material yang Dipakai

Jenis	Beban maksimum yang sering dipakai (ton per tiang)	Keuntungan	Kerugian	Umum digunakan pada
Tiang Balok (kayu)	25	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Biaya murah untuk m' panjang ▪ Kayu adalah bahan yang melenteng sesuai untuk meredam tekanan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kapasitas daya dukung kecil ▪ Tidak tahan oleh air tanah ▪ Mudah rusak pada saat pemancangan, sehingga sulit untuk mencapai lapisan tanah keras yang diinginkan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untuk struktur beban menengah ▪ Struktur sementara
Beton pracetak	80, bisa lebih untuk tiang pracetak yang besar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kapasitas daya dukung yang relatif besar ▪ Permanen ▪ Tahan untuk instalasi pada air laut 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Harus menggunakan tulangan untuk menahan desak ▪ Membutuhkan tempat untuk pencoran dan penyimpanan ▪ Membutuhkan waktu untuk pengaturan dan perawatan sebelum dipakai ▪ Dibutuhkan alat berat dalam pelaksanaannya ▪ Sering terjadi biaya tinggi untuk pemotongan dan penambahan tiang 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untuk pondasi jembatan ▪ Instalasi pelabuhan ▪ Pada tiang pracetak yang besar sangat baik untuk pondasi jembatan
<i>Cast in Place</i>	75, kecuali tiang pedestal yang mampat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daya dukung relatif besar ▪ Permanen ▪ Tahan terhadap air laut ▪ Mudah untuk menentukan panjang rencana 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perlu dilakukan dewatering pada saat instalasi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untuk pondasi gedung, jembatan ▪ Bahan menengah sampai berat
<i>Composite</i>	Tergantung dari bahan penyusunnya yang menimbulkan kelemahan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Biaya relatif rendah ▪ Permanen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daya dukung kecil ▪ Hubungan antara dua bahan yang berbeda sering rusak selama instalasi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untuk gedung, jembatan dsb dengan beban menengah dimana bagian atas dari tiang berada diatas muka air tanah
Baja	100	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daya dukung besar ▪ Dapat mencapai lapis tanah keras yang diinginkan ▪ Hanya terjadi sedikit perubahan pada tanah 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat rusak karena korosi dan elektrolisis ▪ Relatif mahal ▪ Kurang efektif bila dipakai sebagai <i>friction pile</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pondasi untuk struktur yang berat ▪ Untuk pondasi jembatan

Sumber: (W. C Teng, "foundation Design")

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa untuk suatu sistem konstruksi tertentu membutuhkan model pondasi yang tepat sesuai dengan tempat, keperluan, dan besar daya dukung yang diinginkan pada konstruksi tersebut.

3.9.4 Daya Dukung Pondasi

Pada suatu konstruksi teknis, tanah harus mampu memikul beban yang diletakkan di atas tanah tersebut tanpa kegagalan geser dan penurunan (*settlement*) yang dapat ditolerir oleh konstruksi tersebut (Bowles. J. E), kegagalan geser tanah dapat menimbulkan keruntuhan bangunan, penurunan bangunan yang berlebihan dapat mengakibatkan keruntuhan struktural pada rangka bangunan, sehingga perhatian utama untuk struktur dari pondasi adalah daya dukung. Besar daya dukung ijin untuk suatu sistem struktur mempunyai beberapa persamaan pendekatan yang dibuat oleh Terzaghi, Mayerhof, Hansen (Bowles. L. E), karena tugas akhir ini tidak membahas secara detail tentang pondasi maka hanya dijabarkan secara terbatas.

3.9.5 Beban-Beban yang Bekerja

Beban pondasi yang bekerja menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung S.K.B.I-3.53.1987 Departemen Pekerjaan Umum sebagai syarat kekuatan terhadap beban-beban dibedakan dalam beberapa jenis beban yaitu :

1. Beban Mati : Meliputi berat konstruksi dan semua beban yang membebani secara permanen.
2. Beban Hidup : Setiap beban yang tidak membebani konstruksi secara permanen, tetapi konstruksi bisa dipengaruhi.
3. Beban Angin : Bekerja pada bagian konstruksi yang terbuka.
4. Beban Gempa : Gaya Lateral yang bekerja pada konstruksi.

5. **Beban Khusus** : Semua beban yang bekerja pada konstruksi yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, atau gaya dinamis akibat kerja mesin, serta pengaruh khusus lainnya.

3.10 Pondasi Bore Pile

Bore pile merupakan jenis pondasi tiang yang dalam pembuatannya dengan melakukan pemboran dan pencoran ditempat, yang terdiri dari kelompok tiang (*pile groups*).

Tahap pelaksanaan pekerjaan bore pile yaitu :

- 1) Proses pemboran.
- 2) Proses pembersihan lubang.
- 3) Proses pencoran lubang.

3.10.1 Proses Pemboran

1. Menggunakan mesin bor *Soilmec* R-412. Pemboran dimulai dengan menggunakan *auger* dengan diameter sedikit lebih besar, untuk kemudian memasang *casing* sementara bila diperlukan. *Casing* sementara ini dibutuhkan untuk menghindari runtuhnya tanah permukaan di sekeliling lubang bor.
2. Pemboran dilanjutkan menggunakan *auger* atau *bucket* tergantung pada jenis tanah dan kedalaman tanah yang ditemukan, sementara kedalaman serta jenis tanah yang keluar dicatat secara teratur sampai mencapai kedalaman yang disetujui oleh Direksi.

3. Bila dinding lubang bor runtuh, maka dibutuhkan pengisian air dalam lubang bor selama proses pemboran dilaksanakan.

3.10.2 Proses Pembersihan Lubang

Setelah kedalaman yang diinginkan dicapai, maka proses pembersihan dasar lubang dimulai dengan menggunakan *Cleaning Bucket*. Bahan yang dikeluarkan dan tebalnya harus dicatat. Proses diulang beberapa kali sampai tebal endapan lumpur/tanah pada dasar lubang berada dalam batas yang dapat diterima.

3.10.3 Pencoran

1. Begitu selesai pembersihan dasar lubang kemudian dilaksanakan pemasangan *casing* disusul pemasangan pipa *tremie* (diperlukan bila volume air banyak dan deras). Panjang dan jumlah dibuat sesuai spesifikasi teknis.
2. Sebelum pencoran beton dimulai, pengukuran kedalaman dasar lubang dilaksanakan lagi. Dalam hal terjadi kelongsoran maka harus dilaksanakan pembersihan ulang seperti tersebut di atas pada butir 2.
3. Bila didalam lubang terdapat volume air cukup banyak dan deras maka pencoran dilaksanakan melalui pipa *tremie* yang ditutup pada ujung bawahnya, menggunakan plat baja yang dinamakan *end plate*. Pipa *tremie* dipasang sepanjang lubang yang dibor dengan ujungnya bertumpu pada dasar lubang. Beton *readymix* dengan slump 18 ± 2 cm dituangkan kedalam *tremie* hingga pipa tersebut terisi penuh. Pipa lalu ditarik ± 30 cm sehingga *end plate* terlepas dan beton mengalir. Beton segera dituangkan lagi ke

dalam pipa *tremie* dan dengan demikian pencoran tiang dilanjutkan hingga permukaan beton mencapai ketinggian yang diinginkan. Selama pencoran berlangsung ujung bawah pipa *tremie* harus terbenam didalam beton. Bila pipa *tremie* terlampau panjang maka pipa *tremie* dengan panjang masing-masing potongan antara 1-6 m harus diangkat dan dipotong.

4. *Casing* lalu dicabut perlahan-lahan dan pengukuran terakhir dilakukan terhadap beton untuk memeriksa apakah ketinggian permukaan beton berada di atas rencana dasar *poer* setinggi $\pm 0,50$ untuk menjamin mutu beton yang baik pada elevasi dasar *poer*. Apabila perlu, *casing* sementara di-cor beton sampai penuh sehingga ketinggian permukaan beton yang diinginkan tercapai.
5. Bila didalam lubang tidak terdapat volume air tanah (kering), maka pencoran beton dilaksanakan dengan pipa *tremie* pendek ($\pm 1,00$ m) dan corong saja. Pipa *tremie* pendek ini berfungsi agar beton yang dituang jatuh ditengah-tengah lubang.

3.11 Pondasi Acip Piling

Pondasi *Acip Piling* merupakan salah satu jenis pondasi yang dibor, tetapi proses pencoran dilakukan setelah proses pemboran selesai tanpa memasukkan *casing* terlebih dahulu.

Proses pelaksanaan *Acip Piling* yaitu :

- 1) Proses pemboran dan pencoran
- 2) Proses penulangan

3.11.1 Proses Pemboran dan Pencoran

Proses pemboran dilakukan oleh *auger* khusus yang mempunyai lubang dibagian tengahnya sampai pada kedalaman tanah keras yang telah ditentukan. Setelah mencapai kriteria yang ditentukan, beton cair segera disemprotkan melalui lubang yang terdapat ditengah *auger*. *Auger* ditarik keatas dengan perlahan sambil terus menyemprotkan beton cair hingga seluruh lubang terisi oleh beton sampai kepermukaan.

3.11.2 Proses Penulangan

Penulangan dilakukan segera setelah proses pencoran selesai. Tulangan yang telah dipersiapkan dimasukkan langsung kedalam lubang yang telah terisi oleh beton segar dengan menggunakan suatu alat khusus.

3.12 Pondasi Tripod Bored Pile

Jenis pondasi ini mempunyai diameter antara 300-950 mm, dirancang untuk membawa beban lebih dari 1500 KN. Tahap-tahap pelaksanaannya sebagai berikut :

1. Perlengkapan terdiri dari *tripod* atau *shear leg*, *winch* (mesin derek) dan *cutter* (penggali). Lubang awal dibuat dengan menjatuhkan *cutter* dari atas.
2. Bagian pertama dari *casing* yang dilengkapi dengan alat penggali diletakkan pada lubang awal. Bagian pertama *casing* tersebut disebut sebagai *cutter casing*. *Casing* yang mempunyai panjang antara 1-1,4 m dapat digali dengan memutar tambahan panjangnya.

3. Panjang tambahan dari *casing* diputar di atas *cutter casing*. Tutup penggerak diletakkan di atas puncak *casing* dan *casing* digerakkan keatas saat mengebor.
4. Tanah dibor dengan menggunakan alat pengebor
5. Tahap 3 dan 4 diulang sampai pada kedalaman tanah yang diinginkan
6. Tulangan baja dimasukkan kedalam lubang yang telah dibor kemudian beton dengan nilai *slump* yang tinggi dimasukkan kedalam *casing*. Beton dimasukkan melalui *trem* atau *trunking*
7. *Casing* langsung dicabut ketika pembetonan selesai

BAB IV

REKAYASA NILAI

4.1 Tahap Informasi (*Information Phase*)

Dalam tahapan ini dikumpulkan informasi sebanyak mungkin tentang data-data proyek, sehingga diharapkan dapat memperlancar dan mempermudah gagasan-gagasan bagi pengembangan desain. Data-data tersebut berupa:

1. Fisik, berupa informasi karakteristik fisik dari proyek.
2. Metode, berupa informasi bagaimana barang tersebut dibuat.
3. Konstrain, berupa informasi tentang batasan kriteria desain yang dipakai.

Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mendapatkan gambaran secara jelas dan menyeluruh dari lingkup yang akan ditinjau. Data proyek yang ada adalah sebagai berikut :

Lokasi kota Yogyakarta yang sangat strategis sebagai kota wisata (*tourism city*), kota perdagangan (*business city*) dan kota pendidikan (*education city*) memberi dampak terjadinya kepadatan lalu-lintas pada ruas-ruas jalan utama di Yogyakarta. Di samping itu variasi jenis model transportasi angkutan darat dalam mendukung pariwisata terutama angkutan tidak bermesin (*non motorise vehicle*) juga memberikan nuansa tersendiri pada lalu lintas yang ada.

Salah satu tempat terjadinya kepadatan lalu lintas adalah pertigaan (*junction*) Janti antara ruas jalan Yogya - Prambanan dengan akhir luas jalan

arteri selatan yang merupakan jalur utama (*primary lane*) lalu lintas darat di Propinsi DIY. Kepadatan lalu lintas (*peak of traffic*) terjadi setiap hari pada lokasi ini, mengingat kedua ruas jalan ini berstatus jalan nasional (*national road*) dan berfungsi sebagai jalan arteri primer (*arterial road*).

Disamping itu pada daerah yang berjarak \pm 400 meter dari pertigaan Janti terdapat persilangan sebidang dengan jalan kereta api (*intersection with the railway*) yang merupakan jalur selatan yang menghubungkan Jakarta - Surabaya untuk *single track* dengan volume melintas sebanyak 77 perjalanan perhari (data Oktober 2000), sehingga dapat dibayangkan akan terjadi kemacetan lalu-lintas (*traffic jam*) dipertigaan Janti pada saat kereta api melintasi persilangan sebidang ini.

Selain itu dengan adanya program pembangunan jalur ganda (*double track*) untuk seluruh jaringan jalan kereta api di pulau Jawa termasuk untuk lintas Cirebon - Kroya - Yogyakarta - Solo - Madiun - Surabaya di mana segmen Yogya - Solo sepanjang 59,00 Km telah sampai pada tahap penyelesaian studi, maka diprediksikan bahwa jumlah kereta api yang melalui pada persilangan ini akan semakin bertambah.

Direktorat Jendral Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum melakukan pembangunan Janti *Fly Over* dimaksudkan untuk mengatasi dan mengantisipasi kemacetan lalu lintas dan kecelakaan lalu lintas yang sering kali terjadi terutama pada persilangan sebidang dengan jalur kereta api Jakarta - Surabaya pada pertigaan Janti. Hal ini dikaitkan juga dengan rencana pengembangan jalur kereta api menjadi *double track*, agglomerasi perkotaan dan laju angka

pertumbuhan lalu-lintas yang menggunakan kawasan ini dan jalur jalan arteri selatan untuk mencapai tujuan.

Tabel 4.1 Data Proyek

TAHAP INFORMASI		
1.	Proyek :	<i>Heavy Loaded Road Improvement Project II (IP-466) Janti Fly Over</i>
2.	Lokasi :	Pertigaan Janti, Desa Catur Tunggal, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
3.	Fungsi :	<ul style="list-style-type: none"> a. Memperlancar arus lalu lintas. b. Meningkatkan sarana transportasi c. Mengurangi tingkat kecelakaan lalu lintas yang terjadi pada rel kereta api maupun pada pertigaan. d. Memperlancar perekonomian dan industri serta mendukung pertumbuhan sosial budaya dan pariwisata e. Mengantisipasi penambahan arus lalu lintas serta pengembangan wilayah.
4.	Pemilik :	Dirjen Pengembangan dan Prasarana Wilayah
5.	Konsultan Perencana:	<i>Pacific Consultant International</i>
6.	Pengawas :	<i>PCI in Associates with PT. SEECONS</i>
7.	Kontraktor :	PT. Adhi Karya Cabang V Semarang
8.	Data Konstruksi:	<p>Panjang : 1250 m</p> <p>Lebar : 17 m s.d Sta. 0 + 434,541 terbagi menjadi.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) <i>Main line</i> lebar : 7 m. b) <i>Ramp OFF/A</i> lebar : 6 m. c) <i>Ramp ON/B</i> lebar : 6 m. <p>Pondasi : <i>Bore pile (cast in place)</i> Ø 800 mm, K-250, jumlah 515 buah, panjang 8,00 s/d 21,40 m.</p> <p><i>Abutment</i>: 4 buah, K - 350.</p> <p><i>Pier</i> : 33 buah (kontruksi beton bertulang), K-350.</p> <p>Konstruksi Atas : <i>Girder Beam Prestress</i>, K-480.</p>
9.	Sumber Dana :	Dirjen Pengembangan dan Prasarana Wilayah DPU Propinsi Yogyakarta sebesar Rp 29.340.834.450,40 milyar

Sesuai dengan pembahasan tugas akhir ini yang menganalisis tentang pondasi, maka tinjauan dititik beratkan pada pekerjaan pondasi tanpa mempertimbangkan item yang lain seperti pekerjaan struktur atas dan lain sebagainya.

Dari pemilihan pekerjaan yang potensial dilakukan pengevaluasian menggunakan metode Analisis Hierarki Proses adalah pada pekerjaan pondasi, kemudian dilanjutkan dengan menyusun tabel analisis fungsi daripada pekerjaan pondasi untuk mengetahui fungsi dasar dari pekerjaan tersebut, tabel tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini

Tabel 4.2 Analisis Fungsi pada Pekerjaan Pondasi *Bore*

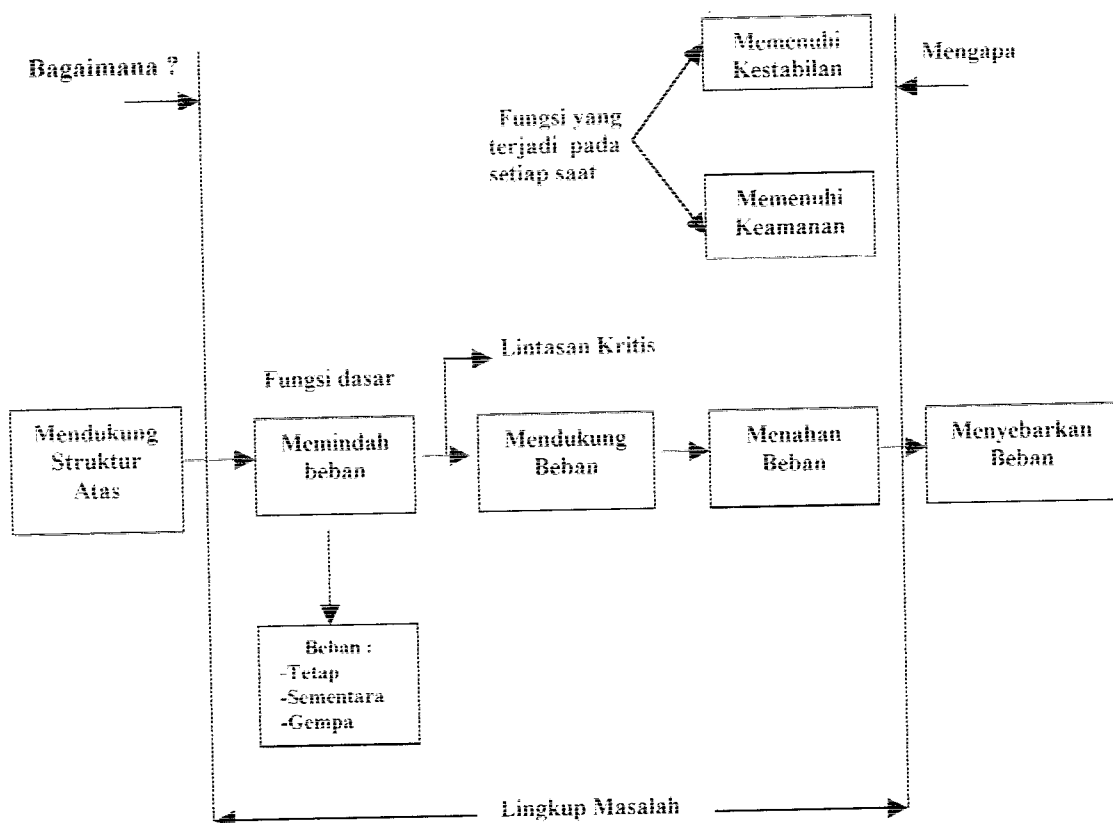
TAHAP INFORMASI				
ANALISIS FUNGSI UNTUK PEKERJAAN PONDASI <i>BORE</i>				
No	Pekerjaan	Fungsi		
		Kata kerja	Kata benda	Jenis
1.	Pek. Persiapan	Mempersiapkan	Lapangan (<i>site</i>)	Sekunder (penunjang)
2.	Pek. Pondasi <i>Bore</i>	Mentrasfer	Beban	Primer (utama)
3.	Pek. Pemotongan tiang	Memotong	Tiang <i>Bore</i>	Sekunder (penunjang)
4.	Pek. Galian	Mempersiapkan	Tiang <i>Bore</i>	Sekunder (penunjang)
5.	Pek. Pembesian & Bekisting	Memasang	Cetakan & rangka	Sekunder (penunjang)

Dalam Tabel 4.2 terlihat bahwa pondasi adalah fungsi dasar dari pekerjaan pondasi, sehingga pada item pondasi tersebut layak dilakukan analisis hirarki proses. Dalam analisis pada item pondasi dapat mengidentifikasi fungsi dari pondasi dengan menggunakan dua kata yaitu satu kata benda dan satu kata kerja, identifikasi fungsi dari pondasi dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Identifikasi Fungsi Untuk Pondasi

Item	Kata Kerja	Kata Benda	Fungsi Dasar	Fungsi Penunjang
PONDASI	Memindahkan (<i>Transfer</i>)	Beban (<i>Load</i>)	Dasar (<i>Basic</i>)	
	Mendukung (<i>Support</i>)	Beban (<i>Load</i>)		Penunjang (<i>Secondary</i>)
	Menahan (<i>Resist</i>)	Beban (<i>Load</i>)		Penunjang (<i>Secondary</i>)

Untuk mendapatkan struktur fungsi daripada pondasi agar didapat pemahaman dari fungsi pondasi tersebut dapat dilihat pada diagram *FAST* untuk pondasi berikut ini :

Gambar 4.1 Diagram *FAST* untuk Pondasi

4.2 Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

Tahapan ini dilakukan pendekatan secara kreatif dengan mengemukakan ide-ide sebanyak mungkin, dimana dengan makin banyaknya informasi ide-ide diharapkan akan semakin banyak pula kemungkinan suksesnya analisis ini, namun kurang lengkapnya informasi tidak merintangi kemampuan usaha rekayasa nilai, karena dengan berlanjudnya sebuah studi akan makin banyak informasi yang dapat dipecahkan nantinya yang berguna bagi studi-studi rekayasa nilai berikutnya (Chandra S dan Robert Mitchel).

Ide-ide kreatif bagi sistem pondasi usulan tersebut ditabelikan pada Tabel 4.4, pada tabel tersebut kriteria ide-ide tersebut mencakup sistem teknologi dan bahan material. Tabel berikut menyajikan daftar usulan-usulan tersebut:

Tabel 4.4 Ide dan Alternatif Pondasi

No	Nama Pondasi	Bahan Material	Sistim Pondasi
1.	<i>Bore Pile Standart</i>	Beton bertulang	Pondasi dalam
2.	<i>Acip Pilling</i>	Beton bertulang	Pondasi dalam
3.	<i>Tripod Bore Pile</i>	Beton bertulang	Pondasi dalam

4.2.1 Metode Konstruksi Pondasi

Beberapa metode konstruksi yang cocok untuk sistem struktur bawah dengan kondisi lingkungan yang berada di tengah kota dan di daerah pemukiman yang padat perlu mendapat perhatian lebih, hal ini dimaksudkan agar dalam pelaksanaannya nanti tidak menimbulkan kerugian-kerugian pada pihak-pihak yang terkait, dengan

kondisi yang demikian ini maka metode konstruksi bawah (pondasi) yang cocok untuk Janti *Fly Over* adalah pondasi *Bore Pile* (BP), pondasi *Acip Piling* (AP) dan pondasi *Tripod Bore Pile* (TB).

a. Pondasi *Bore Pile*

Metode pelaksanaan pondasi ini menggunakan sistem pemboran dengan mesin *Soilmec* yang dilengkapi dengan *auger* sebagai alat pengebor dan *cleaning bucket* sebagai alat pembersih lubang, dalam pelaksanaannya sistem ini menggunakan *casing* yang berfungsi untuk menghindari terjadinya keruntuhan tanah permukaan di sekeliling lubang bor, kelebihan utama dari metode ini dapat meminimalkan getaran yang ditimbulkan dibandingkan dengan pondasi tiang pancang sehingga dapat mengurangi tingkat kerusakan yang ditimbulkan namun dalam pelaksanaannya membutuhkan waktu yang relatif cukup lama

b. Pondasi *Acip Piling*

Metode pelaksanaan pondasi ini menggunakan sistem pemboran, proses pemboran menggunakan *auger* khusus yang mempunyai lubang ditengahnya sebagai lubang penyemprot *concrete*, proses pencoran pada sistem ini dapat langsung dilaksanakan pada saat proses pemboran selesai dilaksanakan tanpa menggunakan *casing*, kelebihan sistem ini adalah dapat dilaksanakan dengan waktu yang relatif singkat dan tidak menimbulkan getaran akibat pemasangan maupun penarikan *casing*.

c. Pondasi *Tripod Bore Pile*

Metode pelaksanaan pondasi ini menggunakan sistem pemboran, proses pemboran menggunakan perlengkapan pemboran yang terdiri dari *shear leg*,

winch dan *cutter*. Pada proses pemboran dilaksanakan proses pemasangan *casing* secara bersamaan namun proses pemasangan *casing* dilaksanakan secara bertahap karena panjang *casing* yang terbatas, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pemasangan *casing*, kelebihan dari sistem ini adalah dapat mengurangi getaran dibanding dengan pondasi tiang pancang namun dalam pelaksanaannya membutuhkan waktu yang relatif lebih lama.

4.2.2 Kriteria Pemilihan Jenis Pondasi

Ancangan dalam memilih alternatif dimulai dari tingkat dasar dengan menderetkan semua alternatif. Tingkat berikutnya terdiri atas kriteria untuk mempertimbangkan berbagai alternatif tadi, disini kriteria-kriteria dibandingkan menurut pentingnya kontribusi masing-masing. Suatu tingkatan kriteria perlu disisipkan sub-kriteria yang diletakkan antara kriteria dan alternatif, sub-kriteria akan dibandingkan terhadap kriteria di mana sub-kriteria tersebut tergolong.

Persyaratan yang digunakan untuk menentukan kriteria dalam memilih jenis alternatif adalah sebagai berikut :

1. Antar kriteria tidak boleh bersifat tumpang tindih (*mutually exclusive*).
2. Tiap kriteria tidak boleh bersisa (*exhaustive*).
3. Kriteria sedapat mungkin dapat diukur.

Dalam menentukan kriteria diperlukan pertimbangan yang digunakan untuk membantu menetapkan kriteria, pertimbangan-pertimbangan tersebut antara lain:

1. Kriteria desain.
2. Kondisi lapangan (topografi, kondisi tanah, lingkungan proyek, dan foto udara).

3. Peraturan-peraturan.
4. Elemen-elemen desain (komponen konstruksi).
5. Latar belakang proyek.
6. Kendala-kendala yang ditetapkan terhadap proyek.
7. Fasilitas yang tersedia.
8. Persyaratan yang timbul akibat dari partisipasi masyarakat.
9. Perhitungan-perhitungan desain.

Berdasarkan informasi umum diatas dan dengan studi literatur yang mendalam maka dapat diputuskan kriteria-kriteria yang digunakan untuk memilih pondasi adalah sebagai berikut :

- a. Waktu pelaksanaan (WP)
- b. Kemungkinan diterapkan (KT)
- c. Kemudahan pelaksanaan (KP)
- d. Sarana kerja (SK)
- e. Teknologi (T)

masing-masing kriteria-kriteria di atas dijabarkan dengan sub-kriteria yang tergolong di dalam kriteria tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Waktu Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan adalah kurun waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan pondasi mulai dari pondasi dikerjakan sampai dengan proses akhir dari pelaksanaan pondasi, dalam hal ini waktu pelaksanaan berkaitan dengan kondisi saat pelaksanaan pekerjaan yang berhubungan dengan iklim, waktu yang dibutuhkan untuk pemboran maupun waktu dalam pengerjaan pencoran.

b. Kemungkinan Diterapkan

Kemungkinan diterapkan merupakan salah satu kriteria yang mempertimbangkan bisa tidaknya suatu alternatif pondasi tersebut untuk diterapkan pada suatu lokasi. Kemungkinan diterapkan berhubungan dengan kondisi dan situasi proyek terutama berkaitan dengan luas area proyek. Apabila suatu pondasi tersebut tidak sesuai dengan situasi dan kondisi maka sangat tidak mungkin untuk diterapkan, karena dengan menerapkan alternatif pondasi yang tidak sesuai dengan kondisi di atas akan mengakibatkan adanya desain ulang.

c. Kemudahan Pelaksanaan

Kemudahan pelaksanaan adalah kemudahan dalam melaksanakan suatu pekerjaan pondasi di lapangan. Kemudahan pelaksanaan yang dimaksud adalah kemudahan yang berkaitan dengan ada dan tidaknya tenaga kerja dalam pelaksanaan pengerjaan pondasi serta pengetahuan dalam melaksanakan pekerjaan pondasi tersebut.

d. Sarana Kerja

Sarana kerja adalah peralatan yang dipakai untuk melaksanakan pekerjaan pondasi, sarana kerja berkaitan dengan ketersediaan peralatan, jumlah peralatan yang digunakan, serta kemudahan dalam mendapatkan peralatan penunjang pekerjaan pondasi tersebut.

e. Teknologi

Teknologi yang dimaksud adalah pengetahuan tentang metode pondasi tersebut, teknologi didasarkan pada pengenalan metode oleh praktisi dibidang konstruksi serta sering dan tidaknya metode tersebut dilaksanakan di Indonesia.



Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka perlu dipilih jenis konstruksi yang paling tepat. Pemilihan jenis konstruksi ini dapat merupakan pekerjaan yang membingungkan dan mungkin sekali menimbulkan adanya perdebatan. Kebingungan dan perdebatan ini muncul terutama berkaitan dengan memastikan keuntungan atau keunggulan suatu pilihan atas pilihan lainnya. Keputusan atas suatu pilihan yang hanya didasarkan pada satu kriteria saja, dapat menimbulkan ketidakpuasan di kemudian hari. Salah satu metode yang dapat dipakai untuk pengambilan keputusan yang didasarkan pada banyak kriteria (*multi criteria*) adalah metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

Alternatif-alternatif pondasi dan kriteria-kriteria yang telah dipilih tersebut untuk selanjutnya diberikan penilaian untuk menentukan prioritas alternatif berdasar kriteria yang telah ditetapkan, penilaian terhadap tiap kriteria didasarkan pada hasil penilaian terbanyak dari isian kuisioner. Penilaian tersebut dilakukan oleh para responden yang ahli di bidang konstruksi dengan cara pengisian kuesioner. Jumlah pengisi kuisioner adalah 28 pengisi, 15 % dari kalangan akademisi Universitas Islam Indonesia jurusan Teknik Sipil dan 85 % dari praktisi bidang konstruksi di DIY.

4.3 Tahap Analisis

Metode *Analytic Hierarchy Process* ini dikembangkan di awal tahun 1970 an oleh Dr. Thomas L. Saaty dan telah digunakan secara luas untuk membantu para pengambil keputusan diberbagai perusahaan dari berbagai negara. Dengan menggunakan metode AHP, suatu masalah dipandang dalam kerangka berpikir yang terorganisir, sehingga memungkinkan diambilnya keputusan secara efektif. Masalah

yang kompleks dapat disederhanakan dan dipercepat dalam proses pengambilan keputusannya.

Prinsip kerja metode AHP adalah menyederhanakan masalah kompleks yang tidak terstruktur menjadi bagian-bagian yang berupa kriteria-kriteria serta menata kriteria-kriteria tersebut kedalam suatu hirarki. Tingkat kepentingan setiap kriteria dapat diberi nilai numerik secara subyektif tentang arti pentingnya secara relatif dibandingkan kriteria yang lain. Dari berbagai pertimbangan tersebut dapat dilakukan sintesis untuk menetapkan kriteria yang mempunyai prioritas tertinggi dan berperan untuk mempengaruhi hasil pada sistem tersebut. Konsistensi penilaian pada kriteria-kriteria tersebut juga dapat diuji dengan metode AHP ini. Penilaian dapat diperbaiki atau hirarkinya dapat distruktur ulang bila terjadi penyimpangan (tidak konsisten).

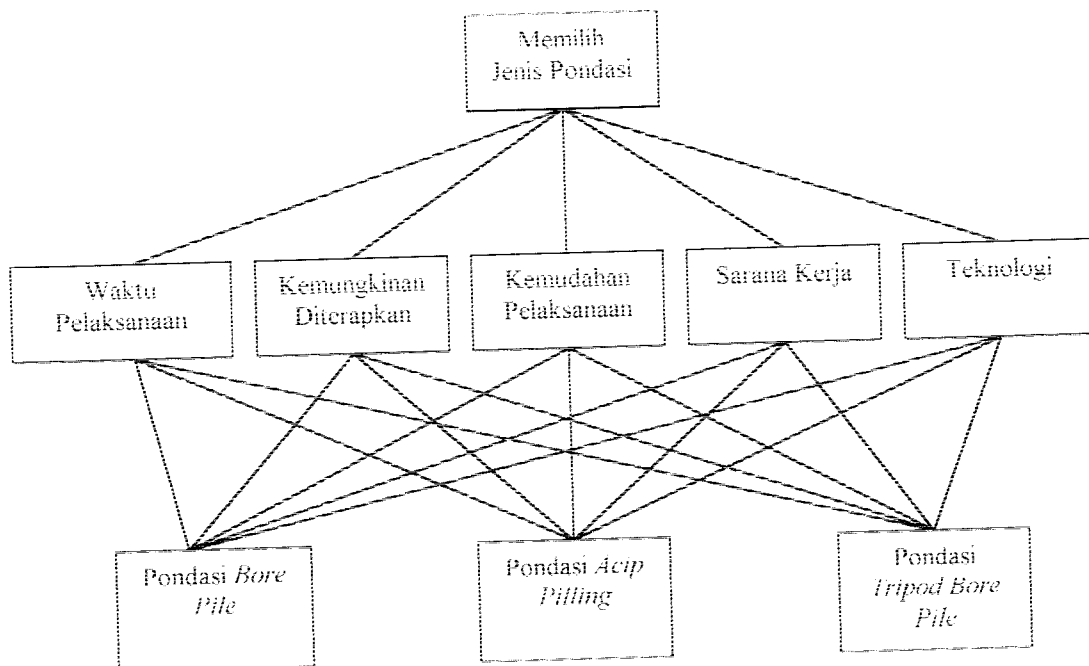
4.3.1 Penyusunan Struktur Hierarki

Penyusunan struktur hierarki adalah sebagai berikut :

1. Sasaran : Memilih jenis pondasi untuk jembatan layang
2. Kriteria :
 - a. Waktu Pelaksanaan
 - b. Kemungkinan Diterapkan
 - c. Kemudahan Pelaksanaan
 - d. Sarana Kerja
 - e. Teknologi

3. Alternatif :

- a. *Bore Pile*
- b. *Acip Piling*
- c. *Tripod Bore Pile*



Gambar 4.2 Bagan Struktur Hirarki

Sasaran utama analisis ini adalah untuk memilih jenis konstruksi bawah Janti *Fly Over* dimana di daerah ini terjadi persilangan sebidang antara jalan kereta api dengan jalan raya yang cukup ramai dan pada saat Janti *Fly Over* ini dikerjakan lalu lintas harus tetap berjalan. Berdasarkan sasaran ini maka dapat ditentukan tujuan yang berupa kriteria-kriteria yang memperhatikan jenis pondasi yang sesuai dengan kondisi lingkungan, kriteria-kriteria tersebut adalah waktu pelaksanaan, kemungkinan diterapkan, kemudahan pelaksanaan, sarana kerja, dan teknologi.

4.3.2 Menentukan Prioritas

Langkah berikutnya adalah pembedaan prioritas dan sintesis dengan cara memberikan penilaian komparatif. Dalam memberikan penilaian ini, AHP menggunakan cara perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Artinya setiap kriteria, dalam hal ini tujuan, sub tujuan, dan alternatif keputusan ditentukan bobotnya masing-masing dengan cara mengadakan perbandingan sepasang-sepasang dalam kaitannya dengan kriteria yang langsung berada di atasnya. Adapun penentuan bobot dilakukan dengan metode pencarian *eigenvector* dan *eigenvalue* dalam proses aljabar matrik. Dalam penilaian secara berpasangan, *judgements* diberikan dengan menggunakan skala dari 1 hingga 9 dengan perincian seperti pada Tabel 3.1 skala banding secara berpasangan.

Perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) tidak hanya dapat dilakukan untuk kriteria-kriteria yang bersifat kualitatif namun dapat juga dilakukan untuk kriteria-kriteria yang bersifat kuantitatif secara numeris. Untuk tahapan perbandingan antar kriteria ini, penilaian perbandingan dilakukan secara kualitatif berdasarkan penilaian terbanyak dari hasil kuisioner sebanyak 28 pengisi yang memenuhi nilai konsistensi adalah sebagai berikut :

a. Waktu Pelaksanaan dengan Kemungkinan Diterapkan

Dalam melaksanakan suatu pekerjaan konstruksi diperlukan suatu metode guna mempermudah pengerjaannya, sehingga pemilihan jenis metode yang tepat dan dapat diterapkan pada suatu proyek diharapkan dapat mengatasi masalah yang timbul baik dalam aspek waktu, mutu ataupun biaya, sedangkan waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan akan tergantung pada penerapan

metode yang terpilih. Oleh sebab itu kriteria kemungkinan diterapkan lebih penting daripada waktu pelaksanaan. Atau tingkat kepentingan antara waktu pelaksanaan dibandingkan kemungkinan diterapkan = 1 : 3

b. Waktu Pelaksanaan dengan Kemudahan Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan yang terencana dalam suatu proyek akan menentukan kapan proyek tersebut dapat mulai untuk dilaksanakan dan diselesaikan, sedangkan kemudahan dalam pelaksanaan mungkin dapat mempengaruhi kualitas hasil pekerjaan yang dapat menimbulkan kerugian yang lebih besar dibandingkan dengan keterlambatan yang terjadi. Oleh sebab itu kriteria waktu pelaksanaan sedikit lebih penting daripada kemudahan pelaksanaan. Atau tingkat kepentingan antara waktu pelaksanaan dibandingkan kemudahan pelaksanaan = 3 : 1

c. Waktu Pelaksanaan dengan Sarana Kerja

Pada suatu proyek konstruksi waktu pelaksanaan tidak dapat diabaikan begitu saja, karena dengan keterlambatan penyelesaian suatu pekerjaan dari jadwal yang telah ditentukan akan menjadikan proyek tersebut mengalami penambahan biaya. Maka kriteria waktu pelaksanaan lebih penting daripada sarana kerja yang mungkin dapat dicarikan kapan saja. Atau tingkat kepentingan antara waktu pelaksanaan dibandingkan sarana kerja = 5 : 1

d. Waktu Pelaksanaan dengan Teknologi

Dengan adanya waktu pelaksanaan yang mengatur tiap-tiap item pekerjaan maka akan mengatur pula kesinambungan pekerjaan selanjutnya, sehingga tidak menimbulkan kerancuan pelaksanaan pekerjaan yang akan dilaksanakan pada tahap berikutnya, sehingga disini waktu pelaksanaan lebih penting daripada

teknologi yang dapat dicari alternatif yang lain sedangkan waktu tidak dapat diulang kembali. Atau tingkat kepentingan antara waktu pelaksanaan dibandingkan teknologi = 5 : 1

e. Kemungkinan Diterapkan dengan Kemudahan Pelaksanaan

Penggunaan suatu jenis alternatif yang dapat diterapkan pada suatu kondisi yang tepat akan memberikan hasil yang maksimal sementara kemudahan pelaksanaan suatu pekerjaan akan tergantung dari jenis alternatif yang dipakai pada kondisi tersebut, sehingga disini dikatakan kriteria kemungkinan diterapkan lebih penting daripada kemudahan pelaksanaan. Atau tingkat kepentingan antara kemungkinan diterapkan dibandingkan kemudahan pelaksanaan = 5 : 1

f. Kemungkinan Diterapkan dengan Sarana Kerja

Apabila suatu konstruksi bangunan telah ditentukan jenis metode yang digunakan maka dalam pengerjaannya akan dapat dikerjakan secara mudah sedangkan sarana kerja sebagai pendukung dari pengerjaan pekerjaan tersebut, sarana kerja akan tergantung dari metode yang dipakai, maka dapat dikatakan bahwa kemungkinan diterapkan sangat penting daripada sarana kerja. Atau tingkat kepentingan antara kemungkinan diterapkan dibandingkan sarana kerja = 7 : 1

g. Kemungkinan Diterapkan dengan Teknologi

Dalam suatu proyek konstruksi penggunaan jenis metode yang tepat sesuai dengan kondisi lingkungan akan memberikan hasil yang maksimal dibandingkan dengan penggunaan metode yang tidak didasarkan pada kondisi lapangan, sementara teknologi yang ada belum tentu dapat diterapkan pada kondisi tersebut. Maka kriteria kemungkinan diterapkan sangat penting daripada

teknologi. Atau tingkat kepentingan antara kemungkinan diterapkan dibandingkan teknologi = 7 : 1

h. Kemudahan Pelaksanaan dengan Sarana Kerja

Para tenaga kerja dibidang konstruksi selalu cenderung untuk mencari alternatif pengganti metode dalam pengerjaan suatu pekerjaan yang dianggap lebih mudah dan efisien untuk menghemat waktu dan biaya tanpa mengesampingkan mutu dari pekerjaan tersebut, sedangkan peralatan pekerjaan dapat dengan mudah untuk diperoleh. Sehingga disini dapat dikatakan bahwa kemudahan pelaksanaan lebih penting daripada sarana kerja. Atau tingkat kepentingan antara kemudahan pelaksanaan dibandingkan sarana kerja = 5 : 1

i. Kemudahan Pelaksanaan dengan Teknologi

Kemudahan pelaksanaan akan menjadi prioritas yang lebih diutamakan karena akan mempengaruhi lancarnya pekerjaan tersebut, sedangkan teknologi yang lebih maju belum tentu dapat dilaksanakan oleh para tenaga kerja sehingga akan memerlukan waktu untuk memperkenalkan teknologi tersebut. Sehingga disini dapat dikatakan bahwa kemudahan pelaksanaan sedikit lebih penting daripada teknologi. Atau tingkat kepentingan antara kemudahan pelaksanaan dibandingkan teknologi = 3 : 1

j. Sarana Kerja dengan Teknologi

Kemajuan teknologi khususnya dibidang konstruksi perlu untuk segera diperkenalkan dan dipelajari, hal ini untuk mengantisipasi ketertinggalan dari negara maju. Sehingga disini dapat dikatakan teknologi sedikit lebih penting

daripada sarana kerja yang cenderung sedikit terjadi perubahan. Atau tingkat kepentingan antara sarana kerja dibandingkan teknologi = 1 : 3

Hasil dari penilaian untuk perbandingan berpasangan tersebut dapat ditampilkan pada Tabel 4.5 di bawah ini :

Tabel 4.5 Perbandingan Berpasangan dari Kriteria-Kriteria yang Diperhitungkan

	WP	KT	KP	SK	T
WP	1	1/3	3	5	5
KT	3	1	5	7	7
KP	1/3	1/5	1	5	3
SK	1/5	1/7	1/5	1	1/3
T	1/5	1/7	1/3	3	1

Perbandingan berpasangan juga dilakukan untuk masing-masing alternatif metode konstruksi berdasarkan kriteria-kriteria yang dipertimbangkan dan ditunjukkan pada tabel-tabel berikut ini :

Tabel 4.6 Kriteria Waktu Pelaksanaan

WP	BP	AP	TB
BP	1	3	1/3
AP	1/3	1	1/5
TB	3	5	1

Tabel 4.7 Kriteria Kemungkinan Diterapkan

KT	BP	AP	TB
BP	1	5	3
AP	1/5	1	1/3
TB	1/3	3	1

Tabel 4.8 Kriteria Kemudahan Pelaksanaan

KP	BP	AP	TB
BP	1	1	3
AP	1	1	3
TB	1/3	1/3	1

Tabel 4.9 Kriteria Sarana Kerja

SK	BP	AP	TB
BP	1	3	1
AP	1/3	1	1/3
TB	1	3	1

Tabel 4.10 Kriteria Teknologi

T	BP	AP	TB
BP	1	1	3
AP	1	1	3
TB	1/3	1/3	1

4.3.3 Konsistensi Logis

Terakhir adalah konsistensi logis, yaitu menjamin bahwa semua elemen dikelompokkan secara logis dan dicari peringkatnya secara konsisten sesuai dengan suatu kriteria yang logis. AHP memiliki formula untuk menguji tingkat konsistensi dengan menggunakan *consistency ratio* (CR).

Konsistensi logis dari penilaian kriteria-kriteria pemilihan jenis pondasi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.11 Mensintesis Pertimbangan

	WP	KT	KP	SK	T
WP	1	1/3	3	5	5
KT	3	1	5	7	7
KP	1/3	1/5	1	5	3
SK	1/5	1/7	1/5	1	1/3
T	1/5	1/7	1/3	3	1
Jumlah	4,73	1,82	9,53	21	16,33

Tabel 4.12 Matrik yang Dinormalisasi Jumlah Baris dan Prioritas Menyeluruh

	WP	KT	KP	SK	T	Jlh brs	Rata-rata
WP	15/71	35/191	45/143	5/21	15/49	1.25	0.2507
KT	45/71	105/191	75/143	7/21	21/49	2.47	0.4940
KP	5/71	21/191	15/143	5/21	9/49	0.71	0.1414
SK	3/71	15/191	3/143	1/21	1/49	0.21	0.0419
T	3/71	15/191	5/143	3/21	3/49	0.36	0.0720

Contoh perhitungan kolom 1

Matrik pada kolom 1 dinormalisasikan dengan cara membagi masing-masing penilaian dengan jumlah kolom, kemudian angka tersebut diseragamkan dengan menyamakan penyebutnya.

- Baris 1 = $1 ; 1 : 4,73 = \frac{1}{4,73}$
- Baris 2 = $3 ; 3 : 4,73 = \frac{3}{4,73}$
- Baris 3 = $1/3 ; 1/3 : 4,73 = \frac{1}{14,19}$
- Baris 4 = $1/5 ; 1/5 : 4,73 = \frac{1}{23,65}$
- Baris 5 = $1/5 ; 1/5 : 4,73 = \frac{1}{23,65}$

Langkah berikutnya, nilai yang didapat diatas disamakan penyebutnya menjadi:

- Baris 1 = $\frac{15}{71}$
- Baris 2 = $\frac{45}{71}$
- Baris 3 = $\frac{5}{71}$

- Baris 4 = $\frac{3}{71}$

- Baris 5 = $\frac{3}{71}$

Perhitungan selanjutnya analog dengan perhitungan kolom 1

Tabel 4.13 Menjumlahkan Entri

	WP(0,25)	KT(0,49)	KP(0,14)	SK(0,04)	T(0,07)
WP	1	1/3	3	5	5
KT	3	1	5	7	7
KP	1/3	1/5	1	5	3
SK	1/5	1/7	1/5	1	1/3
T	1/5	1/7	1/3	3	1

	WP	KT	KP	SK	T	Jlh brs
WP	0,2507	0,1647	0,4242	0,2095	0,3600	1,4091
KT	0,7521	0,4940	0,7070	0,2933	0,5040	2,7504
KP	0,0836	0,0988	0,1414	0,2095	0,2160	0,7493
SK	0,0501	0,0706	0,0283	0,0419	0,0240	0,2149
T	0,0501	0,0706	0,0471	0,1257	0,0720	0,3655

Contoh perhitungan kolom 1

Kolom pertama dari matriks yang tak konsisten (Tabel 4.11) yang telah diubah menjadi bentuk desimal dikalikan dengan prioritas relatif baris pertama (0,2507) pada Tabel 4.12

- Baris 1 ; $1 \times 0,2507 = 0,2507$
- Baris 2 ; $3 \times 0,2507 = 0,7521$
- Baris 3 ; $1/3 \times 0,2507 = 0,0836$
- Baris 4 ; $1/5 \times 0,2507 = 0,0501$
- Baris 5 ; $1/5 \times 0,2507 = 0,0501$

Perhitungan selanjutnya analog dengan perhitungan kolom 1

1,4091	:	0,2507	-	5,62
2,7504		0,4940		5,57
0,7493		0,1414		5,30
0,2149		0,0419		5,13
0,3655		0,0720		5,08
				26,8

$$\lambda = \frac{26,8}{5} = 5,36$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} = \frac{(5,36 - 5)}{(5 - 1)} = 0,09$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,09}{1,12} = 0,08 < 0,10 \quad (\text{CR terpenuhi})$$

Perhitungan konsistensi logis juga diterapkan pada penilaian alternatif-alternatif podasi yang diajukan terhadap kriteria yang ditentukan. Nilai *Consistency Ratio* (CR) sebagai berikut :

- 1) Waktu pelaksanaan = CR = 0,06 < 0,10 → OK !
- 2) Kemungkinan diterapkan = CR = 0,06 < 0,10 → OK !
- 3) Kemudahan pelaksanaan = CR = 0,0086 < 0,10 → OK !
- 4) Sarana kerja = CR = 0 < 0,10 → OK !
- 5) Teknologi = CR = 0,0086 < 0,10 → OK !

Perhitungan yang didapat menunjukkan bahwa *Consistency Ratio* (CR) lebih kecil dari 0,10 sehingga data tersebut dapat digunakan karena mempunyai nilai konsistensi kurang dari syarat yang ditentukan.

Dari hasil perhitungan dengan prosedur yang ditawarkan pada metode AHP ini, dihasilkan nilai *eigen vector* untuk masing-masing kriteria seperti di bawah ini :

Kriteria 1	: Waktu Pelaksanaan	: <i>eigen vector</i>	= 0.2507
Kriteria 2	: Kemungkinan Diterapkan	: <i>eigen vector</i>	= 0.4940
Kriteria 3	: Kemudahan Pelaksanaan	: <i>eigen vector</i>	= 0.1414
Kriteria 4	: Sarana Kerja	: <i>eigen vector</i>	= 0.0419
Kriteria 5	: Teknologi	: <i>eigen vector</i>	= <u>0.0720</u>
			1.0000

Dari hasil tersebut didapatkan urutan atau prioritas kepentingan sebagai berikut :

Prioritas 1	: (Kriteria 2) Kemungkinan Diterapkan
Prioritas 2	: (Kriteria 1) Waktu Pelaksanaan
Prioritas 3	: (Kriteria 3) Kemudahan Pelaksanaan
Prioritas 4	: (Kriteria 5) Teknologi
Prioritas 5	: (Kriteria 4) Sarana Kerja

Untuk setiap alternatif berdasarkan masing-masing kriteria juga dilakukan hal yang sama dan didapatkan nilai *eigen vector* sebagai berikut :

Kriteria 1.

Alternatif 1	: <i>Bore Pile</i>	: <i>eigen vector</i>	= 0.2605
Alternatif 2	: <i>Acip Pilling</i>	: <i>eigen vector</i>	= 0.1061
Alternatif 3	: <i>Tripod Bore Pile</i>	: <i>eigen vector</i>	= <u>0.6334</u>
			1.0000

Kriteria 2.

Alternatif 1	: <i>Bore Pile</i>	: <i>eigen vector</i>	= 0.6334
Alternatif 2	: <i>Acip Pilling</i>	: <i>eigen vector</i>	= 0.1061
Alternatif 3	: <i>Tripod Bore Pile</i>	: <i>eigen vector</i>	= <u>0.2605</u>
			1.0000

Kriteria 3.

Alternatif 1	: <i>Bore Pile</i>	: <i>eigen vector</i>	= 0.4286
Alternatif 2	: <i>Acip Pilling</i>	: <i>eigen vector</i>	= 0.4286
Alternatif 3	: <i>Tripod Bore Pile</i>	: <i>eigen vector</i>	= <u>0.1428</u>
			1.0000

Kriteria 4.

Alternatif 1	: <i>Bore Pile</i>	: <i>eigen vector</i>	= 0.4286
Alternatif 2	: <i>Acip Pilling</i>	: <i>eigen vector</i>	= 0.1428
Alternatif 3	: <i>Tripod Bore Pile</i>	: <i>eigen vector</i>	= <u>0.4286</u>
			1.0000

Kriteria 5.

Alternatif 1	: <i>Bore Pile</i>	: <i>eigen vector</i>	= 0.4286
Alternatif 2	: <i>Acip Pilling</i>	: <i>eigen vector</i>	= 0.4286
Alternatif 3	: <i>Tripod Bore Pile</i>	: <i>eigen vector</i>	= <u>0.1428</u>
			1.0000

Jika matrik *eigen vector* dari masing-masing alternatif (matrik 3 x 5) dikalikan dengan matrik *eigen vector* dari masing-masing kriteria (matrik 1 x 5), maka nilai masing-masing alternatif berdasarkan keseluruhan kriteria yang diperhitungkan dengan menggunakan metode AHP ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} 0.2605 & 0.6334 & 0.4286 & 0.4286 & 0.4286 \\ 0.1061 & 0.1061 & 0.4286 & 0.1428 & 0.4286 \\ 0.6334 & 0.2605 & 0.1428 & 0.4286 & 0.1428 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.2507 \\ 0.4940 \\ 0.1414 \\ 0.0419 \\ 0.0720 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4876 \\ 0.1764 \\ 0.3359 \end{bmatrix}$$

Alternatif 1	: <i>Bore Pile</i>	: <i>eigen vector</i>	0.4876
Alternatif 2	: <i>Acip Pilling</i>	: <i>eigen vector</i>	= 0.1764
Alternatif 3	: <i>Tripod Bore Pile</i>	: <i>eigen vector</i>	= 0.3359
			1.0000

Prioritas 1 : Alternatif 1 (*Bore Pile*)

Prioritas 2 : Alternatif 3 (*Tripod Bore Pile*)

Prioritas 3 : Alternatif 2 (*Acip Pilling*)

4.4 Tahap Rekomendasi

Dari hasil kajian ulang untuk Janti *Fly Over* terlihat bahwa jenis pondasi yang terbaik, yang dilihat dari kriteria-kriteria pemilihan pondasi adalah pondasi *Bore Pile*, kemudian alternatif berikutnya adalah pondasi *Tripod Bore Pile* dan *Acip Pilling*. Jenis pondasi Janti *Fly Over* pada saat ini adalah pondasi *Bore Pile*, sehingga dapat dikatakan bahwa jenis pondasi yang digunakan adalah jenis pondasi yang paling efisien dan akrab lingkungan karena telah memenuhi syarat dari berbagai kriteria yang diajukan. Analisis diatas membuktikan bahwa integritas antara tahap disain pondasi dengan metode konstruksi yang dilaksanakan pada tahap pelaksanaan konstruksi dapat menghasilkan alternatif yang paling baik.

BAB V

PEMBAHASAN

Untuk lebih menjelaskan terpilihnya pondasi *Bore Pile*, maka akan diperbandingkan lebih lanjut dengan pondasi *Tripod Bore Pile* dan *Acip Piling* berdasarkan masing-masing kriteria sebagai berikut :

A. Kemungkinan Diterapkan

Pondasi *Bore Pile* mempunyai prosentase lebih besar untuk diterapkan pada Janti *Fly Over* karena kondisi lingkungan proyek yang berada ditengah kota dengan kondisi bangunan yang dekat dengan lokasi proyek, sehingga dengan penerapan pondasi *Bore Pile* diharapkan pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan dengan lancar dan tidak menimbulkan kerusakan maupun permasalahan selama pelaksanaan proyek berjalan.

B. Waktu Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan pondasi *Bore Pile* yang didasarkan pada kondisi iklim atau cuaca serta waktu pelaksanaan pekerjaan dapat dikatakan lebih lambat daripada pondasi *Acip Piling*, karena pada pelaksanaan pondasi *Bore Pile* memerlukan pemasangan *casing* terlebih dahulu dan melalui proses pembersihan lubang

pondasi untuk mengeluarkan air dan lumpur, sedangkan pada pondasi *Acip Piling* langsung dilakukan pencoran setelah pemboran berakhir.

C. Kemudahan Pelaksanaan

Dalam pelaksanaannya di lapangan, pondasi *Bore Pile* dan *Acip Piling* mempunyai tingkat kemudahan yang sama, artinya bahwa proses pekerjaannya tidak perlu dilakukan secara berulang-ulang seperti pada pelaksanaan pemboran pondasi *Tripod Bore Pile*. Disamping itu pondasi *Bore Pile* maupun pondasi *Acip Piling* memerlukan sedikit jumlah tenaga kerja serta pengetahuan yang lebih mudah untuk dipahami dalam melaksanakannya

C. Teknologi

Teknologi yang digunakan pada pondasi *Acip Piling* sudah lebih maju dari pondasi *Bore Pile* karena merupakan suatu metode pembaharuan, namun dalam pelaksanaan dilapangan pondasi *Bore Pile* lebih dapat dilaksanakan serta lebih dikenal oleh praktisi di bidang konstruksi khususnya di Indonesia. Dibanding kedua pondasi tersebut, teknologi pada *Tripod Bore Pile* sudah sangat tertinggal.

E. Sarana Kerja

Dengan melihat peralatan yang mendukung pelaksanaan, maka pondasi *Acip Piling* mempunyai peralatan utama yang dapat digunakan untuk proses pemboran dan pencoran tanpa harus mengganti perlengkapannya, sehingga proses pelaksanaannya sangat sederhana dan dengan penggunaan peralatan yang lebih sedikit. Namun dalam usaha untuk mendapatkan peralatan jelas pondasi *Bore Pile* lebih mudah dan banyak tersedia di Indonesia untuk didapatkan.

Kriteria-kriteria yang telah ditentukan ini tidak saling berhubungan sehingga proses penilaiannya hanya untuk menentukan urutan prioritas pembobotannya. Kriteria-kriteria tersebut tidak dapat diperbandingkan satu sama lain karena mempunyai kedudukan yang sama atau bersifat *independen*. Urutan prioritas kriteria dari analisis Metode AHP ini sangat mempengaruhi pemilihan jenis pondasi.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis Rekayasa Nilai dengan Metode AHP yang digunakan untuk menentukan jenis pondasi pada proyek *Janti Fly Over* dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Urutan prioritas kriteria untuk memilih jenis pondasi pada proyek *Janti Fly Over* adalah sebagai berikut :
 - Prioritas 1 : Kemungkinan Diterapkan
 - Prioritas 2 : Waktu Pelaksanaan
 - Prioritas 3 : Kemudahan Pelaksanaan
 - Prioritas 4 : Teknologi
 - Prioritas 5 : Sarana Kerja
2. Urutan alternatif pondasi yang terpilih yaitu :
 - Prioritas 1 : Alternatif 1 (*Bore Pile*)
 - Prioritas 2 : Alternatif 3 (*Tripod Bore Pile*)
 - Prioritas 3 : Alternatif 2 (*Acip Pilling*)
3. Pondasi *Bore Pile* terpilih berdasarkan kriteria Kemungkinan Diterapkan dengan nilai *eigen vektor* yang terbesar.

6.2 Saran

Pemilihan desain struktur bawah (pondasi) suatu jalan layang sebaiknya mempertimbangkan metode konstruksi karena ketepatan pemilihan metode konstruksi yang akan digunakan untuk mengerjakan struktur bawah sebuah jalan layang akan sangat mempengaruhi kinerja dari operasi pelaksanaan konstruksi di lapangan. Dari analisis yang telah dilakukan dapat diberikan saran yang diharapkan berguna bagi penghematan yang bisa dilakukan, saran-saran tersebut adalah sebagai berikut :

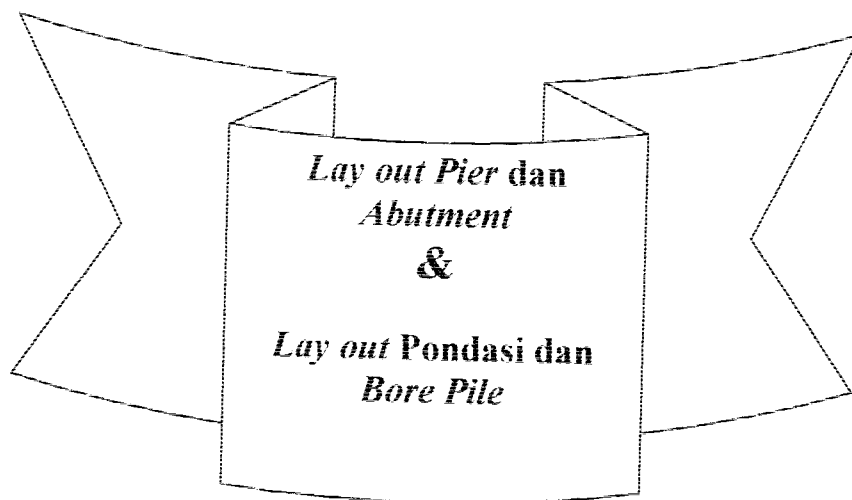
1. Perlu dilakukan penerapan (*implementasi*) metode AHP sedini mungkin (tahap konsep), sehingga memungkinkan didapat hasil yang maksimal.
2. Diperlukan suatu sikap yang tanggap terhadap informasi dalam pengajuan alternatif-alternatif yang bisa diterapkan pada suatu masalah.
3. Perlunya suatu penguasaan pada berbagai masalah terutama metode pelaksanaan suatu konstruksi sehingga dapat memberikan nilai tambah bagi sumbang saran untuk pengajuan informasi dalam tahap kreatif.

DAFTAR PUSTAKA

1. **PENGAMBILAN KEPUTUSAN DALAM SITUASI KOMPLEKS DENGAN ANALYTIC HIERARCHY PROCESS**. LPPM-STIEKERS
2. Benny Prastowo dan M. Arif Harianto K. 1997, **ANALISIS NILAI PADA PONDASI GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH DI JOGJAKARTA**, Tugas Akhir Program Sarjana UII, Jogjakarta.
3. Brahma. S.P, 1981, **FOUNDATION ENGINEERING**, Tata Mc Graw –Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
4. Iman Soeharto, 1997, **MANAJEMEN PROYEK**, Erlangga, Jakarta.
5. Joseph E. Bowles, 1986, **ANALISIS DAN DESAIN PONDASI JILID 1**, Erlangga, Jakarta.
6. Joseph E. Bowles, 1991, **ANALISIS DAN DESAIN PONDASI EDISI KEEMPAT JILID 2**, Erlangga, Jakarta.
7. Thomas H. Thornburn, Ralph B. Peck, Walter E. Hanson, 1986, **TEKNIK FONDASI**, Gadjah Mada University Press.
8. Thomas L. Saaty, 1991, **PENGAMBILAN KEPUTUSAN BAGI PARA PEMIMPIN**, PT. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
9. [http://www.Augercastpile.com/Acip % 20 Pilling.htm](http://www.Augercastpile.com/Acip%20Pilling.htm)
10. <http://www.Buildingtechnology.com>

LAMPIRAN

1



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Erawan Tri Caksono	97511256	Men'on
2	Ari Yustiva M.	97511374	Men'on

JUDUL TUGAS AKHIR :

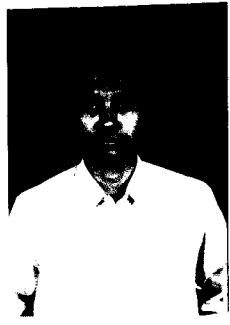
.....
 Evaluasi Pemilihan Jenis Pondasi pd Proyek Janti Fly Over dengan Metode AHP.

PERIODE III : MARET - AGUSTUS

TAHUN : 2001 / 2002

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar.	Apr.	Mei.	Jun.	Jul.	Aug.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal		■	■	■	■	■
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	■
6.	Sidang-Sidang						■
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I : Ir. Harbi Hadi, MT.
 DOSEN PEMBIMBING II : Ir. Fitri Nugraheni, MT.







Yogyakarta, 03 April 2002
 a.n. Dekan,

(Ir.H. Munadhir, MT.)

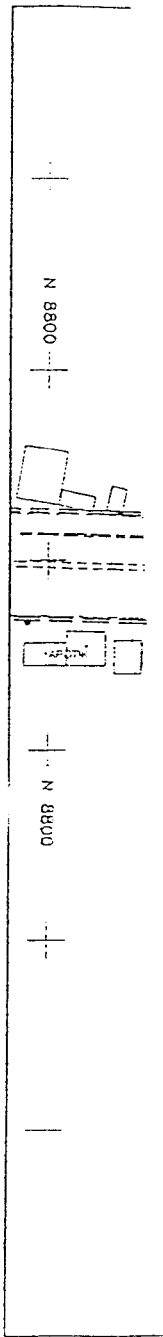
Catatan.
 Seminar : 10 April 2002
 Sidang :
 Pendadaran :

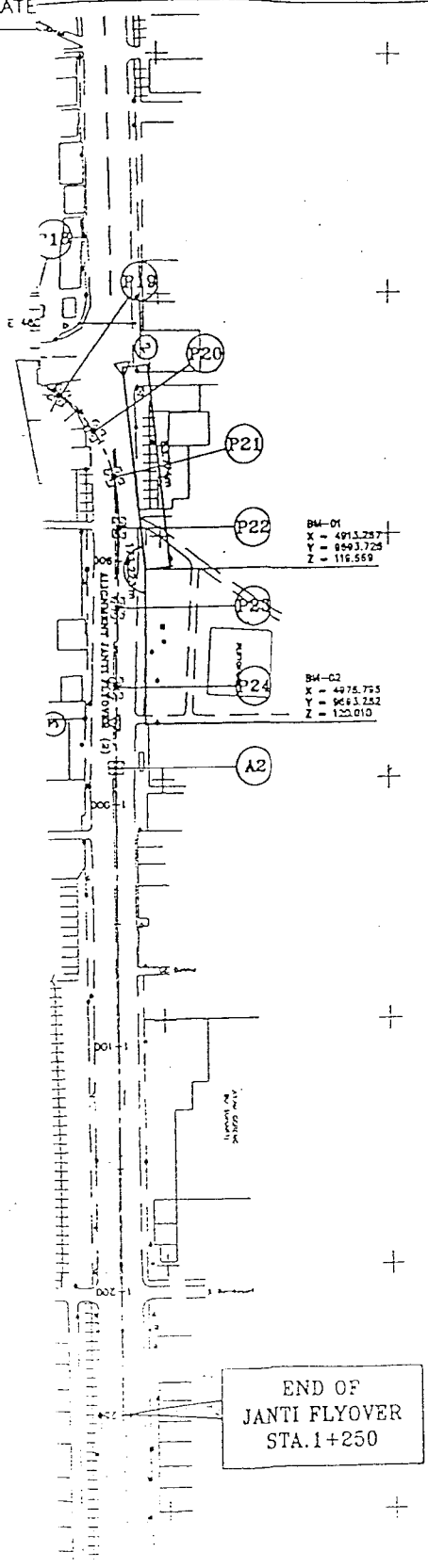
CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1	14 07 02	<ul style="list-style-type: none"> - Harus ada hubungan yg erat antara tujuan dan kesimpulannya. - Pondasi bored pile terpilih karena ada masalah di lapangan dalam pelaksanaan, bandingkan dengan pondasi tiang pancang! 	
2	21 07 02	<p><i>[Faint handwritten notes, mostly illegible]</i></p>	
3	26 07 02	<ul style="list-style-type: none"> - Pendekatan berisi/mengenni hasil analisa dari rekayasa tidak AHP, bukan balasan teori yg ada. 	
4	31 07 02	<p><i>[Faint handwritten notes, mostly illegible]</i></p>	

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
		<p>Ace 5/9/02 ke DP I & DP II</p> <p>Ace 6/9/02 dapat dilanjutkan ke pembimbing I</p> <p>Ace pendadaran 9/9/02</p> <p>Sudah dikoreksi tgl 25/9/02</p> <p>Ace ke DP I & DP II</p> <p>5/9/02</p> <p>Sudah dikoreksi dan disetujui 26/9/02</p>	<p>[Signature]</p> <p>[Signature]</p> <p>[Signature]</p>





END OF
 JANTI FLYOVER
 STA. 1+250

1:1 X 9700

1:1 X 9620
 E 2+00

AY-05/5/270 -0

MASTER
DCC
PROYEK JANTI FLYOVER
PAKET : BP-03A
DI. YOGYAKARTA

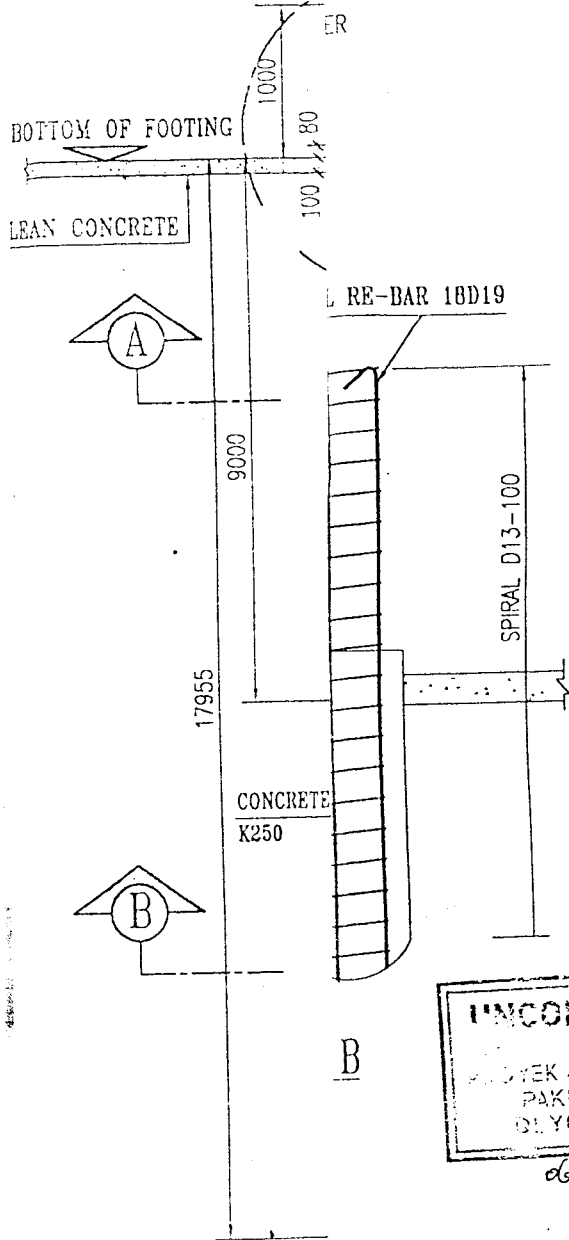
29-05-01

TE : 19mm

: 310 Kg/m CONCRETE

ATIO : 0.50

OR ASTM A615 Gr60 DEFORMED BARS



UNCONTROLLED
 DCC
 JANTIFLYOVER
 PAKET : BP-03A
 DI YOGYAKARTA

06/07/01 PM

MINISTRY OF SETTLEMENT AND REGIONAL DEVELOPMENT
 GENERAL OF REGIONAL INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT
 RIDGE CONSTRUCTION PROJECT D.I. YOGYAKARTA PROVINCE
 ROAD IMPROVEMENT PROJECT - II

DETAIL RE PACKAGE BP-03 A JANTI FLY OVER
BORE PILE PIER 16

Scale 1 : 50

DATE : 27-01-2001

REVISION NO : 1

CHECKED BY :

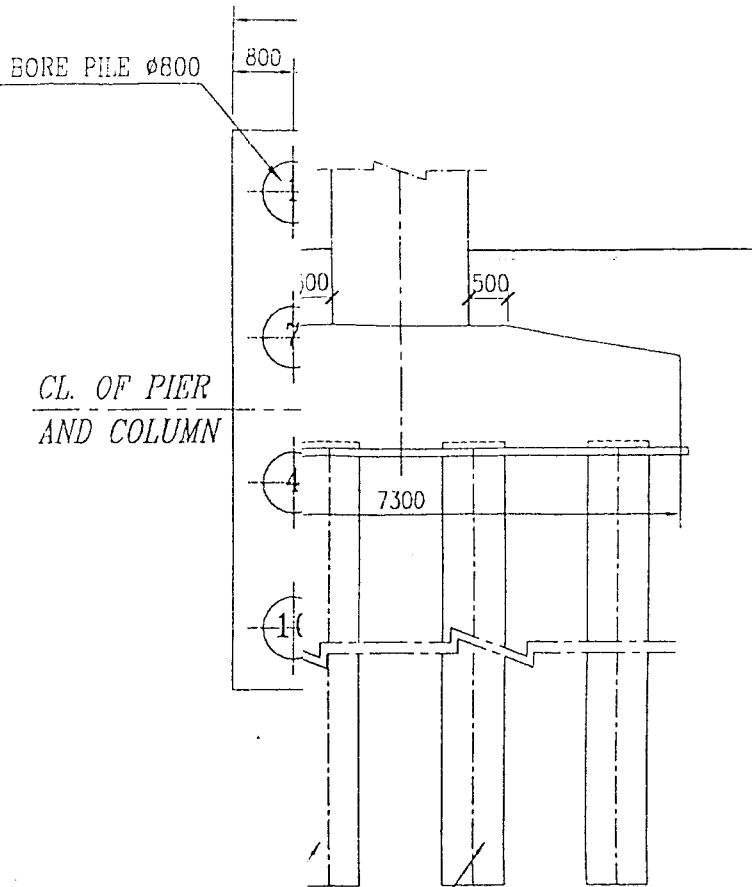
APPROVED BY :

APPROVED BY :
PROJECT

[Signature]
 IAMBANG, SP
 SUPERVISION ENGINEER

[Signature]
 H. TAMAGAWA
 CHIEF SUPERVISION ENGINEER

[Signature]
 H. SOEFWAN AZIZ, CES
 PROJECT MANAGER

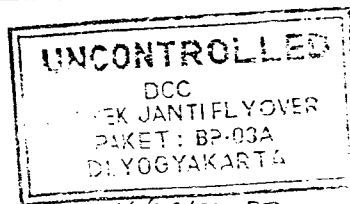


PLAN

Scale 1 : 10

NOTE : IDE VIEW

1. ALL DIMENS² 1 : 100
2. ALL ELEVAT.
3. STRUCTURE
CONCRETE I
4. CONCRETE C
5. ① ② ③



REFEREN
 STATE GENERAL OF REGIONAL INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT
 D BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT D.I. YOGYAKARTA PROVINCE
 ALL/G-NOTES
 ADDED ROAD IMPROVEMENT PROJECT - II

ALL BRIDGE (PACKAGE BP-03 A JANTI FLY OVER

BP-03A/P-P PILE PIER 16

DATE : 27-01-2001

PIER 16 PILIN

REVISION NO : 1

BP-03A/003,

CHECKED BY :

APPROVED BY :

APPROVED BY :
PROJECT

DETAIL OF BC

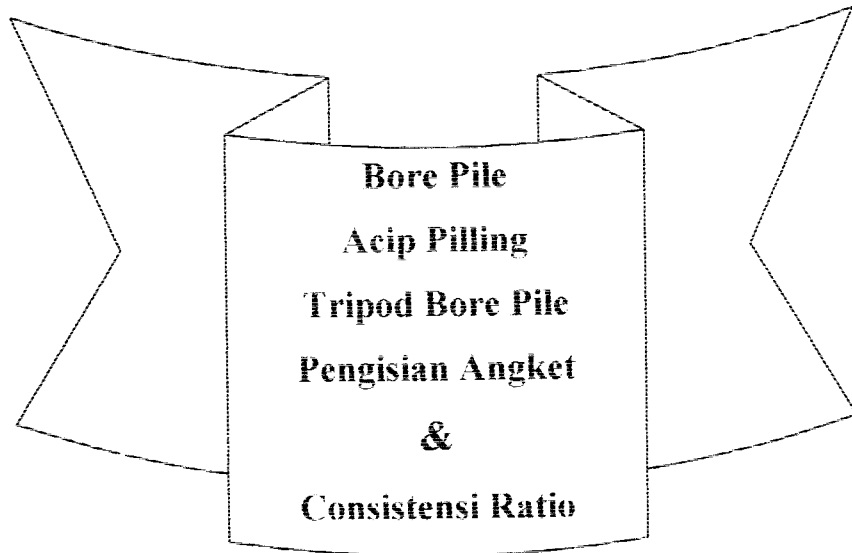
[Signature]
 BAMBANG, SP
 SUPERVISION ENGINEER

[Signature]
 H. TAMAGAWA
 CHIEF SUPERVISION ENGINEER

[Signature]
 I. SOFYAN AZIZ, CES
 PROJECT MANAGER

LAMPIRAN

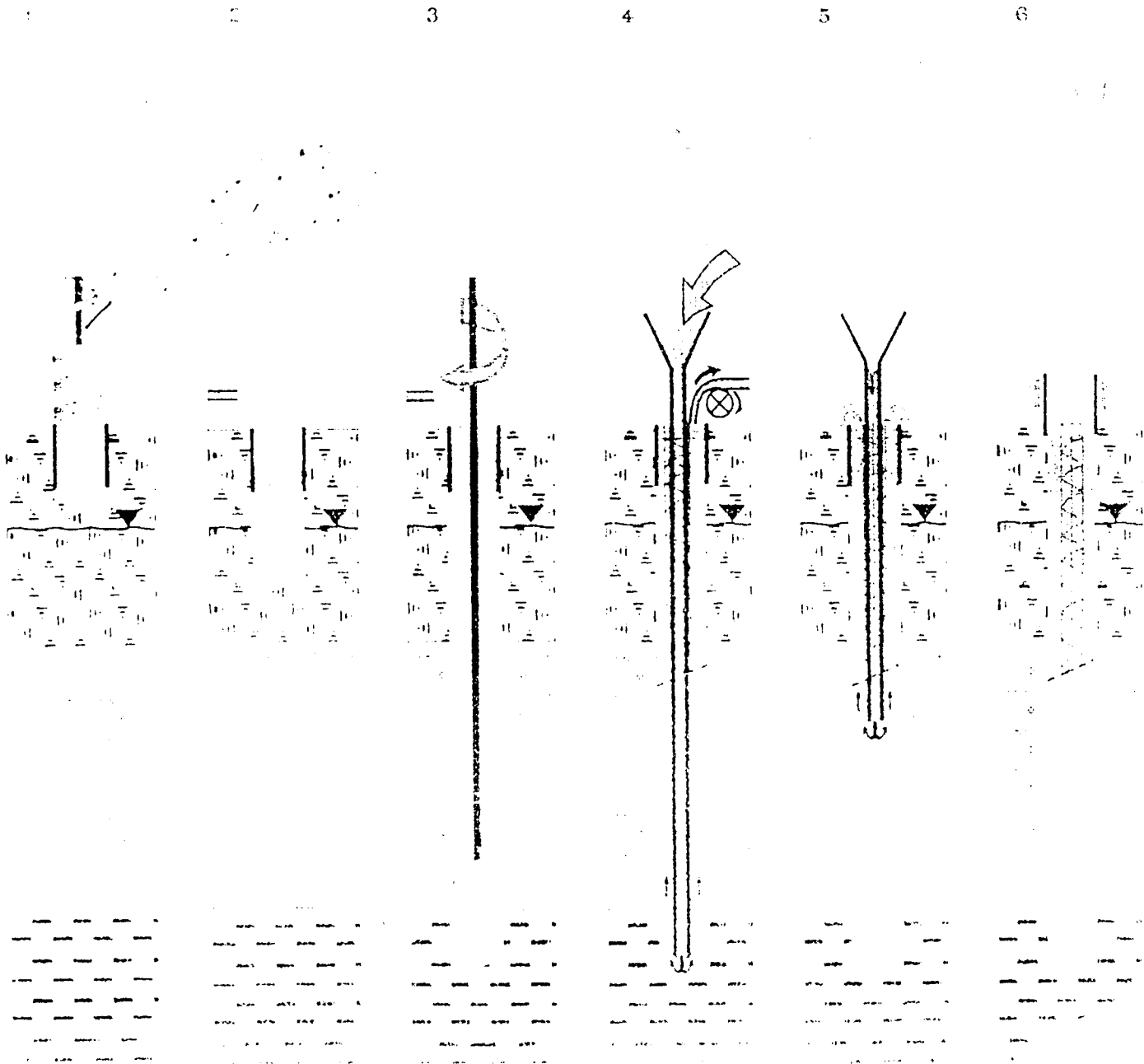
2



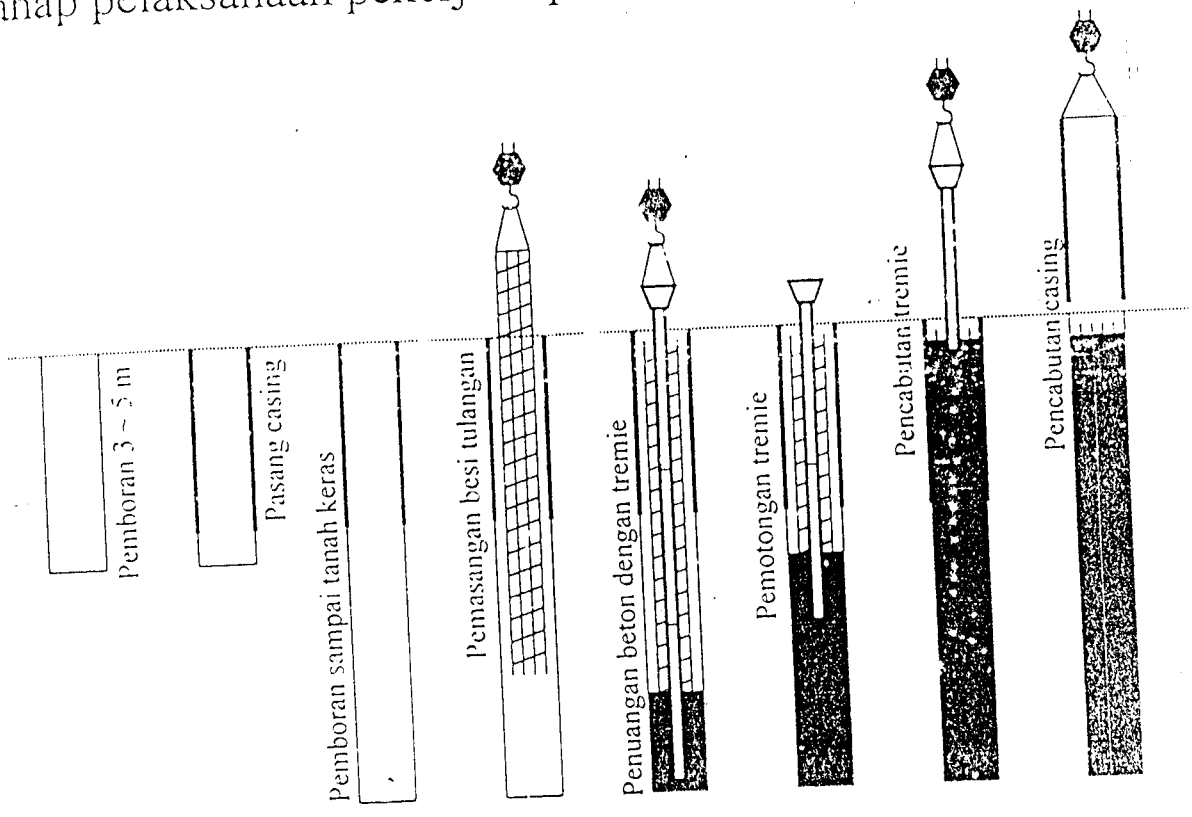
BORED PILE

jenis-jenis bored pile:

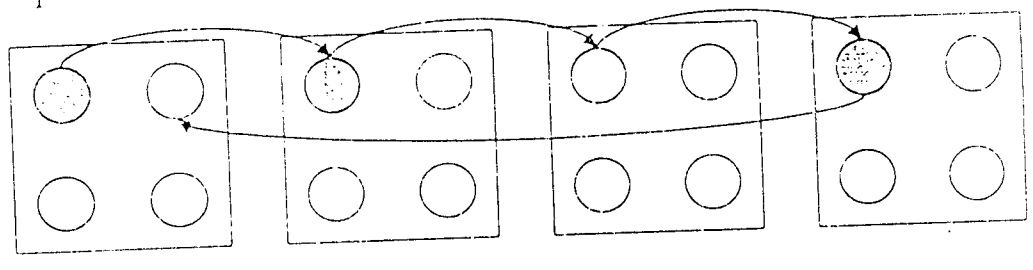
- full casing
- Temporary casing
- slurry method / cairan



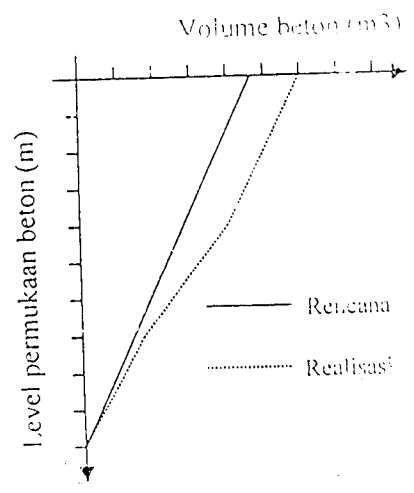
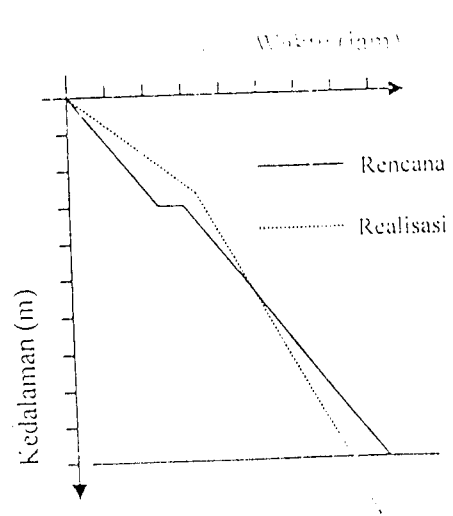
Tahap pelaksanaan pekerjaan pondasi *bored pile* :



Urutan pemboran :



Kontrol kecepatan pemboran dan pemeriksaan volume beton :



METODE PELAKSANAAN BORED PILE

I. PROSES PENGEBORAN

1. Menggunakan mesin bor Soilmec R-412. Pengeboran dimulai dengan menggunakan auger dengan diameter sedikit lebih besar, untuk kemudian memasang casing sementara bila diperlukan. Casing sementara ini dibutuhkan untuk menghindari runtuhnya tanah permukaan di sekeliling lubang bor.
2. Pengeboran dilanjutkan menggunakan auger atau bucket tergantung pada jenis dan keadaan tanah yang ditemukan sementara kedalaman serta jenis tanah yang keluar dicatat secara teratur sampai mencapai kedalaman yang disetujui oleh Direksi.
3. Bila dinding lubang bor runtuh, maka dibutuhkan pengisian air dalam lubang bor selama proses pengeboran dilaksanakan.

II. PROSES PEMBERSIHAN LUBANG

Setelah kedalaman yang diinginkan dicapai, maka proses pembersihan dasar lubang dimulai dengan menggunakan cleaning bucket. Bahan yang dikeluarkan dan tebalnya harus dicatat. Proses diulang beberapa kali sampai tebal endapan lumpur/tanah pada dasar lubang berada dalam batas yang dapat diterima.

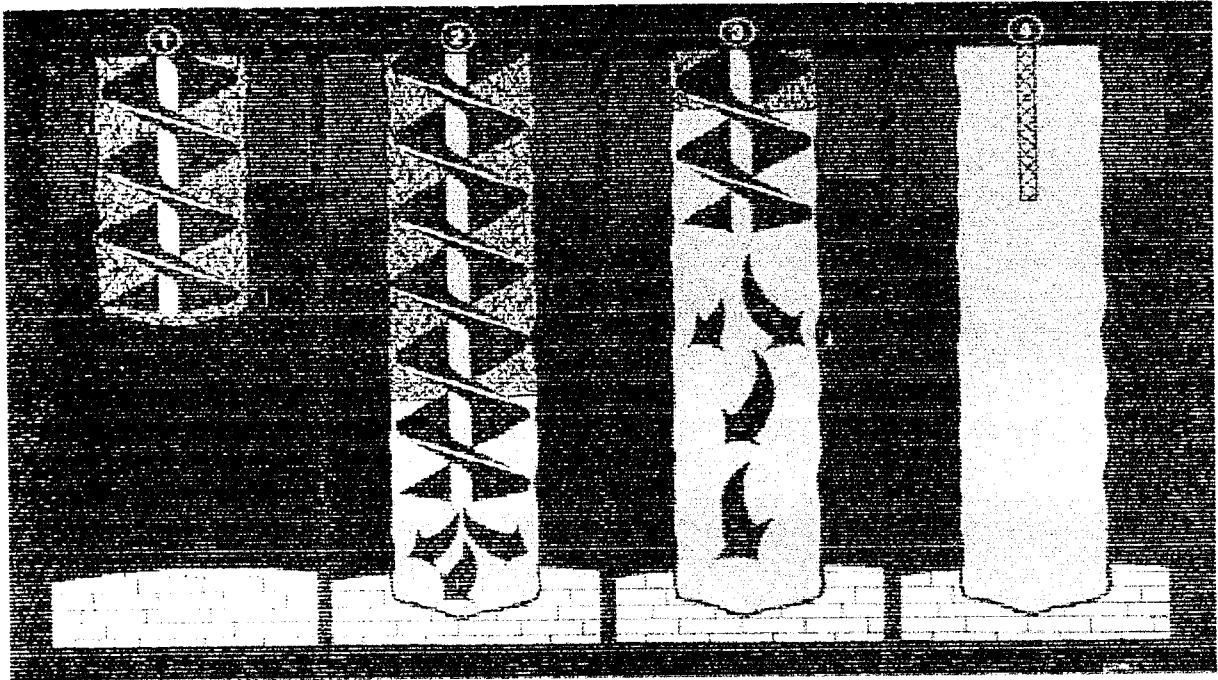
III. PROSES PENGECORAN BETON

1. Begitu selesai pembersihan dasar lubang kemudian dilaksanakan pemasangan keranjang besi beton disusul pemasangan pipa tremie (diperlukan bila volume air banyak dan deras). Panjang, jumlah dan mutu besi beton dibuat sesuai spesifikasi teknis.

2. Sebelum pengecoran beton dimulai, pengukuran kedalaman dasar lubang dilaksanakan lagi. Dalam hal terjadi kelongsoran maka harus dilaksanakan pembersihan ulang seperti tersebut di atas pada butir II.
3. Bila didalam lubang terdapat volume air cukup banyak dan deras maka pengecoran dilaksanakan melalui pipa tremie yang ditutup pada ujung bawahnya, menggunakan plat baja yang dinamakan end plate. Pipa tremie dipasang sepanjang lubang yang dibor dengan ujungnya bertumpu pada dasar lubang. Beton readymix dengan slump 18 ± 2 cm dituangkan ke dalam tremie hingga pipa tersebut terisi penuh. Pipa lalu ditarik ± 30 cm sehingga end plate terlepas dan beton mengalir. Beton segera dituangkan lagi ke dalam pipa tremie dan dengan demikian pengecoran tiang dilanjutkan hingga permukaan beton mencapai ketinggian yang diinginkan. Selama pengecoran berlangsung ujung bawah pipa tremie harus terbenam didalam beton. Bila pipa tremie terlampaui panjang maka pipa tremie dengan panjang masing-masing potongan antara 1 ~ 6 meter harus diangkat dan dipotong.
4. Casing lalu dicabut perlahan-lahan dan pengukuran terakhir dilakukan terhadap beton untuk memeriksa apakah ketinggian permukaan beton berada di atas rencana dasar poer setinggi ± 0.50 m untuk menjamin mutu beton yang baik pada elevasi dasar poer. Apabila perlu, casing sementara di-cor beton sampai penuh sehingga ketinggian permukaan beton yang diinginkan tercapai.
5. Bila didalam lubang tidak terdapat volume air tanah (kering), maka pengecoran beton dilaksanakan dengan pipa tremie pendek (± 1.00 m) dan corong saja. Pipa tremie pendek ini berfungsi agar beton yang dituang jatuh ditengah-tengah lubang.

ACIP Piling

- 1) How it Works
- 2) Typical ACIP Pile Operation



The Augered Cast-In-Place Pile is an augered hole bored (1) into the ground to a specific depth or criteria determined by the engineer. Once the criteria (2) is met, fluid concrete grout is pumped through the hollow auger stem (3) and the auger stem is withdrawn while positive pressure is maintained to the surface. The top of the pile (4) is formed and reinforcing steel is inserted.

(top)

TRIPOD BORE PILE

Jenis pondasi ini mempunyai diameter antara 300-950 mm dirancang untuk membawa beban lebih dari 1500 KN.

Tahap-tahap pelaksanaannya sebagai berikut :

Tahap 1

Perlengkapan terdiri dari tripod atau shear leg, winch (mesin derek) dan cutter (alat penggali). Lubang awal dibuat dengan menjatuhkan cutter dari atas.

Tahap 2

Bagian pertama dari casing yang dilengkapi dengan alat penggali diletakkan pada lubang awal. Bagian pertama casing tersebut disebut sebagai cutter casing. Casing yang mempunyai panjang antara 1-1,4 m dapat digali dengan memutar tambahan panjangnya.

Tahap 3

Panjang tambahan dari casing diputar diatas cutter casing. Tutup penggerak diletakkan diletakkan diatas puncak casing dan casing digerakkan keatas saat mengebor.

Tahap 4

Lubang dibor dengan menggunakan alat pengebor

Tahap 5

Tahap 3 dan 4 diulang sampai pada kedalaman tanah yang diinginkan

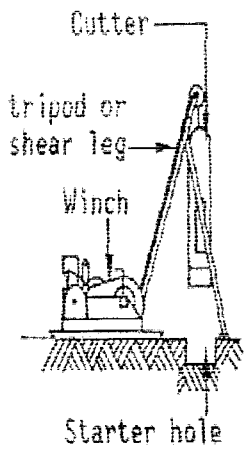
Tahap 6

Tulangan baja dimasukkan kedalam lubang yang telah dibor kemudian beton dengan nilai slump yang tinggi dimasukkan kedalam casing. Beton dimasukkan melalui tremi atau trunking

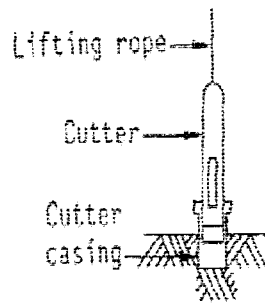
Tahap 7

Casing langsung dicabut ketika pembetonan selesai.

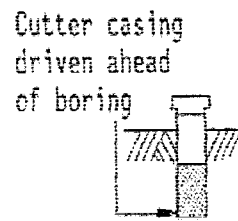
Pondasi tipe ini mempunyai panjang yang tidak terbatas dan bervariasi. Pondasi ini dapat digunakan pada ruang sempit.



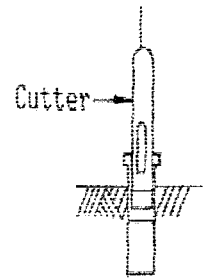
(a) Stage 1



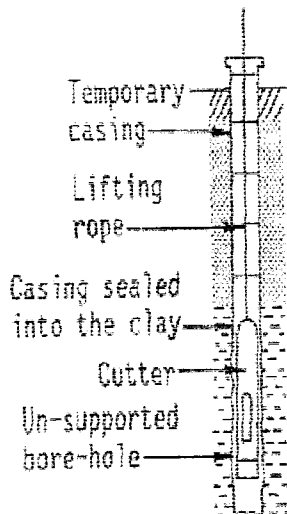
(b) Stage 2



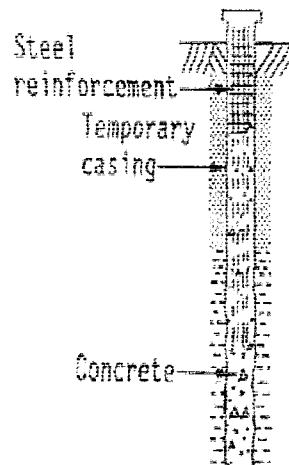
(c) Stage 3



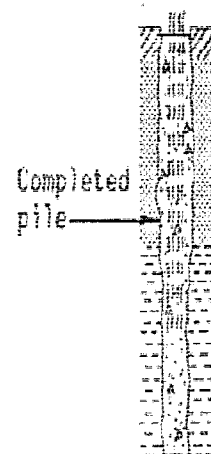
(d) Stage 4



(e) Stage 5



(f) Stage 6



(g) Stage 7

The seven stages of installing a small diameter pile using a tripod or shear leg percussion boring tool

Hal : pengisian angket

Jogja, Mei 2002

Kepada Yth

Bapak/Ibu DR. Ir. Edy Purwanto, DEA

Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr.wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini, kami mahasiswa Jurusan Teknik Sipil FTSP-
UII

1. Nama : Erawan Tri Caksono
No. Mhs : 97 511 256
2. Nama : Ari Yustiva Mu'afata
No. Mhs : 97 511 374

Memohon kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket ini yang digunakan untuk
menunjang penyusunan tugas akhir kami dengan judul "Evaluasi Pemilihan Jenis
Pondasi pada Proyek Janti Fly Over dengan Metode AIIP".

Demikian permohonan dari kami, atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima
kasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Hormat kami,


(Erawan Tri Caksono)


(Ari Yustiva Mu'afata)

NB : Keterangan mengenai pondasi Bore Pile, Acip Pilling dan Tripod Bore Pile
terlampir di belakang.

Catatan .. Saya sampaikan pemilihan orang yg telah
penggunaan pondasi dalam harap diutamakan
jangan sampai salah pilih responden .
Selamat bekerja
Semoga sukses
jsi' 27. '02
05

I Perbandingan Antar Variabel

Berilah tanda \checkmark untuk suatu pilihan yang anda anggap benar

1. Bagaimanakah perbandingan antara Waktu Pelaksanaan (WP) dengan Kemungkinan Diterapkan (KT) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> WP dan KT sama penting | <input type="checkbox"/> KT sedikit lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sedikit lebih penting dari KT | <input type="checkbox"/> KT lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP lebih penting dari KT | <input type="checkbox"/> KT sangat penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sangat penting dari KT | <input type="checkbox"/> KT mutlak pentingnya dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP mutlak pentingnya dari KT | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

2. Bagaimanakah perbandingan antara Waktu Pelaksanaan (WP) dengan Kemudahan Pelaksanaan (KP) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> WP dan KP sama penting | <input type="checkbox"/> KP sedikit lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sedikit lebih penting dari KP | <input type="checkbox"/> KP lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP lebih penting dari KP | <input type="checkbox"/> KP sangat penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sangat penting dari KP | <input type="checkbox"/> KP mutlak pentingnya dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP mutlak pentingnya dari KP | <input type="checkbox"/> Lain-lain |

3. Bagaimanakah perbandingan antara Waktu Pelaksanaan (WP) dengan Sarana Kerja (SK) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> WP dan SK sama penting | <input type="checkbox"/> SK sedikit lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sedikit lebih penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK lebih penting dari WP |
| <input checked="" type="checkbox"/> WP lebih penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK sangat penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sangat penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK mutlak pentingnya dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP mutlak pentingnya dari SK | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

4. Bagaimanakah perbandingan antara Waktu Pelaksanaan (WP) dengan Teknologi (T) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> WP dan T sama penting | <input type="checkbox"/> T sedikit lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sedikit lebih penting dari T | <input type="checkbox"/> T lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP lebih penting dari T | <input checked="" type="checkbox"/> T sangat penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sangat penting dari T | <input type="checkbox"/> T mutlak pentingnya dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP mutlak pentingnya dari T | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

5. Bagaimanakah perbandingan antara Kemungkinan Diterapkan (KT) dengan Kemudahan Pelaksanaan (KP) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> KT dan KP sama penting | <input type="checkbox"/> KP sedikit lebih penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT sedikit lebih penting dari KP | <input type="checkbox"/> KP lebih penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT lebih penting dari KP | <input type="checkbox"/> KP sangat penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT sangat penting dari KP | <input type="checkbox"/> KP mutlak pentingnya dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT mutlak pentingnya dari KP | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

6. Bagaimanakah perbandingan antara Kemungkinan Diterapkan (KT) dengan Sarana Kerja (SK) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> KT dan SK sama penting | <input type="checkbox"/> SK sedikit lebih penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT sedikit lebih penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK lebih penting dari KT |
| <input checked="" type="checkbox"/> KT lebih penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK sangat penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT sangat penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK mutlak pentingnya dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT mutlak pentingnya dari SK | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

7. Bagaimanakah perbandingan antara Kemungkinan Diterapkan (KT) dengan Teknologi (T) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> KT dan T sama penting | <input type="checkbox"/> T sedikit lebih penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT sedikit lebih penting dari T | <input type="checkbox"/> T lebih penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT lebih penting dari T | <input checked="" type="checkbox"/> T sangat penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT sangat penting dari T | <input type="checkbox"/> T mutlak pentingnya dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT mutlak pentingnya dari T | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

8. Bagaimanakah perbandingan antara Kemudahan Pelaksanaan (KP) dengan Sarana Kerja (SK) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> KP dan SK sama penting | <input type="checkbox"/> SK sedikit lebih penting dari KP |
| <input type="checkbox"/> KP sedikit lebih penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK lebih penting dari KP |
| <input checked="" type="checkbox"/> KP lebih penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK sangat penting dari KP |
| <input type="checkbox"/> KP sangat penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK mutlak pentingnya dari KP |
| <input type="checkbox"/> KP mutlak pentingnya dari SK | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

9. Bagaimanakah perbandingan antara Kemudahan Pelaksanaan (KP) dengan Teknologi (T) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> KP dan T sama penting | <input type="checkbox"/> T sedikit lebih penting dari KP |
| <input type="checkbox"/> KP sedikit lebih penting dari T | <input type="checkbox"/> T lebih penting dari KP |
| <input type="checkbox"/> KP lebih penting dari T | <input checked="" type="checkbox"/> T sangat penting dari KP |
| <input type="checkbox"/> KP sangat penting dari T | <input type="checkbox"/> T mutlak pentingnya dari KP |
| <input type="checkbox"/> KP mutlak pentingnya dari T | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

10. Bagaimanakah perbandingan antara Sarana Kerja (SK) dengan Teknologi (T) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> SK dan T sama penting | <input type="checkbox"/> T sedikit lebih penting dari SK |
| <input type="checkbox"/> SK sedikit lebih penting dari T | <input type="checkbox"/> T lebih penting dari SK |
| <input type="checkbox"/> SK lebih penting dari T | <input type="checkbox"/> T sangat penting dari SK |
| <input type="checkbox"/> SK sangat penting dari T | <input checked="" type="checkbox"/> T mutlak pentingnya dari SK |
| <input type="checkbox"/> SK mutlak pentingnya dari T | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

II Perbandingan Antar Pondasi Berdasarkan Waktu Pelaksanaan (WP)

1. Bagaimanakah perbandingan waktu pelaksanaan di lapangan antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Acip Pilling (AP)

- | | |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> BP dan AP sama lama | <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih lama dari AP | <input type="checkbox"/> AP lebih lama dari BP |
| <input checked="" type="checkbox"/> BP lebih lama dari AP | <input type="checkbox"/> AP sangat lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat lama dari AP | <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih lama dari AP | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

2. Bagaimanakah perbandingan waktu pelaksanaan di lapangan antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> BP dan TB sama lama | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih lama dari TB | <input checked="" type="checkbox"/> TB lebih lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih lama dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat lama dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih lama dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

3. Bagaimanakah perbandingan waktu pelaksanaan di lapangan antara pondasi Acip Pilling (AP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> AP dan TB sama lama | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih lama dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih lama dari TB | <input type="checkbox"/> TB lebih lama dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP lebih lama dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat lama dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP sangat lama dari TB | <input checked="" type="checkbox"/> TB mutlak lebih lama dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih lama dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

III Perbandingan Antar Pondasi Berdasarkan Kemungkinan Diterapkan (KT)

1. Bagaimanakah kemungkinan diterapkan (di Indonesia) antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Acip Pilling (AP)

- | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> BP dan AP sama mungkin | <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih mungkin dari AP | <input type="checkbox"/> AP lebih mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih mungkin dari AP | <input type="checkbox"/> AP sangat mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat mungkin dari AP | <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih lama dari AP | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

2. Bagaimanakah kemungkinan diterapkan (di Indonesia) antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> BP dan TB sama mungkin | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> TB lebih mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat mungkin dari BP |
| <input checked="" type="checkbox"/> BP sangat mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

3. Bagaimanakah kemungkinan diterapkan (di Indonesia) antara pondasi Acip Pilling (AP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> AP dan TB sama mungkin | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih mungkin dari TB |
| <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> TB lebih mungkin dari TB |
| <input type="checkbox"/> AP lebih mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat mungkin dari TB |
| <input checked="" type="checkbox"/> AP sangat mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih mungkin dari TB |
| <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

VI Perbandingan Antar Pondasi Berdasarkan Teknologi (T).

1. Bagaimanakah perbandingan teknologi antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Acip Pilling (AP).

- | | |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> BP dan AP sama maju | <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih maju dari AP | <input checked="" type="checkbox"/> AP lebih maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih maju dari AP | <input type="checkbox"/> AP sangat maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat maju dari AP | <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih maju dari AP | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

2. Bagaimanakah perbandingan teknologi antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> BP dan TB sama maju | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih maju dari TB | <input checked="" type="checkbox"/> TB lebih maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih maju dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat maju dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih maju dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

3. Bagaimanakah perbandingan teknologi antara pondasi Acip Pilling (AP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> AP dan TB sama maju | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih maju dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih maju dari TB | <input type="checkbox"/> TB lebih maju dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP lebih maju dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat maju dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP sangat maju dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih maju dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih maju dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

Diisi Oleh

(.....)

BORE PILE STANDARD

Proses Pengeboran

Menggunakan mesin bor Soilmec R-412. Pengeboran dimulai dengan menggunakan auger, untuk kemudian memasang casing sementara bila diperlukan. Casing sementara ini dibutuhkan untuk menghindari runtuhnya tanah permukaan di sekeliling lubang bor.

Proses Pembersihan Lubang

Setelah kedalaman yang diinginkan dicapai, maka proses pembersihan dasar lubang dimulai dengan menggunakan Cleaning Bucket. Proses diulang beberapa kali sampai tebal endapan lumpur/tanah pada dasar lubang berada dalam batas yang dapat diterima.

Proses Pengecoran

Setelah proses pembersihan lubang selesai maka tulangan baja dimasukkan dan proses pengecoran dimulai melalui tremi. Setelah selesai, casing langsung dicabut.

ACIP PILING

Metode pelaksanaan :

Tahap 1

Pengeboran dilakukan oleh auger yang telah dilengkapi saluran beton pada bagian tengah dari auger.

Tahap 2

Setelah kedalaman tanah yang diinginkan tercapai, beton langsung disemprotkan.

Tahap 3

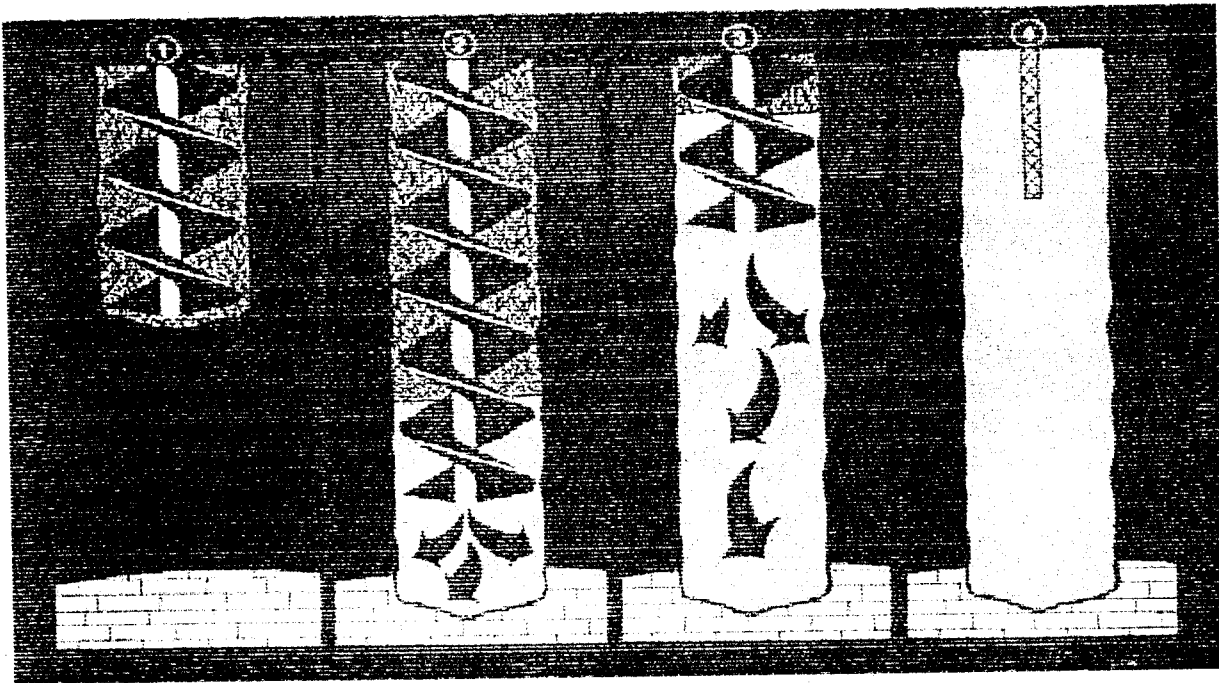
Auger sedikit demi sedikit ditarik keatas dan proses penyemprotan terus berlangsung sampai lubang terisi penuh sampai ke permukaan

Tahap 4

Setelah lubang terisi penuh, tulangan baja langsung dimasukkan.

ACIP Piling

- 1) How it Works
- 2) Typical ACIP Pile Operation



The Augered Cast-In-Place Pile is an augered hole bored (1) into the ground to a specific depth or criteria determined by the engineer. Once the criteria (2) is met, fluid concrete grout is pumped through the hollow auger stem (3) and the auger stem is withdrawn while positive pressure is maintained to the surface. The top of the pile (4) is formed and reinforcing steel is inserted.

(top)

TRIPOD BORE PILE

Jenis pondasi ini mempunyai diameter antara 300-950 mm dirancang untuk membawa beban lebih dari 1500 kN.

Tahap-tahap pelaksanaannya sebagai berikut :

Tahap 1

Perlengkapan terdiri dari tripod atau shear leg, winch (mesin derek) dan cutter (alat penggali). Lubang awal dibuat dengan menjatuhkan cutter dari atas.

Tahap 2

Bagian pertama dari casing yang dilengkapi dengan alat penggali diletakkan pada lubang awal. Bagian pertama casing tersebut disebut sebagai cutter casing. Casing yang mempunyai panjang antara 1-1,4 m dapat digali dengan memutar tambahan panjangnya.

Tahap 3

Panjang tambahan dari casing diputar diatas cutter casing. Tutup penggerak diletakkan diletakkan diatas puncak casing dan casing digerakkan keatas saat mengebor.

Tahap 4

Tanah dibor dengan menggunakan alat pengebor

Tahap 5

Tahap 3 dan 4 diulang sampai pada kedalaman tanah yang diinginkan

Tahap 6

Tulangan baja dimasukkan kedalam lubang yang telah dibor kemudian beton dengan nilai slump yang tinggi dimasukkan kedalam casing. Beton dimasukkan melalui tremi atau trunking

Tahap 7

Casing langsung dicabut ketika pembetonan selesai.

Pondasi tipe ini mempunyai panjang yang tidak terbatas dan bervariasi. Pondasi ini dapat digunakan pada ruang sempit.

Hal : pengisian angket

Jogja, Mei 2002

Kepada Yth

Bapak/Ibu *Jr. Herman Wibodo*

Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr.wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini, kami mahasiswa Jurusan Teknik Sipil FTSP-
UII

1. Nama : Erawan Tri Caksono
No. Mhs : 97 511 256
2. Nama : Ari Yustiva Mu'afata
No. Mhs : 97 511 374

Memohon kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket ini yang digunakan untuk menunjang penyusunan tugas akhir kami dengan judul "Evaluasi Pemilihan Jenis Pondasi pada Proyek Janti Fly Over dengan Metode AIIP".

Demikian permohonan dari kami, atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Hormat kami,

(Erawan Tri Caksono)

(Ari Yustiva Mu'afata)

NB : Keterangan mengenai pondasi Bore Pile, Acip Pilling dan Tripod Bore Pile terlampir di belakang.

I Perbandingan Antar Variabel

Berilah tanda \checkmark untuk suatu pilihan yang anda anggap benar

1. Bagaimanakah perbandingan antara Waktu Pelaksanaan (WP) dengan Kemungkinan Diterapkan (KT) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> WP dan KT sama penting | <input type="checkbox"/> KT sedikit lebih penting dari WP |
| <input checked="" type="checkbox"/> WP sedikit lebih penting dari KT | <input type="checkbox"/> KT lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP lebih penting dari KT | <input type="checkbox"/> KT sangat penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sangat penting dari KT | <input type="checkbox"/> KT mutlak pentingnya dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP mutlak pentingnya dari KT | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

2. Bagaimanakah perbandingan antara Waktu Pelaksanaan (WP) dengan Kemudahan Pelaksanaan (KP) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> WP dan KP sama penting | <input type="checkbox"/> KP sedikit lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sedikit lebih penting dari KP | <input type="checkbox"/> KP lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP lebih penting dari KP | <input type="checkbox"/> KP sangat penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sangat penting dari KP | <input type="checkbox"/> KP mutlak pentingnya dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP mutlak pentingnya dari KP | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

3. Bagaimanakah perbandingan antara Waktu Pelaksanaan (WP) dengan Sarana Kerja (SK) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> WP dan SK sama penting | <input type="checkbox"/> SK sedikit lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sedikit lebih penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP lebih penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK sangat penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sangat penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK mutlak pentingnya dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP mutlak pentingnya dari SK | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

4. Bagaimanakah perbandingan antara Waktu Pelaksanaan (WP) dengan Teknologi (T) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> WP dan T sama penting | <input type="checkbox"/> T sedikit lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sedikit lebih penting dari T | <input type="checkbox"/> T lebih penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP lebih penting dari T | <input type="checkbox"/> T sangat penting dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP sangat penting dari T | <input type="checkbox"/> T mutlak pentingnya dari WP |
| <input type="checkbox"/> WP mutlak pentingnya dari T | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

5. Bagaimanakah perbandingan antara Kemungkinan Diterapkan (KT) dengan Kemudahan Pelaksanaan (KP) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> KT dan KP sama penting | <input checked="" type="checkbox"/> KP sedikit lebih penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT sedikit lebih penting dari KP | <input type="checkbox"/> KP lebih penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT lebih penting dari KP | <input type="checkbox"/> KP sangat penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT sangat penting dari KP | <input type="checkbox"/> KP mutlak pentingnya dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT mutlak pentingnya dari KP | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

6. Bagaimanakah perbandingan antara Kemungkinan Diterapkan (KT) dengan Sarana Kerja (SK) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> KT dan SK sama penting | <input checked="" type="checkbox"/> SK sedikit lebih penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT sedikit lebih penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK lebih penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT lebih penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK sangat penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT sangat penting dari SK | <input type="checkbox"/> SK mutlak pentingnya dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT mutlak pentingnya dari SK | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

7. Bagaimanakah perbandingan antara Kemungkinan Diterapkan (KT) dengan Teknologi (T) dalam pemilihan pelaksanaan di lapangan.

- | | |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> KT dan T sama penting | <input type="checkbox"/> T sedikit lebih penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT sedikit lebih penting dari T | <input type="checkbox"/> T lebih penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT lebih penting dari T | <input type="checkbox"/> T sangat penting dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT sangat penting dari T | <input type="checkbox"/> T mutlak pentingnya dari KT |
| <input type="checkbox"/> KT mutlak pentingnya dari T | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

II Perbandingan Antar Pondasi Berdasarkan Waktu Pelaksanaan (WP)

1. Bagaimanakah perbandingan waktu pelaksanaan di lapangan antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Acip Pilling (AP)

- | | |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> BP dan AP sama lama | <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih lama dari AP | <input type="checkbox"/> AP lebih lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih lama dari AP | <input type="checkbox"/> AP sangat lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat lama dari AP | <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih lama dari AP | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

2. Bagaimanakah perbandingan waktu pelaksanaan di lapangan antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> BP dan TB sama lama | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih lama dari BP |
| <input checked="" type="checkbox"/> BP sedikit lebih lama dari TB | <input type="checkbox"/> TB lebih lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih lama dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat lama dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih lama dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih lama dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

3. Bagaimanakah perbandingan waktu pelaksanaan di lapangan antara pondasi Acip Pilling (AP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> AP dan TB sama lama | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih lama dari AP |
| <input checked="" type="checkbox"/> AP sedikit lebih lama dari TB | <input type="checkbox"/> TB lebih lama dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP lebih lama dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat lama dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP sangat lama dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih lama dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih lama dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

III Perbandingan Antar Pondasi Berdasarkan Kemungkinan Diterapkan (KT)

1. Bagaimanakah kemungkinan diterapkan (di Indonesia) antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Acip Pilling (AP)

- | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> BP dan AP sama mungkin | <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih mungkin dari AP | <input type="checkbox"/> AP lebih mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih mungkin dari AP | <input type="checkbox"/> AP sangat mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat mungkin dari AP | <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih lama dari AP | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

2. Bagaimanakah kemungkinan diterapkan (di Indonesia) antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> BP dan TB sama mungkin | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> TB lebih mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih mungkin dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

3. Bagaimanakah kemungkinan diterapkan (di Indonesia) antara pondasi Acip Pilling (AP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> AP dan TB sama mungkin | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih mungkin dari TB |
| <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> TB lebih mungkin dari TB |
| <input type="checkbox"/> AP lebih mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat mungkin dari TB |
| <input type="checkbox"/> AP sangat mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih mungkin dari TB |
| <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih mungkin dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

IV Perbandingan Antar Pondasi Berdasarkan Kemudahan Pelaksanaan (KP).

1. Bagaimanakah perbandingan kemudahan pelaksanaan antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Acip Pilling (AP).

- | | |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> BP dan AP sama mudah | <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih mudah dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih mudah dari AP | <input type="checkbox"/> AP lebih mudah dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih mudah dari AP | <input type="checkbox"/> AP sangat mudah dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat mudah dari AP | <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih mudah dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih mudah dari AP | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

2. Bagaimanakah perbandingan kemudahan pelaksanaan antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> BP dan TB sama mudah | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih mudah dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih mudah dari TB | <input type="checkbox"/> TB lebih mudah dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih mudah dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat mudah dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat mudah dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih mudah dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih mudah dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

3. Bagaimanakah perbandingan kemudahan pelaksanaan antara pondasi Acip Pilling (AP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB)

- | | |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> AP dan TB sama mudah | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih mudah dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih mudah dari TB | <input type="checkbox"/> TB lebih mudah dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP lebih mudah dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat mudah dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP sangat mudah dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih mudah dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih mudah dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

VI Perbandingan Antar Pondasi Berdasarkan Teknologi (T).

1. Bagaimanakah perbandingan teknologi antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Acip Pilling (AP).

- | | |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> BP dan AP sama maju | <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih maju dari AP | <input type="checkbox"/> AP lebih maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih maju dari AP | <input type="checkbox"/> AP sangat maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat maju dari AP | <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih maju dari AP | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

2. Bagaimanakah perbandingan teknologi antara pondasi Bore Pile standard (BP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> BP dan TB sama maju | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sedikit lebih maju dari TB | <input type="checkbox"/> TB lebih maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP lebih maju dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP sangat maju dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih maju dari BP |
| <input type="checkbox"/> BP mutlak lebih maju dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |

3. Bagaimanakah perbandingan teknologi antara pondasi Acip Pilling (AP) dengan pondasi Tripod Bore Pile (TB).

- | | |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> AP dan TB sama maju | <input type="checkbox"/> TB sedikit lebih maju dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP sedikit lebih maju dari TB | <input type="checkbox"/> TB lebih maju dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP lebih maju dari TB | <input type="checkbox"/> TB sangat maju dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP sangat maju dari TB | <input type="checkbox"/> TB mutlak lebih maju dari AP |
| <input type="checkbox"/> AP mutlak lebih maju dari TB | <input type="checkbox"/> Lain-lain..... |



Diisi Oleh

[Handwritten Signature]
R. HERMAN WIDODO

BORE PILE STANDARD

Proses Pengeboran

Menggunakan mesin bor Soilmec R-412. Pengeboran dimulai dengan menggunakan auger, untuk kemudian memasang casing sementara bila diperlukan. Casing sementara ini dibutuhkan untuk menghindari runtuhnya tanah permukaan di sekeliling lubang bor.

Proses Pembersihan Lubang

Setelah kedalaman yang diinginkan dicapai, maka proses pembersihan dasar lubang dimulai dengan menggunakan Cleaning Bucket.. Proses diulang beberapa kali sampai tebal endapan lumpur/tanah pada dasar lubang berada dalam batas yang dapat diterima.

Proses Pengecoran

Setelah proses pembersihan lubang selesai maka tulangan baja dimasukkan dan proses pengecoran dimulai melalui tremi. Setelah selesai, casing langsung dicabut.

ACIP PILING

Metode pelaksanaan :

Tahap 1

Pengeboran dilakukan oleh auger yang telah dilengkapi saluran beton pada bagian tengah dari auger.

Tahap 2

Setelah kedalaman tanah yang diinginkan tercapai, beton langsung disemprotkan.

Tahap 3

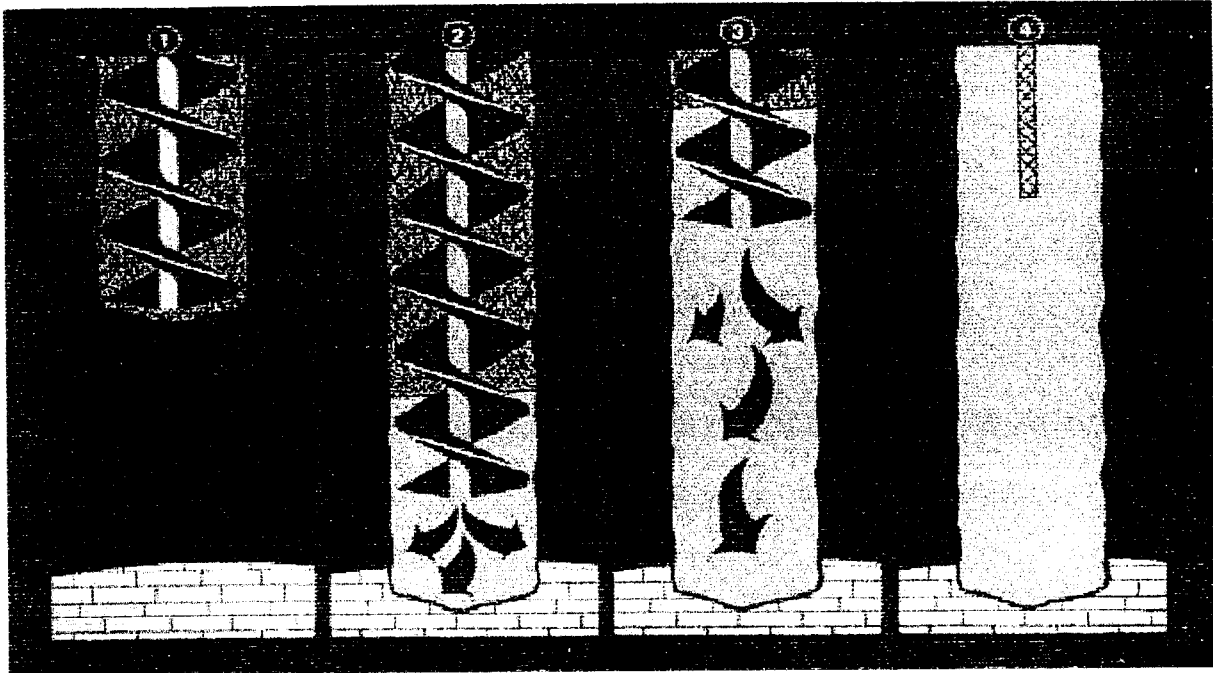
Auger sedikit demi sedikit ditarik keatas dan proses penyemprotan terus berlangsung sampai lubang terisi penuh sampai ke permukaan.

Tahap 4

Setelah lubang terisi penuh, tulangan baja langsung dimasukkan.

ACIP Piling

- 1) How it Works
- 2) Typical ACIP Pile Operation



The Augered Cast-In-Place Pile is an augered hole bored (1) into the ground to a specific depth or criteria determined by the engineer. Once the criteria (2) is met, fluid concrete grout is pumped through the hollow auger stem (3) and the auger stem is withdrawn while positive pressure is maintained to the surface. The top of the pile (4) is formed and reinforcing steel is inserted.

(top)

TRIPOD BORE PILE

Jenis pondasi ini mempunyai diameter antara 300-950 mm dirancang untuk membawa beban lebih dari 1500 KN.

Tahap-tahap pelaksanaannya sebagai berikut :

Tahap 1

Perlengkapan terdiri dari tripod atau shear leg, winch (mesin derek) dan cutter (alat penggali). Lubang awal dibuat dengan menjatuhkan cutter dari atas.

Tahap 2

Bagian pertama dari casing yang dilengkapi dengan alat penggali diletakkan pada lubang awal. Bagian pertama casing tersebut disebut sebagai cutter casing. Casing yang mempunyai panjang antara 1-1,4 m dapat digali dengan memutar tambahan panjangnya.

Tahap 3

Panjang tambahan dari casing diputar diatas cutter casing. Tutup penggerak diletakkan diletakkan diatas puncak casing dan casing digerakkan keatas saat mengebor.

Tahap 4

Tanah dibor dengan menggunakan alat pengebor

Tahap 5

Tahap 3 dan 4 diulang sampai pada kedalaman tanah yang diinginkan

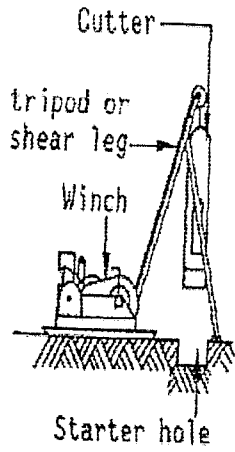
Tahap 6

Tulangan baja dimasukkan kedalam lubang yang telah dibor kemudian beton dengan nilai slump yang tinggi dimasukkan kedalam casing. Beton dimasukkan melalui tremi atau trunking

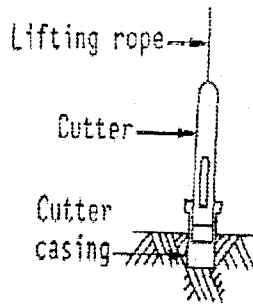
Tahap 7

Casing langsung dicabut ketika pembetonan selesai.

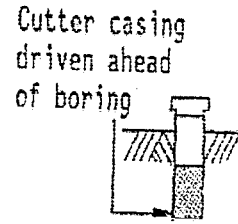
Pondasi tipe ini mempunyai panjang yang tidak terbatas dan bervariasi. Pondasi ini dapat digunakan pada ruang sempit.



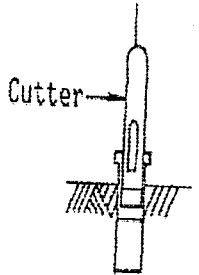
(a) Stage 1



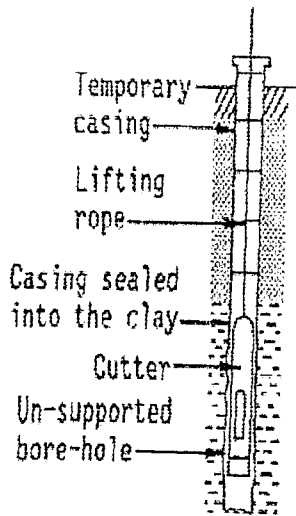
(b) Stage 2



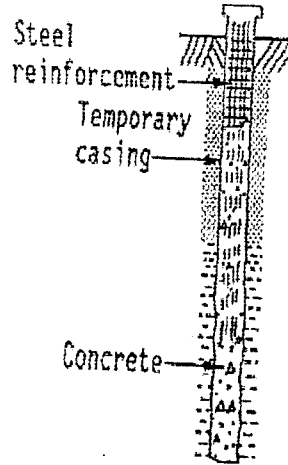
(c) Stage 3



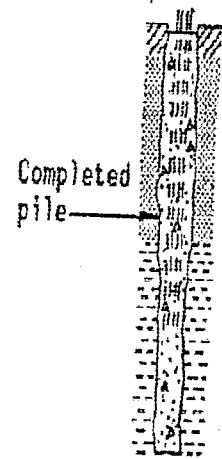
(d) Stage 4



(e) Stage 5



(f) Stage 6



(g) Stage 7

The seven stages of installing a small diameter pile using a tripod or shear leg percussion boring tool

Pengisi : Bp. Dr. Ir. Edy Purwanfo DEA (dosen U11)

Mensintesis Pertimbangan

	WP	KT	KP	SK	T
WP	1	1	1	5	7
KT	1	1	1	5	7
KP	1	1	1	5	7
SK	1/5	1/5	1/5	1	1/9
T	7	7	7	9	1
Jumlah	10,2	10,2	10,2	25	1,54

Matrik yg dinormalisasi jumlah baris dan Prioritas menyeluruh

	WP	KT	KP	SK	T	Jlh brs	Rata-rata
WP	5/51	5/51	5/51	5/25	9/97	0,587	$0,587/5 = 0,117$
KT	5/51	5/51	5/51	5/25	9/97	0,587	$0,587/5 = 0,117$
KP	5/51	5/51	5/51	5/25	9/97	0,587	$0,587/5 = 0,117$
SK	1/51	1/51	1/51	1/25	7/97	0,171	$0,171/5 = 0,034$
T	35/51	35/51	35/51	9/25	63/97	3,068	$3,068/5 = 0,614$

Menjumlah Entri

	WP(0,117)	KT(0,117)	KP(0,117)	SK(0,034)	T(0,614)
WP	1	1	1	5	7
KT	1	1	1	5	7
KP	1	1	1	5	7
SK	1/5	1/5	1/5	1	1/9
T	7	7	7	9	1

	WP	KT	KP	SK	T	Jlh brs
WP	0,117	0,117	0,117	0,17	0,088	0,609
KT	0,117	0,117	0,117	0,17	0,088	0,609
KP	0,117	0,117	0,117	0,17	0,088	0,609
SK	0,023	0,023	0,023	0,034	0,068	0,171
T	0,819	0,819	0,819	0,306	0,614	3,377

$$\begin{array}{|c|} \hline 0,609 \\ \hline 0,609 \\ \hline 0,609 \\ \hline 0,171 \\ \hline 3,377 \\ \hline \end{array}
 :
 \begin{array}{|c|} \hline 0,117 \\ \hline 0,117 \\ \hline 0,117 \\ \hline 0,034 \\ \hline 0,614 \\ \hline \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|} \hline 5,205 \\ \hline 5,205 \\ \hline 5,205 \\ \hline 5,029 \\ \hline 5,5 \\ \hline \end{array}$$

$$\Sigma = 26,144$$

$$\lambda = \frac{26,144}{5} = 5,2288$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n-1)} = \frac{5,2288 - 5}{4} = 0,0572$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0572}{1,12} = 0,051 < 0,10 \rightarrow \text{ok}$$

Pengisi :

Mensintasis pertimbangan

WP	BP	AP	TB
BP	1	5	1/5
AP	1/5	1	1/3
TB	5	3	1
	6,2	15	1,31

Matrik yang dinormalisasi

	BP	AP	TB		
BP	9/31	9/15	9/59	0,65	0,22
AP	1/31	1/5	1/59	0,18	0,06
TB	25/31	9/5	15/59	2,17	0,72

Menjumlahkan entri

	BP()	AP()	TB()
BP			
AP			
TB			

	BP	AP	TB	
BP	0,22	0,30	0,14	0,66
AP	0,04	0,06	0,08	0,18
TB	1,10	0,54	0,72	2,36

				3,08
				3,01
				3,26

$$\Sigma = 9,35$$

$$\lambda = \frac{9,35}{3} = 3,12$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n-1)} = \frac{3,12 - 3}{2} = 0,058$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,058}{0,58} = 0,1 \leq 0,10 \rightarrow OK$$

Pengisi:

Mensintesis pertimbangan

KT	BP	AP	TB
BP	1	1	7
AP	1	1	7
TB	7/7	7/7	1
	2,14	2,14	15

Matrik yang dinormalisasi

	BP	AP	TB		
BP	1/15	7/15	7/15	1,40	0,47
AP	7/15	7/15	1/15	0,40	0,47
TB	1/15	1/15	1/15	0,20	0,07

Menjumlahkan entri

	BP()	AP()	TB()
BP			
AP			
TB			

	BP	AP	TB	
BP	0,47	0,47	0,49	1,43
AP	0,47	0,47	0,49	1,43
TB	0,07	0,07	0,07	0,20

$$\lambda = \frac{9,19}{3} = 3,06$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} = \frac{3,06 - 3}{2} = 0,032$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,032}{0,58} = 0,05 < 0,10 \rightarrow OK$$

Pengisi :

Mensintasis pertimbangan

	BP	AP	TB
BP	1	1	5
AP	1	1	5
TB	1/5	1/5	1
	2,2	2,2	11

Matrik yang dinormalisasi

	BP	AP	TB		
BP	5/11	5/11	5/11	1,36	0,45
AP	5/11	5/11	5/11	1,36	0,45
TB	1/5	1/11	1/11	0,27	0,09

Menjumlahkan entri

	BP()	AP()	TB()
BP			
AP			
TB			

	BP	AP	TB	
BP	0,45	0,45	0,45	1,35
AP	0,45	0,45	0,45	1,35
TB	0,09	0,09	0,09	0,27

$$\lambda = \frac{0,91}{3} = 2,97$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} = \frac{2,97 - 3}{2} = -0,015$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{-0,015}{0,58} = 0,025 < 0,10 \rightarrow \text{OK}$$

Pengisi :

Mensintesis pertimbangan

	BP	AP	TB
BP	1	1/5	1/5
AP	5	1	1
TB	5	1	1
	11	2,2	2,2

Matrik yang dinormalisasi

	BP	AP	TB		
BP	1/11	1/11	1/11	0,27	0,09
AP	5/11	5/11	5/11	1,36	0,45
TB	5/11	5/11	5/11	1,36	0,45

Menjumlahkan entri

	BP()	AP()	TB()
BP			
AP			
TB			

	BP	AP	TB	
BP	0,09	0,09	0,09	0,27
AP	0,45	0,45	0,45	1,35
TB	0,45	0,45	0,45	1,35

	2,97
:	2,97
=	2,97

$$\Sigma = 8,91$$

$$\lambda = \frac{8,91}{3} = 2,97$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n-1)} = \frac{2,97 - 3}{2} = -0,015$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{-0,015}{0,58} = -0,025 < 0,10 \rightarrow \text{OK}$$

Pengisi :

Mensintasis pertimbangan

	BP	AP	TB
BP	1	1/5	1/5
AP	5	1	1
TB	5	1	1
	11	2,2	2,2

Matrik yang dinormalisasi

	BP	AP	TB		
BP	1/11	1/11	1/11	0,27	0,09
AP	5/11	5/11	5/11	1,36	0,45
TB	5/11	5/11	5/11	1,36	0,45

Menjumlahkan entri

	BP()	AP()	TB()
BP			
AP			
TB			

	BP	AP	TB	
BP	0,09	0,09	0,09	0,27
AP	0,45	0,45	0,45	1,35
TB	0,45	0,45	0,45	1,35

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|}
 \hline
 & & & & 2,97 \\
 \hline
 & & & & 2,97 \\
 \hline
 & & & & 2,97 \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\Sigma = 8,91$$

$$\lambda = \frac{8,91}{3} = 2,97$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n-1)} = \frac{2,97 - 3}{2} = -0,015$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{-0,015}{0,58} = 0,025 < 0,10 \rightarrow OK$$

Pengisi : Ir. Herman Widodo

Mensintesis Pertimbangan

	WP	KT	KP	SK	T
WP	1	3	1	1	1
KT	1/3	1	1/3	1/3	1
KP	1	3	1	1	1
SK	1	3	1	1	3
T	1	1	1	1/3	1
Jumlah	4,33	11	4,33	3,66	7

Matrik yg dinormalisasi jumlah baris dan Prioritas menyeluruh

	WP	KT	KP	SK	T	Jlh brs	Rata-rata
WP	3/13	3/11	3/3	3/11	1/7	1,150	0,230
KT	1/13	1/11	1/3	1/11	1/7	0,479	0,096
KP	3/13	3/11	1	3/11	1/7	1,150	0,230
SK	3/13	3/11	3/13	3/11	3/7	1,436	0,287
T	3/13	1/11	3/13	1/11	1/7	0,786	0,157

Menjumlah Entri

	WP(0,230)	KT(0,096)	KP(0,230)	SK(0,287)	T(0,157)
WP	1	3	1	1	1
KT	1/3	1	1/3	1/3	1
KP	1	3	1	1	1
SK	1	3	1	1	3
T	1	1	1	1/3	1

	WP	KT	KP	SK	T	Jlh brs
WP	0,230	0,288	0,230	0,287	0,157	1,192
KT	0,077	0,096	0,077	0,096	0,157	0,503
KP	0,230	0,288	0,230	0,287	0,157	1,192
SK	0,230	0,288	0,230	0,287	0,471	1,506
T	0,230	0,096	0,230	0,096	0,157	0,809

$$\begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 \begin{array}{c} 1,192 \\ 0,503 \\ 1,192 \\ 1,506 \\ 0,809 \end{array} & : & \begin{array}{c} 0,230 \\ 0,096 \\ 0,230 \\ 0,287 \\ 0,157 \end{array} & = \begin{array}{c} 5,183 \\ 5,240 \\ 5,183 \\ 5,247 \\ 5,153 \end{array} \\
 \hline
 \end{array}$$

$\Sigma = 26,006$

$$\lambda = \frac{26,006}{5} = 5,201$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n-1)} = \frac{5,201 - 5}{4} = 0,050$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,050}{1,12} = 0,045 < 0,10 \rightarrow \text{ok}$$

Pengisi :

Mensintasis pertimbangan

	BP	AP	TB
BP			
AP			
TB			

Matrik yang dinormalisasi

	BP	AP	TB
BP			
AP			
TB			

Menjumlahkan entri

	BP()	AP()	TB()
BP			
AP			
TB			

	BP	AP	TB
BP			
AP			
TB			

$$A - \lambda I = \begin{bmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} - \lambda \end{bmatrix}$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \dots \rightarrow 0,10$$

Pengisi :

Mensintesis pertimbangan

	BP	AP	TB
BP			
AP			
TB			

Matrik yang dinormalisasi

	BP	AP	TB
BP			
AP			
TB			

Menjumlahkan entri

	BP()	AP()	TB()
BP			
AP			
TB			

	BP	AP	TB
BP			
AP			
TB			

$$\lambda = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n}$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} = \frac{0,0000}{2} = 0$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0}{0,10} = 0 \rightarrow$$

Pengisi :

Mensintasis pertimbangan

	BP	AP	TB
BP			
AP			
TB			

Matrik yang dinormalisasi

	BP	AP	TB
BP			
AP			
TB			

Menjumlahkan entri

	BP()	AP()	TB()
BP			
AP			
TB			

	BP	AP	TB
BP			
AP			
TB			

$$A - \lambda I = \begin{bmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} - \lambda \end{bmatrix}$$

$$\Sigma = 0$$

$$\lambda = \frac{a_{11} + a_{22} + a_{33}}{3} = \dots$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n-1)} = \dots = \dots$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \dots = 0,10 \rightarrow$$

Pengisi :

Mensintesis pertimbangan

	BP	AP	TB
BP			
AP			
TB			

Matrik yang dinormalisasi

	BP	AP	TB
BP			
AP			
TB			

Menjumlahkan entri

	BP()	AP()	TB()
BP			
AP			
TB			

	BP	AP	TB
BP			
AP			
TB			

$\Sigma =$

$$\lambda = \frac{\dots}{\dots}$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} = \frac{\dots}{\dots}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \rightarrow 0,10$$

