

## **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 Tirto, 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 :

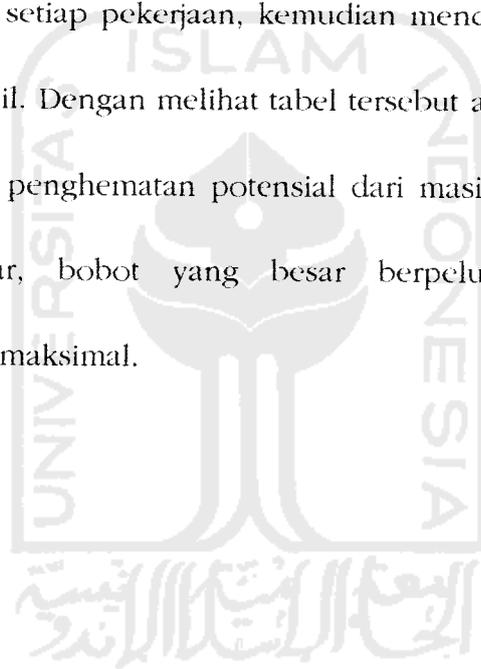
Tabel. 5.1 Data Proyek yang ada

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 $\varnothing$ 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 $\pm$ 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					
Analisis 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)

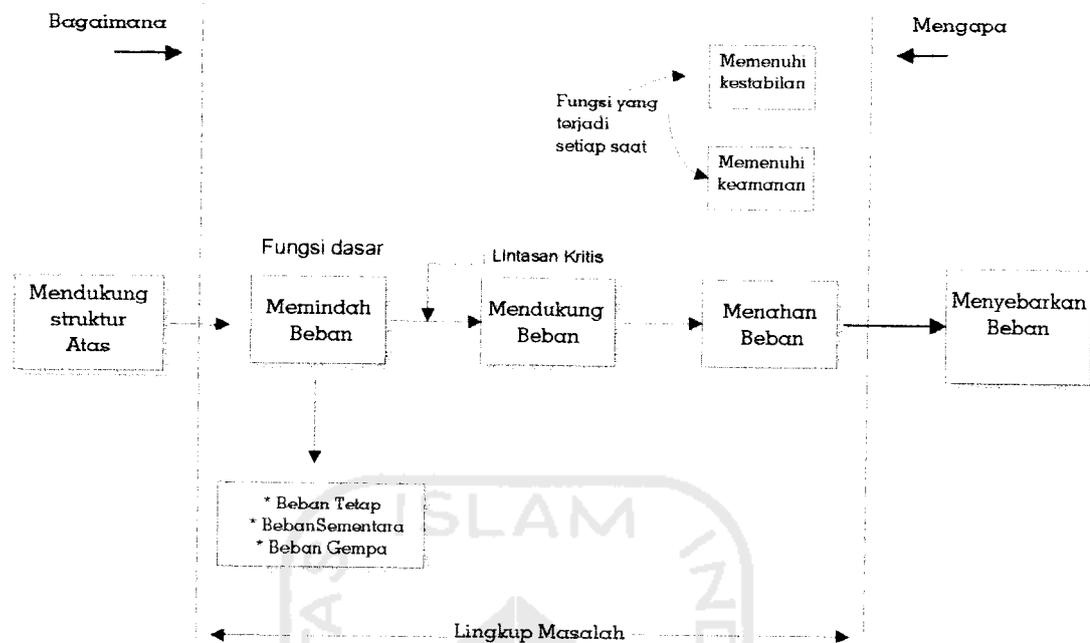
Dalam tabel 5.3 terlihat bahwa pondasi adalah fungsi dasar dari pekerjaan pondasi, sehingga pada item pondasi tersebut layak dilakukan analisis rekayasa nilai.

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

Item	Kata Kerja	Kata Benda	Fungsi Dasar	Fungsi Penunjang
<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 ranking 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 :

$A_1$ =biaya ;  $A_2$ = Daya dukung ;  $A_3$  = Waktu pelaksanaan ;  $A_4$  = Kemungkinan diterapkan ;  $A_5$ = Kemudahan pelaksanaan ;  $A_6$  = Pabrikasi ;  $A_7$ = Sarana kerja ;  $A_8$ = Teknologi. Parameter-parameter ini diuji dengan uji konsistensi dengan menyusun matrik perbandingan berpasangan seperti berikut ini :

Matrik perbandingan berpasangan

Matrik

Vektor Prioritas

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$			
$A_1$	1	2	2	3	3	4	5	6		2,8473	0,2867
$A_2$	1/2	1	2	2	3	3	4	5		2,0871	0,2107
$A_3$	1/2	1/2	1	2	2	3	3	4		1,5651	0,1576
$A_4$	1/3	1/2	1/2	1	2	2	3	3	→	1,1472	0,1155
$A_5$	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2	2	3	→	0,8171	0,0823
$A_6$	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2	2		0,6387	0,0642
$A_7$	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2		0,4790	0,0482
$A_8$	1/6	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1		0,3511	0,0353
9,9326											

Matriks II :

Matrik Perbandingan Berpasangan

Matriks Vektor  
Prioritas

Matrik II

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$			
$A_1$	1	2	2	3	3	4	5	6		0,2867	2,3255
$A_2$	1/2	1	2	2	3	3	4	5		0,2107	1,7088
$A_3$	1/2	1/2	1	2	2	3	3	4		0,1576	1,2803
$A_4$	1/3	1/2	1/2	1	2	2	3	3	x	0,1155	0,9385
$A_5$	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2	2	3	=	0,0823	0,7152
$A_6$	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2	2		0,0642	0,5243
$A_7$	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2		0,0482	0,3929
$A_8$	1/6	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1		0,0353	0,2866

Matrik Nilai Prioritas (eigen value) :

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

$$\Sigma 65,6094$$

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

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

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

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 %	
1	Tipe Pondasi										
	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	441,377,750	299,340,085	360,613,275

## 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 dianualkan	.....	.....
• Biaya Rutin :		
<input type="checkbox"/> pemeliharaan	.....	.....
<input type="checkbox"/> operasi	.....	.....
<input type="checkbox"/> listrik	.....	.....
<input type="checkbox"/> dsb	.....	..... +
• Nilai sisa yang diannualkan	.....	..... -
Netto nilai annual biaya kepemilikan dan operasi	.....	.....
<div style="border-top: 1px solid black; width: 100%; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center; margin-top: -10px;">Selisihnya = Nilai penghematan</div> </div>		

### 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

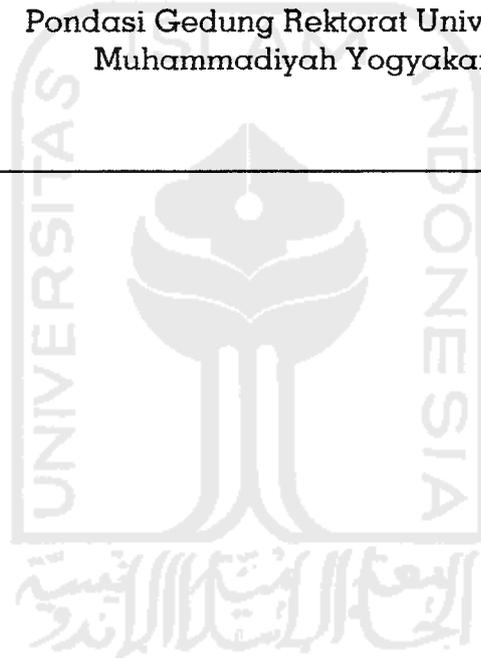
Dalam tahapan ini merupakan kelanjutan dari tahapan pengembangan, merupakan tahapan terakhir dari studi rekayasa nilai. Dalam tahapan ini gambaran tentang studi rekayasa nilai pada pondasi digambarkan dalam bentuk laporan ringkasan proposal rekayasa nilai yaitu mempresentasikan ringkasan hasil dari studi rekayasa nilai dengan pengajuan laporan (“Proposal Summary Report”) secara tertulis yang berupa perbandingan konsep sebelum dilakukan studi rekayasa 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



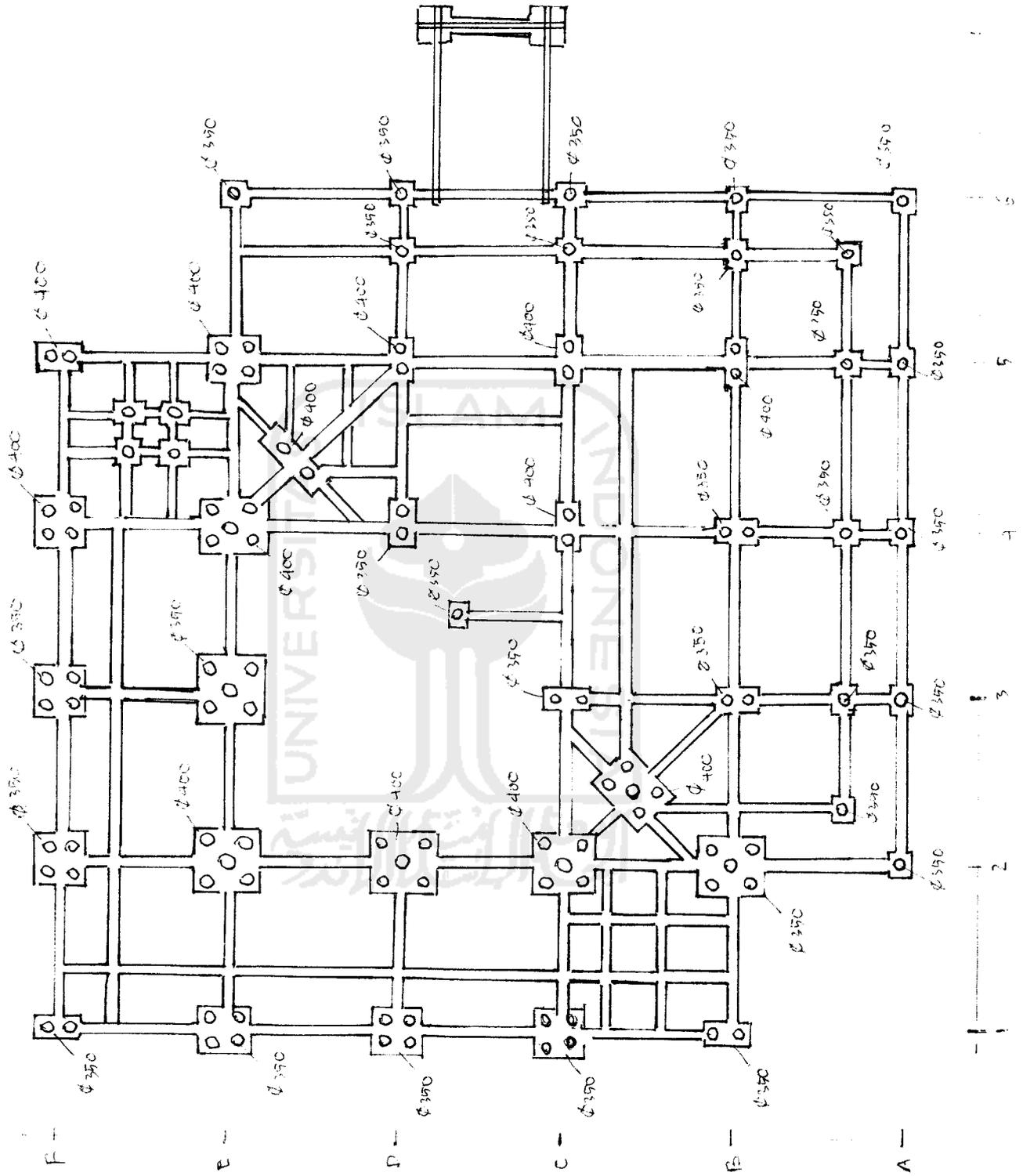
**R I N G K A S A N**

**P R O P O S A L**

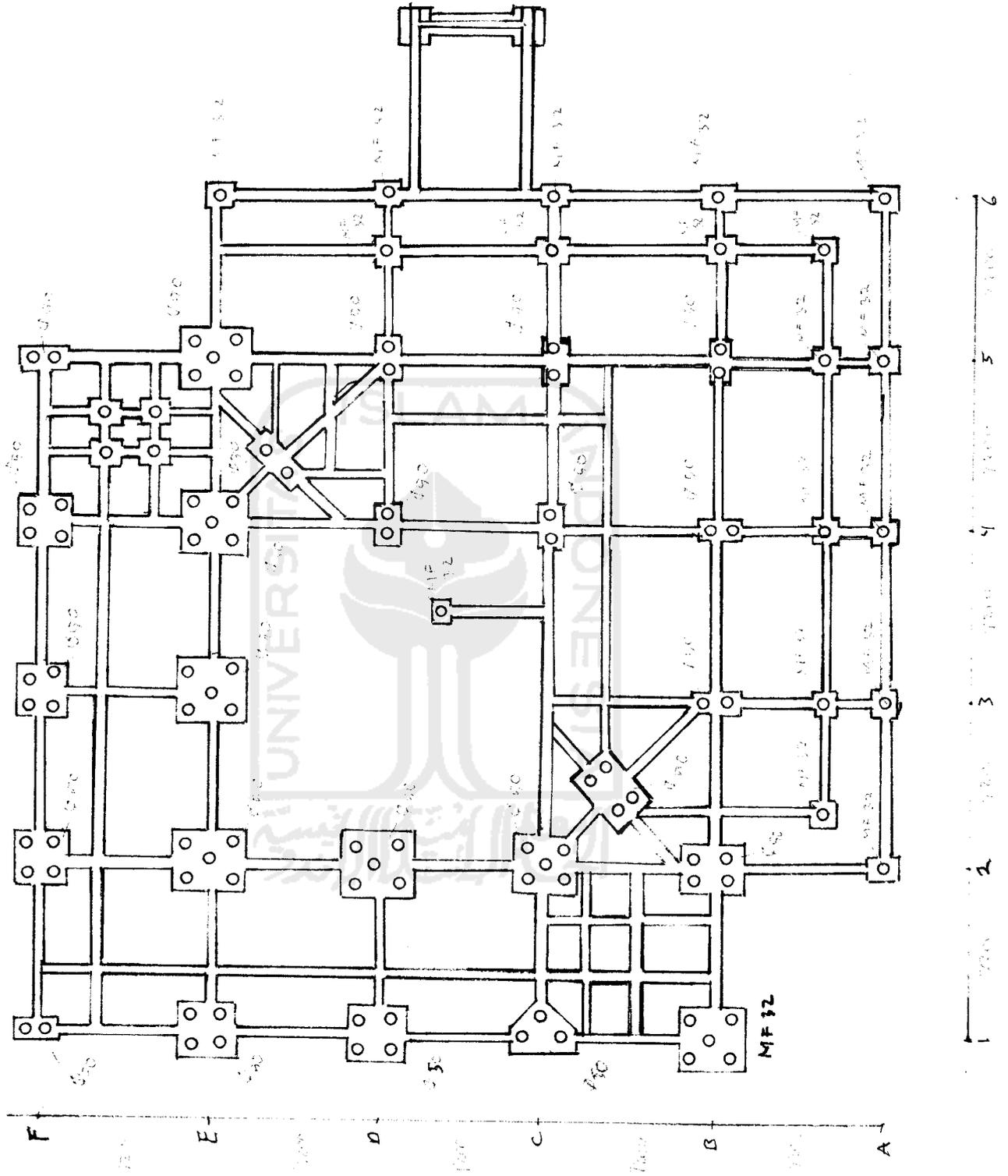
**S T U D I A N A L I S I S N I L A I**

<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