

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS NILAI PADA PONDASI**  
**GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH**  
**DI YOGYAKARTA**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia  
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh  
derajat sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh :

**BENNY PRASTOWO**

*No. Mhs* : 85310218

*Nirm* : 855014330217

**M. ARIF HARINTO KANCONO**

*No. Mhs* : 83310126

*Nirm* : 835014330114

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
1997

# LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

### ANALISIS NILAI PADA PONDASI GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH DI YOGYAKARTA

**N a m a** : BENNY PRASTOWO  
**No. Mhs** : 85 310 218  
**Nirm** : 85 5014330217

**N a m a** : M. ARIF HARINTO  
KANCONO  
**No. Mhs** : 83 310 126  
**Nirm** : 83 5014330114

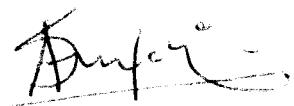
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Ir. H. M. Samsudin**

\_\_\_\_\_  
Pembimbing I

**Ir. Tadjuddin. BMA. M.S**

\_\_\_\_\_  
Pembimbing II

  
\_\_\_\_\_  
tanggal : 14-5-97.

  
\_\_\_\_\_  
tanggal : 12-5-97

## HALAMAN MOTTO

*Allah has said ask from Me trough mentioning My names*

(Hadits Qudsi)

*"Kepada Engkau kami mengabdikan, dan kepada Engkau kami mohon pertolongan"*

*"Pimpinlah kami pada jalan yang benar"*

(Al-Fatihah 4, 5)

# HALAMAN PERSEMBAHAN

*This work is dedicated to :  
Both of My Parent's*

# KATA PENGANTAR



*Assalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu prasyarat yang harus dipenuhi oleh mahasiswa dalam memperoleh derajat kesarjanaan dalam bidang ilmu Teknik Sipil program Strata I (S-I) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam analisis studi yang kami sajikan dalam Tugas Akhir ini, kami banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. *Ayah, Ibu* beserta keluarga yang telah banyak memberikan dukungan baik moril maupun material.
2. *Ir. Susastrawan MS*, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil UII yang telah memberikan persetujuan dalam penyusunan tugas akhir.
3. *Ir. Bambang Sulistiono MSCE*, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. *Ir. H. M. Samsudin*, selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. *Ir. Tadjuddin BMA. MS*, selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, bantuan literatur dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.

6. *Ir. Subarta Praja*, selaku Manager konstruksi PT. Encona pada Proyek Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang memberi ijin pengambilan data.
7. *Ir. Rinaldi Heruyono*, dari FTIT ITS, yang telah membantu menyediakan waktu untuk melengkapi literatur.
8. Marketing manager dari PT. Franki Pile Indonesia, Ibu Murya dari PT. Hume Concrete Indonesia, rekan-rekan di PT. LIMARA, PT. INDOPORA, PT. TITI MATRA TUJU UTAMA atas bantuan penyediaan bahan dalam penyusunan ini.
9. Rekan-rekan satu atap di Yogya, serta teman-teman 85 dan adik-adik kelas untuk dorongan dan spiritnya, thanks guys !.
10. Rekan-rekan yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Kritik dan saran sangat kami harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhirnya kami berharap semoga hasil yang kami sajikan dalam Tugas Akhir ini dapat membawa manfaat bagi pembaca, khususnya bagi diri penyusun.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, Maret 1997

Penyusun

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
INTISARI .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Studi .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Metodologi .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. Sejarah Rekayasa Nilai .....	6
2.2. Maksud Rekayasa Nilai .....	9
2.3. Tujuan Rekayasa Nilai .....	9
2.4. Rencana Kerja Rekayasa Nilai .....	9
BAB III LANDASAN TEORI .....	13
3.1. Pengertian Rekayasa Nilai dan Dasar Pemikirannya .....	13
3.2. Waktu Penerapan Rekayasa Nilai .....	17
3.3. Analisa Fungsional .....	18
3.4. Pengertian Berpikir Kreatif .....	22
3.5. Analisis Keuntungan-Kerugian .....	23
3.6. Analisis Kelayakan .....	26
3.7. Analisis Matrik .....	29
3.8. Pengertian “Life Cycle Cost” (Biaya Siklus Hidup) .....	36
3.8.1 Konsep Nilai Waktu Uang (“Time Value of Money) .....	39

3.8.2 Konsep Present Value .....	40
3.8.3 Dasar-dasar Perhitungan Present Value .....	41
3.9. Penggunaan Present Value pada Rekayasa Nilai dalam analisa Proyek .....	42
BAB IV PONDASI.....	45
4.1. Umum.....	45
4.2. Jenis-jenis Pondasi .....	46
4.2. Daya Dukung Pondasi .....	50
4.3. Beban-beban yang Bekerja .....	50
BAB V ANALISIS NILAI PADA PONDASI .....	52
5.1. Latar Belakang Proyek .....	52
5.2. Tahapan Informasi (“Information Phase”) .....	53
5.3 Tahapan Kreatif (“Creative Phase”).....	59
5.4 Tahapan Penilaian dan Analisis (“Analisis and Judgement Phase”).....	60
5.4.1 Analisis Untung Rugi .....	61
5.4.2 Analisis Kelayakan .....	63
5.4.3 Analisis Matrik dari Pondasi .....	64
5.4.3.1 Analisis Pembobotan Kriteria Parameter dan Uji Data .....	65
5.5. Tahapan Pengembangan (“Development Phase”) .....	70
5.5.1 Perhitungan Biaya Siklus Hidup .....	71
5.5.2 Perhitungan Penghematan dan “Life Cycle Cost” .....	74
5.6. Tahapan Rekomendasi (“Recomendation Phase”) .....	76
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	83
6.1. Kesimpulan .....	83
6.2. Saran .....	84
DAFTAR PUSTAKA .....	86
LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram alir rencana kerja rekayasa nilai .....	5
Gambar 3.1 Potensi penghematan oleh rekayasa nilai .....	17
Gambar 3.2 Diagram aturan dasar FAST .....	22
Gambar 3.3 Matriks perbandingan berpasangan, Matrik I, Vektor prioritas .....	34
Gambar 3.4 Perkalian matrik perbandingan berpasangan dengan matrik vektor prioritas.....	35
Gambar 3.5 Biaya Siklus Hidup .....	37
Gambar 3.6 PV dari Rp 100 untuk lima tahun kemudian .....	42
Gambar 4.1 Jenis pondasi terhadap letak konstruksinya .....	47
Gambar 5.1 Diagram Fast untuk pondasi .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Skala banding secara berpasangan .....	32
Tabel 3.2	Matrik perbandingan berpasangan .....	33
Tabel 3.3	Indek Random Value .....	36
Tabel 4.1	Klasifikasi pondasi tiang berdasar material yang dipakai .....	49
Tabel 5.1	Data proyek yang ada .....	54
Tabel 5.2	Cost model pekerjaan pondasi.....	56
Tabel 5.3	Analisa fungsi pada pekerjaan fungsi.....	57
Tabel 5.4	Identifikasi fungsi untuk pondasi .....	58
Tabel 5.5	Ide dan alternatif pondasi .....	60
Tabel 5.6	Analisa untung rugi alternatif pondasi usulan .....	61
Tabel 5.7	Analisis tingkat kelayakan dari pondasi .....	63
Tabel 5.8	Analisis matrik dari pondasi .....	69
Tabel 5.9	Total harga disain pondasi.....	72
Tabel 5.10	Biaya siklus hidup .....	75

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rekapitulasi jumlah pemakaian tiang pondasi .....	1-A
Lampiran 1	Contoh perhitungan pemakaian pondasi .....	1-B
Lampiran 1	Rekapitulasi tiang Hume untuk rektorat A dan B .....	1-C
Lampiran 1	Rekapitulasi tiang Franki untuk rektorat A dan B .....	1-C
Lampiran 1	Perhitungan tiang hume yang dipakai .....	1-C
Lampiran 1	Perhitungan tiang Franki MF32 yang dipakai .....	1-C
Lampiran 1	Perhitungan tiang Franki standar yang dipakai .....	1-C
Lampiran 2	Tabel CRF untuk bunga 15 % .....	2
Lampiran 3	Denah As pondasi dan beban-beban yang bekerja .....	3
Lampiran 4	Parameter kriteria disain pondasi .....	4
Lampiran 5	Data pondasi alternatif dan price list .....	5

## INTISARI

Dalam pembangunan gedung Rektorat Universitas Muhammadiyah di Yogyakarta struktur bawah menggunakan tiang pondasi Jaya Daido. Pembangunan tersebut membutuhkan dana yang cukup besar, oleh karena itu perlu suatu metode untuk efisiensi dana pembangunan

Analisis studi ini menggunakan asumsi bahwa rekayasa nilai dilakukan pada saat penetapan harga awal dari disain pondasi, yakni sebelum pelaksanaan pekerjaan. Analisis ini melakukan pengumpulan data proyek, pemilihan faktor yang paling maksimum bagi penghematan, pengajuan ide-ide alternatif yakni dengan mengajukan tujuh disain alternatif, alternatif ide-ide tersebut di analisis dengan dua tahapan analisis yaitu analisis keuntungan dan kerugian dan analisis kelayakan sebagai tahap pertama penilaian, kemudian dilanjutkan analisis matrik, serta perhitungan penghematan saat ini dan selama umur proyek tersebut ("life cycle project").

Disain pondasi awal adalah Jaya Daido sedangkan pondasi alternatif adalah tiang Hume sebagai alternatif pertama dan kombinasi tiang Franki sebagai alternatif kedua. Penghematan biaya inisial yang didapat sebesar Rp 142.037.665 untuk tiang Hume dan Rp 80.764.475 untuk kombinasi tiang Franki, sedang penghematan annual sebesar Rp 21.973.226,78 untuk tiang Hume dan Rp 12.494.264,29 untuk kombinasi tiang Franki, tanpa mengorbankan mutu bagi disain yang telah direncanakan.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara berkembang yang saat ini sedang melaksanakan pembangunan di segala bidang untuk mewujudkan cita-cita bangsa serta mengejar ketinggalan dari negara maju. Usaha pelaksanaan pembangunan tersebut membutuhkan dana yang besar, namun dana yang ada sangat terbatas. Dalam usaha mengelola dana terbatas tersebut diperlukan usaha meningkatkan efisiensi dan penghematan. Salah satu usaha untuk mencapai efisiensi penggunaan dana khususnya dalam pembangunan bidang konstruksi tersebut adalah memanfaatkan suatu metode efisiensi yaitu dengan menggunakan metode rekayasa nilai guna menghasilkan alternatif perencanaan dan metode pelaksanaan konstruksi untuk mengurangi biaya yang tidak diperlukan dari suatu proyek guna mencapai efisiensi biaya proyek.

## **1.2 Tujuan Studi**

Studi yang dilakukan bertujuan untuk :

1. Menganalisis faedah rekayasa nilai pada obyek yang ditinjau, obyek studi tersebut dilakukan pada pondasi gedung rektorat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Mengetahui hasil analisis nilai yang mempunyai tujuan menurunkan biaya dari proyek tersebut dengan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu, tanpa mengorbankan mutu, keandalan, dan kinerja dari hasil proyek tersebut.

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar studi ini dapat terarah sesuai dengan judul tugas akhir, yaitu “Analisis Nilai Pada Pondasi Gedung Rektorat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta” serta disebabkan oleh luasnya ruang lingkup dari studi rekayasa nilai yang banyak melibatkan disiplin ilmu yang lain, maka analisis hanya dilakukan pada pondasi gedung rektorat A dan B kampus Terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan asumsi :

1. Persyaratan dari pemilik proyek terhadap bentuk dan bahan pondasi alternatif tidak ditentukan.

2. Studi tidak dimaksudkan melakukan revisi atau pengkajian ulang terhadap disain yang sudah ada.
3. Syarat dan batasan bagi disain sesuai dengan data yang ada serta batasan-batasan yang disyaratkan oleh pemilik proyek.

#### **1.4 Metodologi**

Analisis yang dipakai pada tugas akhir ini dilakukan adalah dengan metode lima tahapan rencana kerja. Karena banyaknya pendapat tentang tahapan dalam rekayasa nilai, maka dalam studi ini dipakai tahapan yang umum dilakukan pada setiap implementasi rekayasa nilai, yaitu dengan lima tahapan sebagai berikut :

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

Adalah tahapan pengumpulan data atau informasi sebanyak mungkin yang berhubungan dengan disain proyek, informasi biaya, informasi teknis, dan lain sebagainya bagi disain 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 penilaian dan Analisis ( “Judgement Phase”).

Pada tahap ini seluruh alternatif-alternatif yang timbul pada tahapan sebelumnya dihitung dan dipertimbangkan keuntungan dan kerugian yang dipandang dari berbagai sudut, serta analisis kelayakan, kemudian dibuat rangking hasil penilaian dengan menggunakan daftar evaluasi matrik (Zimmerman dan Hart). Dari hasil evaluasi ini dapat dipilih ide yang terbaik untuk tahap berikutnya.

## 4. Tahap pengembangan (“Development Phase”).

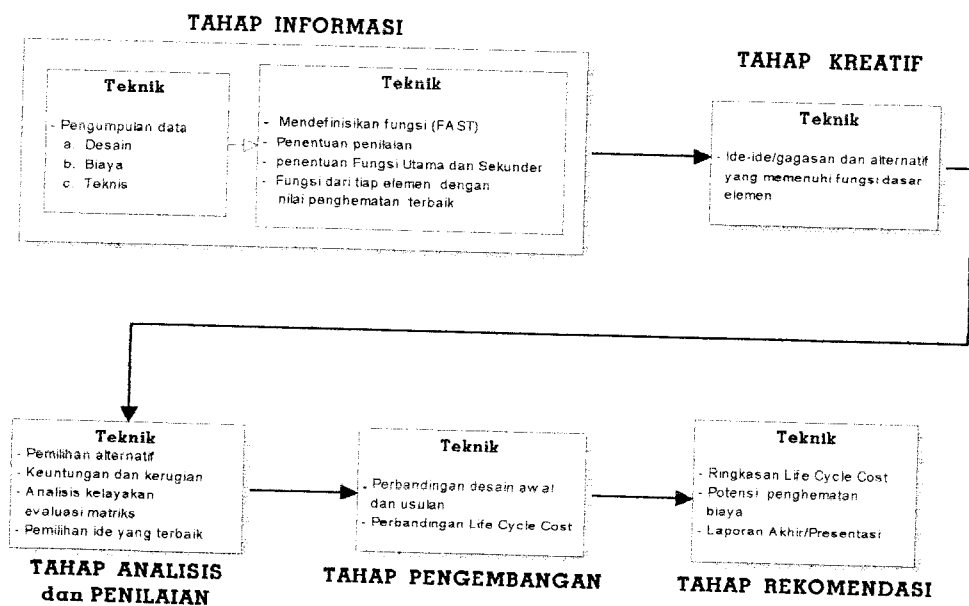
Dalam tahap ini semua ide yang terpilih, dibuat gambaran tentang disainnya, memperkirakan biaya siklus hidup (“life cycle cost”) dari disain asal dengan yang baru dan dibuat perbandingannya, kemudian dibuat suatu rekomendasi kelebihan dan kekurangan dari setiap alternatif yang ada.



## 5. Tahapan rekomendasi ("Recommendation Phase").

Tahapan terakhir dimana dibuat rekomendasi dari tahapan sebelumnya yang berupa ringkasan biaya siklus hidup ("life cycle cost") yang berupa nilai penghematan terbesar, kemudian dibuat ringkasan laporan yang dapat diajukan sebagai bahan pertimbangan, yang dibuat secara singkat, jelas dan tepat.

Dari lima rencana kerja tersebut dapat dilihat diagram alir pelaksanaan rencana kerja rekayasa nilai yang akan dilakukan sebagai berikut :



Gambar. 1.1 Diagram Alir Rencana Kerja Rekayasa Nilai

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sejarah Rekayasa Nilai**

Setelah perang dunia kedua usai, beberapa pakar dari salah satu perusahaan General Electric (G.E) 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 produksi dengan material yang ada dengan penggantinya.

Pada tahun 1947, seorang insinyur elektro pada perusahaan tersebut 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" (Heller.E. D)

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 "S.A.V.E" (Society of American Value Engineers) atau perhimpunan ahli rekayasa nilai Amerika. Pada tahun 1963 mulai dimanfaatkan dibidang konstruksi oleh departemen pertahanan Amerika Serikat (Heller.E. D), tahun 1970 rekayasa nilai dikenal di benua Asia yaitu Jepang pada "Institute 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, 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 Canada pada tahun yang

sama pada "Departement Of Public Work" (Chandra.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 hasilnya adalah penghematan beberapa milyar rupiah.

Karena rekayasa nilai termasuk baru diterapkan di Indonesia maka diambil keputusan-keputusan sebagai pemantapan pelaksanaan rekayasa nilai dengan terbitnya SK no.72/KPTS/Db/1987 tertanggal 13 Desember 1987 yakni surat keputusan Dirjen Bina Marga tentang pembentukan Tim Analisa Nilai Direktur 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/ tanggal 19

Desember 1987. Dengan berbagai pemantapan ini rekayasa nilai diharapkan akan berkembang dengan baik di Indonesia.

## **2.2 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.

## **2.3 Tujuan Rekayasa Nilai**

Tujuan dari 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.

## **2.4 Rencana Kerja Rekayasa Nilai**

Setelah menyeleksi obyek yang diperkirakan memiliki potensi biaya tinggi dalam studi ini, maka diterapkan rencana kerja rekayasa nilai. Terdapat

beberapa pendapat tahapan kerja yang dilakukan dalam penerapan rekayasa nilai. Pendapat-pendapat tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menurut E.P.A (Enviromental 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 studi ini menggunakan lima tahapan yang umum digunakan yakni seperti tahapan berikut ini :

1. Tahap informasi.
2. Tahap kreatif.
3. Tahap penilaian dan analisa.
4. Tahap pengembangan.
5. Tahap rekomendasi atau presentasi.



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 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,

“Value Engineering is a proven management technique using a systematized approach to seek out the best functional balance between the cost, reliability, and performance of a product or a project. The program seeks to improve the management capability of people and to promote progressive change by identifying and removing unnecessary cost”.

Artinya,

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.

"It's an Organized creative approach that has for it's purpose the efficient identification of unnecessary cost, i.e, cost that provides neither quality nor use nor life nor appearance nor costumer features.

Artinya.

Suatu pendekatan kreatif yang terorganisasi bertujuan 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.

"Value Engineering is the consciuos, systematic application of a set of techniques that identify needed functions, establish values for them, and developed alternatives to perform these functions for minimum cost.

Artinya :

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

#### 4. Menurut Alphonse J. Dell'Isola

“Value Engineering is a systematic approach to obtaining optimum value for every dollar spent. Through a system of investigation unnecessary expenditures are avoided, resulting in improved value and economy.

Artinya :

Rekayasa nilai adalah suatu pendekatan yang sistematis untuk memperoleh suatu nilai yang optimum untuk setiap dolar 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.

Dasar pemikiran yang mendasari perlunya rekayasa nilai adalah bahwa disetiap kegiatan konstruksi selalu terdapat biaya-biaya yang tidak perlu, biaya tersebut tidak terlihat atau disadari oleh pemilik, perencana, maupun pelaksana kegiatan tersebut. Hal-hal yang menyebabkan terjadinya biaya-biaya tersebut adalah :

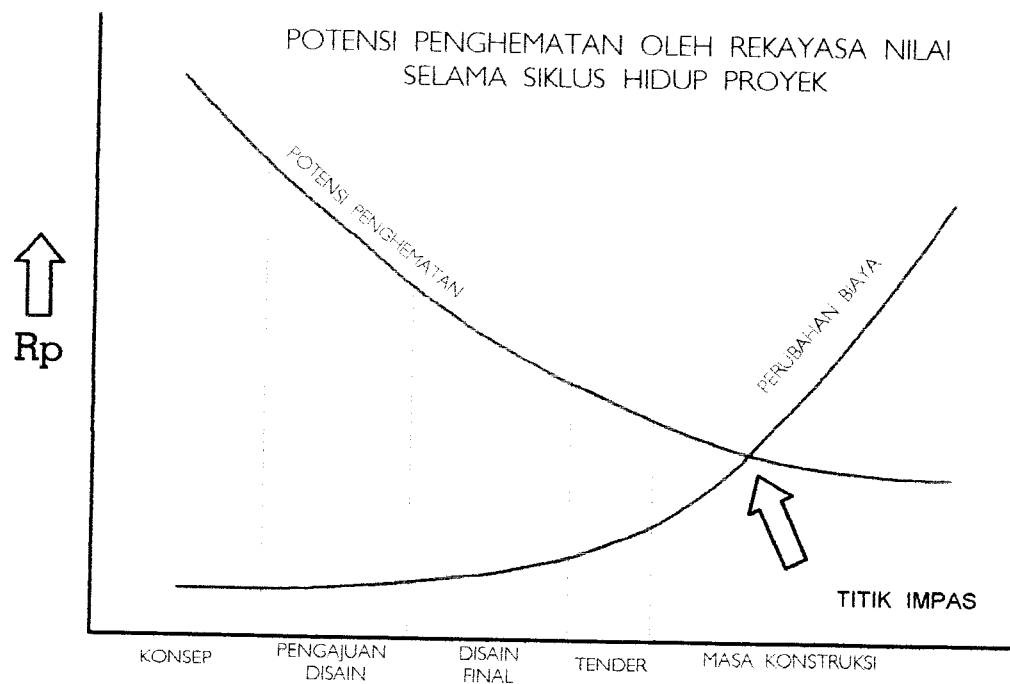
1. Sempitnya waktu yang disediakan untuk proses perencanaan.
2. Kekurangan dan kesenjangan informasi.
3. Kurangnya kreatifitas dalam mengembangkan gagasan-gagasan baru.
4. kurang tepatnya konsepsi.
5. Kebiasaan kurang tanggapnya terhadap perubahan atau perkembangan.
6. Kebijaksanaan-kebijaksanaan dari pelaku birokrasi dan keadaan politik
7. Enggan mendapat saran.

Melihat keadaan masalah-masalah tersebut maka kebutuhan akan program rekayasa nilai sangat diperlukan disebabkan oleh :

- a. Biaya konstruksi yang meningkat.
- b. Kurangnya sumber dana dalam pembangunan.
- c. Suku bunga yang tinggi.
- d. Inflasi yang meningkat setiap tahun.
- e. Kemajuan teknologi yang semakin pesat.
- f. Terjadinya persaingan ketat hampir di semua bidang kegiatan.

### 3.2 Waktu Penerapan Rekayasa Nilai

Secara teoritis penerapan rekayasa nilai dapat diterapkan setiap waktu selama berlangsungnya proyek tersebut (Chandra.S), dari awal hingga selesainya proyek tersebut, bahkan dapat juga diterapkan pada saat penggantian (“replacement”). Namun dalam setiap memulai suatu pekerjaan penerapan rekayasa nilai harus dilihat saat yang paling tepat yang berpotensi mempunyai hasil yang maksimal, gambaran tentang penghematan selama berlangsungnya proyek dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar. 3.1 Potensi Penghematan Oleh Rekayasa Nilai

Dari gambaran tersebut dapat disimpulkan bahwa pada tahapan konsep terdapat potensi penghematan terbesar, pengalaman menunjukkan bahwa dengan berakhirnya tahapan konsep 70 % dari biaya konstruksi telah tertentu (Chandra.S), dimana pada saat itu saat yang tepat untuk mengadakan perubahan-perubahan tanpa menimbulkan biaya tambahan untuk disain ulang. Dari gambar tersebut terlihat garis potensi penghematan akan semakin turun, dimana dengan berkembangannya proses proyek tersebut biaya-biaya yang ada akan semakin naik sedangkan potensi penghematan habis ditelan oleh biaya untuk mengadakan perencanaan baru dan pelaksanaan proyek tersebut.

### **3.3 Analisa Fungsional**

Fungsi adalah suatu pendekatan untuk mendapatkan suatu nilai tertentu, pendekatan fungsi dalam rekayasa nilai adalah apa yang memisahkannya dari teknik reduksi biaya yang lain. Konsep dari fungsi digunakan dalam rekayasa nilai untuk mendapatkan tujuan dari ringkasan pernyataan tertentu, seperti dalam penentuan biaya proyek perlu diketahui terlebih dahulu apa penggunaan dari masing-masing jenis pekerjaan dan apa pula fungsinya.

Pengertian fungsi adalah dasar dari maksud suatu item. Fungsi ini berarti pula sebuah karakteristik yang membuat item itu dapat berjalan atau bernilai (Miles. L. D). Aplikasi dari fungsi dalam rekayasa nilai adalah analisa fungsi yang biasanya digambarkan dengan pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut :

- Apa tujuan proyek itu ?
- Apa fungsinya ?
- Berapa biayanya ?
- Berapa minimalnya ?
- Apakah ada alternatif dengan jenis pekerjaan yang sama ?
- Apakah ada alternatif biaya ?
- Adakah fungsi-fungsi yang bisa dihilangkan sebagian ?
- Apakah yang menyebabkan bisa dihilangkan ?
- Dan lain-lain .

Pernyataan-pernyataan tampak sederhana tetapi sulit untuk dijawab dan membutuhkan waktu untuk menjawabnya secara tepat dan benar apalagi proyek (obyek) yang ditinjau semakin besar, semakin sulit untuk dijawab.

Aplikasi fungsi dalam studi rekayasa nilai disebut analisis fungsi (Zimmerman & Hart). Proyek atau produk yang dievaluasi dengan fungsi di

diidentifikasi dengan dua kata. Kata benda dan kata kerja, kata benda dan kata kerja ini digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu item bekerja. Kata kerja disini adalah kata kerja aktif, dan Kata benda disini adalah benda yang dapat diukur. Seperti dalam contoh ini, kabel listrik mempunyai fungsi mengalirkan arus. Disini “mengalirkan” adalah kata kerja, dan “arus” adalah kata benda. Dari pernyataan ini kita dapat menyusun daftar pertanyaan untuk dapat membantu kita mengidentifikasi fungsi adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana maksud dari proyek atau produk tersebut ?
2. Bagaimana untuk cara melakukan ?
3. Berapa biayanya ?
4. Berapa nilai terendah untuk menyediakan fungsi yang diperlukan ?
5. Apakah ada alternatif yang lain untuk melakukan pekerjaan yang sama ?
6. Berapakah biaya alternatif tersebut.

Dengan menjawab pertanyaan tersebut diharapkan terdapat pendekatan yang lebih terarah dalam mengidentifikasi suatu item.

Cara lain mengenai pendekatan fungsional membantu pemikiran yang lebih dalam tentang proyek adalah mengklasifikasikan fungsi dalam 2 jenis yaitu :



1. Fungsi Dasar (primer)

Suatu fungsi yang merupakan tujuan utama dan harus dipenuhi

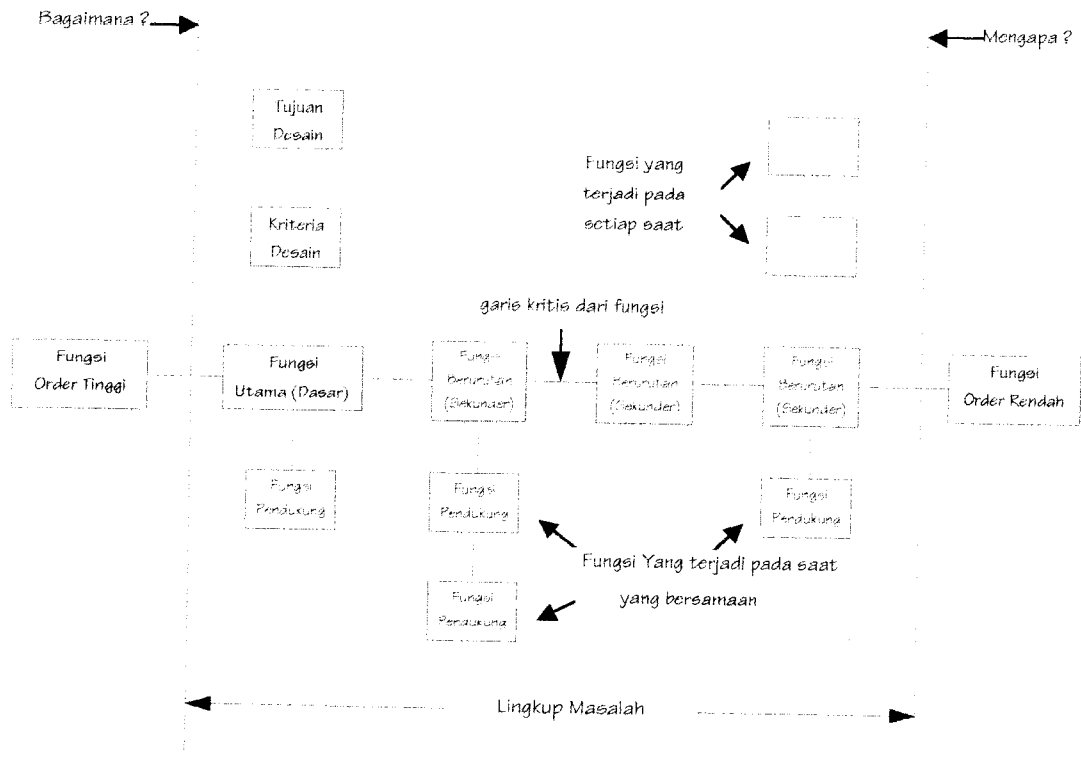
2. Fungsi Penunjang (sekunder)

Suatu fungsi penunjang dari fungsi utama.

Keuntungan dari pendekatan analisa fungsi adalah membantu dalam mempertemukan ide-ide yang lebih baik dalam mengatasi keraguan-keraguan, membantu dalam pemikiran yang lebih mendalam.

Cara yang dianggap paling efektif dalam analisis rekayasa nilai adalah "FAST" ("Functional Analysis System Techniques"), teknik analisa ini diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Charles W. Bytheway seorang ahli rekayasa nilai pada "UNIVAC" di Salt Lake City Amerika Serikat (Zimmerman & Hart). "FAST" adalah suatu metode untuk menganalisis, mengorganisir, dan mencatat fungsi-fungsi dari suatu proses yang rumit dari suatu item agar dapat menjelaskan, menerangkan, dan menyederhanakan proses dari item tersebut dalam bagian-bagian yang dapat teridentifikasi. Contoh diagram "FAST" dapat dilihat pada gambar berikut ini :

### ATURAN DASAR DIAGRAM "FAST"



Gambar. 3.2 Diagram Aturan Dasar FAST

### 3.4 Pengertian Berpikir Kreatif

Didalam Rekayasa Nilai kreatifitas adalah sangat penting, dimana dalam tahap ini adalah menggunakan imajinasi berdasarkan pengetahuan dari inovasi kreatifitas dengan memformulasikan kombinasi dari bahan, sistem, proses dan teknik untuk mendapatkan fungsi yang tepat. Definisi dari berpikir kreatif adalah suatu produk imajinasi dimana kombinasi baru dari pikiran dan sesuatu dipersatukan secara bersama-sama, berpikir kreatif sering

dihubungkan dengan pengembangan suatu pikiran atau pendapat ataupun konsep baru, dalam berpikir kreatif ini tidak ada halangan untuk mengeluarkan ide-ide yang aneh semua dilakukan dengan terbuka.

Karakteristik kreatifitas untuk mengembangkan suatu sikap yang tepat sebelum memasuki teknik pemecahan masalah mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

1. Tingkat motivasi yang tinggi, dimana didalamnya terdapat keinginan, antusias, berani menghadapi tantangan yang kompleks.
2. Mempunyai fleksibilitas berpikir.
3. Mempunyai sensitifitas yang besar dalam menghadapi masalah.
4. Mempunyai ide-ide baru, berpandangan luas dalam mengkombinasikan ide-ide.
5. Terbuka untuk menerima segala perubahan.
6. Mempunyai toleransi untuk mempertimbangkan hal-hal yang mempunyai arti sama.

### **3.5 Analisis Keuntungan-Kerugian**

Dalam tahap penilaian, dilakukan evaluasi terhadap sejumlah ide kreatif yang terpilih dalam tahapan kreatif, evaluasi ini dilakukan untuk

menentukan sejumlah pilihan terbaik untuk dipelajari lebih lanjut dan yang mempunyai potensi terbesar untuk penghematan digunakan analisa keuntungan dan kerugian.

Analisa keuntungan dan kerugian merupakan tahap penyaringan yang paling kasar diantara metode yang dipakai dalam tahap penilaian (Tadjuddin), sistim penilaian diberikan secara bersama-sama oleh tim rekayasa nilai, hasil dari penilaian ini selanjutnya akan dianalisis dengan analisis tingkat kedua yaitu dengan metode analisis matrik. Penilaian tim harus didasarkan atas tingkat pengaruhnya pada biaya secara keseluruhan.

Dalam analisa untung rugi kriteria yang dapat dinilai dan dapat dipakai untuk menganalisis setiap pekerjaan yaitu biaya awal, waktu pelaksanaan, daya dukung, mudahnya pelaksanaan, mungkin diimplementasikan pada kondisi setempat dan keadaan struktur, pabrikasi, Dalam memberikan penilaian atas kriteria-kriteria yang ditinjau harus ditentukan dulu salah satu kriteria, kemudian baru menentukan kriteria lain secara relatif terhadap kriteria tadi.

Kriteria utama yang dipandang sangat penting diberi nilai 3 (tiga) untuk kriteria awal, sedang kriteria lain ditetapkan secara relatif. Nilai kriteria diberikan secara rinci sebagai berikut :

- a. biaya awal (nilai 3)  
karena titik berat dalam studi rekayasa nilai adalah peghematan biaya maka faktor biaya adalah yang utama (terpenting).
- b. daya dukung (nilai 2,5)  
Kemampuan suatu bagian komponen konstruksi dalam mendukung beban sangat penting peranannya dalam keamanan suatu konstruksi.
- c. waktu pelaksanaan (nilai 2)  
Semakin banyak tahapan dalam pelaksanaan, maka akan semakin banyak menyita waktu dalam penyelesaian.
- d. Kemungkinan diterapkan (nilai 1)  
Suatu metode akan dapat diterapkan bila sesuai dengan kondisi setempat serta atau menurut aturan-aturan yang diberlakukan.
- e. pabrikasi (nilai 1)  
Kualitas suatu bahan akan lebih terjamin bila diproduksi oleh pabrik, sehingga akan memberikan kepastian hasil hitungan konstruksi.
- f. pelaksanaan konstruksi (mudah/sulit) (nilai 1/2)  
Semakin mudahnya pelaksanaan akan membantu mempercepat penyelesaian proses konstruksi.

Nilai kriteria secara rinci diberikan sebagai berikut :

a. biaya awal	= 3
b. daya dukung	= 2,5
c. waktu pelaksanaan	= 2
d. kemungkinan diterapkan	= 1
e. pabrikan	= 1
f. pelaksanaan konstruksi (mudah/sulit)	= ½
<hr/>	
Total	= 10

Sistem penilaian dilakukan dengan membandingkan semua kriteria terhadap komponen yang ditinjau dari segi keuntungan dan kerugian. Apabila kriteria berada dalam kolom keuntungan diberi nilai positif (+) dari nilai kriteria tersebut dan sebaliknya jika dikolom kerugian mendapat nilai negatif (-) setelah ide kreatif diberi nilai, lalu dijumlahkan. Jumlah nilai komponen / ide kreatif tersebut antara (-10) dan (+10).

### **3.6 Analisis Kelayakan**

Analisis tingkat kelayakan adalah salah satu cara lain menyeleksi/menilai masing-masing ide kreatif yang diajukan, hasil dari penyaringan ini dipilih beberapa alternatif yang mempunyai nilai tertinggi

dalam penilaian tahap ini untuk diajukan dalam analisis matriks, kriteria-kriteria yang umum dipakai dalam analisis tingkat kelayakan adalah sebagai berikut :

- a. Biaya pengembangan, yang berkaitan dengan :
  - biaya perancangan kembali,
  - biaya pemesanan kembali,
  - biaya pengembangan kembali.
- b. penggunaan teknologi, yaitu yang berkaitan dengan :
  - teknologi baru atau teknologi yang sudah biasa dilakukan (lama),
  - sumber daya manusia dan perangkat kerasnya.
- c. kemungkinan penerapan, berkaitan dengan kemungkinan :
  - diterima oleh pemilik proyek,
  - sesuai dengan kondisi lapangan, keamanan struktur, dan sebagainya.
- d. waktu pelaksanaan, berkaitan dengan :
  - waktu perancangan kembali,
  - waktu pemesanan kembali,
  - lama pabrikasinya,
  - lama pelaksanaan dilapangan.
- e. keuntungan biaya potensial, yang berkaitan dengan :

- penghematan biaya awal ,
  - penghematan biaya selama siklus hidup .
- f. sarana alat kerja, yang berkaitan dengan :
- banyak sedikitnya alat kerja, mudah tidaknya dioperasikan, serta mudah tidaknya pengadaan peralatan kerja.

Kriteria tersebut diberi nilai antara 0 - 10 seperti pada

- a. penggunaan teknologi,
- teknologi baru = 0
  - teknologi biasa = 10
- b. biaya pengembangan,
- tanpa biaya = 10
  - biaya tinggi = 0
- c. kemungkinan diterapkan,
- kemungkinan diterapkan = 10
  - tidak mungkin = 0
- d. waktu pelaksanaan,
- waktu singkat = 10
  - waktu lama = 0
- e. keuntungan biaya potensial,
- keuntungan potensial = 10



- tanpa keuntungan = 0

f. Sarana alat kerja ,

- sedikit alat kerja, mudah dioperasikan,  
mudah didapatkan. = 10
- banyak alat kerja, sulit dioperasikan,  
sulit didapatkan. = 0

setiap kriteria pada tempat kelayakan diberi nilai. Kemudian nilai-nilai tersebut dijumlahkan untuk setiap alternatif. Alternatif yang mempunyai nilai tertinggi diberi urutan atau rangking 1, nilai berikutnya yang lebih rendah diberi urutan 2 dan seterusnya. Bila ada dua alternatif atau lebih yang mempunyai nilai sama, maka urutan akan sama. Kemudian dipilih beberapa alternatif yang mempunyai urutan tertinggi .

### **3.7 Analisis Matrik**

Tujuan dari analisis matrik adalah untuk menilai masing-masing dari ide kreatif pondasi. Dimana analisis ini merupakan seleksi penilaian tahap kedua dari dua sistem analisis penilaian sebelumnya yaitu analisis untung rugi dan analisis kelayakan.

Kriteria-kriteria yang digunakan untuk analisis matrik, akan dilakukan konsultasi dengan para ahli tentang pondasi serta standar yang umum dipakai untuk disain pondasi. Kriteria hasil konsultasi harus diuji dan diberi nilai, untuk uji dan pembobotan dipakai metode hirarki analitis. Masing-masing kriteria mempunyai bobot hasil dari proses hirarki analitis, yang mempunyai bobot skala sebagai berikut :

- 4 = Excelest (Baik sekali)
- 3 = Good (Baik)
- 2 = Fair (Wajar)
- 1 = Poor (Rendah/Jelek)

Proses hirarki analitis adalah suatu model yang luwes yang memberikan kesempatan bagi perseorangan atau kelompok untuk membangun gagasan dan mendefinisikan persoalan-persoalan dengan cara membuat asumsi-asumsi dan memperoleh pemecahan yang dikemukakan (Tajuddin).

Proses Hirarki Analitis (PHA) dikembangkan oleh L. Saaty, seorang matematikawan dari Universitas Pittsburgh. PHA merupakan alat yang luwes yang memungkinkan kita mengambil keputusan dengan mengkombinasikan data obyektif dan data subyektif secara logis. Data obyektif adalah fakta

ataupun atau data-data numerik hasil perhitungan, sedang data subyektif didasari pendalaman dan pengalaman.

Ada tiga prinsip dalam memecahkan persoalan dengan PHA 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 homogen, dan mengatur kelompok-kelompok ini dalam tingkatan yang berbeda. Tingkat teratas dari suatu hirarki hanya berisi satu elemen yaitu tujuan pokok yang dinamakan fokus. Tingkat berikutnya berisi elemen yang lebih spesifik yang merupakan uraian dari tingkat di atasnya.

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 matrik bujur sangkar dengan ordo yang sesuai dengan jumlah elemen dalam tingkatan tersebut. Pendekatan matrik 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 dari elemen yang 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 diantara 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 hierarki untuk memilih kriteria atau sifat yang digunakan untuk melakukan perbandingan yang pertama. Tingkat diba-

wah diambil dari elemen-elemen  $\Lambda_1, \Lambda_2, \Lambda_3$ . Lebih jelas tentang matrik perbandingan berpasangan dapat dilihat pada tabel 3. 2.

Tabel. 3.2 Matrik Perbandingan Berpasangan

X	$\Lambda_1$	$\Lambda_2$	$\Lambda_3$
$\Lambda_1$	1	2	3
$\Lambda_2$	$\frac{1}{2}$	1	2
$\Lambda_3$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1

Bandingkan elemen  $\Lambda_1$  dalam kolom kiri dengan elemen-elemen  $\Lambda_1, \Lambda_2, \Lambda_3$  yang terdapat pada baris atas dengan sifat X di sudut atas. Kemudian elemen kolom  $\Lambda_2$  dibandingkan dengan elemen baris atas, begitu dan 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

Kesahihan data dapat diketahui dengan uji konsistensi data, yaitu dengan nilai rasio konsistensi ( CR ). Data dapat dikatakan konsisten bila nilai CR lebih kecil atau sama dengan 0,10 dan apabila  $CR > 0,10$  maka proses penilaian terhadap matrik perbandingan berpasangan harus diulangi .

Bilangan atau nilai dari masing-masing baris pada matrik perbandingan berpasangan dikalikan secara kumulatif. Kemudian hasil perkalian tersebut dimasukkan akar dengan derajat sesuai dengan jumlah elemen pada baris matrik. Hasilnya disebut matrik I. Untuk mendapatkan matriks vektor prioritas (eigen vektor) adalah elemen matrik I dibagi dengan jumlah total matrik I. Contoh hitungan dapat dilihat pada gambar berikut ini :

Matrik Perbandingan Berpasangan	Matrik I	Vektor Prioritas
$\begin{bmatrix} X & A_1 & A_2 & A_3 \\ \hline A_1 & 1 & 2 & 3 \\ A_2 & 1/2 & 1 & 2 \\ A_3 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1,8171 \\ 1,0000 \\ 0,5504 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0,5396 \\ 0,3002 \\ 0,1652 \end{bmatrix}$
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> Jumlah 3,3675	

Gambar. 3.3 Matrik perbandingan berpasangan, Matrik I, Vektor prioritas

Sedangkan nilai prioritas (eigen value), didapatkan dengan cara matrik perbandingan berpasangan dikalikan dengan vektor prioritas sehingga didapat

matrik II. Elemen pada matrik II dibagi dengan elemen vektor prioritas didapat nilai prioritas. Nilai vektor maksimum adalah harga rata-rata dari matrik nilai prioritas ( $\lambda$ ).

$$\begin{array}{c} \text{Matrik Perbandingan} \\ \text{Berpasangan} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{Vektor} \\ \text{Prioritas} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{Matrik} \\ \text{II} \end{array}$$

$$\begin{bmatrix} X & A_1 & A_2 & A_3 \\ A_1 & 1 & 2 & 3 \\ A_2 & 1/2 & 1 & 2 \\ A_3 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,5396 \\ 0,3002 \\ 0,1652 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,6356 \\ 0,9004 \\ 0,4952 \end{bmatrix}$$

Gambar.3.4 Perkalian matrik perbandingan berpasangan dengan matrik vektor prioritas.

$$\begin{array}{c} \text{Matrik} \\ \text{II} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{Vektor} \\ \text{prioritas} \end{array}$$

$$\begin{bmatrix} 1,6356 \\ 0,9004 \\ 0,4952 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0,5396 \\ 0,3002 \\ 0,1652 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,0311 \\ 2,9993 \\ 2,9978 \end{bmatrix}$$

$$\Sigma = 9,0282$$

$$\lambda = \frac{9,0282}{3} = 3,0094$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} = \frac{(3,0094 - 3)}{(3 - 1)} = 0,0047$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0047}{0,58} = 0,0081 < 0,1$$

kesimpulannya penilaian matrik berpasangan konsisten.

Random indeks (RI) adalah indeks random yang menyatakan besarnya koreksi terhadap indeks konsistensi pada nilai matrik perbandingan.

CR = Consistency Ratio,

CI = Consistency Indeks,

$\lambda$  = nilai prioritas maksimum,

n = jumlah faktor/elemen dalam matrik.

Tabel.3.3 Indeks random value

N	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 Pengertian “Life Cycle Cost” (Biaya Siklus Hidup)

Didalam menyusun anggaran suatu proyek yang harus dibuat terlebih dahulu adalah membuat estimasi anggaran biaya, kemudian dengan analisa fungsi didalam studi rekayasa nilai didapatkan beberapa alternatif yang kesemuanya mengeliminasi biaya-biaya yang tidak perlu dan akhirnya dapat mereduksi biaya proyek.

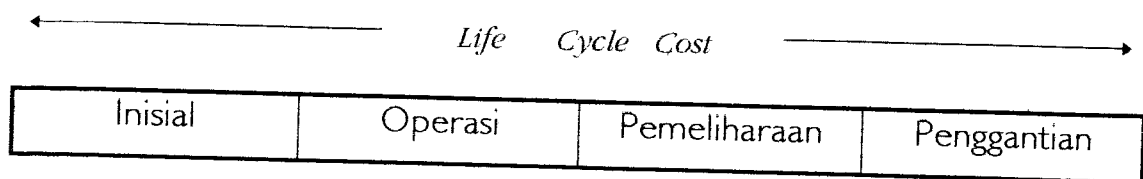
Dalam mengevaluasi kriteria mana yang harus diambil demi menghemat biaya, perlu diperhatikan dasar-dasar pertimbangan sebagai berikut :

1. Kemungkinan penghematan yang cukup berarti.
2. Terdapatnya sumber daya dan waktu yang cukup.



3. Kemungkinan adanya pengembangan alternatif "life cycle cost" yang lebih rendah.
4. Mungkin untuk dilaksanakan.
5. Data kebutuhan proyek yang kurang lengkap
6. Data biaya untuk "life cycle cost" yang belum bisa diestimasi, seperti biaya operasi, penggantian, perawatan.

Oleh karena studi rekayasa nilai untuk bidang konstruksi harus ada metode yang sistematis untuk mencapai total biaya yang optimal dari suatu proyek untuk waktu tertentu. Total biaya disini berarti biaya ultimatum atau biaya yang dapat dipertanggungjawabkan ("reasonable") dari pekerjaan konstruksi, operasi, pemeliharaan dan penggantian alat atau barang didalam suatu periode yang disebut "Life Cycle Cost" seperti tergambar dibawah ini :



Gambar.3.5 Biaya Siklus Hidup

"Life cycle cost" adalah total biaya ekonomis, biaya yang dimiliki dan biaya operasi suatu fasilitas, proses manufaktur atau produk. Analisa "Life cycle cost" sendiri menggambarkan nilai sekarang dan nilai yang akan datang

("present dan future cost") dari suatu proyek selama umur manfaat proyek itu sendiri. "Life cycle cost" dipakai sebagai alat bantu dalam analisa ekonomi untuk mencari alternatif berbagai kemungkinan atau faktor dalam pengambilan keputusan. Prinsip-prinsip ekonomi yang dipakai dalam "Life Cycle Cost" yaitu :

1. Biaya sekarang ("Present Value").
2. Biaya dikemudian hari ("Future cost").

Jenis-jenis yang termasuk biaya dalam "Life Cycle Cost" adalah :

1. Biaya investasi
2. Biaya pemilikan
3. Biaya rekayasa (perencanaan, disain dan pengawasan)
4. Biaya perubahan disain.
5. Biaya administrasi
6. Biaya penggantian
7. Biaya operasi
8. Biaya pemeliharaan.
9. Biaya beban bunga yang dbebankan selama proyek.

Penggunaan "Life Cycle Cost" sebagi alat bantu dalam proses pengambilan keputusan dan sensifitas terhadap biaya operasi merupakan

suatu rangkaian perhitungan dengan memperhatikan faktor-faktor ekonomi dan moneter yang saling berhubungan satu sama lain.

### **3.8.1 Konsep Nilai Waktu Uang (“Time Value Of Money”)**

Kalau seseorang ditanyakan mana yang lebih disukai menerima Rp 100 saat ini atautkah menerima Rp 100 nanti ( misal 1 tahun lagi). Meskipun penerimaan tersebut pasti sifatnya, artinya dia pasti menerima saat ini atau nanti, bisa diduga dia akan lebih suka menerima jumlah yang sama pada saat ini daripada nanti. Sebaliknya kalau kita harus membayar Rp 100 saat ini atau Rp 100 nanti, maka tentunya lebih senang untuk membayar nanti, apabila jumlahnya sama.

Contoh tadi menunjukkan bahwa sebenarnya kita menghargai uang secara berbeda, apabila waktunya tidak sama. Dengan kata lain kita mengakui bahwa uang mempunyai nilai waktu. Kita selalu menyukai Rp.100 saat ini daripada nanti, karena kita menganggap bahwa nilai sekarang dari Rp.100 saat ini adalah *lebih besar* daripada nilai sekarang Rp 100 nanti. Sebaliknya kalau kita membayar, kita lebih suka membayar nanti, karena kita menyadari bahwa Rp.100 nanti nilainya lebih kecil daripada Rp. 100 saat ini. Inilah yang disebut konsep nilai waktu uang (“Time Value Of Money”).

### 3.8.2 Konsep Present Value

Karena suatu investasi menyangkut pengeluaran saat ini atau sekarang untuk mendapatkan penghasilan pada waktu yang akan datang, maka pemahaman tentang nilai waktu uang menjadi lebih penting. Apalagi bila investasi modal tersebut mempunyai pengaruh jangka panjang, maka semakin penting pula konsep nilai waktu uang itu.

Pada dasarnya nilai waktu uang ("time value of money") menyatakan bahwa setiap individu berpendapat bahwa nilai saat ini ("present value"/"worth") adalah lebih berharga dari pada saat nanti. Lebih suka membayar jumlah yang sama pada waktu nanti dari pada saat ini.

Sebagai ilustrasi para investor akan lebih suka suatu proyek yang memberikan keuntungan setiap tahun, mulai dari tahun pertama sampai dengan ketiga, daripada proyek yang memberikan keuntungan yang sama tetapi mulai tahun ke-empat sampai dengan ke-enam.

Dengan demikian waktu daripada aliran kas yang diharapkan dimasa yang akan datang merupakan hal yang penting bagi rencana investasi tersebut.

Konsep ini lebih dikenal dengan istilah konsep nilai sekarang atau present value dan didalam pemakaian rekayasa nilai dikenal dengan nama present worth.

### 3.8.3 Dasar-dasar Perhitungan Present Value

“Present Value” (PV) atau “Present Worth” (PW) dapat dihitung jika perhitungan PV, untuk investasi digunakan anggapan bahwa tingkat bunga yang relevan setiap tahunnya adalah sama atau tetap.

Perhitungan PV ini secara umum dapat dituliskan sebagai berikut :

$$PV = \sum_{t=1}^n \frac{At}{(1+i)^t} \quad \text{atau} \quad PV = \sum_{n=1}^n \frac{An}{(1+i)^n} \quad \text{bila } t \longrightarrow n \quad \dots\dots\dots 3.1)$$

dimana :  $At$  = aliran yang diterima pada periode  $t$

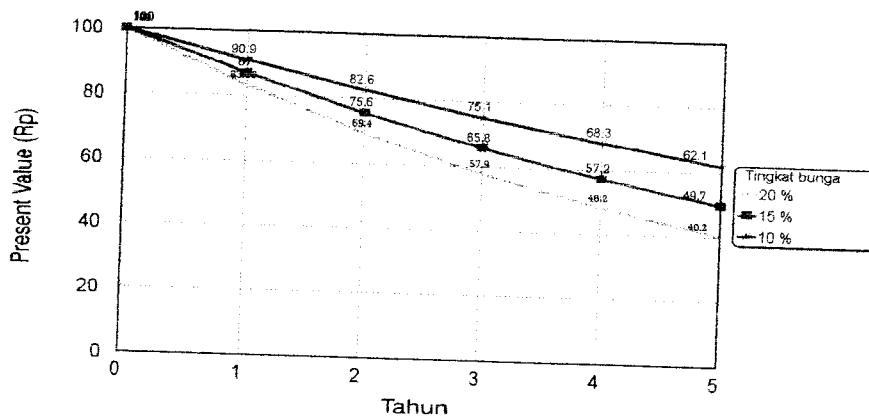
$i$  = tingkat bunga

Jika pembayaran setiap tahun dalam jumlah yang sama, maka keadaan ini disebut sebagai faktor cicilan modal (“Capital Recovery Faktor”) dengan rumus sebagai berikut :

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \dots\dots\dots 3.2)$$

“CRF” dapat digunakan untuk menghitung besar pengembalian dari beban hutang secara periodik untuk  $n$  tahun dengan beban bunga sebesar  $i$ .

Contoh perhitungan untuk mengetahui “Present Value” (PV) bila  $i = 10\%$ ,  $15\%$ , dan  $20\%$  pertahun dari uang Rp. 100 dalam lima tahun.



Gambar 3.6 “PV” dari Rp. 100 untuk lima tahun kemudian

### 3.9 Penggunaan Present Value pada Rekayasa Nilai dalam analisa proyek

Tujuan analisis proyek adalah untuk memperbaiki pemilihan investasi, karena sumber-sumber yang tersedia bagi pembangunan adalah terbatas. Aspek yang paling penting dalam mengevaluasi suatu proyek adalah aspek

finansial dan analisis ekonomi disamping aspek lainnya seperti aspek teknis, aspek manajerial, aspek organisasi, dan aspek komersil (Clive Gray, Kadariah, Lien Karlina).

Penggunaan "present value" pada aplikasi rekayasa nilai dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Penggunaan dilakukan dalam tahap pengembangan ("Development phase") pada "Life Costing".
2. Pada bagian pertama dihitung biaya investasi atau biaya konstruksi ("initial cost") ditambah biaya operasi dan pemeliharaan ditambah penggantian ("O & M" dan "Replacement Cost"), kemudian hasilnya dikurangi dengan biaya investasi, biaya konstruksi, biaya operasi dan pemeliharaan dari usulan pertama dan kedua, hasilnya disebut dengan inisial saving atau penghematan saat itu (present saving).
3. Pada bagian kedua menganualisasikan biaya investasi ("initial"), biaya penggantian ("replacement") dan ditambah biaya aktual dari operasi dan pemeliharaan, baik untuk disain asal maupun disain alternatif lainnya. Kemudian dikalikan dengan faktor cicilsn bagi beban hutang selama preiode tertentu ("CRF"), hasil untuk disain awal dikurangi dengan disain usulan pertama disebut penghematan tahunan ("annual saving) untuk

disain usulan pertama, selanjutnya dihitung pula penghematan tahunan untuk disain usulan kedua. Sehingga dari hasil perhitungan ini sebagai rekomendasi adalah berupa nilai penghematan (saving) diukur selama siklus hidup proyek.



## **BAB IV**

### **PONDASI**

#### **4.1 Umum**

Dalam semua sistem konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu diatas 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, Joseph.E).

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.

#### 4.2 Jenis-jenis Pondasi

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

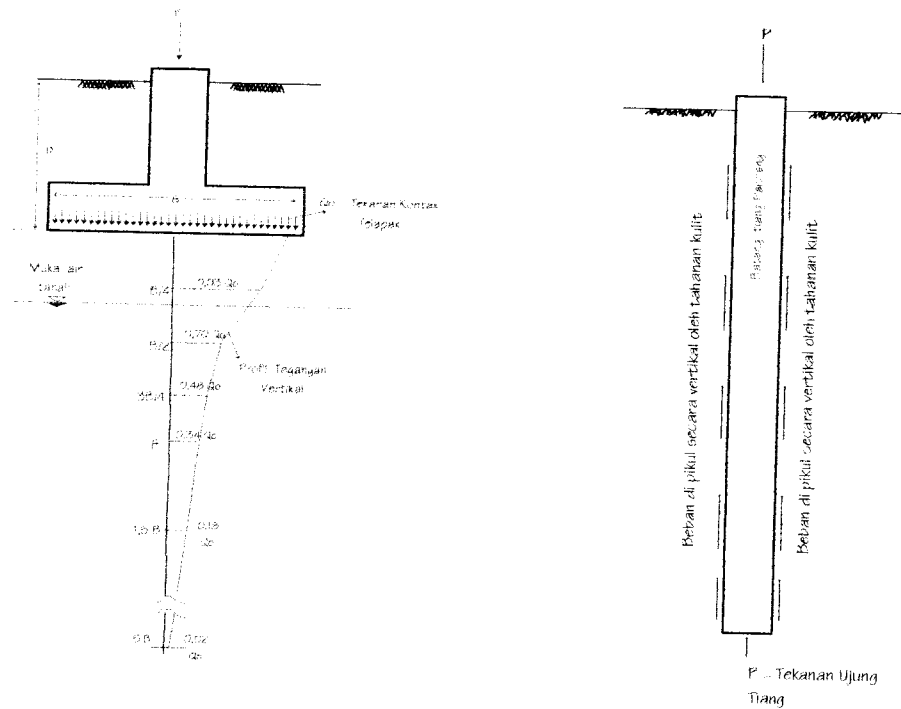
##### 1. Pondasi Dangkal

Yaitu pondasi dengan kedalaman  $\pm D/B \leq 1$  (Brahma. S. P), dimana D adalah kedalaman pondasi dan B adalah lebar pondasi, jenis-jenis pondasi ini dapat berupa alas, telapak, telapak sebar, pondasi rakit.

##### 2. Pondasi Dalam

Yaitu pondasi dengan kedalaman  $D/B \geq 4$ , jenis pondasi ini dapat berupa tiang pancang, tembok atau tiang yang dibor, kaison yang dibor.

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



(a) Pondasi Dangkal (Tersebar)

(b) Pondasi Dalam (Tiang pancang)

Gambar. 4.1 Jenis pondasi terhadap letak konstruksinya.

Sumber (Bowles, J. E)

Dari gambar 4.1 terlihat prinsip dasar daripada pondasi dangkal adalah menyebarkan beban-beban yang ada kepada tanah yang dibuat sedemikian rupa sehingga kekuatan pembatasnya tidak terlampaui dan deformasi yang terjadi masih dapat ditoleransi, pondasi-pondasi dangkal mencapai hal ini dan menyebarkan beban secara mendatar karena itu timbul istilah "Spread Footing" atau telapak sebar, dimana suatu 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 berbagai type sebagai berikut :

1. Spread Footing
2. Strap Footing
3. Telapak kombinasi
4. Pondasi Rakit.

Pada gambar 4.1.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 sering dikenal dengan pondasi tiang, diklasifikasikan dari komposisi bahan atau fungsinya adalah sebagai berikut (Teng. W. C):

Tabel. 4.1 Klasifikasi Pondasi tiang berdasar material yang dipakai

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

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.

### **4.3 Daya Dukung Pondasi**

Pada suatu konstruksi teknis, tanah harus mampu memikul beban yang diletakkan diatas tanah tersebut tanpa kegagalan geser dan penurunan (settlement) yang dapat ditolelir 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 dan pondasi adalah daya dukung. Besar daya dukung ijin untuk suatu sistem struktur mempunyai beberapa persamaan pendekatan yang dibuat oleh Terzaghi, Meyerhof, Hansen (Bowles. J. E), karena tugas akhir ini tidak membahas secara detail tentang pondasi maka tinjauan telaah analisis pondasi terhadap tiga pendekatan tersebut tidak dijabarkan dalam tugas akhir ini.

### **4.4 Beban-beban Yang Bekerja**

Beban pondasi yang bekerja menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung S.K.B.I-1.3.53.1987 Departemen

Pekerjaan Umum sebagai syarat kekuatan terhadap beban-beban dibedakan dalam beberapa jenis beban yaitu :

1. Beban Mati : Meliputi berat konstruksi dan semua bahan yang membebani secara permanen
2. Beban Hidup : Setiap beban yang tidak membebani konstruksi secara permanen, tetapi konstruksi bisa dipengaruhinya.
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.

## **BAB V**

### **ANALISIS NILAI PADA PONDASI**

#### **5.1 Latar Belakang Proyek**

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dewasa ini memiliki tujuh fakultas yang terdiri dari empat belas jurusan dan 4.986 mahasiswa, selama ini kegiatan pendidikan ditampung didalam gedung seluas 4.000 m<sup>2</sup> diatas lahan seluas 1,9 ha, berlokasi dijalan H.O.S Cokroaminoto. Perbandingan antara jumlah mahasiswa dengan luas ruang efektif 1,5 m<sup>2</sup>/mahasiswa, angka ini sangat kurang memadai, dengan dasar pemikiran ini dibuatlah rencana pengembangan kampus terpadu yang terletak di kecamatan Taman Tirta, Bantul.

Rencana pengembangan kampus terpadu dilakukan secara bertahap dengan jangka waktu 10 tahun bagi pembangunan fisik. Untuk itu diperlukan suatu tinjauan finansial sebagai mekanisme kontrol untuk pengendalian proyek sebaik-baiknya, mengingat dana yang dimiliki terbatas.



Sebagai obyek analisis rekayasa nilai dalam tugas akhir ini adalah pada pondasi gedung rektorat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dengan melakukan lima tahapan rencana kerja yang diterapkan dengan asumsi pada saat penerbitan harga disain asal yakni sebelum pelaksanaan pekerjaan .

## **5.2 Tahapan Informasi (“Information Phase”)**

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

1. Data fisik : informasi karakteristik fisik dari proyek.
2. Data metode : informasi bagaimana barang tersebut dibuat.
3. Data biaya : informasi dari perkiraan biaya.
4. Data kuantitas : informasi mengenai jumlah volume yang ada.
5. Data konstrain : informasi tentang batasan kriteria disain yang dipakai.

Data-data tersebut kebanyakan data teknis, kecuali data biaya. Tujuan dari tahapan ini adalah mendapatkan gambaran secara jelas dan menyeluruh dari lingkup yang akan ditinjau.

Sebagian data proyek yang ada adalah sebagai berikut :

Tabel. 5.1 Data Proyek yang ada

TAHAP INFORMASI		
No		Keterangan
1	Proyek : Gedung Rektorat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	
2	Lokasi : Desa Tamantirto, Kecamatan Kasihan, Bantul	
3	Fungsi : gedung Administrasi umum dan ruang kuliah	
4	Pondasi yang ada	<input type="checkbox"/> Pondasi tiang pancang Jaya Daido <input type="checkbox"/> Diameter tiang pancang Ø 40 cm <input type="checkbox"/> Dalam tanah baik bagi pondasi utk Rektorat A = 17,5 m <input type="checkbox"/> Dalam tanah baik bagi pondasi utk Rektorat B = 22 m <input type="checkbox"/> Muka air tanah ± 2m <input type="checkbox"/> Jumlah tiang pancang Rek. A = 125 <input type="checkbox"/> Jumlah tiang pancang Rek. B = 124
5	Biaya : Dana sendiri dan Pinjaman dari Bank Pemerintah dan swasta	Rp. 441.377.750,00

Dalam tugas akhir ini harga pondasi asal didapatkan dari dokumen kontrak yang didapatkan dari proyek, sedangkan harga alternatif berdasarkan data yang didapat dari produsen yang berdasar data proyek yang ada.

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

Selanjutnya data-data biaya pekerjaan pondasi pada proyek yang ada dibuat cost model secara grafis pada tabel 5.2 dengan perincian pekerjaan pondasi dan harga setiap pekerjaan, kemudian mencari nilai terbesar sampai dengan yang terkecil. Dengan melihat tabel tersebut akan didapat kemudahan untuk menentukan penghematan potensial dari masing-masing dipilih bobot yang paling besar, bobot yang besar berpeluang mempunyai nilai penghematan yang maksimal.

Tabel 5.2 Cost Model Pekerjaan Pondasi

Jenis Pekerjaan		Satuan	Volume	Harga satuan	Total harga	Bobot (%)	Grafik
A	Pekerjaan persiapan						
1	Pengukuran & pemetaan	Ls	1	500000	500000	0.0084	0.84 persen
2	Dokumentasi	Ls	2	200000	400000	0.0007	0.07 persen
3	As Build Drawing	Ls	4	150000	600000	0.0010	0.1 persen
4	Loading Test	Ls	1	45000000	45000000	0.0755	7.55 persen
5	Mobilisasi & Demobilisasi	Ls	1	7500000	7500000	0.0126	1.26 persen
	<b>Total Pekerjaan Persiapan</b>				58500000	0.0981	9.81 persen
B	Pekerjaan pondasi tiang rektorat A						
1	Tiang Pondasi Ø 40 @ 17.5 m	Bh	125	1291000	161375000	0.2706	27.06 persen
2	Sambungan dengan Las	Bh	125	40000	5000000	0.0084	0.84 persen
C	Pekerjaan pondasi tiang rektorat B						
1	Tiang Pondasi Ø 40 @ 22 m	Bh	124	1560000	193440000	0.3244	32.44 persen
2	Sambungan dengan Las	Bh	124	40000	4960000	0.0083	0.83 persen
	<b>Total Pek. Tiang Pancang</b>				364775000	0.6117	61.17 persen
D	Pemotongan kepala tiang Rek.A	Bh	125	7500	937500	0.0016	0.16 persen
	Pengisian kepala tiang dgn beton bertulang K 275	Bh	125	7000	875000	0.0015	0.15 persen
E	Pemotongan kepala tiang Rek.B	Bh	124	7500	930000	0.0016	0.16 persen
	Pengisian kepala tiang dgn beton bertulang K 275	Bh	124	7000	868000	0.0015	0.15 persen
	<b>Total Pek. Pemotongan tiang</b>				3610500	0.0061	0.61 persen
F	Pekerjaan Galian						
1	Galian Poer Rek. A	m3	365	3262	1190630	0.0020	0.20 persen
2	Galian Tie Beam Rek. A	m3	418	3262	1363516	0.0023	0.23 persen
3	Galian Poer Rek. B	m3	360	3262	1174320	0.0020	0.20 persen
4	Galian Tie Beam Rek.B	m3	408	3262	1331548	0.0022	0.22 persen
	<b>Total. Pek. Galian</b>				5060014	0.0085	0.85 persen
G	Pekerjaan konstruksi beton K 275 Pembesian dan Bekisting						
1	Poer (besi 65kg/m3) Rek.A	m3	132	255870	33774840	0.0566	5.66 persen
2	Tie Beam selain main entrance Rek.A (besi 200 kg/m3)	m3	108	439470	47462760	0.0796	7.96 persen
3	Tie beam main entrance 30/50 Rek.A (besi 200 kg/m3)	m3	3	439470	1318410	0.0022	0.22 persen
4	Poer (besi 65kg/m3) Rek.A	m3	131	255870	33518970	0.0562	5.62 persen
5	Tie Beam selain main entrance Rek.A (besi 200 kg/m3)	m3	107	439470	47023290	0.0789	7.89 persen
6	Tie beam main entrance 30/50 Rek.A (besi 200 kg/m3)	m3	3	439470	1318410	0.0022	0.22 persen
	<b>Total. Pek. Pembesian &amp; Bekisting</b>				164416680	0.28	28 persen
	<b>Total Pek. Pondasi</b>				596362194	1.00	

dari tabel 5.2 tersebut terlihat bahwa pada pekerjaan pemancangan terdapat bobot terbesar, dari besarnya bobot tersebut terlihat pekerjaan pemancangan pondasi tiang mempunyai potensi terbesar untuk dilakukan penghematan, sehingga dapat diperkirakan rencana alternatif yang potensial dilakukan analisis rekayasa nilai adalah terdapat pada sistem pondasi yang ada.

Dari pemilihan pekerjaan yang potensial dilakukan penghematan tersebut, kemudian dilanjutkan dengan menyusun tabel analisa fungsi daripada pekerjaan pondasi untuk mengetahui fungsi dasar dari pekerjaan tersebut, tabel tersebut dapat dilihat pada tabel 5.3

Tabel. 5.3 Analisa Fungsi pada Pekerjaan Pondasi

Fase Informasi					
Analisa Fungsi untuk pekerjaan Pondasi					
No	Pekerjaan	Fungsi			Keterangan
		Kata kerja	Kata benda	Jenis	
1	Pek. Persiapan	menyiapkan	lapangan ("site")	<b>S</b>	
2	Pondasi Tiang	mentransfer	beban	<b>B</b>	
3	Pek. Pemotongan tiang	memotong	tiang pancang	<b>S</b>	
4	Pek. Galian	menyiapkan	tie beam & Poer	<b>S</b>	
5	Pek Pembesian & Bekisting	memasang	cetakan & rangka	<b>S</b>	

\*) B = "Basic" (Dasar)

S = "Sekunder"(penunjang)

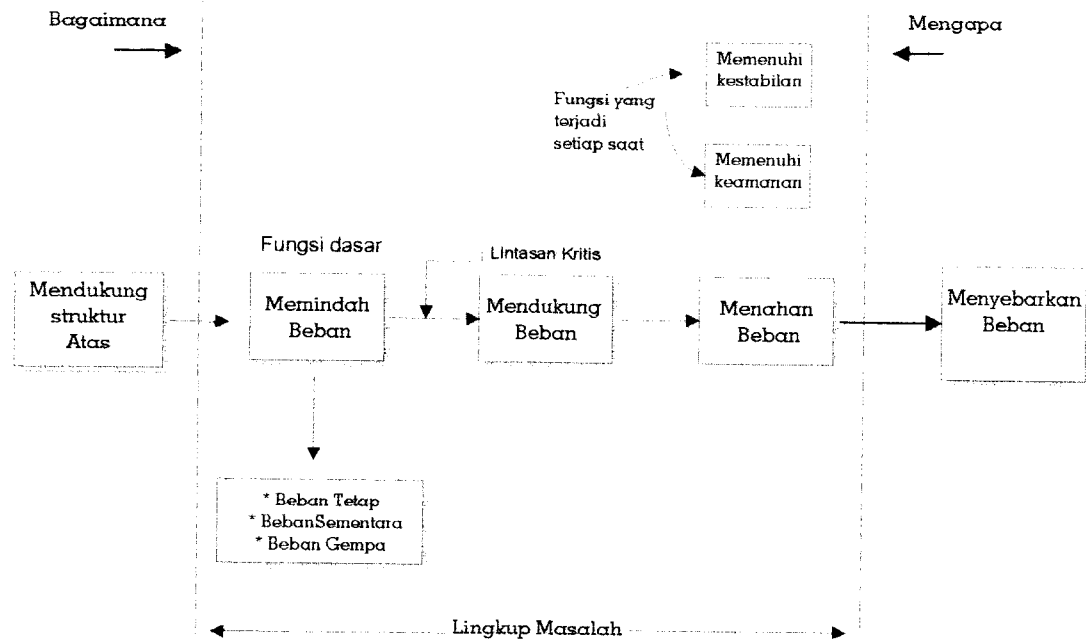
Dalam tabel 5.3 terlihat bahwa pondasi adalah fungsi dasar dari pekerjaan pondasi, sehingga pada item pondasi tersebut layak dilakukan analisis rekayasa nilai.

Dalam analisis rekayasa nilai 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 5.4 berikut ini

Tabel 5.4 Identifikasi Fungsi Untuk Pondasi

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

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



Gambar. 5.1 Diagram “FAST” Untuk Pondasi

### 5.3 Tahapan Kreatif (“Creative Phase”)

Tahapan ini melakukan pendekatan secara kreatif dengan mengemukakan ide-ide sebanyak mungkin, dimana dengan makin banyaknya informasi ide-ide diharapkan akan semakin banyak pula kemungkinan suksesnya studi rekayasa nilai, namun kurang lengkapnya informasi tidak merintangi kemampuan usaha rekayasa nilai, karena dengan berlanjutnya 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 sistim pondasi usulan tersebut di tabelkan pada tabel 5.5, pada tabel tersebut kriteria ide-ide tersebut mencakup sistem teknologinya, bahan material. Tabel berikut menyajikan daftar usulan-usulan tersebut :

tabel. 5.5 Ide dan alternatif pondasi

No	Nama pondasi	Bahan material	Sistem Pondasi
1	Bore Pile	Beton bertulang biasa	pondasi dalam
2	Standar Franki Pile	semi dry concrete dan fresh concrete dengan tulangan	pondasi dalam
3	Mini Franki pile MF32	Precast Concrete	pondasi dalam
4	Tiang Hume	Prestressed concrete	pondasi dalam
5	pondasi raft	beton bertulang	pondasi dangkal
6	Timber Pile	kayu	pondasi dalam
7	Tiang Barette	beton bertulang	pondasi dalam

#### **5.4 Tahap Penilaian dan Analisis (“Judgement and Analisis Phase”)**

Pada tahap ini ide-ide yang telah ditabelkan pada tahapan sebelumnya, mulai dilakukan penilaian dimana pada tahap sebelumnya sengaja tidak dilakukan agar pemikiran kreatif tidak terhalang. Pada tahap ini dilakukan analisis pada kriteria yang ada. Analisis ini meliputi dua tahapan yaitu tahap pertama dan tahap kedua, tahap pertama menganalisis dengan metode untung rugi dan analisis kelayakan, selanjutnya dievaluasi dengan analisis matrik.



### 5.4.1 Analisis Untung Rugi

Pada proses analisa ini ide-ide kreatif dipertimbangkan dengan membandingkan segi keuntungan dan kerugian terhadap beberapa kriteria, dalam memberikan nilai pada kriteria yang ditinjau pertama kali adalah menentukan salah satu kriteria kemudian kriteria yang lain dengan penilaian secara relatif. Analisis untung rugi dapat dilihat berikut ini :

Tabel.5.6 analisa untung rugi alternatif Pondasi Usulan

<b>ANALISIS UNTUNG RUGI</b>					
N o	Ide Usulan	Faktor penilaian Terhadap	Keuntungan	Kerugian	Nilai
1	Pondasi Bore Pile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya Awal (3)</li> <li>• Daya dukung (2,5)</li> <li>• Waktu pelaksanaan (2)</li> <li>• Kemungkinan implemantasi (1)</li> <li>• Pabrikasi (1)</li> <li>• Mudah/sulit dalam pelaksanaan. (1/2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• daya dukung besar (+2,5)</li> <li>• bisa diterapkan pada lapangan setempat (+1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya mahal (-3)</li> <li>• waktu pelaksanaan lebih lama (-2)</li> <li>• pelaksanaan agak sulit. (-1/2)</li> <li>• Cast in place (tidak pabrikasi) (-1)</li> </ul>	-3
2	Pondasi Tiang Franki standar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya Awal (3)</li> <li>• Daya dukung (2,5)</li> <li>• Waktu pelaksanaan (2)</li> <li>• Kemungkinan implemantasi (1)</li> <li>• Pabrikasi (1)</li> <li>• Mudah/sulit dalam pelaksanaan (1/2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• biaya cukup ekonomis (+3)</li> <li>• daya dukung besar. (+2,5)</li> <li>• Bisa diterapkan (+1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• waktu pelaksanaan diperkirakan lebih lama (-2)</li> <li>• pelaksanaan agak sulit. (-1/2)</li> <li>• tidak pabrikasi (-1)</li> </ul>	3
3	Tiang Mini Franki	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya Awal (3)</li> <li>• Daya dukung (2,5)</li> <li>• Waktu pelaksanaan (2)</li> <li>• Kemungkinan implemantasi (1)</li> <li>• Pabrikasi (1)</li> <li>• Mudah/sulit dalam pelaksanaan. (1/2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• biaya murah (+3)</li> <li>• waktu pelaksanaan cepat (+2)</li> <li>• mudah dalam pelaksanaan (+1/2)</li> <li>• pabrikasi (+1)</li> <li>• Bisa diterapkan (+1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• daya dukung kecil (-2,5)</li> </ul>	5
4	Pondasi Raft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya Awal (3)</li> <li>• Daya dukung (2,5)</li> <li>• Waktu pelaksanaan (2)</li> <li>• Kemungkinan implemantasi (1)</li> <li>• Pabrikasi (1)</li> <li>• Mudah/sulit dalam pelaksanaan. (1/2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• daya dukung besar (2,5)</li> <li>• sulit pelaksanaannya (1/2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya besar karena membutuhkan cover beton yang besar (-3)</li> <li>• waktu pelaksanaan lama(-2)</li> <li>• pondasi ini tidak bisa diterapkan pada kondisi setempat(-1,5)</li> <li>• tidak pabrikasi (-1)</li> </ul>	-4,5

Tabel.5.6 (lanjutan) analisa untung rugi alternatif Pondasi Usulan

5	Pondasi Tiang Hume	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya Awal (3)</li> <li>• Daya dukung (2,5)</li> <li>• Waktu pelaksanaan (2)</li> <li>• Kemungkinan implementasi (1)</li> <li>• Pabrikasi (1)</li> <li>• Mudah/sulit dalam pelaksanaan. (1/2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• murah (+3)</li> <li>• waktu pelaksanaan cepat (+2)</li> <li>• mudah dalam pelaksanaan (+1/2)</li> <li>• daya dukung cukup baik (+2,5)</li> <li>• pabrikasi (+1)</li> <li>• bisa diterapkan (+1)</li> </ul>		10
6	Tiang Barette	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya Awal (3)</li> <li>• Daya dukung (2,5)</li> <li>• Waktu pelaksanaan (2)</li> <li>• Kemungkinan implementasi (1)</li> <li>• Pabrikasi (1)</li> <li>• Mudah/sulit dalam pelaksanaan. (1/2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• daya dukung besar (+2,5)</li> <li>• bisa diterapkan (+1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• biaya mahal (-3)</li> <li>• waktu pelaksanaan lebih lama. (-2)</li> <li>• sulit dalam pelaksanaan (-1/2)</li> <li>• tidak pabrikasi (-1)</li> </ul>	-3
7	Tiang kayu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya Awal (3)</li> <li>• Daya dukung (2,5)</li> <li>• Waktu pelaksanaan (2)</li> <li>• Kemungkinan implementasi (1)</li> <li>• Pabrikasi (1)</li> <li>• Mudah/sulit dalam pelaksanaan. (1/2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• waktu cepat (+2)</li> <li>• mudah pelaksanaannya (+1/2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• biaya mahal untuk kayu yang baik (-3)</li> <li>• tidak pabrikasi (-1)</li> <li>• Daya dukung tidak besar dan mudah lapuk (-2,5)</li> <li>• tidak bisa diterapkan (-1)</li> </ul>	-5

Pada tabel 5.6 tersebut ide-ide ini dievaluasi dengan memilih alternatif yang mempunyai keuntungan tertinggi, dengan memilih alternatif yang paling menguntungkan dapat memudahkan untuk mengadakan pilihan alternatif yang dapat diajukan pada tahapan berikutnya. Pada tahap ini pondasi Tiang Hume terlihat sebagai alternatif pertama tertinggi sedang Tiang Franki dan Tiang Mini Franki sebagai alternatif kedua,

Karena kriteria dari pihak konsultan pemilik proyek dari Universitas Muhammadiyah yaitu PT. Encona menyarankan tidak menggunakan pondasi dangkal, karena kecilnya daya dukung tanah serta muka air yang tidak dalam.

sehingga pada tahapan kreatif ini, seperti yang terlihat pada tabel 5.6 pilihan pondasi raft kemungkinan penerapannya sulit untuk dilakukan.

#### 5.4.2 Analisis Tingkat Kelayakan

satu bentuk dari analisis ide-ide kreatif ini akan membahas penilaian kriteria dengan sangat subyektif, karena sulit untuk mendapatkan nilai yang sangat ideal, sebaiknya diperlukan suatu tim yang terdiri dari berbagai disiplin ilmu lain yang sangat berpengalaman.

Analisa tingkat kelayakan untuk pondasi dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.7 Analisis tingkat kelayakan dari pondasi

Analisis Tingkat Kelayakan							
Item : pondasi							
Fungsi : Menerima, menahan, meneruskan beban							
Nilai rangking masing-masing ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel ini antara 1-10							
A = Biaya pengembangan				E = Keuntungan biaya potensial			
B = Kemungkinan diterapkan				F = Sarana kerja (peralatan)			
C = Penggunaan Teknologi							
D = Waktu Pelaksanaan							
Tipe Pondasi	A	B	C	D	E	F	Total
Bore Pile	6	8	7	8	6	8	43
Tiang Franki Standar	8	8	7	8	7	8	46
Tiang Mini Franki	9	8	8	9	8	9	51
Raft	6	0	7	7	6	7	33
Tiang Hume	9	8	8	9	9	9	52
Tiang Barette	6	8	6	6	6	3	35
Tiang Kayu	7	0	9	9	6	9	40

Dari analisis tingkat kelayakan dapat dibuat kesimpulan bahwa sistim pondasi alternatif yang mempunyai rangking tertinggi adalah tiang hume dan tiang mini franki, serta tiang franki standar.

Hasil dari analisis untung rugi dan tingkat kelayakan, menghasilkan alternatif tertinggi yang sama, sehingga alternatif yang tertinggi dipakai sebagai alternatif yang akan diajukan pada tahapan berikutnya yaitu sistem tiang hume, tiang mini franki dan standar sebagai kombinasi.

#### **5.4.3 Analisis Matrik dari pondasi**

Pada tahap kedua dari analisis penilaian ini, ditentukan kriteria seperti halnya pada analisis tahapan pertama, kriteria ini didapat diolah untuk mengidentifikasi pondasi, yaitu parameter-parameter dari kriteria disain pondasi. Untuk mendapatkan ini diperlukan pemahaman yang mendalam baik melalui literatur, konsultasi dengan ahli tentang pondasi dan berdasarkan kriteria yang berlaku di Indonesia, Dari ringkasan analisis sebelumnya dan seleksi dari parameter-parameter yang ada, beberapa kriteria tersebut digabung karena mempunyai arti yang hampir sama, kriteria yang diasumsikan dalam tugas akhir ini terdapat pada lampiran 4. Berdasarkan parameter berdasar urutan pentingnya kriteria didapat penilaian sebagai berikut :

a. Biaya	= 63
b. Daya dukung	= 54
c. Waktu pelaksanaan	= 50
d. Kemungkinan diterapkan	= 36
e. Kemudahan Pelaksanaan	= 35
f. Pabrikasi	= 22
g. Sarana kerja (peralatan)	= 19
h. Teknologi	= 9

Selanjutnya parameter-parameter ini dipakai sebagai kriteria yang akan dianalisa dengan analisa matrik, dengan pembobotan dari masing-masing kriteria ditentukan dan diuji dengan “PHA”

#### **5.4.3.1 Analisis pembobotan kriteria parameter dan uji data.**

Data yang telah ditetapkan berdasarkan kepentingannya selanjutnya diuji kesahihan datanya dengan uji konsistensi serta menentukan bobot dari masing-masing parameter, variabel parameter tersebut adalah sebagai berikut :

$\Lambda_1$ =biaya ;  $\Lambda_2$ = Daya dukung ;  $\Lambda_3$  = Waktu pelaksanaan ;  $\Lambda_4$  = Kemungkinan diterapkan ;  $\Lambda_5$ = Kemudahan pelaksanaan ;  $\Lambda_6$  = Pabrikasi ;  $\Lambda_7$ = Sarana kerja ;  $\Lambda_8$ = Teknologi. Parameter-parameter ini diuji dengan uji konsistensi dengan menyusun matrik perbandingan berpasangan seperti berikut ini :

Matrik perbandingan berpasangan

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
A <sub>1</sub>	1	2	2	3	3	4	5	6
A <sub>2</sub>	1/2	1	2	2	3	3	4	5
A <sub>3</sub>	1/2	1/2	1	2	2	3	3	4
A <sub>4</sub>	1/3	1/2	1/2	1	2	2	3	3
A <sub>5</sub>	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2	2	3
A <sub>6</sub>	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2	2
A <sub>7</sub>	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2
A <sub>8</sub>	1/6	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1

Matrik

$$\begin{bmatrix} 2,8473 \\ 2,0871 \\ 1,5651 \\ 1,1472 \\ 0,8171 \\ 0,6387 \\ 0,4790 \\ 0,3511 \end{bmatrix}$$

Vektor Prioritas

$$\begin{bmatrix} 0,2867 \\ 0,2107 \\ 0,1576 \\ 0,1155 \\ 0,0823 \\ 0,0642 \\ 0,0482 \\ 0,0353 \end{bmatrix}$$

9,9326

Matriks II :

Matrik Perbandingan Berpasangan

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
A <sub>1</sub>	1	2	2	3	3	4	5	6
A <sub>2</sub>	1/2	1	2	2	3	3	4	5
A <sub>3</sub>	1/2	1/2	1	2	2	3	3	4
A <sub>4</sub>	1/3	1/2	1/2	1	2	2	3	3
A <sub>5</sub>	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2	2	3
A <sub>6</sub>	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2	2
A <sub>7</sub>	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2
A <sub>8</sub>	1/6	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1

Matriks Vektor Prioritas

$$\begin{bmatrix} 0,2867 \\ 0,2107 \\ 0,1576 \\ 0,1155 \\ 0,0823 \\ 0,0642 \\ 0,0482 \\ 0,0353 \end{bmatrix}$$

Matrik II

$$\begin{bmatrix} 2,3255 \\ 1,7088 \\ 1,2803 \\ 0,9385 \\ 0,7152 \\ 0,5243 \\ 0,3929 \\ 0,2866 \end{bmatrix}$$

Matrik Nilai Prioritas (eigen value) :

$$\begin{array}{c}
 \left[ \begin{array}{c}
 2,3255 \\
 1,7088 \\
 1,2803 \\
 0,9385 \\
 0,7152 \\
 0,5243 \\
 0,3929 \\
 0,2866
 \end{array} \right]
 \end{array}
 :
 \begin{array}{c}
 \left[ \begin{array}{c}
 0,2867 \\
 0,2107 \\
 0,1576 \\
 0,1155 \\
 0,0823 \\
 0,0642 \\
 0,0482 \\
 0,0353
 \end{array} \right]
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \left[ \begin{array}{c}
 8,1113 \\
 8,1333 \\
 8,1237 \\
 8,1255 \\
 8,6901 \\
 8,1543 \\
 8,1516 \\
 8,1196
 \end{array} \right]
 \end{array}$$

$\Sigma$  65,6094

$$\lambda = 65,6094 : 8 = 8,2012$$

$$CI = \frac{(8,2012 - 8)}{(8 - 1)} = 0,0287$$

$$CR = \frac{0,0287}{1,41} = 0,0203 < 0,1 \text{ Data Konsisten}$$

Dari hasil matrik vektor prioritas maka masing-masing bobot dari kriteria penilaian terhadap pondasi dapat ditetapkan sesuai dengan urutan sebagai berikut :

- |                           |          |
|---------------------------|----------|
| a. Biaya                  | = 28,7 % |
| b. Daya dukung            | = 21,0 % |
| c. Waktu pelaksanaan      | = 15,8 % |
| d. Kemungkinan diterapkan | = 11,6 % |
| e. Kemudahan pelaksanaan  | = 8,2 %  |

f. Pabrikasi	= 6,4 %
g. Sarana kerja	= 4,8 %
h. Teknologi	= 3,5 %

Kriteria dalam tahap ini diberi berdasarkan besarnya hasil proses hierarki analitik sedangkan skala penilaian terhadap kriteria tiap alternatif diberikan nilai 1 - 4 sama dengan tingkatan penilaian Zimmerman (1982), yang mempunyai arti :

nilai 1 = rendah (Poor)

nilai 2 = wajar (Fair)

nilai 3 = baik (Good)

nilai 4 = baik sekali (Excelent)

Analisis matrik akan membahas 7 jenis pondasi dari analisis untung-rugi dan analisis tingkat kelayakan dengan kriteria seperti tersebut diatas.

Penilaian dilakukan dengan memberi nilai antara 1 - 4 secara relatif dengan pondasi asal sebagai pembanding terhadap alternatif-alternatif pondasi pada tipe pondasi terhadap kriteria yang ditinjau, angka tersebut digandakan dengan nilai dari kriteria yang ada ( % ) yang kemudian dijumlahkan. Nilai total dari tipe pondasi tersebut antara 1 - 4, secara rinci dapat dilihat pada tabel berikut :



Tabel.5.8 Analisis Matrik dari Pondasi

Proyek : Gedung Rektorat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta		TAHAPAN ANALISIS									
ANALISIS MATRIK											
Sistem = Struktur bawah											
Item = Pondasi (penilaian terhadap 7 tipe pondasi)											
Fungsi = Menerima, menahan, meneruskan beban											
Pemilihan ide-ide terbaik pada penilaian kriteria terbaik dalam tahap ini											
A = Biaya						E = Kemudahan pelaksanaan					
B = Daya dukung						F = Pabrikasi					
C = Waktu pelaksanaan						G = Sarana kerja					
D = Kemungkinan diterapkan						H = Teknologi					
	Kriteria	A	B	C	D	E	F	G	H	Total	
No	Bobot kriteria yang didapat dari analisis dengan PHA	28,7 %	21,0 %	15,8 %	11,6 %	8,2 %	6,4 %	4,8 %	3,5 %	100 %	
	Tipe Pondasi										
1	Bore Pile	2 57,4	3 63	3 47,4	4 46,4	3 24,6	1 6,4	3 14,4	3 10,5	270,1	
2	Tiang Franki Standar	3 86,1	3 63	3 47,4	4 46,4	3 24,6	1 6,4	3 14,4	2 7	295,6	
3	Tiang mini Franki	4 114,8	2 42	4 63,2	4 46,4	4 32,8	4 25,6	4 19,2	3 10,5	354,5	
4	Tiang Hume	4 114,8	3 63	4 63,2	4 46,4	4 32,8	4 25,6	4 19,2	3 10,5	375,5	
5	Raft	2 57,4	3 63	2 31,6	1 11,6	2 16,4	1 6,4	3 14,4	3 10,5	211,3	
6	Tiang Barette	1 28,7	4 84	2 31,6	3 34,8	1 8,2	1 6,4	2 9,6	1 3,5	206,8	
7	Tiang Kayu	2 57,4	1 21	4 63,2	1 11,6	4 32,8	1 6,4	4 19,2	4 14	225,6	

Dari analisis matrik yang telah dilakukan terlihat bahwa disain pondasi yang mempunyai nilai tertinggi adalah pondasi tiang Hume dengan skor 375,5 % (3,75), tiang mini franki 354,5 % (3,54), dan tiang Franki standar 295,6 %

(2,95), karena disain pondasi tiang mini franki dan standar berbeda pada daya dukungnya maka untuk analisis perhitungan dilakukan dengan kombinasi tiang tersebut, analisis perhitungan ini akan dilakukan pada tahapan pengembangan sebagai usulan akhir.

### **5.5 Tahap Pengembangan**

Pada tahap ini ide-ide yang terpilih pada tahapan sebelumnya telah dipertimbangkan keuntungan dan kerugiannya, kelayakan dan pembobotan terhadap kriteria-kriteria yang mempengaruhi penilaian, mulai dilakukan penentuan perhitungan biaya yang potensial bagi alternatif terpilih, yang akan memberi jalan kepada pengembangan pemecahan yang bisa diterapkan.

Sebagai asumsi bagi perhitungan biaya dipergunakan harga kontrak (awal) untuk pondasi original (asli) tanpa memperhitungkan eksalasi harga pada saat kontrak terjadi hingga disusunnya tugas akhir ini dimana data harga kontrak sebagai pembanding, sedang untuk harga pondasi alternatif didapat dari data yang tersedia berasal dari produsen yang ada. Perhitungan teknis pondasi dan perhitungan biaya bagi pondasi alternatif dapat dilihat pada Lampiran 1C.

Dari perhitungan tersebut terlihat bahwa pada pondasi tiang "Hume" paling potensial dilihat dari segi biaya, kemudian diikuti oleh pondasi tiang "Franki". bahwa tipe pondasi yang dapat di ajukan sebagai alternatif dengan potensi penghematan yang terbaik adalah kombinasi pondasi tiang Hume dengan diameter  $\varnothing$  400 mm dan  $\varnothing$  350 mm, serta pondasi tiang Franki sebagai Alternatif ke dua.

### **5.5.1 Perhitungan Biaya Siklus Hidup**

Dalam tahapan pengembangan disain usulan yang terpilih yaitu pondasi tiang hume sebagai alternatif pertama dan kombinasi pondasi tiang franki sebagai alternatif kedua dibandingkan dengan disain asli ("original") dengan cara menganalisa biaya berdasarkan biaya siklus hidup, dengan analisis ini dapat dilihat besar penghematan yang ada.

Dalam perhitungan biaya siklus hidup diperlukan faktor-faktor sebagai dasar perhitungannya, faktor-faktor perhitungan tersebut adalah :

1. Biaya awal : biaya awal pada tinjauan tugas akhir ini adalah biaya total disain pondasi yang sudah diperhitungkan pada lampiran 1.C dengan penambahan beban PPN 10 %, Upah pekerjaan 10 %. Perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.9 Total Harga Disain Pondasi

	Tiang Jaya Daido	Tiang Hume	Tiang Franki
	(asli)	(Alternatif 1)	(Alternatif 2)
Biaya awal	364775000	247388500	298027500
Jasa Konstruksi 10%	36477500	24738850	29802750
Sub total I	401252500	272127350	327830250
PPn 10 %	40125250	27212735	32783025
Total Biaya	441377750	299340085	360613275

## 2. Biaya Pemeliharaan

Pada studi ini faktor biaya pemeliharaan dianggap Rp. 0 karena pada pondasi tidak berlaku pemeliharaan struktur pondasi sehingga komponen biaya ini dianggap nol.

## 3. Umur konstruksi (umur pakai)

Pada studi ini proyek dianggap atau diasumsikan akan dapat digunakan selama 25 tahun.

## 4. Tingkat Bunga

Pada proyek ini diasumsikan tingkat suku bunga pinjaman adalah 15 % per tahun dengan jangka waktu pengembalian selama 25 tahun.


## 5. Nilai Sisa ("Salvage Value"). (jika ada)

Pada proyek ini diasumsikan nilai sisa dari item tersebut adalah 0 % dari nilai asal, karena secara kenyataan pondasi tidak mungkin untuk dijual kembali untuk instalasi kembali sehingga tidak ada nilai sisa lagi.

Dalam perhitungan biaya siklus hidup ini didapat perbandingan biaya antara biaya asal dengan biaya alternatif (usulan), sedangkan faktor inflasi tidak diperhitungkan dalam analisis ini.

Tahapan dalam perhitungan tersebut dibagi dalam 4 langkah yaitu :

1. Biaya inisial (awal) = biaya asal - biaya alternatif
2. Biaya penggantian = biaya asal - biaya alternatif
3. Nilai sisa = Nilai akhir dari suatu obyek
4. Kemudian dicari biaya annual kepemilikan dan operasi (owning and operating cost) yang biasa disebut dengan "Life Cycle Cost" yang berupa :

	Biaya Asal	Biaya Alternatif
• Amortisasi biaya inisial yang diannualkan	.....	.....
• Biaya Penggantian yang diannualkan	.....	.....
• Biaya Rutin :		
☐ pemeliharaan	.....	.....
☐ operasi	.....	.....
☐ listrik	.....	.....
☐ dsb	.....	..... +
• Nilai sisa yang diannualkan	.....	..... -
Netto nilai annual biaya kepemilikan dan operasi	.....	.....
		
Selisihnya = Nilai penghematan		

### 5.5.2 Perhitungan Penghematan dan "Life Cycle Cost"

Dari data diketahui bunga pinjaman sebesar 15 % dan umur manfaat pondasi 25 tahun. Dari data tersebut dapat dihitung "Capital Recovery Factor" (CRF), yaitu faktor bagi cicilan secara periodik suatu hutang (Iman Soeharto), sebesar :

$$\begin{aligned}
 CRF &= \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \dots\dots\dots (5.1) \\
 &= \frac{15\%(1+15\%)^{25}}{(1+15\%)^{25} - 1} \\
 &= 0,1547
 \end{aligned}$$

□ Perhitungan penghematan untuk pondasi :

	Original (Asli)	Alternatif 1	Alternatif 2
<b>- Inisial Cost :</b>	Rp. 441.377.750	Rp. 299.340.085	Rp. 360.613.275

$$\begin{aligned}
 \text{Penghematan (saving)} &= \text{Rp. 441.377.750} - \text{Rp. 299.340.085} \\
 &= \text{Rp. 142.037.665 (alternatif 1)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penghematan (saving)} &= \text{Rp. 441.377.750} - \text{Rp. 360.613.275} \\
 &= \text{Rp. 80.764.475 (alternatif 2)}
 \end{aligned}$$

■ **Annual Cost :**

Tabel. 5.10 Biaya siklus hidup

	Original (Asli)	Alternatif 1	Alternatif 2
Amortisasi (CRF x Inisial Cost)	Rp. 68.281.137,93	Rp. 46.307.911,15	Rp.55.786.873,64
Biaya Penggantian	Rp. 0	Rp. 0	Rp. 0
Biaya Rutin (Listrik, Maintenance)	Rp. 0	Rp. 0	Rp. 0
Total Annual Cost	Rp. 68.281.137,93	Rp. 46.307.911,15	Rp. 55.786.873,64
Nilai Sisa (Salvage Value)	Rp.0	Rp. 0	Rp. 0
Netto nilai annual biaya kepemilikan dan operasi	Rp. 68.281.137,93	Rp. 46.307.911,15	Rp. 55.786.873,64

Besar penghematan :

$$\begin{aligned} \text{Untuk alternatif 1} &= \text{Rp. } 68.281.137,93 - \text{Rp. } 46.307.911,15 \\ &= \text{Rp. } 21.973.226,78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk alternatif 2} &= \text{Rp. } 68.281.137,93 - \text{Rp. } 55.786.873,64 \\ &= \text{Rp. } 12.494.264,29 \end{aligned}$$

## **5.6 Tahapan Rekomendasi**

Dalam tahapan ini merupakan kelanjutan dari tahapan pengembangan, merupakan tahapan terakhir dari studi rekayasa nilai. Dalam tahapan ini gambaran tentang studi rekayasa nilai pada pondasi digambarkan dalam bentuk laporan ringkasan proposal rekayasa nilai yaitu mempresentasikan ringkasan hasil dari studi rekayasa nilai dengan pengajuan laporan (“Proposal Summary Report”) secara tertulis yang berupa perbandingan konsep sebelum dilakukan studi rekayas nilai dan konsep alternatif yang diajukan, ringkasan perbandingan sistim yang ada dengan sistim alternatif, kemudian sebagai berikut yaitu ringkasan dari “life cycle cost” dan penghematan-penghematan yang ada pada alternatif-alternatif yang diajukan. Ringkasan-ringkasan tersebut dapat dilihat berikut ini :



+

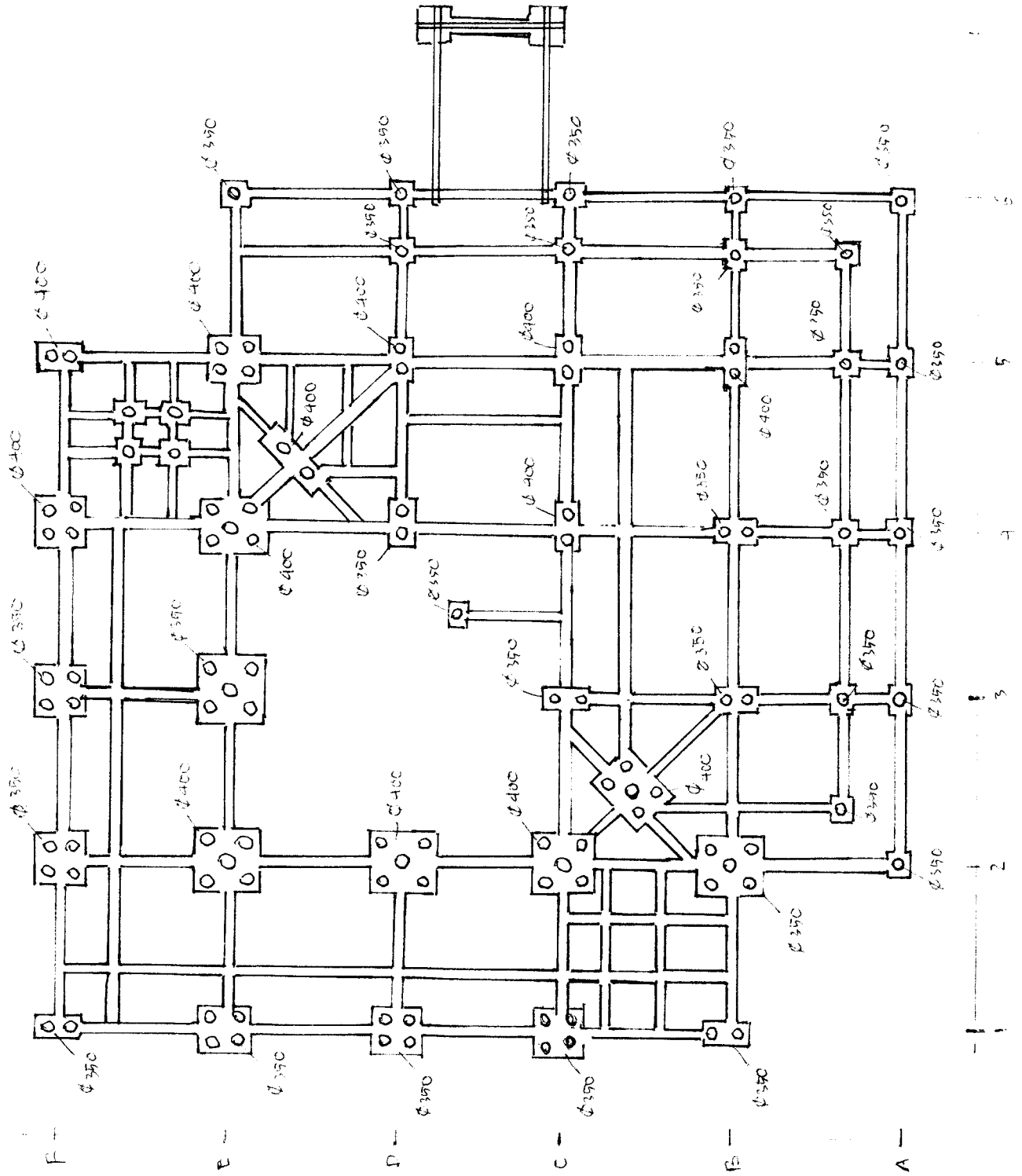
**RINGKASAN PROPOSAL****STUDI ANALISIS NILAI**

Title :  
Pondasi Gedung Rektorat Universitas  
Muhammadiyah Yogyakarta

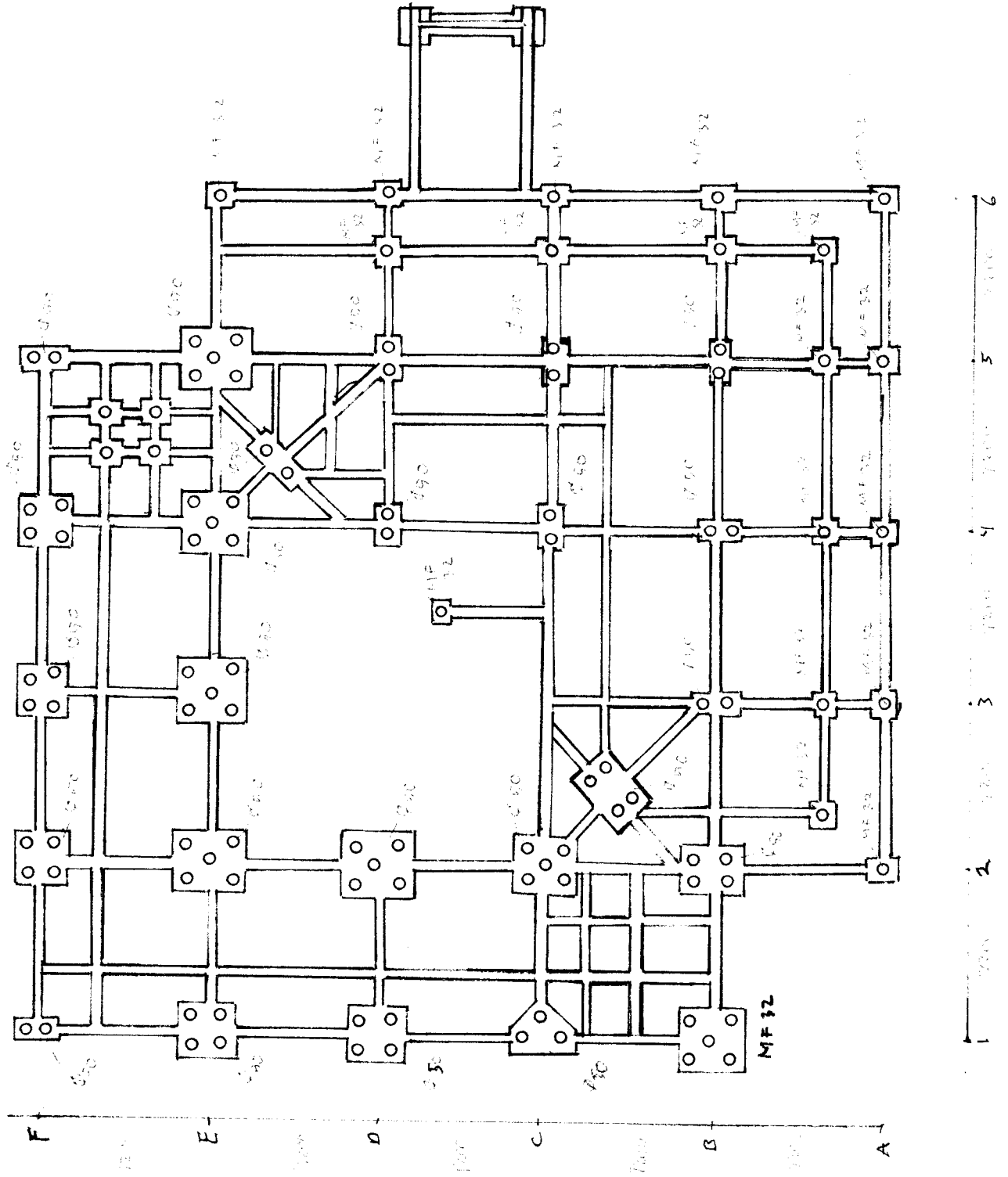
**R I N G K A S A N****P R O P O S A L****S T U D I A N A L I S I S N I L A I**

<p><b>Proposal Analisis Nilai</b> <b>No : 1</b></p>	<p>Tanggal : .....</p>
<p>Study Title : Struktur Pondasi</p>	
<p>1. Umum</p> <p>Pada studi analisis nilai ini yang ditinjau pada struktur bawah adalah perbandingan antara tiang pondasi yang ada (Tiang Pondasi Jaya Daido) dengan sistem tiang pondasi Hume dan kombinasi tiang Franki. Disini tidak membahas struktur lainnya yang berhubungan dengan tiang pondasi seperti poer, tie beam, pembesian, maka dimensi untuk itu diperkirakan dengan pendekatan terhadap standar perencanaan awal serta dimensi yang berlaku yang berasal dari spesifikasi teknis dari produsen.</p> <p>2. Tata letak denah pondasi untuk rektorat A dan B adalah sama, sehingga denah yang dipergunakan adalah seperti terlihat pada gambar berikut :</p> <p>Gambar 1. Lay out pondasi Tiang Hume</p> <p>Gambar 2. Lay out Pondasi Kombinasi Tiang Franki</p>	

gambar 1. Lay Out Pondasi Tiang Hume



Gambar 2. Lay Out Pondasi Tiang Franki



<p><b>Proposal Analisis Nilai</b> <b>No : 2</b></p>	<p><b>Tanggal :</b></p>
<p>Study Title : Struktur Bawah</p>	
<p>Item: Pondasi</p>	<p>Fungsi : Menahan, Mendukung, meneruskan Beban</p>
<p style="text-align: center;"><b>Konsep Sebelum Studi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Didalam perencanaan semula, pondasi menggunakan pondasi dalam karena hasil rekomendasi dari perencana kondisi setempat tidak dapat digunakan pondasi dangkal, sehingga untuk mendapat tanah dasar yang mampu menahan meneruskan beban dari konstruksi maka diperlukan sistem yang dapat mencapai lapisan tanah keras tersebut.</li> <li><input type="checkbox"/> Pondasi yang digunakan dengan memakai tiang pancang Jaya Daido Ø 40 cm</li> <li><input type="checkbox"/> mudah dalam pelaksanaan</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Konsep Alternatif yang diajukan</b></p> <p>Alternatif 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Tipe pondasi ini adalah sama dengan sistim yang dipergunakan semula (typikal) tetapi karena harga dan kinerja dari pondasi tersebut memungkinkan untuk dapat diajukan.</li> <li><input type="checkbox"/> Pondasi yang digunakan dipakai dengan kombinasi Ø 40 kapasitas 114 T dan Ø 35 kapasitas 84 T</li> <li><input type="checkbox"/> peralatan mudah didapat, mudah dalam pelaksanaan, dan pengawasan.</li> </ul> <p>Alternatif 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Sistim pondasi tiang franki diajukan karena cocok untuk kondisi lapangan setempat</li> <li><input type="checkbox"/> tidak memerlukan pemotongan tiang ataupun penambahan tiang</li> <li><input type="checkbox"/> tulangan pada pondasi ini tidak terpengaruh pada saat instalasi (penumbukan dan penarikan) dibandingkan tiang pancang asli.</li> <li><input type="checkbox"/> pada tiang franki mempunyai kekasaran tiang yang besar dimana memungkinkan untuk mendapat daya dukung yang besar.</li> <li><input type="checkbox"/> ekonomis jika menggunakan kombinasi tiang franki standar dan mini MF 32</li> </ul>

<i>Proposal Analisis Nilai</i> <i>No : 3</i>	<i>Tanggal :</i>
<b>Ringkasan Penghematan Oleh Analisis Nilai</b> <b>Pada Pondasi</b>	
Taksiran penghematan inisial (Estimated Initial Saving)	
Alternatif 1	Alternatif 2
Rp. 142.037.665	Rp. 80.764.475
Taksiran penghematan Siklus Hidup (Estimated Life Cycle Saving)	
Alternatif 1	Alternatif 2
Rp. 21.973.226,78	Rp. 12.499.264,29

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Pada uraian bab-bab sebelumnya telah dilakukan pembahasan rekayasa nilai terhadap pondasi pada gedung Rektorat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta didapat beberapa kesimpulan seperti berikut ini :

1. Pada perhitungan biaya siklus hidup, suatu sistim pondasi tidak memerlukan biaya perawatan, penggantian, dan biaya operasional, di karenakan sistim struktur ini tertanam dalam tanah, sehingga tidak memungkinkan terjadinya perlakuan-perlakuan seperti perawatan, ataupun penggantian (berhubungan dengan keamanan struktur).
2. Pondasi alternatif 1 mempunyai harga lebih kompetitif sehingga harga lebih murah dibandingkan dengan pondasi asli ("original")
3. Dengan menggunakan variasi diameter tiang pancang pada pondasi alternatif didapat penghematan yang lebih besar.

4. Dari analisis biaya inisial dan biaya siklus hidup selama 25 tahun untuk pondasi alternatif didapat penghematan sebagai berikut :

- a. dengan alternatif 1 (pondasi pancang Hume) didapat penghematan berdasar biaya inisial sebesar Rp. 142.037.665, pada alternatif 2 (pondasi tiang Franki) sebesar Rp. 80.764.475.
- b. Selama siklus hidup 25 tahun didapat pehematan pada alternatif 1 sebesar Rp 21.973.226,78 sedang pada alternatif 2 sebesar 12.494.264,29.

Dari kesimpulan tersebut bisa diketahui bahwa untuk pondasi gedung Rektorat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, alternatif yang bisa diajukan sebagai alternatif disain adalah pondasi pancang Hume, dengan alternatif cadangan adalah pondasi tiang Franki.

## **6.2 Saran**

Dari analisis yang telah dilakukan dapat diberikan beberapa saran yang diharapkan berguna bagi penghematan yang bisa dilakukan, saran-saran tersebut adalah sebagai berikut :



1. Perlunya dilakukan penerapan (“implementasi”) rekayasa nilai sedini mungkin (tahap konsep), sehingga memungkinkan didapat penghematan 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 sehingga dapat menambah nilai tambah bagi sumbang saran untuk pengajuan informasi daalam tahapan kreatif.
4. Perlunya suatu tim yang terdiri dari berbagai disiplin ilmu lain agar hasil penerapan rekayasa nilai dapat maksimal.
5. Rekayasa nilai sebaiknya dibudayakan dengan kendali yang baik agar tidak terjadi pemborosan terselubung.

## DAFTAR PUSTAKA

1. \_\_\_\_\_, 1995, DOKUMEN LELANG BAGIAN PEKERJAAN PONDASI PROYEK KAMPUS TERPADU UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA.
2. \_\_\_\_\_, 1994, RENCANA INDUK KAMPUS BARU UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA 1993-2003, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Encona Engineering INC
3. \_\_\_\_\_, 1987, PEDOMAN PERENCANAAN PEMBEBANAN UNTUK RUMAH DAN GEDUNG, SKBI-1.3.53.1987, Departemen Pekerjaan Umum, , Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
4. Alphonse J. Dell'Isola, 1975, VALUE ENGINEERING IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY, A Construction Publishing Company Book, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
5. Brahma. S.P, 1981, FOUNDATION ENGINEERING, Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
6. Chandra. S. Robert H Mitchel, 1986, THE APPLICATION OF VALUE ENGINEERING AND ANALYSIS DESIGN AND CONSTRUCTION, Jakarta
7. Edward D Heller, 1971, VALUE MANAGEMENT : VALUE ENGINEERING AND COST REDUCTION. Addison Wesley Publishing Company Inc, Philipines.

8. Iman Soeharto, 1995, MANAJEMEN PROYEK DARI KONSEPTUAL SAMPAI OPERASIONAL, Penerbit Erlangga, Jakarta
9. Kadariah, Lien Karlina, Clive Gray, 1978, PENGANTAR EVALUASI PROYEK, Lembaga Penerbit F.E UI, Jakarta.
10. Larry Zimmerman. PE. Glen D Hart, 1982, VALUE ENGINEERING A PRACTICAL APPROACH FOR OWNERS, DESIGNER, AND CONTRACTORS, , Van Nostrand Reinhold Company, New York.
11. Lawrence D. Miles, 1972, TECHNIQUES OF VALUE ANALYSIS AND ENGINEERING. Mc. Graw-Hill, Inc, New York.
12. Moch. Anas Aly, 1988, PENERAPAN VALUE ENGINEERING DI BIDANG JALAN, Makalah Pada Seminar Nasional Peranan Value Engineering Dalam Pengelolaan Proyek Pembangunan Nasional di Universitas Islam Indonesia ,Yogyakarta.
13. Suad Husnan, Suwarsono, 1992, STUDI KELAYAKAN PROYEK, Unit Penerbitan dan Percetakan AMP YKPN, Yogyakarta.
14. Tadjuddin BMA,1994, PENERAPAN REKAYASA NILAI PADA DISAIN JEMBATAN KAMPUS TERPADU UII YOGYAKARTA, Tesis Program Magister Manajemen dan Rekayasa Konstruksi ITB, Bandung.
15. Wayne C. Teng, 1981, FOUNDATION DESIGN, Prentice-Hall of India, New Delhi.

## ***Lampiran-lampiran***

## **LAMPIRAN 1**

Rekapitulasi Jumlah Pemakaian Tiang Pondasi						
Joint	As	Tiang Franki Standar	Tiang Franki MF 32	Tiang Hume		Tiang Asli (Original)
		Ø 500, Cap 100 T	Cap. 40 T	Ø 350, Cap 84	Ø 400, Cap 114	Ø 400
31	1B	2	5	2	2	3
23	1C	3	-	4	3	4
17	1D	4	-	4	3	4
10	1E	4	-	4	4	4
1	1F	2	5	2	2	3
43	2A	1	1	1	1	1
32	2B	4	-	5	4	4
24	2C	5	-	-	5	5
18	2D	5	-	-	5	6
11	2E	5	-	-	5	6
2	2F	4	-	4	4	4
38	2'A'	1	1	1	1	1
30	2'B'	4	-	5	4	6
44	3A	1	-	1	1	1
39	3A'	1	-	1	1	1
33	3B	2	-	2	2	3
25	3C	2	-	2	3	2
12	3E	5	-	5	5	6
3	3F	4	-	4	4	4
45	4A	1	4	1	1	1
40	4A'	1	2	1	1	1
34	4B	2	5	3	2	3
26	4C	2	5	3	2	3
19	4D	2	5	2	2	2
13	4E	5	-	-	5	5
4	4F	4	-	4	4	4
16	4'D'	2	-	4	2	6
46	5A	1	4	1	1	1
41	5A'	1	1	1	1	1
35	5B	2	5	3	2	3
27	5C	2	-	3	2	3
20	5D	2	5	3	2	3
14	5E	4	-	5	4	4
5	5F	2	5	3	2	3
42	5'A'	1	1	1	1	1
36	5'B	1	1	1	1	1
28	5'C	1	1	1	1	1
21	5'D	1	1	1	1	1
47	6A	1	1	1	1	1
37	6B	1	1	1	1	1
29	6C	1	1	1	1	1
22	6D	1	1	1	1	1
15	6E	1	1	1	1	1
6	Lift	1	1	1	1	1
7	Lift	1	1	1	1	1
8	Lift	1	1	1	1	1
9	Lift	1	1	1	1	1

### Contoh Perhitungan Pemakaian Tiang Pondasi

Pondasi Tiang Pancang Dalam Kelompok Tiang pancang

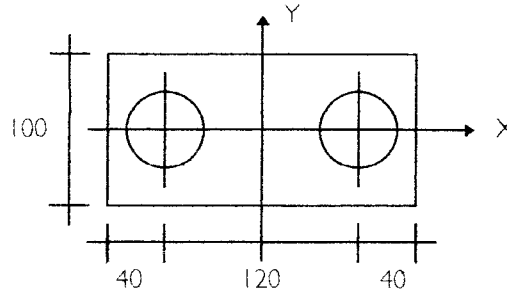
Tipe P<sub>2</sub> (2 tiang)

Pada As 4D, joint 19

$$e_x^2 = 2 \cdot 0,6^2 = 0,72 \text{ m}^2$$

Akibat beban gravitasi

- N = 108300 kg
- My = 8010 kg m
- Mx = 770 kg m
- TB & Wall = 5242 kg
- Poer = 4800 kg



$$\text{beban max pada 1 tiang} = \frac{108300}{2} + \frac{8010 \times 0,6}{0,72} + \frac{5242}{2} + \frac{4800}{2} = 65846 \text{ kg}$$

Akibat beban gempa (sementara)

- N = 92200 kg
- My = 30060 kgm
- Mx = 22640 kgm

$$\text{beban max pada 1 tiang} = \frac{92200}{2} + \frac{30060 \times 0,6}{0,72} + \frac{5242}{2} + \frac{4800}{2} = 76171 \text{ kg}$$

Tipe P<sub>3</sub> (3 tiang)

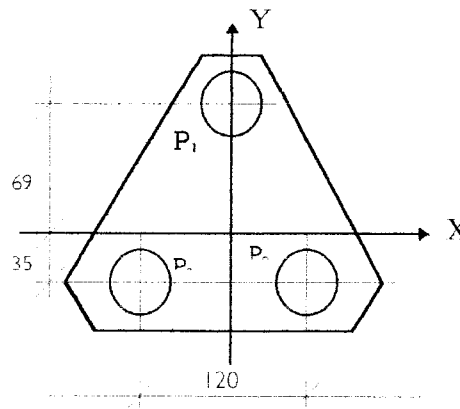
Pada As 5 F, Joint 5

$$e_x^2 = 2 \cdot 0,6^2 = 0,72 \text{ m}^2$$

$$e_y^2 = 0,35^2 + 0,69^2 = 0,598 \text{ m}^2$$

Akibat Beban Gravitasi

- N = 143000 kg
- Mx = 2289 kgm
- My = 2018 kgm
- TB & Wall = 11230 kg
- Poer = 5873 kg



$$\text{Beban (max) pada satu tiang (P}_1\text{)} = \frac{143000}{3} + \frac{2289 \times 0,69}{0,598} + \frac{11230}{3} + \frac{5873}{3} = 56008 \text{ kg}$$

$$P_{1, P_3} = \frac{143000}{3} + \frac{2289 \times 0,35}{0,598} + \frac{2018 \times 0,69}{0,72} + \frac{11230}{3} + \frac{5873}{3} = 56641,3 \text{ kg}$$

Akibat Beban Gempa

$$N = 112200 \text{ kg}$$

$$M_x = 16110 \text{ kgm}$$

$$M_y = 26940 \text{ kgm}$$

Beban (max) satu tiang

$$P_1 = \frac{112200}{3} + \frac{16110 \times 0,69}{0,598} + \frac{5873}{3} + \frac{11230}{3} = 61689,5 \text{ kg}$$

$$P_2, P_3 = \frac{112200}{3} + \frac{16110 \times 0,35}{0,598} + \frac{26940 \times 0,69}{0,72} + \frac{5873}{3} + \frac{11230}{3} = 78347,4 \text{ kg}$$

Tipe P<sub>4</sub> (4 tiang)

Pada As I<sub>1</sub>, Joint 10

$$e_x^2 = 4 \cdot 0,6^2 = 1,44 \text{ m}^2$$

$$e_y^2 = 4 \cdot 0,6^2 = 1,44 \text{ m}^2$$

Akibat Beban Gravitasi

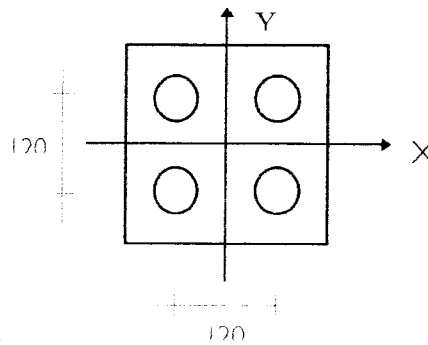
$$N = 230800 \text{ kg}$$

$$M_x = 45 \text{ kgm}$$

$$M_y = 5077 \text{ kgm}$$

$$P_{oer} = 9600 \text{ kg}$$

$$TB \ \& \ Wall = 10370 \text{ kg}$$



Beban max yang terjadi pada satu tiang

$$= \frac{230800}{4} + \frac{45 \times 0,6}{1,44} + \frac{5077 \times 0,6}{1,44} + \frac{9600}{4} + \frac{10370}{4} = 64826,5 \text{ kg}$$

Akibat Beban Gempa

$$N = 203500 \text{ kg}$$

$$M_x = 31600 \text{ kgm}$$

$$M_y = 28900 \text{ kgm}$$

$$\text{Beban (max) satu tiang} = \frac{203500}{4} + \frac{31600 \times 0,6}{1,44} + \frac{28900 \times 0,6}{1,44} + \frac{9600}{4} + \frac{10370}{4} = 81080 \text{ kg}$$

Tipe P<sub>5</sub> (5 tiang)

Pada As 2<sub>1</sub>, Joint 24

$$e_x^2 = 4 \cdot 0,85^2 = 2,89 \text{ m}^2$$

$$e_y^2 = 4 \cdot 0,85^2 = 2,89 \text{ m}^2$$

Akibat Beban Gravitasi

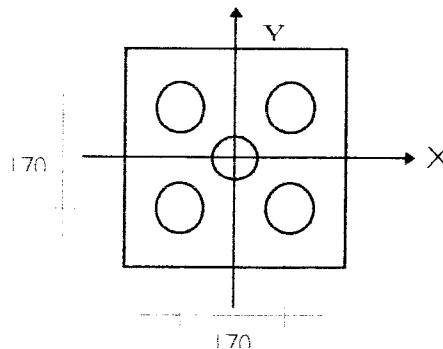
$$N = 366100 \text{ kg}$$

$$M_x = 301 \text{ kgm}$$

$$M_y = 427 \text{ kgm}$$

$$P_{oer} = 19500 \text{ kg}$$

$$TB \ \& \ Wall = 21002 \text{ kg}$$





Beban (max) pada satu tiang :

$$= \frac{366100}{5} + \frac{301 \times 0,85}{2,89} + \frac{427 \times 0,85}{2,89} + \frac{19500}{5} + \frac{21002}{5} = 81534,3 \text{ kg}$$

Akibat Beban Gempa

N = 342300 kg  
 Mx = 2700 kgm  
 My = 21170 kgm  
 Poer = 19500  
 TB & wall = 21002

Beban (max) pada satu tiang :

$$= \frac{342300}{5} + \frac{2700 \times 0,85}{2,89} + \frac{21170 \times 0,85}{2,89} + \frac{19500}{5} + \frac{21002}{5} = 90728,1 \text{ kg}$$

Tipe P<sub>6</sub> (6 tiang)

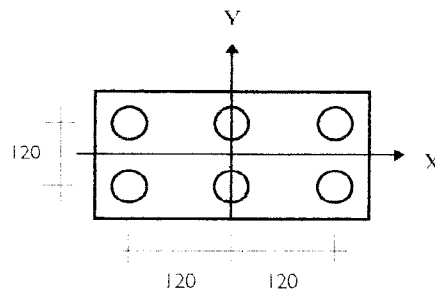
Pada As 2<sub>2</sub>, Joint 11

$$e_x^2 = 4 \cdot 1,2^2 = 5,76 \text{ m}^2$$

$$e_y^2 = 6 \cdot 0,6^2 = 2,16 \text{ m}^2$$

Akibat Beban Gravitasi

N = 387700 kg  
 Mx = 1515 kgm  
 My = 1262 kgm  
 Poer = 19968 kg  
 TB & Wall = 14716 kg



Beban (max) pada satu tiang

$$= \frac{387700}{6} + \frac{1515 \times 0,6}{2,16} + \frac{1262 \times 1,2}{5,76} + \frac{19968}{6} + \frac{14716}{6} = 71081,1 \text{ kg}$$

Akibat Beban Gempa

N = 376600 kg  
 Mx = 24690 kgm  
 My = 25560 kgm  
 Poer = 19968 kg  
 TB & Wall = 14716 kg

Beban (max) pada satu tiang

$$= \frac{376600}{6} + \frac{24690 \times 0,6}{2,16} + \frac{25560 \times 1,2}{5,76} + \frac{19968}{6} + \frac{14716}{6} = 80730,7 \text{ kg}$$

REKAPITULASI TIANG HUME Untuk Rektorat A dan B							
Joint	As	Tiang Ø 400 mm	Tiang Ø 350 mm	Harga (m')		Harga Tiap AS	
				Ø400 mm	Ø350 mm	Panjang 22 m (Rek.B)	Panjang 17.5 m Rek. A
31	1B		2		53000	2332000	1855000
23	1C		4		53000	4664000	3710000
17	1D		4		53000	4664000	3710000
10	1E		4		53000	4664000	3710000
1	1F		2		53000	2332000	1855000
43	2A		1		53000	1166000	927500
32	2B		5		53000	5830000	4637500
24	2C	5		64000		7040000	5600000
18	2D	5		64000		7040000	5600000
11	2E	5		64000		7040000	5600000
2	2F		4		53000	4664000	3710000
38	2'A'		1		53000	1166000	927500
30	2'B'	5		64000		7040000	5600000
44	3A		1		53000	1166000	927500
39	3A'		1		53000	1166000	927500
33	3B		2		53000	2332000	1855000
25	3C		2		53000	2332000	1855000
12	3E		5		53000	5830000	4637500
3	3F	4		64000		5632000	4480000
45	4A		1		53000	1166000	927500
40	4A'		1		53000	1166000	927500
34	4B		2		53000	2332000	1855000
26	4C	2		64000		2816000	2240000
19	4D		2		53000	2332000	1855000
13	4E	5		64000		7040000	5600000
4	4F	4		64000		5632000	4480000
16	4'D'	2		64000		2816000	2240000
46	5A		1		53000	1166000	927500
41	5A'		1		53000	1166000	927500
35	5B	2		64000		2816000	2240000
27	5C	2		64000		2816000	2240000
20	5D	2		64000		2816000	2240000
14	5E	4		64000		5632000	4480000
5	5F	2		64000		2816000	2240000
42	5'A'		1		53000	1166000	927500
36	5'B'		1		53000	1166000	927500
28	5'C'		1		53000	1166000	927500
21	5'D'		1		53000	1166000	927500
47	6A		1		53000	1166000	927500
37	6B		1		53000	1166000	927500
29	6C		1		53000	1166000	927500
22	6D		1		53000	1166000	927500
15	6E		1		53000	1166000	927500
6	Lift		1		53000	1166000	927500
7	Lift		1		53000	1166000	927500
8	Lift		1		53000	1166000	927500
9	Lift		1		53000	1166000	927500
		49	59	3920000	1947000	137786000	109602500
<b>TOTAL HARGA</b>						<b>247388500</b>	

REKAPITULASI TIANG FRANKI Rektorat A dan B							
Joint	As	Tiang Ø 500 mm	Tiang Mini MF3	Harga (m')		Harga Tiap AS	
				Ø 500 mm	MF 52	Panjang 22 m (Rek.B)	Panjang 17.5 Rek. A
31	1B		5		33000	3630000	2887500
23	1C	3		80000		5280000	4200000
17	1D	4		80000		7040000	5600000
10	1E	4		80000		7040000	5600000
1	1F	2		80000		3520000	2800000
43	2A		1		33000	726000	577500
32	2B	4		80000		7040000	5600000
24	2C	5		80000		8800000	7000000
18	2D	5		80000		8800000	7000000
11	2E	5		80000		8800000	7000000
2	2F	4		80000		7040000	5600000
38	2'A'		1		33000	726000	577500
30	2'B'	4		80000		7040000	5600000
44	3A		1		33000	726000	577500
39	3A'		1		33000	726000	577500
33	3B	2		80000		3520000	2800000
25	3C	2		80000		3520000	2800000
12	3E	5		80000		8800000	7000000
3	3F	4		80000		7040000	5600000
45	4A	1		80000		1760000	1400000
40	4A'		2		33000	1452000	1155000
34	4B	2		80000		3520000	2800000
26	4C	2		80000		3520000	2800000
19	4D	2		80000		3520000	2800000
13	4E	5		80000		8800000	7000000
4	4F	4		80000		7040000	5600000
16	4'D'	2		80000		3520000	2800000
46	5A	1		80000		1760000	1400000
41	5A'		1		33000	726000	577500
35	5B	2		80000		3520000	2800000
27	5C	2		80000		3520000	2800000
20	5D	2		80000		3520000	2800000
14	5E	4		80000		7040000	5600000
5	5F	2		80000		3520000	2800000
42	5'A'		1		33000	726000	577500
36	5'B		1		33000	726000	577500
28	5'C		1		33000	726000	577500
21	5'D		1		33000	726000	577500
47	6A		1		33000	726000	577500
37	6B		1		33000	726000	577500
29	6C		1		33000	726000	577500
22	6D		1		33000	726000	577500
15	6E		1		33000	726000	577500
6	Lift		1		33000	726000	577500
7	Lift		1		33000	726000	577500
8	Lift		1		33000	726000	577500
9	Lift		1		33000	726000	577500
		84	25	6720000	825000	165990000	132037500
<b>TOTAL HARGA</b>						<b>298027500</b>	

DATA BEBAN DAN AS PADA PONDASI											
Joint	As	Beban Tetap (Gravitasi) (kg)					Beban Sementara ( gempa) (kg)				
		Normal	MX	MY	Poer	TB & Wall	Normal	MX	MY	Poer	TB & Wall
31	1B	129800	2354	2321	5873	12020	98510	25890	15380	5873	12020
23	1C	224000	642.4	5839	9600	7455	196600	32210	21220	9600	7455
17	1D	219900	232.4	4000	9600	10370	191800	31580	23420	9600	10370
10	1E	230800	44.68	5077	9600	10370	203500	31610	28900	9600	10370
1	1F	128800	2718	2331	5873	10370	91920	30880	31220	5873	10370
43	2A	21700	5303	2642	2400	3494	16890	18010	15450	2400	3494
32	2B	276900	316.6	735.5	9600	16514	250300	26960	19530	9600	16514
24	2C	366100	300.5	426.6	19500	21002	342300	27000	21170	19500	21002
18	2D	385000	280.7	1543	19968	15752	353700	26330	21060	19968	15752
11	2E	387700	1515	1262	19968	14716	376600	24690	25560	19968	14716
2	2F	226200	5876	394.1	9600	10370	199000	29190	31930	9600	10370
38	2'A'	12030	1535	858.3	2400	5772	9230	3974	10730	2400	5772
30	2'B'	147000	5928	4954	19968	8738	117600	84890	77820	19968	8738
44	3A	39560	8877	1354	9600	10370	34980	10360	13700	9600	10370
39	3A'	22940	738	734.1	2400	7548	17470	4391	11620	2400	7548
33	3B	134000	4254	465.4	5873	9925	119600	20460	19050	5873	9925
25	3C	107000	8410	325	4800	11547	90120	30640	20830	4800	11547
12	3E	382300	717.1	501.2	19968	7268	351400	18580	26130	19968	7268
3	3F	230700	4949	753.2	9600	7548	202700	24090	32820	9600	7548
45	4A	37310	8889	738	2400	10370	33630	7500	13890	2400	10370
40	4A'	25990	689.9	32.78	2400	7548	21960	3663	10380	2400	7548
34	4B	138200	3310	179.9	5873	7268	134200	17370	18290	5873	7268
26	4C	120300	2392	2762	5873	9539	116600	23150	23220	5873	9539
19	4D	108300	770.1	8010	4800	5242	92200	22460	30060	4800	5242
13	4E	363000	1413	93.81	19500	11230	359100	22760	26630	19500	11230
4	4F	226300	4300	995.5	9600	11230	199600	19870	31350	9600	11230
16	4'D'	133400	832.1	7184	19968	8738	10900	82220	77100	19968	8738
46	5A	39380	8624	45.71	2400	10370	36360	5757	14910	2400	10370
41	5A'	24170	727.3	2298	2400	7548	21430	3092	8628	2400	7548
35	5B	141900	2862	3243	5873	7268	138300	15670	14740	5873	7268
27	5C	147800	636.2	3629	5873	14468	143800	19270	16740	5873	14468
20	5D	139000	1805	4358	5873	14468	124400	21080	20160	5873	14468
14	5E	268900	2672	1391	9600	16514	247100	21880	30500	9600	16514
5	5F	143000	2289	2018	5873	11230	112200	16110	26940	5873	11230
42	5'A'	10350	1077	1440	2400	5772	5530.72	9097	8423.76	2400	5772
36	5'B	24900	1306	1122	2400	7548	22230	9941	2628	2400	7548
28	5'C	26240	400.7	936.5	2400	7548	22130	11150	3382	2400	7548
21	5'D	27990	1180	850.3	2400	7548	23670	9391	4301	2400	7548
47	6A	20920	3954	4171	2400	3494	16520	9271	8917	2400	3494
37	6B	39380	213.7	8729	2400	10370	36360	15330	5615	2400	10370
29	6C	36850	498.5	8611	2400	12789	33150	14290	7800	2400	12789
22	6D	39080	1015	8615	2400	12789	34590	14210	10650	2400	12789
15	6E	33220	341.6	2501	2400	3494	22030	14620	23980	2400	3494
6	Lift	40350	163.2	114.4	2400	1800	15100	2240	3936	2400	1800
7	Lift	51600	130.4	85.76	2400	1800	29750	2116	3738	2400	1800
8	Lift	56190	36.9	85.08	2400	1800	34260	2042	3667	2400	1800
9	Lift	58600	69.75	115	2400	1800	32970	1919	3469	2400	1800

DAYA DUKUNG TIANG HUME DALAM KELOMPOK TIANG							
Joint	As	2 Tiang		3 Tiang			
		Beban Gempa		Beban Gravitas		Beban Gempa	
		P1, P2		P1	P2 & P3	P1	P2 & P3
31	1B	75780.66667	71018.1667	51947.154	52833.05086	68674.077	68693.1767
23	1C	125393.3333	124510.833	81092.897	86323.36162	108383.72	110406.173
17	1D	123268.3333	125401.667	80224.821	83926.02007	107028.46	111517.444
10	1E	129615.8333	135818.333	83641.554	88481.60884	110963.08	120686.669
1	1F	74464	80098.1667	51483.821	52172.34434	71685.103	84047.0786
43	2A	15998.66667	24267	15316.846	14833.67921	28375.436	32941.8866
32	2B	152119.9167	154482	101369.97	101894.8218	123245.69	126633.514
24	2C	203656.5	209042.667	135880.73	136118.7029	158754.51	163691.259
18	2D	211645.8333	212260	140563.88	141882.9976	160187.44	165399.702
11	2E	212243.6667	226942	142542.74	142890.789	165583.13	176040.336
2	2F	123413.4167	136093.333	88836.667	85873.47627	106670.77	120674.031
38	2"A'	10816.25	17642.6667	8505.1538	8454.948871	10386.051	18409.5031
30	2"B'	91981.33333	138003	65408.667	66785.81522	146718.67	173030.949
44	3A	30893.33333	38891.6667	30086.026	26336.48523	30270.513	37509.3785
39	3A'	17055.75	23392.3333	11814.205	12098.11897	14205.872	22845.1499
33	3B	75286.83333	83574	54841.128	52868.47433	68740.359	75363.8331
25	3C	61944.33333	70591.8333	50819.513	46349.3658	70842.846	73384.1937
12	3E	205185.6667	211093	137339.42	137412.024	147650.46	162127.832
3	3F	124551.6667	137274	88326.385	86234.38857	101078.82	118834.665
45	4A	25655	34775	26949.872	22603.17531	24120.513	33167.5488
40	4A'	17996.31667	24604	12775.372	12414.53513	14862.538	22727.3963
34	4B	75820.41667	88912.1667	54266.231	52556.69514	69155.974	76807.9713
26	4C	70157.66667	85356	47997.333	49284.25	70715.538	79805.8311
19	4D	66846	76171	40335.91	47574.31076	59996.051	76033.6516
13	4E	196943.175	217106.667	132873.72	132160.2413	156204.87	168784.82
4	4F	124394.5833	136340	87338.205	85847.40991	96403.59	115150.015
16	4"D'	87039.66667	84053	63636.487	65790.1505	108071.23	135211.574
46	5A	26113.09167	36990	27334.103	22474.63039	23019.359	34034.8983
41	5A'	18974	22879	12211.859	14000.59392	14027.026	20537.5323
35	5B	80223	88003.8333	54982.641	56463.29195	68561.103	73777.5713
27	5C	87094.66667	96020.5	56781.077	59897.14953	76948.282	82034.5948
20	5D	83302.16667	89170.5	55196.359	58346.52146	72570.077	79904.7926
14	5E	148666.1667	162023.667	101421.08	101234.9213	116317.49	133106.52
5	5F	81733.16667	87101.5	56008.821	56641.29905	61689.462	78347.4298
42	5"A'	10461	13871.16	7416.6923	8184.351171	15064.354	17964.7973
36	5"B'	18359	18279	13122.923	13455.63127	22196.385	19062.811
28	5"C'	18874.41667	18857.3333	12525.013	13194.66924	23558.051	20459.6697
21	5"D'	19677.58333	20393.1667	14007.538	14151.50628	22041.769	20824.1963
47	6A	16882.83333	18637.8333	13500.308	15249.42238	18168.641	21442.9622
37	6B	33349.16667	29244.1667	17629.91	25873.70025	34065.128	30730.1164
29	6C	33195.33333	30669.5	17921.526	25890.30588	32601.462	31951.7124
22	6D	34313.66667	33764.5	19260.821	26939.77188	32989.154	35116.1396
15	6F	21641.16667	33945.3333	13432.154	15634.72478	26177.231	40845.6895
6	Lift	22370.33333	12930	15038.308	15055.15173	90179.487	11516.3701
7	Lift	27971.46667	20090	18750.462	18758.50774	13758.205	16137.3782
8	Lift	30265.9	22285.8333	20172.577	20233.13199	15176.154	17529.3588
9	Lift	31495.83333	21475.8333	21013.814	21084.36525	14604.231	16837.6189

DAYA DUKUNG TIANG HUME DALAM KELOMPOK TIANG						
Joint	As	4 Tiang		5 Tiang		
		Beban Gempa		Beban Gravitas		Beban Gempa
		P1, P2, P3, P4		P1, P2, P3, P4, P5		P1, P2, P3, P4, P5
31	1B	38871.16667	46296.58333	30913.6	35418.83529	
23	1C	62964.33333	75676.25	50117.2941	58445.70588	
17	1D	61731	75859.16667	49218.8235	58530.47059	
10	1E	64826.53333	81080	51660.3765	62491.05882	
1	1F	38364.5	52915.75	30493.6	39897.30588	
43	2A	10208.91667	19637.66667	7855.56471	14397.97647	
32	2B	76191.875	88474.33333	60912.2412	68956.32941	
24	2C	101953.4583	115771.3333	81534.2529	90728.04706	
18	2D	105939.875	117100.8333	84680.3824	91822.23529	
11	2E	106753.0833	123758.5	85293.5647	97036.21176	
2	2F	64155.04167	80209.16667	51078.1471	61770.47059	
38	2"A'	6047.708333	10477.16667	4744.31176	7805.105882	
30	2"B'	48460.66667	104372.3333	38341.7882	77117.08235	
44	3A	19145.41667	23762.5	11915.1176	18066.47059	
39	3A'	8835.375	13525.5	7010.57059	10192.71765	
33	3B	39415.91667	50312	31347.6588	36700.18824	
25	3C	34476.33333	48062.58333	27238.5176	36431.63529	
12	3E	102891.625	113288.1667	82265.5235	88877.2	
3	3F	64337.91667	78674.5	51246.7176	60707.83529	
45	4A	16531.25	20512.5	12847.4706	15571.17647	
40	4A'	9285.616667	13828.25	7400.15294	10511.89412	
34	4B	39289.375	51693.58333	31294.6412	39956.43529	
26	4C	36075.5	52323.83333	28658.2824	40040.63529	
19	4D	33243.875	47443.83333	26250.7824	35895.45882	
13	4E	99060.3375	118036.6667	79189.1794	92492.47059	
4	4F	63988.95833	76449.16667	50983.5	59150.70588	
16	4"D'	46986.91667	76284.83333	36981.4941	54780.02353	
46	5A	16649.87917	20893.75	12979.9147	15904.52941	
41	5A'	9790.041667	12727.83333	7713.39412	9722.658824	
35	5B	41304	50531.08333	32803.7882	39232.31765	
27	5C	43812.41667	56039.41667	34882.6706	43419.37647	
20	5D	42403.16667	53368.58333	33680.8471	41077.61176	
14	5E	75446.41667	90128.5	60197.8	70048.68235	
5	5F	41820.33333	50263.25	33287.3647	38522.36471	
42	5"A'	5679.25	10726.08417	4444.69412	7893.770471	
36	5"B'	9723.66667	13281.58333	7683.71765	10132.36471	
28	5"C'	2604.166667	14074.5	7630.89412	10689.71765	
21	5"D'	10330.45833	14109.5	8184.74706	10750.65882	
47	6A	10088.91667	13181.83333	7752.50588	9832.211765	
37	6B	16763.625	21009.58333	13060.2059	15986.29412	
29	6C	16805.375	21288.91667	13087.0647	16164.85882	
22	6D	17579.75	22803.08333	13686.1529	17267.56471	
15	6E	10962.91667	23064.33333	8658.85882	16937.74118	
6	Lift	11253.16667	7398.33333	8991.64706	5676.470588	
7	Lift	14040.06667	10926.66667	11223.5765	8511.764706	
8	Lift	15148.325	11993.75	12113.8765	9371.117647	
9	Lift	15776.97917	11537.5	12614.3382	9018.705882	

DAYA DUKUNG TIANG FRANKI MF 32 DALAM KELOMPOK TIANG

Joint	As	4 Tiang		5 Tiang	
		Beban Gravitasi	Beban gempa	Beban Gravitasi	Beban gempa
		P1, P2, P3, P4	P1, P2, P3, P4	P1, P2, P3, P4, P5	P1, P2, P3, P4, P5
31	IB	39845.125	54894.5	30707.35	33598.1
23	IC	64314.625	86807.5	4983.35	56088.5
17	ID	62612.75	87317.5	49032.1	56104
10	IE	65893.55	93686.25	51434.42	59821.5
1	IF	39416.375	65853.25	30270.85	37157.6
43	2A	11884.125	26608.5	7505.05	12921.8
32	2B	76411.0625	98159.75	60865.825	66905.3
24	2C	102104.9375	125806.75	81502.175	88602.9
18	2D	106319.8125	126973.75	84599.925	89731.5
11	2E	107331.625	134227.25	85171.05	94819.3
2	2F	65461.3125	92942.5	50801.525	59074
38	2'A	65463.125	13540.5	46387.25	71564
30	2'B	50727.75	138270.25	37861.7	69938.7
44	3A	21276.875	28775	14463.75	17005
39	3A'	9142.0625	16861.375	6945.625	9486.35
33	3B	40399.125	58543.25	31139.45	36957.7
25	3C	36296.125	58785.5	26853.15	34160.9
12	3E	103145.4375	122602.75	82211.775	86904.7
3	3F	65525.875	90530.75	50995.15	58197.1
45	4A	18536.875	24968.75	12422.75	14627.5
40	4A'	9436.175	16753.875	7368.27	9892.35
34	4B	40016.4375	59122.75	31140.675	38383.2
26	4C	37149.25	61984.25	28430.9	37994.9
19	4D	35073.0625	58385.5	25863.425	33578.4
13	4E	99374.25625	128326.25	79122.7025	90313.5
4	4F	65092.1875	87120	50749.875	5689
16	4'D	50217.125	109476.5	36297.45	47751.2
46	5A	18456.06875	25199.375	12597.4275	14992.75
41	5A'	104203.125	15169.5	7579.925	9205.6
35	5B	42575.875	58666.5	32534.45	37890.7
27	5C	44701	6354.5	34694.5	4.8307
20	5D	43687.125	61960.25	33408.95	39258.2
14	5E	76292.875	101041	60018.55	67737.8
5	5F	42717.625	59232	33097.35	36623.1
42	5A'	6203.625	4376.28625	4333.65	71207.865
36	5B	10229.5	15900.125	7576.6	9577.85
28	5C	9882.75	17102	7571.9	10048.6
21	5D	10753.4375	16952	8095.175	10146.6
47	6A	11781.625	6971	7394.05	9029.8
37	6B	18626.6875	25373.125	12665.675	15062.25
29	6C	18703.1875	25891	12685.175	15190.3
22	6D	19586	27982.25	13261.3	61708
15	6E	11555.125	31106	8533.45	15234.8
6	Lift	11311	8685	8979.4	5404
7	Lift	14085.1	12146.25	11214.04	8253.5
8	Lift	15173.7375	13183.125	12108.495	91192.5
9	Lift	15815.46875	12660	12606.1875	8781

DAYA DUKUNG TIANG FRANKI MF 32 DALAM KELOMPOK TIANG

Joint	As	2 Tiang		3 Tiang		Beban Gempa	
		Beban Gravitasi	Beban gempa	Beban Gravitasi	Beban gempa	P1	P2 & P3
		P1, P2	P1, P2	P1, P2, dan P3	P1	P1	P1, P2 & P3
31	IB	76789	77426.5	53271.833	54617.398	83243.294	83138.731
23	IC	121330.5	133352.5	81454.399	89467.333	126509.42	129442.55
17	ID	120225.5	135160	80355.6	86026.889	124799.64	131516.25
10	IE	125408.5	147860	83666.697	91084.376	128751.14	143490.2
1	IF	75919	93106.5	53013.335	54054.522	89062.368	107848.81
43	2A	20425.75	30704.5	18301.031	17533.112	38510.299	45415.78
32	2B	151902.75	162619.5	101548.14	102350.89	138417.04	143469.88
24	2C	203676.625	217863.5	136049.83	136413	173948.37	181374.89
18	2D	210710.875	221035	140721.84	142742.08	175004.26	182856.51
11	2E	213085.75	237592	143395.29	143920.87	179477.06	193376.24
2	2F	130430	149397.5	92143.299	87571.513	123097.01	144407.64
38	2'A	12019.75	22113.5	9368.9525	9284.073	12622.361	24898.63
30	2'B	95263	170428	68744.561	70824.547	194489.27	234376.87
44	3A	40861.25	44600	35081.427	29288.96	36100.45	47141.244
39	3A'	17366.5	28234	12229.504	12660.818	16676.842	20894.777
33	3B	80216.5	91511.5	57235.004	54189.707	80253.923	90299.352
25	3C	72186	79271	55552.117	48657.656	88085.056	91821.558
12	3E	205664.375	221980.5	137742.96	137850.52	158106.08	180198.18
3	3F	130110.25	150949	91111.362	87879.567	114635.11	141723.35
45	4A	36151.25	40562.5	31952.026	25244.291	28341.028	42167.823
40	4A'	18831.375	28929	13163.603	12607.015	16923.838	28958.652
34	4B	79808	96533	56128.885	53491.725	78930.686	90568.412
26	4C	70846	95031	49343.396	51303.371	83742.86	97555.051
19	4D	60133.625	88696	40769.273	51858.927	72635.086	97098.948
13	4E	198631.25	228202.5	133668.86	132568.08	169012.73	188175.21
4	4F	128940	149402.5	89757.967	87450.933	107585.14	136213.36
16	4'D	91454.25	116178	68319.008	71576.716	154339.33	195509.83
46	5A	36855	43202.5	32187.132	24694.882	26259.026	43117.777
41	5A'	17968.125	26474	12621.136	15358.807	15767.003	25729.079
35	5B	81098	94145.5	56593.189	58847.653	77379.165	85292.966
27	5C	84865.75	102995.5	57139.089	61911.52	87792.191	95487.905
20	5D	81926.75	97570.5	56212.096	61030.732	84433.537	95564.816
14	5E	150847	174732	102924.71	102625.59	128630.14	154248.05
5	5F	82912.75	98326.5	57296.922	58254.431	70755.127	96201.996
42	5A'	10607.25	17381.06	8022.7582	9193.715	20183.675	24581.893
36	5B	19056.5	19374	13857.855	14361.016	27790.536	23936.605
28	5C	18594.875	20266.5	12750.501	13774.751	29832.55	25026.305
21	5D	20444	22185.25	14671.566	14886.113	27326.416	25411.808
47	6A	18349.5	22353.25	15725.363	18385.632	23385.76	28356.088
37	6B	26342.125	31583.75	17750.167	30383.566	42691.86	37501.346
29	6C	26642.625	33919.5	18202.049	30412.454	40642.949	39573.268
22	6D	28403.25	38202	19831.997	31595.578	40985.622	44172.003
15	6E	19984	43937	13624.384	16998.298	34404.421	56809.952
6	Lift	22479	14570	15130.146	15155.118	10278.476	14095.999
7	Lift	28063	21647.5	18823.842	18835.5	14948.953	18584.356
8	Lift	30241.125	23813.75	20193.342	20285.958	16325.259	19921.246
9	Lift	31487.1875	22921.25	21053.065	21160.832	15684.12	19097.111

DAYA DUKUNG TIANG FRANKI (standar) DALAM KELOMPOK TIANG											
Joint	As	2 Tiang			3 Tiang			5 Tiang			
		Beban Gravitasi	Beban gempa	Pi	P2 dan P3	Pi	P2 dan P3	Pi	P2, P3, P4, P5	Beban gempa	
31	IB	75590.2037	69594.09259	51645.35897	5242.487908	65354.84615	65243.41913	38092	39418.235	30737.31795	33862.65128
23	IC	121003.3519	122546.0185	81010.53846	85679.09433	98569.23077	105900.9001	61884.1	66771.25	49872.89744	56431
17	ID	120107.1481	123233.1481	80195.02564	83499.71447	96323.07692	106832.7208	61025.6	66692.5	49059.23077	56456.5641
10	IE	12541.80963	133142.4074	83635.82564	87958.65768	100253.8462	115439.0624	63972.92	70995	51467.25128	60209.38462
1	IF	74534.83333	77207.42593	51135.35897	51736.77208	62311.79487	78614.98933	37523	42565.75	30303.21538	37555.6792
43	2A	17725.14815	22836.44444	14636.97436	141789522	24101.79487	30055.98114	8884.75	14061	7555.579487	13136.28718
32	2B	151741.5185	152673.6667	101329.2846	101796.5894	110884.6154	122681.5954	76016.525	80726	60872.56923	67203.31282
24	2C	203523.5926	207082.4815	135842.2051	136053.2581	141792.3077	159368.6379	101832.275	107743	81506.8359	88911.68205
18	2D	21231.42222	224575.33333	142348.5128	142651.8202	150856.4103	171635.9242	105635.925	109202.5	84611.61538	90035.28205
11	2E	127437.5926	133136.8519	88083.33333	85407.33663	96271.79487	115291.7593	106290.25	115383.5	8518885128	95141.41538
2	2F	11238.03704	166491.4815	8308.358974	8255.85603	7152.564103	17033.64611	63100.25	70022.5	50841.71795	59465.79487
38	2'A	92244.11111	130797.4444	64648.66667	65849.12757	126266.6667	158917.0132	56488.25	80265	4654.066667	7250.65641
44	3A	16990.66667	22316.40741	11719.58974	11969.49364	10326.92308	21338.0144	17440.25	19752.5	37931.45641	70981.71282
39	3A'	76903.11111	81810.11111	54295.74359	52512.57221	60851.28205	71932.04196	8590.025	10857.25	14529.33333	17159.23077
33	3B	16990.66667	22316.40741	11719.58974	11969.49364	10326.92308	21338.0144	38629.35	43727	31169.70256	37210.36923
25	3C	52029.1852	208673.5556	137247.4872	137308.7543	136189.7436	158107.8322	33020.5	39484.25	269091.4359	34490.8359
12	3E	16990.66667	22316.40741	11719.58974	11969.49364	10326.92308	21338.0144	102688.573	105836.5	82219.58462	87191.30256
3	3F	127589.2352	134235.1111	87691.89744	85798.66312	92274.35897	113730.8939	63387.55	69189.5	51031.70256	58561.90769
45	4A	161624.44444	33488.88889	25810.25641	21883.49838	18902.30769	31202.85563	14926.75	16947.5	12484.46154	14764.61538
40	4A'	18480.03704	23642.88889	12686.92308	123611.86681	1107.62308	21399.88735	9165.17	11487.75	7372.902564	9982.369231
34	4A	78122.5185	87218.64815	53841.87179	52298.42437	625487.1795	73677.8559	38707.225	45750.25	31163.04615	38611.78974
26	4C	69627.85185	83206	47690.66667	48828.18107	62610.25641	75752.44105	35216.5	38905.5	28463.93846	38392.14359
19	4D	59741.44444	73387.66667	40237.17949	46698.55271	53769.23077	61410.7823	31780.525	38690.5	25919.70769	33915.06667
13	4E	197911.6667	214640.9259	132692.5641	132048.247	145043.5897	164410.7823	31780.525	38690.5	25919.70769	33915.06667
4	4F	126750.1852	133437.2222	86786.92308	85433.9101	86912.82051	110502.4506	98809.2025	109805	79132.36154	90630.10256
16	4D'	87216.7037	76914.11111	33469.69231	64451.78031	87961.53846	121364.7856	63106.375	67912.5	50783.82051	57219.33333
46	5A	32463.14815	35609.44444	26238.46154	21845.02369	18024.61538	32092.14381	44402.75	49731.5	36396.84103	48772.48205
41	5A'	17597.74074	22080.11111	12118.61538	13712.65337	103146.1538	19430.66356	15204.9275	17449.25	12653.00256	15125.23077
35	5B	79640.5	86639.01852	54615.71795	55923.92688	62171.79487	71133.87783	9285.825	10774.5	7599.317949	9280.78205
27	5C	84541.75926	94470.5	56699.51282	59479.36094	67697.4359	78935.3931	40286.5	45462.75	32573.58462	38085.6359
20	5D	81007.53704	87303.83333	54964.94872	57769.61222	63087.17949	76314.49561	43101.55	50037.75	34721.84103	42061.53333
14	5E	149486.2593	159199.5926	101078.5128	100898.9066	104800.6923	128400.2746	41376	46495.25	33448.45641	39522.53897
5	5F	81747.05556	84607.05556	55715.35897	56268.85438	53923.07692	74423.5569	74769.25	81398.5	60044.59487	68073.58923
42	5'A	10058.77778	13091.18222	27861.5385	7958.900285	117404513	16443.66612	41102.5	43088.25	33124.95897	36899.06154
36	5'B	18391.40741	18035.66667	12955.48718	13246.13865	7603.89744	18073.55363	5259.25	7805.9225	4349.784615	7233.10041
28	5'C	18390.81481	185441.8519	12473.64103	13069.76701	18812.5641	19305.65489	9319	11186.75	7592.164103	9658.420513
21	5'D	19843.07407	19994.92593	13886.25641	13978.95701	17521.79487	19703.61385	9381.3	11653.5	7580.471795	10141.75385
37	6A	16335.88889	17812.18519	12993.38462	14535.93099	15015.38462	19558.7657	8734.75	11827.5	8108.189744	10234.36923
29	6C	26233.2963	28724.25926	17602.51282	24964.6597	27843.07692	29044.724	15273.175	17518.75	7446.133333	9146.389744
22	6D	27886.35185	32778.38889	19130.69231	25984.33587	26104.35897	32996.72909	15287.125	17607.25	12743.56923	15331.90256
15	6E	19810.03704	31724.96296	13388.35897	15353.95315	22338.20513	37332.65275	15974.75	18659.75	13323.03077	16330.15897
6	Lift	22395.88889	12565.55556	15017.38462	15031.61494	7330.769231	10951.32257	10489.15	16631	8551.671795	15482.2359
7	Lift	37996.59259	19743.88889	18733.74359	18740.27953	20886.92308	5601.57538	11206.9	6369	8981.179487	5443.589744
8	Lift	30222.33333	21946.2963	20167.84615	20221.74876	135141.35897	17006.183	15127.995	11042.25	12109.27692	8291.025641
9	Lift	31451.66667	21154.62963	21004.87179	21067.53878	2958.20513	6343.61529	15746.1875	10639.5	12607.37179	8815.538462

Parent Code: P1, P2, P3, P4, P5

DAYA DUKUNG TIANG FRANKI (standar) DALAM KELOMPOK TIANG											
Joint	As	2 Tiang			3 Tiang			5 Tiang			
		Beban Gravitasi	Beban gempa	Pi	P2 dan P3	Pi	P2 dan P3	Pi	P2 dan P3	Beban Gempa	
31	IB	75590.2037	69594.09259	51645.35897	5242.487908	65354.84615	65243.41913	38092	39418.235	30737.31795	33862.65128
23	IC	121003.3519	122546.0185	81010.53846	85679.09433	98569.23077	105900.9001	61884.1	66771.25	49872.89744	56431
17	ID	120107.1481	123233.1481	80195.02564	83499.71447	96323.07692	106832.7208	61025.6	66692.5	49059.23077	56456.5641
10	IE	12541.80963	133142.4074	83635.82564	87958.65768	100253.8462	115439.0624	63972.92	70995	51467.25128	60209.38462
1	IF	74534.83333	77207.42593	51135.35897	51736.77208	62311.79487	78614.98933	37523	42565.75	30303.21538	37555.6792
43	2A	17725.14815	22836.44444	14636.97436	141789522	24101.79487	30055.98114	8884.75	14061	7555.579487	13136.28718
32	2B	151741.5185	152673.6667	101329.2846	101796.5894	110884.6154	122681.5954	76016.525	80726	60872.56923	67203.31282
24	2C	203523.5926	207082.4815	135842.2051	136053.2581	141792.3077	159368.6379	101832.275	107743	81506.8359	88911.68205
18	2D	21231.42222	224575.33333	142348.5128	142651.8202	150856.4103	171635.9242	105635.925	109202.5	84611.61538	90035.28205
11	2E	127437.5926	133136.8519	88083.33333	85407.33663	96271.79487	115291.7593	106290.25	115383.5	8518885128	95141.41538
2	2F	11238.03704	166491.4815	8308.358974	8255.85603	7152.564103	17033.64611	63100.25	70022.5	50841.71795	59465.79487
38	2'A	92244.11111	130797.4444	64648.66667	65849.12757	126266.6667	158917.0132	56488.25	80265	4654.066667	7250.65641
44	3A	16990.66667	22316.40741	11719.58974	11969.49364	10326.92308	21338.0144	17440.25	19752.5	37931.45641	70981.71282
39	3A'	76903.11111	81810.11111	54295.74359	52512.57221	60851.28205	71932.04196	8590.025	10857.25	14529.33333	17159.23077
33	3B	16990.66667	22316.40741	11719.58974	11969.49364	10326.92308	21338.0144	38629.35	43727	31169.70256	37210.36923
25	3C	52029.1852	208673.5556	137247.4872	137308.7543	136189.7436	158107.8322	33020.5	39484.25	269091.4359	34490.8359
12	3E	16990.66667	22316.40741	11719.58974	11969.49364	10326.92308	21338.0144	102688.573	105836.5	82219.58462	87191.30256
3	3F	127589.2352	134235.1111	87691.89744	85798.66312	92274.35897	113730.8939	63387.55	69189.5	51031.70256	58561.90769
45	4A	161624.44444	33488.88889	25810.25641	21883.49838	18902.30769	31202.85563	14926.75	16947.5	12484.46154	14764.61538
40	4A'	18480.03704	23642.88889	12686.92308	123611.86681	1107.62308	21399.88735	9165.17	11487.75	7372.902564	9982.369231
34	4A	78122.5185	87218.64815	53841.87179	52298.42437	625487.1795	73677.8559	38707.225	45750.25	31163.04615	38611.78974
26	4C	69627.85185	83206	47690.66667	48828.18107	62610.25641	75752.44105	35216.5	38905.5	28463.93846	38392.14359
19	4D	59741.44444	73387.66667	40237.17949	46698.55271	53769.23077	61410.7823	31780.525	38690.5	25919.70769	33915.06667
13	4E	197911.6667	214640.9259	132692.5641	132048.247	145043.5897	164410.7823	98809.2025	109805	79132.36154	90630.10256
4	4F	126750.1852	133437.2222								

## LAMPIRAN 2



## Lanjutan Apendiks III

15%

Diketahui Mencari	PV F	F PV	F A	PV A	A F	A PV
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1.150	.8696	1.0000	1.1500	1.000	.870
2	1.323	.7561	.4651	.6151	2.150	1.626
3	1.521	.6575	.2880	.4380	3.472	2.283
4	1.749	.5718	.2003	.3503	4.993	2.855
5	2.011	.4972	.1483	.2983	6.742	3.352
6	2.313	.4323	.1142	.2642	8.754	3.784
7	2.660	.3759	.0904	.2404	11.067	4.160
8	3.059	.3269	.0729	.2229	13.727	4.487
9	3.518	.2843	.0596	.2096	16.786	4.772
10	4.046	.2419	.0411	.1911	24.349	5.234
11	4.652	.2149	.0411	.1911	24.349	5.234
12	5.350	.1869	.0345	.1845	29.002	5.421
13	6.153	.1625	.0291	.1791	34.352	5.583
14	7.076	.1413	.0247	.1747	40.505	5.724
15	8.137	.1229	.0210	.1710	47.580	5.847
16	9.358	.1069	.0179	.1679	55.717	5.954
17	10.761	.0929	.0154	.1654	65.075	6.047
18	12.375	.0808	.0132	.1632	75.836	6.128
19	14.232	.0703	.0113	.1613	88.212	6.198
20	16.367	.0611	.0098	.1598	102.444	6.259
21	18.822	.0531	.0084	.1584	118.810	6.312
22	21.645	.0462	.0073	.1573	137.632	6.359
23	24.891	.0402	.0063	.1563	159.276	6.339
24	28.625	.0349	.0054	.1554	184.168	6.434
25	32.919	.0304	.0047	.1547	212.793	6.464
26	37.857	.0264	.0041	.1541	245.712	6.491
27	43.535	.0230	.0035	.1535	283.569	6.514
28	50.066	.0200	.0031	.1531	327.104	6.534
29	57.575	.0174	.0027	.1527	377.170	6.551
30	66.212	.0151	.0023	.1523	434.745	6.566
31	76.144	.0131	.0020	.1520	500.957	6.579
32	87.565	.0114	.0017	.1517	577.100	6.591
33	100.700	.0099	.0015	.1515	664.666	6.600
34	115.805	.0086	.0013	.1513	765.365	6.609
35	133.176	.0075	.0011	.1511	881.170	6.617
40	267.864	.0037	.0006	.1506	1779.090	6.642
45	538.769	.0019	.0003	.1503	3585.128	6.654
50	1083.657	.0009	.0001	.1501	7217.716	6.661
55	2179.622	.0005	.0001	.1501	14524.148	6.664
60	4383.999	.0002		.1500	29219.992	6.665
65	8817.787	.0001		.1500	58178.583	6.666
70	17735.720	.0001		.1500	118231.467	6.666
75	35672.868			.1500	237812.453	6.666
80	71750.879			.1500	479332.529	6.667
85	144316.647			.1500	962104.313	6.667
90	290272.325			.1500	1935142.168	6.667
95	583841.328			.1500	3892268.851	6.667
100	1174313.451			.1500	7818749.671	6.667

### **LAMPIRAN 3**

BEBAN TETAP

JOINTS	AS	NORMAL (kg)	Mx (kg m)	My (kg m)	POER (kg)	TB&WALL (kg)	TIANG ADA
	1 A	--	--	--	--	--	--
31	1 B	129800.00	2354.00	2321.00	5873.00	12020.00	3
23	1 C	224000.00	642.40	5839.00	9600.00	7455.00	4
17	1 D	219900.00	232.40	4000.00	9600.00	10370.00	4
10	1 E	230800.00	44.68	5077.00	9600.00	10370.00	4
1	1 F	128800.00	2718.00	2331.00	5873.00	10370.00	3
43	2 A	21700.00	5303.00	2642.00	2400.00	3494.00	1
32	2 B	276900.00	316.60	735.50	9600.00	16514.00	4
24	2 C	366100.00	300.50	426.60	19500.00	21002.00	5
18	2 D	385000.00	280.70	1543.00	19968.00	15752.00	6
11	2 E	387700.00	1515.00	1262.00	19968.00	14716.00	6
2	2 F	226200.00	5876.00	394.10	9600.00	10370.00	4
38	2'A'	12030.00	1535.00	858.30	2400.00	5772.00	1
30	2'B'	147000.00	5928.00	4954.00	19968.00	8738.00	6
44	3 A	39560.00	8877.00	1354.00	2400.00	10370.00	1
39	3 A'	22940.00	738.10	734.10	2400.00	7548.00	1
33	3 B	134000.00	4254.00	465.40	5873.00	9925.00	3
25	3 C	107000.00	8410.00	325.00	4800.00	11547.00	2
	3 D	--	--	--	--	--	--
12	3 E	382300.00	717.10	501.20	19968.00	7268.00	6
3	3 F	230700.00	4949.00	753.20	9600.00	7548.00	4
45	4 A	37310.00	8889.00	738.00	2400.00	10370.00	1
40	4 A'	25990.00	689.90	32.78	2400.00	7548.00	1
34	4 B	138200.00	3310.00	179.90	5873.00	7268.00	3
26	4 C	120300.00	2392.00	2762.00	5873.00	9539.00	3
19	4 D	108300.00	770.10	3010.00	4800.00	5242.00	2
13	4 E	363000.00	1413.00	93.81	19500.00	11230.00	5
4	4 F	226300.00	4300.00	995.50	9600.00	11230.00	4
16	4'D'	133400.00	8321.00	7184.00	19968.00	8738.00	6
46	5 A	39380.00	8624.00	45.71	2400.00	10370.00	1
41	5 A'	24170.00	727.30	2298.00	2400.00	7548.00	1
35	5 B	141900.00	2862.00	3243.00	5873.00	7268.00	3
27	5 C	147800.00	636.20	3629.00	5873.00	14468.00	3
20	5 D	139000.00	1805.00	4358.00	5873.00	14468.00	3
14	5 E	268900.00	2672.00	1391.00	9600.00	16514.00	4
5	5 F	143000.00	2269.00	2018.00	5873.00	11230.00	3
42	5'A'	10350.00	1077.00	1440.00	2400.00	5772.00	1
36	5'B'	24900.00	1306.00	1122.00	2400.00	7548.00	1
28	5'C'	26240.00	400.70	936.50	2400.00	7548.00	1
21	5'D'	27990.00	1180.00	850.30	2400.00	7548.00	1
47	6 A	20920.00	3954.00	4171.00	2400.00	3494.00	1
37	6 B	39380.00	213.70	8729.00	2400.00	10370.00	1
29	6 C	36850.00	498.50	8611.00	2400.00	12789.00	1
22	6 D	39080.00	1015.00	8615.00	2400.00	12789.00	1
15	6 E	33220.00	341.60	2501.00	2400.00	3494.00	1
	6 F	--	--	--	--	--	--
6	1 LIFT	40350.00	163.20	114.40	2400.00	1800.00	1
7	2 LIFT	51600.00	130.40	85.76	2400.00	1800.00	1
8	3 LIFT	56190.00	36.90	85.08	2400.00	1800.00	1
9	4 LIFT	58600.00	69.75	115.00	2400.00	1800.00	1

BEBAN KOLOM BANGUNAN REKTORAT A DAN B

BEBAN SEMENTARA

JOINTS	AS	NORMAL (kg)	Mx (kg m)	My (kg m)	POER (kg)	TR&WALL (kg)	TIANG ADA
	1 A	--	--	--	--	--	--
31	1 B	98510.00	25890.00	15380.00	5873.00	12020.00	3
23	1 C	196600.00	32210.00	21220.00	9600.00	7455.00	4
17	1 D	191800.00	31580.00	23420.00	9600.00	10370.00	4
10	1 E	203500.00	31610.00	28900.00	9600.00	10370.00	4
1	1 F	91920.00	30880.00	31220.00	5873.00	10370.00	3
43	2 A	16890.00	18010.00	15450.00	2400.00	3494.00	1
32	2 B	250300.00	26960.00	19930.00	9600.00	16514.00	4
24	2 C	342300.00	27000.00	21170.00	19500.00	21002.00	5
18	2 D	353700.00	26330.00	21060.00	19968.00	15752.00	6
11	2 E	376600.00	24690.00	25560.00	19968.00	14716.00	6
2	2 F	199000.00	29190.00	31930.00	9600.00	10370.00	4
38	2'A'	9230.00	3974.00	10730.00	2400.00	5772.00	1
30	2'B'	117600.00	84890.00	77820.00	19968.00	8738.00	6
44	3 A	34980.00	10360.00	13700.00	2400.00	10370.00	1
39	3 A'	17470.00	4391.00	11620.00	2400.00	7548.00	1
33	3 B	119600.00	20460.00	19050.00	5873.00	9925.00	3
25	3 C	90120.00	30640.00	20830.00	4800.00	11547.00	2
X	3 D	--	--	--	--	--	--
12	3 E	351400.00	18580.00	26130.00	19968.00	7268.00	6
3	3 F	202700.00	24090.00	32820.00	9600.00	7548.00	4
45	4 A	33630.00	7500.00	13890.00	2400.00	10370.00	1
40	4 A'	21960.00	3663.00	10380.00	2400.00	7548.00	1
34	4 B	134200.00	17370.00	18290.00	5873.00	7268.00	3
26	4 C	116600.00	23150.00	23220.00	5873.00	9539.00	3
19	4 D	92200.00	22460.00	30060.00	4800.00	5242.00	2
13	4 E	349100.00	22760.00	26630.00	19500.00	11230.00	5
4	4 F	199600.00	19870.00	31350.00	9600.00	11230.00	4
16	4'D'	109000.00	82220.00	77100.00	19968.00	8738.00	6
46	5 A	36360.00	5757.00	14910.00	2400.00	10370.00	1
41	5 A'	21430.00	3092.00	8628.00	2400.00	7548.00	1
35	5 B	138300.00	15670.00	14740.00	5873.00	7268.00	3
27	5 C	143800.00	19270.00	16740.00	5873.00	14468.00	3
20	5 D	124400.00	21080.00	20160.00	5873.00	14468.00	3
14	5 E	247100.00	21880.00	30500.00	9600.00	16514.00	4
5	5 F	112200.00	16110.00	26940.00	5873.00	11230.00	3
42	5'A'	5530.72	9094.21	8423.76	2400.00	5772.00	1
36	5'B'	22230.00	9941.00	2628.00	2400.00	7548.00	1
28	5'C'	22130.00	11150.00	3382.00	2400.00	7548.00	1
21	5'D'	23670.00	9391.00	4301.00	2400.00	7548.00	1
47	6 A	16520.00	9271.00	8917.00	2400.00	3494.00	1
37	6 B	35360.00	15330.00	5615.00	2400.00	10370.00	1
29	6 C	33150.00	14290.00	7800.00	2400.00	12789.00	1
22	6 D	34590.00	14210.00	10650.00	2400.00	12789.00	1
15	6 E	22030.00	14620.00	23980.00	2400.00	3494.00	1
	6 F	--	--	--	--	--	--
6	1 LIFT	15100.00	2240.00	3936.00	2400.00	1800.00	1
7	2 LIFT	29750.00	2116.00	3738.00	2400.00	1800.00	1
8	3 LIFT	34260.00	2042.00	3667.00	2400.00	1800.00	1
9	4 LIFT	32970.00	1919.00	3469.00	2400.00	1800.00	1

## **LAMPIRAN 4**

PARAMETER KRITERIA DISAIN PONDASI

Nomor	Parameter Kriteria Disain Pondasi	Level Urutan Pentingnya
1	Biaya	1
2	Daya dukung	2
3	Waktu pelaksanaan	3
4	Kemungkinan diterapkan	4
5	Kemudahan Pelaksanaan	5
6	Pabrikasi	6
7	Sarana Kerja	7
8	Teknologi	8

## PARAMETER KRITERIA DISAIN PONDASI

Nomor	Parameter Kriteria Disain Pondasi	Level Urutan Pentingnya
1	Biaya	1
2	Daya dukung	2
3	Waktu pelaksanaan	4
4	Kemungkinan diterapkan	5
5	Kemudahan Pelaksanaan	3
6	Pabrikasi	6
7	Sarana Kerja	7
8	Teknologi	8



## PARAMETER KRITERIA DISAIN PONDASI

Nomor	Parameter Kriteria Disain Pondasi	Level Urutan Pentingnya
1	Biaya	1
2	Daya dukung	3
3	Waktu pelaksanaan	2
4	Kemungkinan diterapkan	4
5	Kemudahan Pelaksanaan	5
6	Pabrikasi	7
7	Sarana Kerja	6
8	Teknologi	8



## PARAMETER KRITERIA DISAIN PONDASI

Nomor	Parameter Kriteria Disain Pondasi	Level Urutan Pentingnya
1	Biaya	2
2	Daya dukung	1
3	Waktu pelaksanaan	3
4	Kemungkinan diterapkan	5
5	Kemudahan Pelaksanaan	4
6	Pabrikasi	6
7	Sarana Kerja	7
8	Teknologi	8

### PARAMETER KRITERIA DISAIN PONDASI

Nomor	Parameter Kriteria Disain Pondasi	Level Urutan Pentingnya
1	Biaya	1
2	Daya dukung	2
3	Waktu pelaksanaan	3
4	Kemungkinan diterapkan	4
5	Kemudahan Pelaksanaan	5
6	Pabrikasi	6
7	Sarana Kerja	7
8	Teknologi	8

### PARAMETER KRITERIA DISAIN PONDASI

Nomor	Parameter Kriteria Disain Pondasi	Level Urutan Pentingnya
1	Biaya	1
2	Daya dukung	3
3	Waktu pelaksanaan	2
4	Kemungkinan diterapkan	4
5	Kemudahan Pelaksanaan	5
6	Pabrikasi	7
7	Sarana Kerja	6
8	Teknologi	8

## PARAMETER KRITERIA DISAIN PONDASI

Nomor	Parameter Kriteria Disain Pondasi	Level Urutan Pentingnya
1	Biaya	1
2	Daya dukung	2
3	Waktu pelaksanaan	3
4	Kemungkinan diterapkan	6
5	Kemudahan Pelaksanaan	5
6	Pabrikasi	4
7	Sarana Kerja	7
8	Teknologi	8

PARAMETER KRITERIA DISAIN PONDASI

Nomor	Parameter Kriteria Disain Pondasi	Level Urutan Pentingnya
1	Biaya	1
2	Daya dukung	3
3	Waktu pelaksanaan	2
4	Kemungkinan diterapkan	4
5	Kemudahan Pelaksanaan	5
6	Pabrikasi	8
7	Sarana Kerja	6
8	Teknologi	7

Perhitungan parameter kriteria

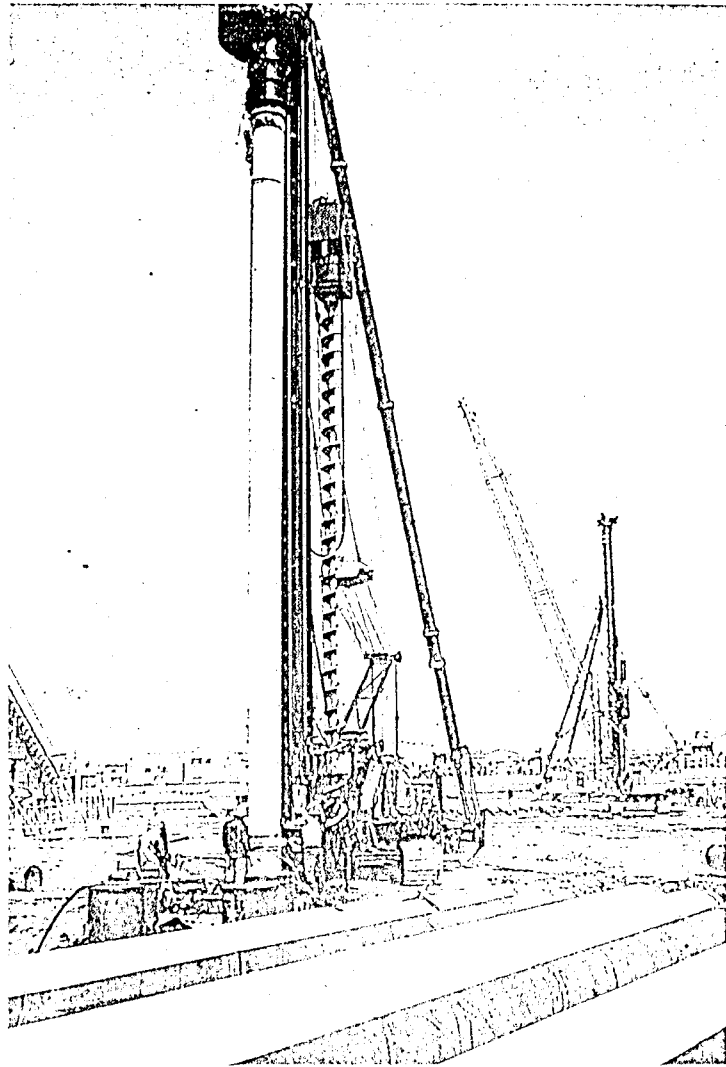
PARAMETER ke	1	2	3	4	5	6	7	8
Biaya	1	1	1	2	1	1	1	1
Daya dukung	2	2	3	1	2	3	2	3
Waktu pelaksanaan	3	4	2	3	3	2	3	2
Kemungkinan diterapkan	4	5	4	5	4	4	6	4
Kemudahan pelaksanaan	5	3	5	4	5	5	5	5
Pabrikasi	6	6	7	6	6	7	4	8
Sarana kerja	7	7	6	7	7	6	7	6
Teknologi	8	8	8	8	8	8	8	7

\*)nilai rangking : 1 = 8, 2 = 7, 3 = 6, 4 = 5, 5 = 4, 6 = 3, 7=2, 8 =1

Biaya	8	8	8	7	8	8	8	8	$\Sigma = 63$
Daya dukung	7	7	6	8	7	6	7	6	$\Sigma = 54$
Waktu pelaksanaan	6	5	7	6	6	7	6	7	$\Sigma = 50$
Kemungkinan diterapkan	5	4	5	4	5	5	3	5	$\Sigma = 36$
Kemudahan pelaksanaan	4	6	4	5	4	4	4	4	$\Sigma = 35$
Pabrikasi	3	3	2	3	3	2	5	1	$\Sigma = 22$
Sarana kerja	2	2	3	2	2	3	2	3	$\Sigma = 19$
Teknologi	1	1	1	1	1	1	1	2	$\Sigma = 9$

## **LAMPIRAN 5**

RECEIVED  
27 OCT 1979  
LIBRARY

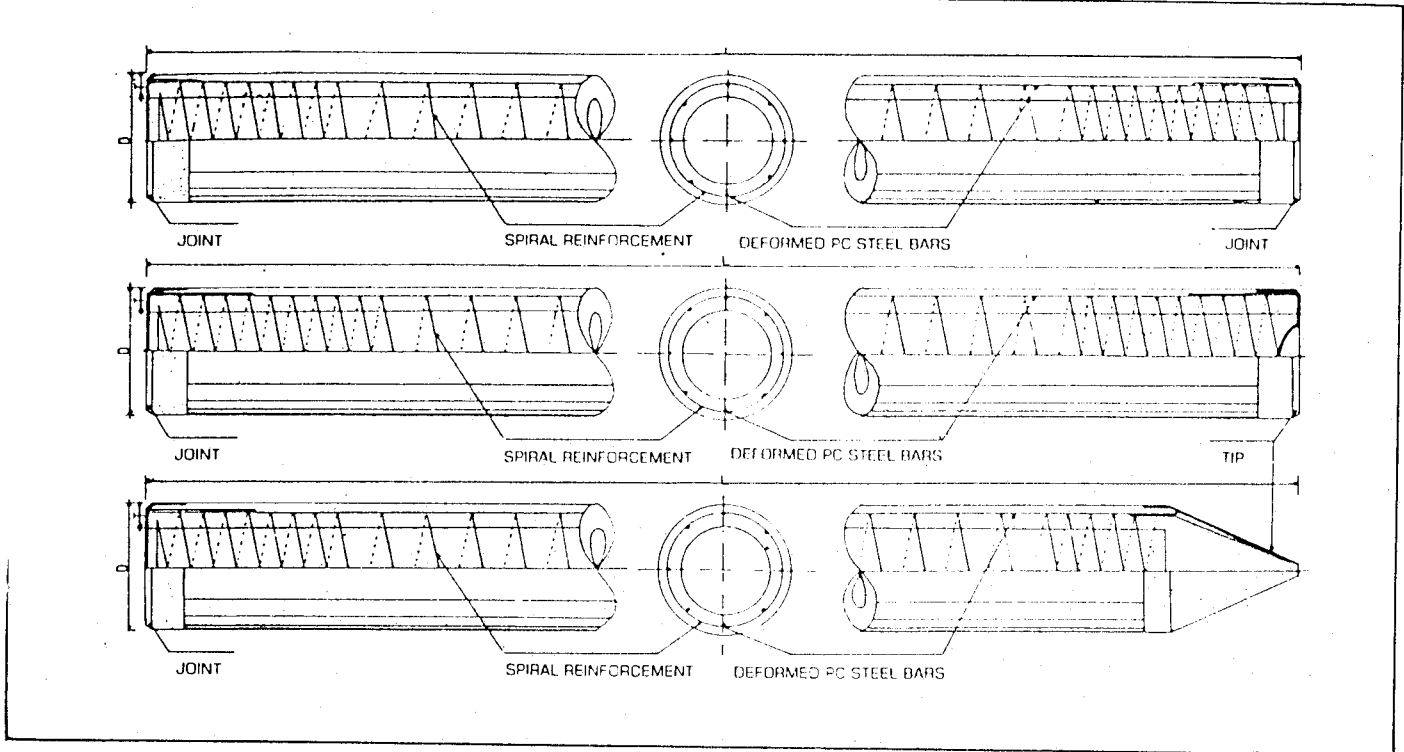


**JAYADAIDO**

MANUFACTURE AND SALE OF CONCRETE PC PILE AND PILING CONTRACTOR



# INSTRUCTION OF P.C. PILES (Standard JIS A 5335, BS 8004, ACI 543)



Bearing Capacity determined by the material.

Concrete strength 500kg/cm<sup>2</sup>.

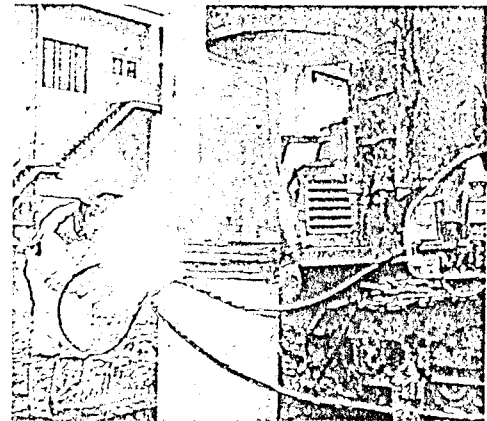
Effective prestress 40 kg/cm<sup>2</sup>.

Concrete allowable stress,

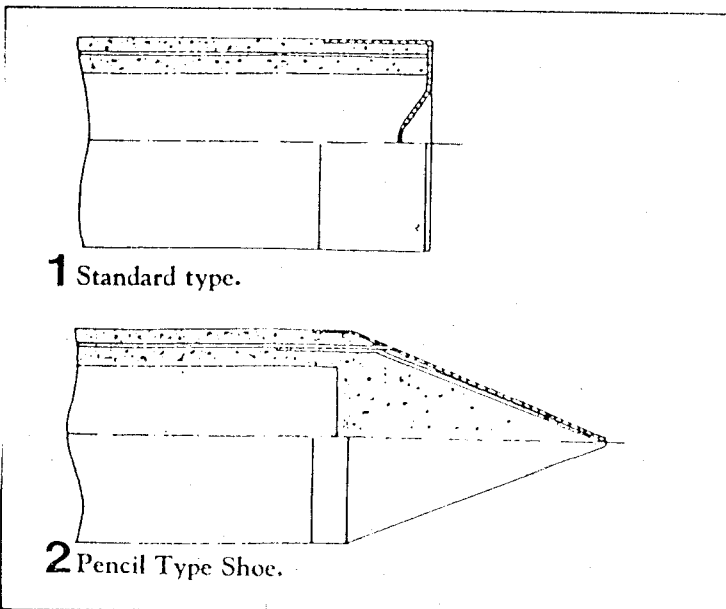
\* According to ACI 543 :  $0,33 \times 500 - 0,27 \times 40 = 154 \text{ kg/cm}^2$

Outside Diameter m/m	Thickness m/m	Cross Sectional area (cm <sup>2</sup> )	Bearing Capacity (Ton)
300	60	452,4	70
350	65	582,0	90
400	75	765,8	118
450	80	929,9	143
500	90	1.159,0	178
600	100	1.570,8	242

## WELDED JOINT

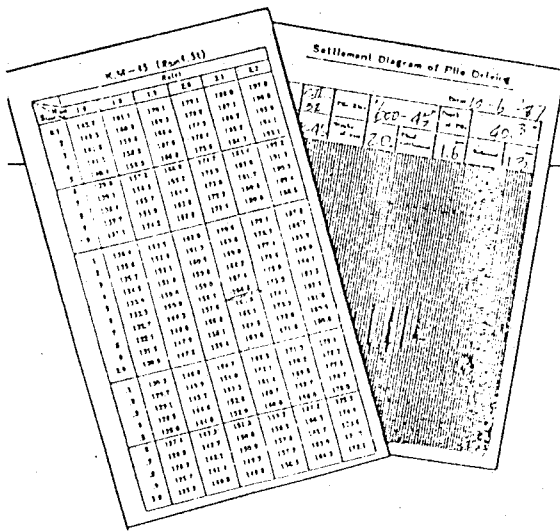
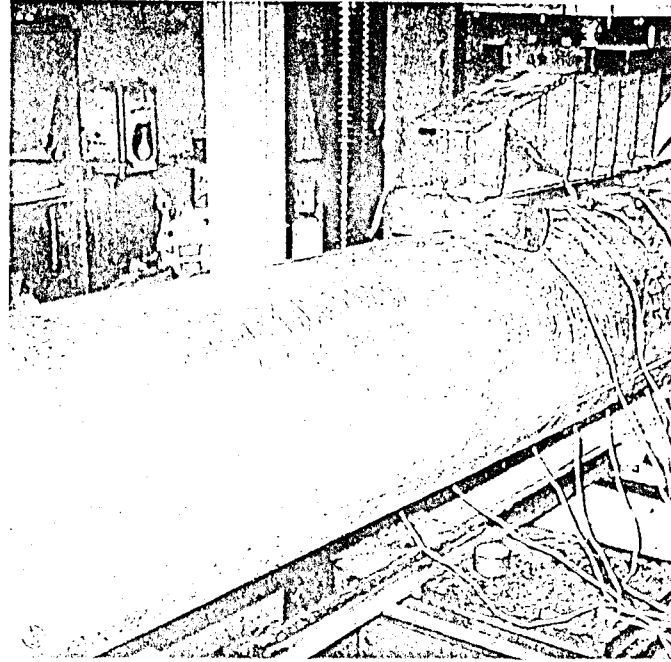


## TYPE OF SHOES (TIPS)



## NT FACILITIES

ITEM	DESCRIPTION
SITE AREA	45.000 m <sup>2</sup>
FACTORY AREA	4.200 m <sup>2</sup>
BATCHING PLANT	NIKKO. Capacity 60 m <sup>3</sup> /m
W.C PILE FACTORY	200 ton/day/shift
LABORATORY & TESTING EQUIPMENT	1 set
TRUCK CRANE	16 t      2 Units
LONG BODY TRUCK/TRAILER	20 t      2 Units
WHEEL LOADER	1.5 m <sup>3</sup> 1 Unit
FORK LIFT	5 t      1 Unit
BOILER	31/hr.      1 Unit
REPAIR SHOP EQUIPMENT	1 set
AUTOCLAVE	1 set
DRIVING & AUGER m/c	1 set



## BEARING CAPACITY BY DINAMIC FORMULA

According to the Ministry of Construction in Japan

$$R_a = \frac{2 WH}{5 S + 0.1} \quad (\text{Diesel pile hammer})$$

$R_a$  : Allowable bearing capacity (ton)

$W$  : Weight of ram (ton)

$H$  : Stroke of ram (m)

$S$  : Final settlement of pile (m)

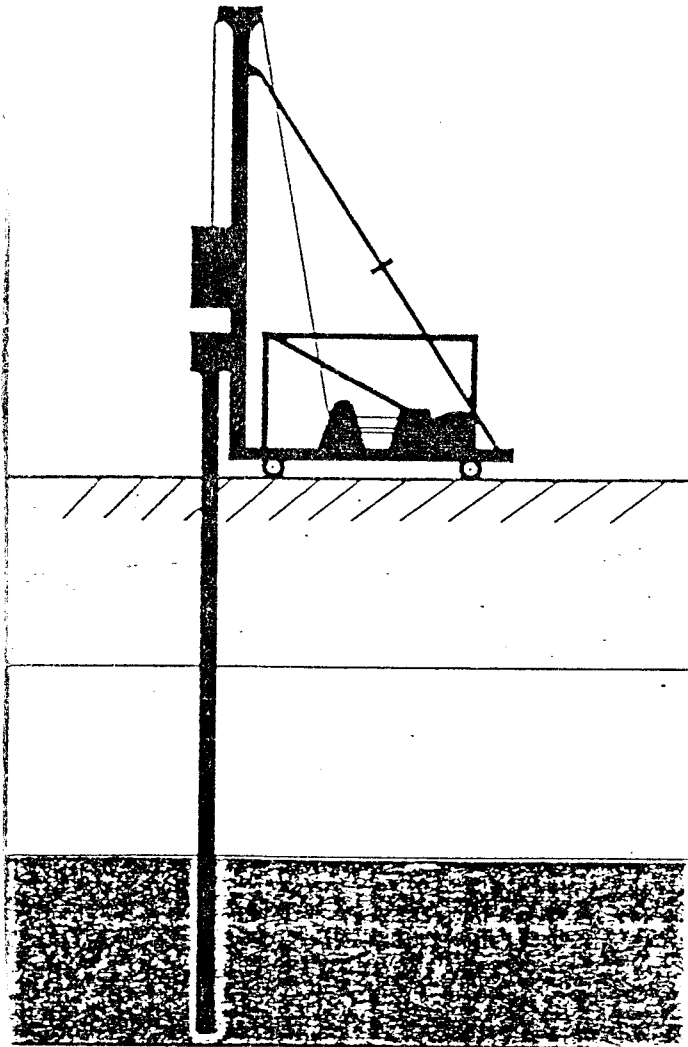
## BRANCH/SISTER COMPANY

MIDO CONCRETE CO. LTD  
 JDAN FUJI BLDG.  
 No. 4, KANDA JIMBO-CHO, 2-CHOME,  
 HIYODA-KU, TOKYO, JAPAN 101  
 TEL : 03 (3265) 7345  
 FAX : 03 (3265) 2700  
 TEL : 232 409 DAICON J

PT. JAYA BETON INDONESIA  
 JL. KEJAKSAAN No. 5 C-D  
 MEDAN, NORTH SUMATRA  
 TEL : (061) 516321  
 FAX : (061) 516321

PT. JAYA SENTRIKON INDONESIA  
 JL. RASUNA SAID No. 91  
 PADANG, WEST SUMATRA  
 TEL : (0751) 28692  
 FAX : (0751) 28990

# MF32 MINI FRANKI PILE



Following the success of the Mini Franki Pile MF28 (a triangle pile with sides of 28 cm) and a bearing capacity of 25 ton, P.T. FRANKI-PILE INDONESIA now introduces a slightly larger Mini Franki Pile which we called MF32.

This new pile is also of triangular shape but with sides of 32 cm and a bearing capacity of 40 ton.

P.T. FRANKIPILE INDONESIA is of the opinion that this new pile if required, combined with the MF28 type can lead to a more efficient design of the foundation of structures up to 5 storeys.

This brochures introduces the MF32 Mini Pile.

*P. Yayan*

P.T. FRANKIPILE INDONESIA  
JL. PROF. MOH. YAMIN NO. 60  
JAKARTA



*Harga W/pemakaian*

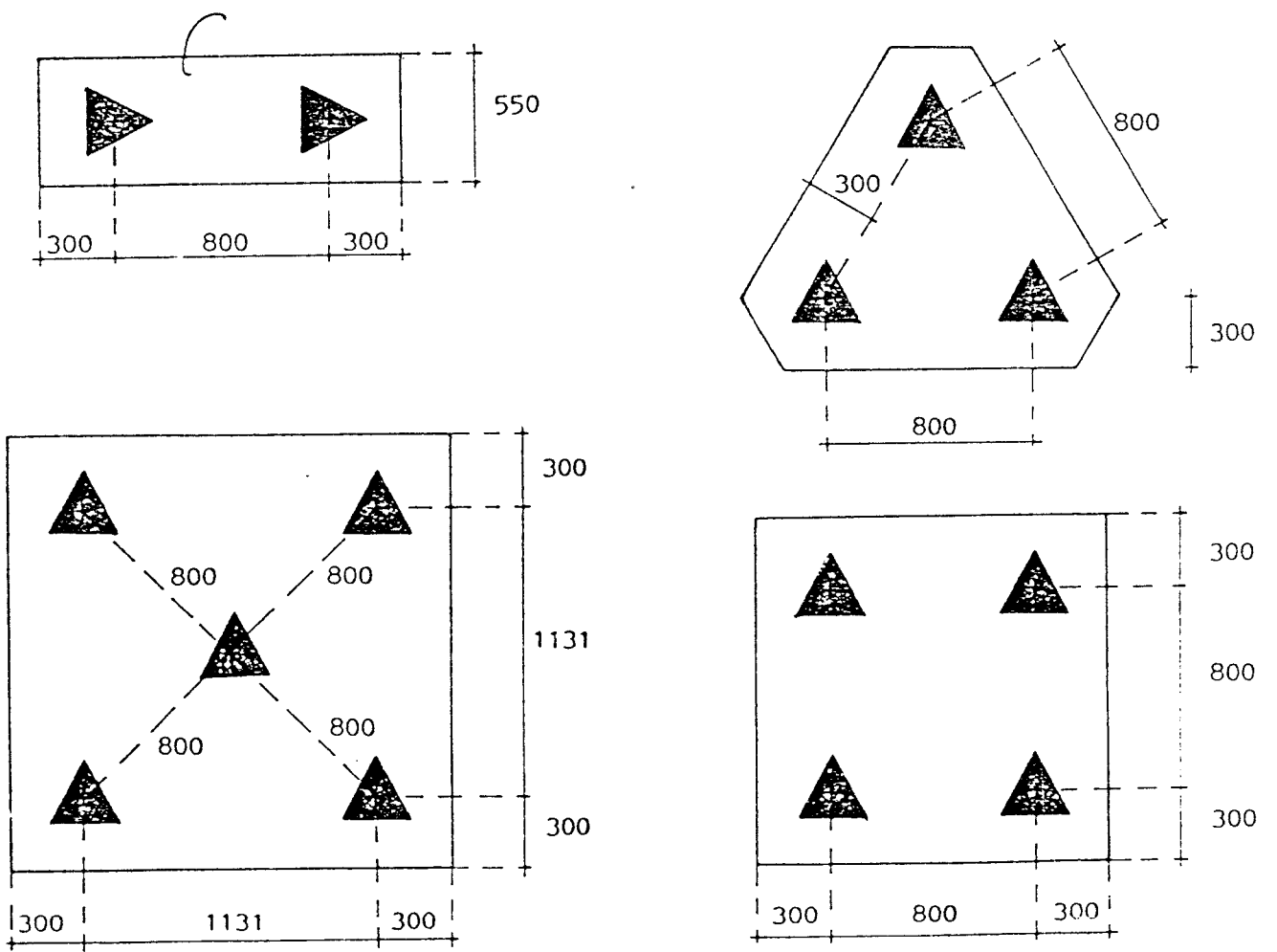
RECOMMENDED MAXIMUM SAFE WORKING LOAD OF MINI FRANKI PILE			
TYPE	SIZE	COMPRESSION	TENSION
MF-28 MINI FRANKI PILE	28 × 28 × 28	25 TON	5 TON
MF-32 MINI FRANKI PILE	32 × 32 × 32	40 TON	5 TON

*28.000 / m*  
*35 / m*

*33.000 / m*  
*00*

*Dr. Dedy. Mini pile*

RECOMMENDED LAYOUT FOR MF-32 MINI FRANKI PILE IN GROUP





the  
complete foundation  
specialists

part of

---

**FRANKI**  
INTERNATIONAL

---

FOR FURTHER INFORMATION, PLEASE CONTACT :

**P.T. FRANKIPILE INDONESIA**

Jl. Prof. Moh. Yamin No. 60

Jakarta 10310 – Indonesia

Telephone : 334669 - 330880 - 333352

Telex : 61223 FRANKI JKT.

Fax : 320367

Cables : "INDOPILE"

Price List : **Piled On Site**

File type : Standard

Driven Heavy D 500 mm (Bearing Capacity 100 T): Rp 80.000,00/m'

File Type : Mini Pile

MF 32 size (32x32x32) Bearing Capacity 40 T : Rp. 33.000,00/m'

\*note : Price Allowed with Site Condition

Issued  
November 1996

# 6 FRANKI

## BASIC INFORMATION

### Basic Information

FOR FOUNDATION DESIGN USING "FRANKI" CAST IN-SITU PILES

TABLE A - STANDARD SIZES OF FRANKI CAST-IN-SITU PILES

PILE TYPE	IMPERIAL		METRIC				
	Tube Dia. ins.	Finished Pile Dia. ins.	Pile Tube Diameter		Finished Pile Diameter mm	Nominal Pile Load kN	Max. Pile Load kN
			Soft Conversion mm	Hard Conversion mm			
Driven Light	14	14 - 15	356	350	350 - 375	400	500
Driven Medium	16	16 - 18	406	400	400 - 450	600	700
Driven Intermediate	18	18 - 20	457	450	456 - 500	750	900
Driven Heavy	20	20 - 22	508	500	500 - 550	1000	1200
Driven Super Heavy	22	23 - 25	559	550	575 - 625	1200	1400
Bored Medium	16	16 - 18	406	400	400 - 450	400	600
Bored Heavy	20	20 - 22	508	500	500 - 550	600	750

### Standard Pile Caps

#### BASIS OF DESIGN

These pile caps have been designed in accordance with AS CA2-1973 on the following basis:-

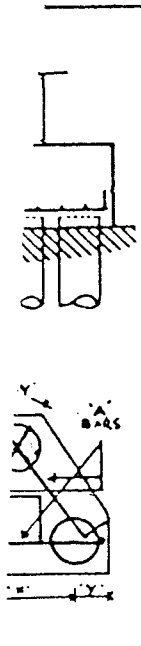
- (1) Concrete  $F_c = 20$  MPa unless shown otherwise in tables.
- (2) Cold Worked Deformed Bar reinforcement -  $F_s = 200$  MPa.
- (3) Minimum clear cover of 60mm of concrete to reinforcement.
- (4) Pile set 50mm into pile cap.
- (5) Pile cap will accommodate pile being 75mm out of position in any direction.
- (6) Caps designed for square columns or pedestals as tabulated (if this size is varied, cap should be checked).

#### LATERAL LOADS

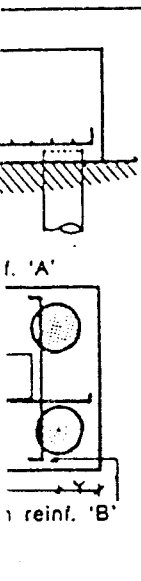
Modification to sizes and reinforcement may be required when substantial lateral loads are applied to the pile cap.

Small lateral forces can normally be resisted by vertical piles. Substantial lateral forces may require the use of raking piles.

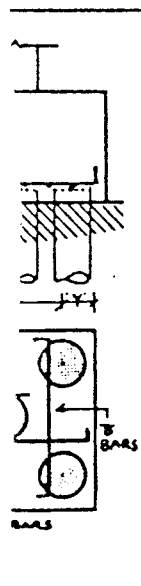
2 PILES	Pile Loads	Tonnes	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140
		kN		400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
	Col. Loads	Tonnes	78	98	117	137	156	176	195	215	223	273
	kN		765	960	1150	1340	1530	1730	1910	2110	2280	2680
	Min. Col. Size	(mm x mm)	300	325	350	375	400	425	450	450	475	550
	Min. Pile Dia.	(mm)	900	900	1050	1050	1200	1350	1350	1350	1650	1650
	Cap. Overhang	(mm)	300	300	350	350	350	350	350	350	400	400
	Depth 'D'	(mm)	350	350	1000	1000	1100	1250	1300	1400	1500	1650
	Main Reinf.		5C20	6C20	7C20	8C20	6C24	7C24	7C24	8C24	10C24	10C24
	Cross Rods		6C12	6C12	6C12	6C12	6C12	5C16	5C16	5C16	5C16	5C16
	Pile Cap Mass (tonne)		1.24	1.54	2.04	2.34	3.50	4.32	4.49	4.82	6.50	7.15
	Reinf. Mass (kg)		26.2	31.6	39.6	45.4	62.7	77.7	77.7	88.2	125	125
	Concrete $F_c$ (MPa)		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Concrete Vol. (m <sup>3</sup> )		0.765	0.765	1.23	1.23	1.46	1.80	1.87	2.01	2.71	2.98
	Shutter Area (m <sup>2</sup> )		3.58	3.58	4.90	4.90	5.72	6.88	7.16	7.70	9.46	10.4



Pile Loads (Tonnes)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140
Col. Loads (Tonnes)	117	147	176	205	234	263	293	322	348	407
Min. Col. Size (mm x mm)	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
X' Min. Pile Cts. (mm)	900	900	1050	1050	1200	1350	1350	1350	1650	1650
Y' Cap. Overhang (mm)	300	300	350	350	350	350	350	350	400	400
Depth 'D' (mm)	750	800	900	1000	1100	1150	1150	1300	1350	1450
Main Reinf. (per band)	4C20	4C20	5C20	5C20	6C20	5C24	5C24	5C24	6C24	7C24
Cross Rods (per band)	3C12	3C16	3C16	3C16	3C16	3C20	3C20	3C20	3C20	3C20
Pile Cap Mass (tonnes)	270	288	442	490	617	734	734	830	122	135
Reinf. Mass (kg)	640	677	895	896	1120	1730	1730	1730	2250	2600
Concrete Vol. (m <sup>3</sup> )	1.13	1.20	1.84	2.04	2.57	3.06	3.06	3.46	3.08	5.45
Shutter Area (m <sup>2</sup> )	3.69	3.94	5.17	5.74	6.81	7.64	7.64	8.63	10.7	11.5



Pile Loads (Tonnes)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140
Col. Loads (Tonnes)	155	195	232	272	309	346	385	425	458	536
Min. Col. Size (mm x mm)	400	450	475	525	550	575	600	650	675	725
X' Min. Pile Cts. (mm)	900	900	1050	1050	1200	1350	1350	1350	1650	1650
Y' Cap. Overhang (mm)	300	300	350	350	350	350	350	350	400	400
Depth 'D' (mm)	850	950	1100	1150	1250	1350	1450	1500	1550	1650
Main Reinf. 'A' & 'B'	8C20	9C20	11C20	11C20	9C24	11C24	12C24	12C24	11C28	12C28
Pile Cap Mass (tonnes)	458	514	809	845	108	136	146	151	223	238
Reinf. Mass (kg)	789	888	117	117	79	230	251	251	409	447
Concrete Vol. (m <sup>3</sup> )	1.91	2.14	3.37	3.52	4.51	5.67	6.09	6.30	9.30	9.90
Shutter Area (m <sup>2</sup> )	5.10	5.70	7.70	8.05	9.50	11.02	11.9	12.3	15.2	16.2



Pile Loads (Tonnes)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140
Col. Loads (Tonnes)	193	243	290	338	384	430	478	527	567	654
Min. Col. Size (mm x mm)	450	500	550	575	600	650	675	700	725	800
X' Min. Pile Cts. (mm)	1300	1300	1500	1500	1700	1950	1950	1950	2350	2350
Y' Cap. Overhang (mm)	300	300	350	350	350	350	350	350	400	400
Depth 'D' (mm)	800	850	950	1050	1150	1200	1300	1350	1400	1500
Main Reinf. 'A' & 'B'	6C24	8C24	10C24	11C24	14C24	12C28	12C28	13C28	16C28	17C28
Pile Cap Mass (tonnes)	694	777	1077	1227	159	202	219	228	333	357
Reinf. Mass (kg)	185	185	220	242	328	481	481	522	706	749
Concrete Vol. (m <sup>3</sup> )	2.89	3.07	4.45	5.08	6.62	8.43	9.13	9.48	13.9	14.5
Shutter Area (m <sup>2</sup> )	5.08	6.46	8.36	9.24	11.04	12.7	13.8	14.3	17.6	18.9

beyond centreline of piles, including 90° bend, for total embedment of C20 – 550mm C24 – 800mm C28 – 1100mm



**6 PILES**

Pile Loads (Tonnes)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140
LN	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400
Col. Loads (Tonnes)	232	291	346	404	460	515	574	632	678	792
LN	2280	2850	3390	3950	4510	5050	5630	6200	6650	770
Min. Col. Size (mm x mm)	475	550	575	600	675	700	725	750	800	850
Min. Pile Cts. (mm)	900	900	1050	1050	1200	1350	1350	1350	1650	1650
Cap Overhang (mm)	300	300	350	350	350	350	350	350	400	400
Depth 'D' (mm)	900	1000	1100	1250	1300	1350	1450	1550	1600	1800
Main Reinf. 'A' & 'B'	11C20	12C20	11C24	12C24	14C24	16C24	17C24	18C24	16C28	17C28
Pile Cap Mass (tonne)	8.33	9.24	13.9	15.7	19.8	24.5	26.4	28.3	42.2	47.5
Reinf. Mass (kg)	121	132	265	289	362	444	472	497	773	822
Concrete Vol. (m <sup>3</sup> )	3.47	3.85	5.78	6.56	8.27	10.2	11.0	11.8	17.6	19.8
Shutter Area (m <sup>2</sup> )	6.73	7.48	9.60	10.9	12.5	14.2	15.2	16.3	20.2	22.0

**7 PILE**

Pile Loads (Tonnes)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140
kN	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400
Col. Loads (Tonnes)	270	339	403	472	541	607	675	744	797	935
kN	2650	3330	3950	4630	5310	5950	6620	7300	7820	9170
Min. Col. Size (mm x mm)	525	575	600	625	700	725	800	825	825	925
Min. Pile Cts. (mm)	900	900	1050	1050	1200	1350	1350	1350	1650	1650
Cap Overhang (mm)	300	300	350	350	350	350	350	350	400	400
Depth 'D' (mm)	1000	1150	1300	1400	1600	1650	1700	1800	1900	2100
Depth 'D' (mm)					550	600	600	600	550	500
Pedestal Width 'B' (mm)					1350	1500	1500	1500	1650	1650
Main Reinf. 'A'	10C20	11C20	14C20	15C20	12C24	14C24	14C24	14C24	19C24	20C24
Incl. pedestal 'B'	11C20	12C20	15C20	16C20	17C24	14C24	14C24	14C24	20C24	21C24
Pile Cap Mass (tonne)	9.70	11.1	17.1	18.5	18.5	23.4	24.5	26.4	42.5	45.1
Reinf. Mass (kg)	132	145	200	214	302	376	376	376	589	621
Concrete Vol. (m <sup>3</sup> )	4.04	4.84	7.1	7.69	7.69	9.75	10.2	11.0	17.7	18.8
Shutter Area (m <sup>2</sup> )	7.47	8.59	11.3	12.2	12.6	14.7	15.2	16.2	21.3	22.3

**TABLE B**  
UNIVERSAL BEARING PILES  
DIMENSIONS AND PROPERTIES

Serial Size	Mass per Metre	Depth of Section D	Width of Section B		Thickness		Root Radius r	Depth between flanges d	Radius D	Area of Section	Moment of Inertia		Radius of Gyration		Elastic Modulus		Design Load Capacity
			Flange T	Web t	mm <sup>4</sup> x 10 <sup>6</sup>	mm <sup>4</sup> x 10 <sup>6</sup>					mm	mm	mm <sup>2</sup> x 10 <sup>3</sup>	mm <sup>2</sup> x 10 <sup>3</sup>	LN		
PARALLEL FLANGE SECTIONS																	
310 UBP	79	298	308	11.1	11.1	15.2	247	27.0	10,000	184	52.9	128	72.6	1100	346	830	
250 UBP	85	254	280	14.3	14.3	12.7	200	17.8	10,800	123	41.9	107	62.3	965	323	890	
	83	247	254	10.6	10.6	12.7	200	23.3	7,970	87.8	29.7	105	61.1	711	232	640	
TAPER FLANGE SECTIONS																	
222	128	232	228	31.98	28.8				16,710	184.0	50.8	96.5	56.4	1311	478	1380	
	141	232	228	44.5	28.8				18,129	184.2	56.2	94.0	55.9	1343	468	1520	

Taper flange sections subject to some variation in dimensions

**TABLE C -- RECOMMENDED DIAMETERS FOR BORED CAISSON PILES**

Recommended Nominal Dia.	mm	800	750	900	1050	1200	1350	1500
Imperial Nominal Dia.	in.	24	30	36	42	48	54	60



# P.T. HUME CONCRETE INDONESIA

Office : Menara Thamrin 16th floor, Jl. M.H. Thamrin Kav. 3  
Jakarta pusat 10340 INDONESIA  
Tel. : 230-3795 (Hunting)  
Fax. : 230-2792

Factory : Cikarang Industrial Estate  
Jl. Jababeka V, Blok G, Cikarang, Bekasi  
Tel. : 893-4024 (Hunting)  
Fax. : 893-4222

---

Listing Price :

type A

Dia : 400 mm menggunakan Hammer K.25/K.35  
Dia : 350 mm menggunakan Hammer K.25

Diameter 400 mm : Rp 50.000,-/m<sup>3</sup> ex.factory  
Diameter 350 mm : Rp 40.000,-/m<sup>3</sup> ex.factory

Instalasi : Dia. 400 mm : Rp 14.000,-/m<sup>3</sup>  
Dia. 350 mm : Rp 15.000,-/m<sup>3</sup>

Mob/demob : tergantung tujuan, biasanya dari factory ke lokasi  
proyek di Jakarta : Rp 3.000.000,-

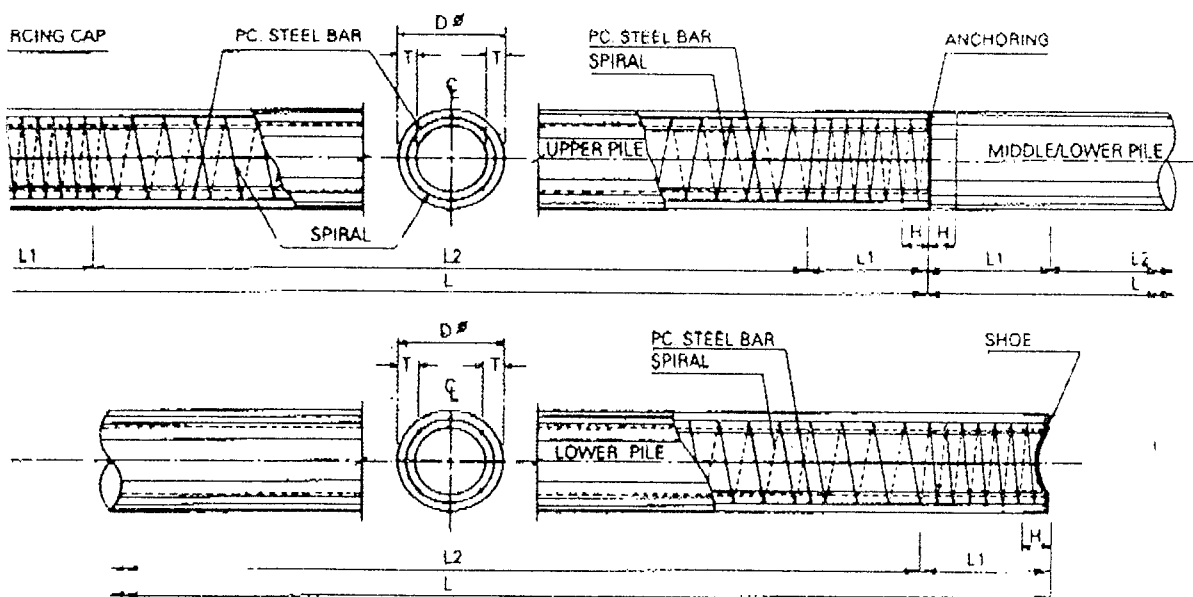


# X PC PILE

1

## Classification and Properties

### Classification of HUMEX PC PILE



Wall Thickness T (mm)	Cross Section Area (cm <sup>2</sup> )	Unit Weight (tf/M)	Standard Length and Reference Weight by Metric Ton								
			7 (m)	8 (m)	9 (m)	10 (m)	11 (m)	12 (m)	13 (m)	14 (m)	15 (m)
60	452	0.118	0.82	0.94	1.06	1.18	1.29	1.41	1.53	-	-
65	582	0.151	1.06	1.21	1.36	1.51	1.66	1.81	1.97	2.12	2.27
75	766	0.199	1.39	1.59	1.79	1.99	2.19	2.39	2.59	2.79	2.98
80	930	0.242	1.69	1.93	2.17	2.42	2.66	2.90	3.14	3.38	3.62
90	1159	0.301	2.11	2.41	2.71	3.01	3.31	3.62	3.92	4.22	4.52
100	1571	0.408	2.86	3.27	3.67	4.08	4.49	4.90	5.31	5.71	6.12

2/4

# X PC PILE

8

## Standard Design Specifications

### Properties of HUMEX PC PILE

Thickness T (mm)	Cross Section Area AC (cm <sup>2</sup> )	Type	Moment of Inertia (cm <sup>4</sup> )	Effective Prestress (kgf/cm <sup>2</sup> )	Allowable Bending Moment (tf-m)	Allowable Bearing Capacity (tf)
60	452	A	35616	48.1	2.5	68
		B	36451	83.0	3.5	62
65	582	A	63845	41.4	3.5	88
		B	65527	82.9	5.0	80
75	766	A	109211	41.6	5.5	116
		B	111716	80.1	7.5	106
80	930	A	170614	41.5	7.5	141
		B	175234	82.2	11.0	129
90	1159	A	261675	41.7	10.5	176
		B	268025	80.0	15.0	161
100	1571	A	522994	41.7	17.0	238
		B	536519	81.4	25.0	218

~ 87.4

~ 119,492

### Bearing Capacity Calculation

Calculation of Bearing Capacity of Pile to AC I 543

= bearing capacity of pile

$$= \frac{1}{3} (\sigma_c - \sigma_p) \times A_c$$

$P_a$  : bearing capacity (tf)

$\sigma_c$  : ultimate strength (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_p$  : effective prestress (kg/cm<sup>2</sup>)

$A_c$  : pile area (cm<sup>2</sup>)

3/4



PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KANWIL/KANCA  
BANK RAKYAT INDONESIA  
YOGYAKARTA

## RENCANA ANGGARAN BIAYA



PT. HOEMAR TJOKRODIATMO  
PERENCANA & KONSULTAN  
JL. BRAWIJAYA V 51 P    KEBAYORAN BARU  
JAKARTA    SELATAN

JENIS PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
<b>PEKERJAAN PENDAHULUAN</b>					
<b>PEKERJAAN BONGKARAN</b>					
Bongkaran bangunan lama dengan memperhatikan material bekas bongkaran yang bisa dimanfaatkan kembali	ls	1,00	60.000.000,00	60.000.000,00	
Pembuangan bekas bongkaran keluar lokasi	ls	1,00	2.500.000,00	2.500.000,00	62.500.000,00
<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					
Perataan tanah dan landscaping	m2	6.088,00	770,00	4.687.760,00	
Pengukuran, uitzet dan bouwplank	m1	761,28	3.396,25	2.585.497,20	
Direksi keet	m2	150,00	35.900,00	5.385.000,00	
Air kerja	ls	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00	
Papan nama proyek	ls	1,00	200.000,00	200.000,00	
Photo Dokumentasi 3 phase colour	ls	1,00	275.000,00	275.000,00	14.133.257,20
<b>PEKERJAAN TANAH DAN PASIR</b>					
Galian tanah basement	m3	6.503,00	3.481,50	22.640.194,50	
Galian tanah pondasi	m3	606,98	3.481,50	2.113.200,87	
Urug tanah peninggian peil dipadatkan + 50 cm	m3	1.360,20	5.995,00	8.154.399,00	
Urug pasir bawah pondasi	m3	213,43	8.635,00	1.842.968,05	
Urug pasir bawah lantai basement	m3	138,01	8.635,00	1.191.716,35	
Urug pasir bawah lantai keramik T :5 cm	m3	254,29	8.635,00	2.195.794,15	
Anti rayap pondasi	m2	1.503,18	4.500,00	6.764.310,00	44.902.582,92
<b>PEKERJAAN STRUKTUR</b>					
<b>PEKERJAAN BETON BERTULANG LANTAI BASEMENT</b>					
Lantai kerja camp 1:3:5 tebal 8 cm	m3	121,66	119.180,60	14.499.511,80	
Pondasi bor pile dia 50 cm	m1	1.036,00	111.141,60	115.142.697,60	
Pondasi bor pile dia 80 cm	m1	700,00	230.790,90	161.553.630,00	
Pondasi poer/peil cup	m3	226,29	329.758,16	74.620.974,03	
Balok sloof 40/80	m3	118,54	464.884,25	55.107.379,00	
Balok sloof 30/80	m3	77,91	472.924,70	36.845.563,38	
Balok sloof 20/80	m3	26,93	465.816,50	12.544.438,35	
Balok sloof 20/60	m3	15,80	415.339,40	6.562.362,52	
Balok sloof 15/30	m3	0,88	492.607,28	433.494,41	
Kolom 63/63	m3	45,73	542.840,61	24.828.674,10	
Kolom 55/55	m3	20,36	591.478,48	12.042.501,85	
Kolom 30/30	m3	1,73	599.245,40	1.036.694,54	
Kolom 20/40	m3	2,05	629.141,75	1.289.740,59	
Kolom 2 x 25/40	m3	1,77	546.378,85	967.080,56	
Kolom 15/30	m3	0,14	476.280,50	66.679,27	
Kolom 15/15	m3	0,29	529.926,38	153.678,65	
Kolom praktis 13/13	m3	3,60	546.393,22	1.967.015,59	
Plat tebal 25 cm	m3	345,03	370.887,60	127.987.348,63	
Plat tebal treatment tebal 25 cm	m3	58,70	370.887,60	21.771.102,12	
Plat tebal 20 cm	m3	172,13	406.526,50	69.975.406,45	
Plat sumpit tebal 20 cm	m3	26,25	406.526,50	10.671.320,63	
Plat tebal kolam 20 cm	m3	14,03	406.526,50	5.703.566,80	
Beton tangga tebal 15 cm	m3	22,90	518.754,50	11.879.478,05	
Beton saluran tebal 20	m3	155,50	406.526,50	63.214.870,75	
Beton saluran tebal 30	m3	33,60	370.887,60	12.461.823,38	
Dipindahkan					843.307.042,99

JENIS PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
<b>m2 Pekerjaan Cetakan Beton Stutwerk</b>					
Salok kayu meranti	m3	0,010	265.000,00	2.650,00	
Multiplek 9mm	lbr	0,347	27.000,00	9.369,00	
Paku	kg	0,200	1.500,00	300,00	
Sewa scaffolding	ls	1,000	3.500,00	3.500,00	
Bahan :				15.819,00	
Upah				2.300,00	18.119,00
Jasa pelaksanaan			18.119,00	1.811,90	1.811,90
<b>Total</b>					<b>19.930,90</b>
<b>100 kg netto Mengerjakan Besi Beton 110 Kg</b>					
Besi Beton	kg	110,000	1.000,00	110.000,00	
Kawatbendrat	kg	2,000	2.000,00	4.000,00	
Bahan :				114.000,00	
Tukang besi	org	4,000	3.750,00	15.000,00	
Pekerja	org	4,000	3.000,00	12.000,00	
Kep.tukang	org	0,360	4.500,00	1.620,00	
Mandor	org	0,038	5.000,00	180,00	
Upah				28.800,00	142.800,00
Jasa pelaksanaan			142.800,00	14.280,00	14.280,00
<b>Total</b>					<b>157.080,00</b>
Biaya Mengerjakan 1 Kg netto Besi Beton	kg	0,010	157.080,00	1.570,80	1.570,80
<b>1ml Beton bertulang utk tiang bor pile dia. 50 cm fcl 20 Mpa</b>					
Casing	ml	1,000	20.000,00	20.000,00	
Besi beton	kg	17,000	1.570,80	26.703,60	
Beton ready mix	m3	0,198	165.500,00	32.438,00	
Upah bor	ls	1,000	20.000,00	20.000,00	
Upah cor	ls	1,000	12.000,00	12.000,00	111.141,60
<b>Beton bertulang utk tiang pile dia. dia. 80 cm fcl 20 Mpa</b>					
Casing	ml	1,000	25.000,00	25.000,00	
Besi beton	kg	43,000	1.570,80	67.544,40	
Beton ready mix	m3	0,503	165.500,00	83.246,50	
Upah bor	ls	1,000	25.000,00	25.000,00	
Upah cor	ls	1,000	30.000,00	30.000,00	230.790,90
<b>Beton utk pondasi poer/pile caps fcl 20 Mpa</b>					
Cetakan beton tanpa stutwerk	m2	2,400	16.080,90	38.594,16	
Besi beton	kg	80,000	1.570,80	125.664,00	
Beton ready mix	m3	1,000	165.500,00	165.500,00	329.758,16

Proyek BRI Yogyakarta.

Perhitungan Pondasi

Dari hasil penyelidikan tanah yang ada :  
Bila kedalaman tanah keras yang ada berkisar antara  
-15.00 m s/d -18.00 m

Maka dengan menggunakan pondasi tiang bor  
dengan diameter 80 cm

	A = 5026 CM2	60 cm	A = 2827 kg/cm2
	O = 251 CM'		O = 188.5 cm'

dengan diameter 50 cm

	A = 1963 cm2
	O = 157 cm'

Pada kedalaman - 15.00 m s/d -18.00 m

Jhp = 3000 kg/cm'
qc = 200 kg/cm2

Rumus yang digunakan adalah Rumus Begeman.

1. P izin 1 tiang dia 80 cm =  $A * qc/3 + O * Jhp / 5$   
 $= 5026 * 200/3 + 251 * 3000/5$   
 $= 485900 \text{ kg}$   
 Faktor keamanan diambil 3 dan 5
2. P izin 1 tiang dia 60 cm  
 $= 2827 * 200/3 + 188.5 * 3000/5$   
 $= 301593 \text{ kg.}$
3. P izin 1 tiang dia 50 cm  
 $= 1963 * 200/3 + 157 * 3000/5$   
 $= 225147 \text{ kg.}$

Berhubung pelaksanaan pekerjaan tiang bor tidak dapat dilakukan dengan baik sekali maka untuk perencanaan digunakan P izin untuk tiang dia 80 cm sebesar 150.000 kg  
60 cm sebesar 100.000 kg.  
50 cm sebesar 80.000 kg.

Dengan beban kolom akibat beban vertikal berkisar antara 103.437 kg s/d 275.139 kg  
Maka dapat digunakan masing- masing 2 tiang dia 50 cm untuk kolom-kolom tepi dan 2 tiang dia 80 cm untuk kolom-kolom tengah.