BAB II
PENERAPAN REKAYASA NILAI PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL NASA

Studi rekayasa nilai yang dilakukan untuk proyek Pembangunan Hotel NASA dibuat dengan Fase/Tahap atau tahapan-tahapan sebagai berikut :

- Fase/Tahap Informasi
- Fase/Tahap Kreatif/Spekulasi
- Fase/Tahap Analisis
- Fase/Tahap Pengembangan
- Fase/Tahap Rekomendasi

Uraian tiap-tiap tahapan akan dibahas satu persatu sesuai urutan di atas adalah sebagai berikut :

2.1 Fase/Tahap Informasi

2.1.1 Latar Belakang

Data Umum

Nama Proyek	:	Pembangunan Hotel NASA
Pemberi Tugas	:	PT Kharisma Inti Serasi
Kontraktor	:	Swakelola
Konsultan Pengawas	:	PT. Protindo
Konsultan Perencana	:	PT. Protindo
Lokasi	:	Jalan AS Musyafa Banjarmasin
Bentuk Bangunan	:	Bangunan 5 (lima) lantai
Nilai Proyek	:	Rp. 6.420.879.170,120

Data Teknis

- Pondasi :

Tiang pancang beton ukuran 40 x 40 cm

- Kolom dan balok :

Kolom beton expose di cat

Kolom beton bertulang dengan pasangan batu tempel, pasangan keramik dan kayu.

Balok beton bertulangexpose di cat

- Lantai bangunan :

Lantai beton bertulang dengan pasangan keramik

- Dinding :

Pasangan dinding bata di cat dan pasangan plint

- Plafond dan atap :

Plafond dengan rangka kayu memakai bahan kalsiboard dan gypsum, list plafond dari gypsum.

Menggunakan atap plat dak, menggunakan listplank beton.

- Kusen, jendela dan pintu

Bahan kusen dari kayu dan aluminium

Pintu dibuat dari bahan aluminium, plywood dan kayu diplitur atau di cat.

Jendela menggunakan kaca 5 mm dan 10 mm

Fungsi Bangunan

- Lantai satu

Resepsionis, ruang pertemuan, kantin, lobi, musholla, laundry

- Lantai dua

Kamar tidur (standard, delux, super delux, suite), bar, ruang karaoke mini, female staff area.

- Lantai tiga

Kamar tidur (standard, delux, super delux, suite), bar, ruang karaoke mini dan sedang, male staff area.

- Lantai empat

Kamar tidur (standard, delux, super delux, suite), bar, ruang karaoke besar dan VIP break out staff area.

- Lantai lima

Kamar tidur (standard, delux, super delux, suite), office area.

Peraturan-Peraturan Pekerjaan Struktur

- Pedoman Beton 1989
- Perhitungan Beton Bertulang berdasarkan SK. SNI T – 15 – 1991 – 03
- Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI) 1982
- Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971
- Peraturan Portland Cement Indonesia 1972
- ASTM C-150, Specification for Portland Cement
- ASTM C-33, Standard Specification for Concrete Anggregate
- Peraturan Pembangunan Pemerintah Daerah Setempat
- ASTM – American Society for Testeing and Material
- ACI – American Concrete Institute
- SII 0013-81, Mutu dan Cara Uji Semen Portland
- SII 0052-80, Mutu dan Cara Uji Agregat Beton
- SII 0136-84, Baja Tulangan Beton
- SII 0784-83, Jaringan Kawat Baja Las untuk Tulangan Beton

- Peraturan Pembangunan Daerah Setempat.

Peraturan-Peraturan Pekerjaan Mekanikal Elektrikal

- ANSI, American National Standard Organization
- ASME, American Society of Mechanical Engineering
- ASTM – American Society for Testeing and Material
- ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineer.
- ISO, International Standardization Organization.
- JEC, Lapanese Electrotechnical Committee.
- NEC, National Electric Code.
- NFPA, National Fine Protection Association.
- NPC, National Plumbing Code.
- PPI, Pedoman Plambing Indonesia.
- PUIL, Peraturan Umum Instalasi Listrik
- PUIPP, Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir.
- SII, Estándar Industri Indonesia.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum
- Peraturan Depnaker tentang keselamatan.

- Peraturan Daerah Setempat,

Gambaran Umum

Tujuan proyek pembangunan Hotel NASA adalah merupakan upaya memenuhi kebutuhan akan tempat beristirahat bagi para pengusaha, tamu, dan wisatawan yang datang berkunjung ke Kota Banjarmasin. Hotel ini berada di Jalan Djok Mentaya yang dulunya merupakan sebuah gedung sekolah. Lokasi Hotel ini cukup strategis, karena berada dekat dengan pusat kota dengan sarana transportasi yang mudah didapat. Selain itu tempatnya cukup tenang dalam arti lingkungan sekitar yang tidak berisik sehingga sangat bagus untuk tempat beristirahat.

Bangunan Hotel NASA terdiri dari 5 lantai dengan luas mencapai 3221,67 m^2 dengan ketinggian mencapai 19 meter.

2.1.2 Elemen-Elemen Desain

Pada proyek ini elemen-elemen desain meliputi :

1. Desain Struktur berupa
   a. Pondasi
   b. Balok – kolom – plat lantai
2. Desain Mekanikal dan elektrikal
   a. Mekanikal
   b. Elektrikal
3. Desain Arsitektur

Kendala-Kendala Konsruksi

Proyek ini terletak di lingkungan ruko. Oleh karena itu semua kegiatan pembangunan harus memperhatikan seluruh kegiatan perekonomian yang ada sehingga tidak menimbulkan keluhan dari lingkungan sekitar. Selain itu harus juga diperhatikan area penumpukan material dan jalan masuk ke lokasi proyek.

2.1.3 Bagian Konstruksi yang Dilakukan Value Engineering (Metode Breakdown Analysis)

Untuk menentukan item-item yang akan dilakukan value engineering digunakan metoda "Breakdown Analisis", sehingga capat dilihat urutan pekerjaan yang memerlukan biaya yang paling besar sampai keurutan biaya yang paling kecil.

Tabel 2.1. Urutan Pekerjaan dari Biaya Paling Besar Sampai yang Terkecil

No. Item	Pekerjaan	Biaya (Rp)
1	Struktur (Balok, kolom, plat)	3.468.208.676.632
2	Pondasi	2.074.125.737,97
3	Pasangan Bata dan Pelapis	370.326.171,97
4	Pekerjaan Tangga Baja dan Railling	311.799.712,11
5	Pekerjaan Tanah dan Pasir	85.905.329,18
6	Pekerjaan Persiapan	57.691.666,67
7	Pekerjaan Atap Teras	52.821.875,59
	Total (Rp)	**6.420.879.170.12**

Menurut hukum Paretto 20 % item yang terpilih harus mempunyai total cost 80 % dari total biaya, maka total item = 7 maka 20% x 7 = 1.4 = 2 item

Tabel 2.2. Item-item yang terpilih adalah :

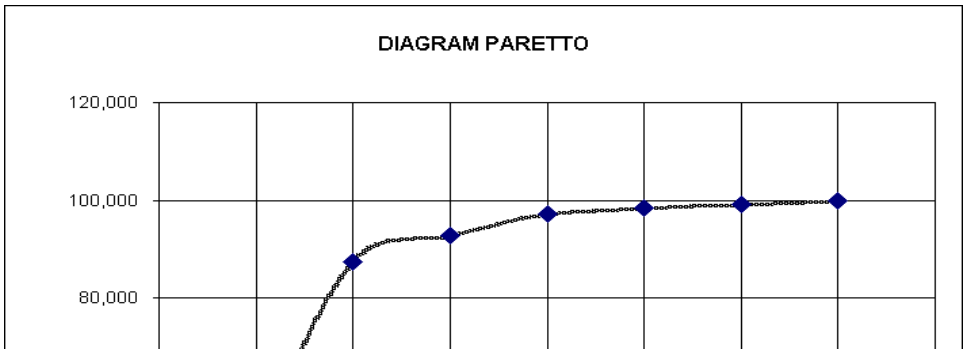
No. Item	Pekerjaan	Biaya (Rp)
1	Struktur (Balok, Kolom, Plat)	3.468.208.676.632
2	Pondasi	2.074.125.737,97
	Total biaya item terpilih (Rp)	**5.542.334.414,607**

Prosentase total biaya untuk 20% item terpilih :

$$= \frac{5.542.334.414,607}{6.420.879.170,12} x100\% = 86\%$$

Maka kedua item diatas memenuhi syarat untuk dilakukan Value Engineering. Gambar 2.1 di bawah ini merupakan diagram Value Engineering

PARETTO DIAGRAM
ITEM VE



Gambar 2.1 Diagram Paretto Untuk Value Engineering

2.1.4 Kriteria Desain

Pondasi

Pondasi disyaratkan mampu menahan beban struktur yaitu :

a) Pembebanan statis
b) Pembebanan dinamis
c) Pembebanan kombinasi

Bahan Pondasi

Tiang pancang beton berukuran 40 x 40 cm dengan kedalaman satu titik 36 meter. Pondasi meneruskan beban dari kolom dengan ukuran 60 x 60 cm. Pile cap dengan beton mutu K-250 dengan baja tulangan BJTD 32 ukuran 25 mm untuk tulangan pokok, dan mutu BJTP 24 diameter 16 untuk tulangan sengkang.

Data Tanah

Dari dua titik sondir di dapat sebagaimana tercantum pada Tabel 2.3 dan 2.4:

Tabel 2.3. Sondir 1

Kedalaman (meter)	Jenis Tanah	Keterangan
0.00 – 23.40	Lempung sangat lunak	
23.40 – 24.60	Lempung atau lempung kelempungan lembek	
24.60 – 28.00	Lempung atau lempung kelempungan	
28.00 – 30.00	Lempung atau lempung kelempungan kenyal	
30.00 – 32.60	Lempung agak kenyal	
32.60 – 35.00	Lempung padat dan kerikil kelempungan	
35.00 ke bawah	Tanah keras	

Tebal lapisan lempung sekitar 35 meter dan tanah keras dengan qc > 150 kg/cm2 terletak pada kedalaman > 35 meter dari muka tanah (titik lokasi sondir).

Tabel 2.4. Sondir 2

Kedalaman (meter)	**Jenis Tanah**	**Keterangan**
0.00 – 23.80	Lempung sangat lunak	
23.80 – 27.40	Lempung atau lempung kelempungan lembek	
27.40 – 28.00	Lempung atau lempung kelempungan	
28.00 – 30.60	Lempung atau lempung kelempungan kenyal	
30.60 – 32.00	Lempung padat dan kerikil kelempungan	
32.00 – 32.80	Lempung atau lempung kelempungan kenyal	
32.80 – 35.60	Lempung padat dan kerikil kelempungan	
35.60 ke bawah	Tanah keras	

Tebal lapisan lempung sekitar 35.60 meter dan tanah keras dengan qc > 150 kg/cm2 terletak pada kedalaman > 35,60 meter dari muka tanah (titik lokasi sondir). Muka air tanah -0,50 meter dari muka tanah.

Daya Dukung Pondasi

Besar daya dukung tiang pancang berdasarkan data sondir adalah sebagaimana pada Tabel 2.5 dan 2.6 berikut:

Tabel 2.5 Daya Dukung Tiang Pancang Sondir 1

Diameter (cm)	Pnj. Pancang (m)	Data sondir		P Izin (ton)	Ket
		qc (kg/cm2)	F tot (kg/cm)		
30	30	12	1114	14.49	Tidak sampai tanah keras
40	30	12	1114	20.57	
50	30	12	1114	27.28	
30	36	200	2188	70.00	Sampai tanah keras
40	36	200	2188	114.27	
50	36	200	2188	169.00	

Tabel 2.6 Daya Dukung Tiang Pancang Sondir 2

Diameter (cm)	Pnj. Pancang (m)	Data sondir		P Izin (ton)	Ket
		qc (kg/cm2)	F tot (kg/cm)		
30	30	43	1001	20.60	Tidak sampai tanah keras
40	30	43	1001	31.97	
50	30	43	1001	45.59	
30	36	200	2233	70.47	Sampai tanah keras
40	36	200	2233	114.90	
50	36	200	2233	169.79	

Tinggi Timbunan Kritis di Muka Tanah

Untuk pondasi menerus, qu = 0.867 x C X Nc* + q X Nq* + 0.4 x Y x B x Ny*. Untuk pondasi berdiri di atas tanah kondisi undrained, maka qu = C X Nc* = 5,7 x Cu.

Dari data yang ada Cu = 0.5 t/m2, timbunan dengan γ = 2, t/m3 maka diperoleh tinggi timbunan kritis = Hcrt = 0,2 m. Jika tinggi timbunan lebih besar dari tinggi kritis maka tanah dasar harus diberi perkuatan tanah dari cerucuk galam atau geotextile dan lain-lain.

Kesimpulan Penyelidikan Tanah

Tanah keras sebagai pendukung pondasi letaknya 35.00 – 35.60 m dari muka tanah dengan :

Data boring (N_{SPT} > 50), nilai konus dari data sondir = 150 kg/cm^2

Struktur

Struktur balok, kolom, dan plat lantai untuk masing-masing tingkat harus mampu menahan beban-beban ini harus mampu menahan beban-beban seperti dibawah ini :

1. Beban mati (termasuk berat sendiri struktur)

2. Beban hidup
3. Beban angin
4. Beban kombinasi

Struktur balok anak dan plat lantai untuk masing-masing tingkat terbuat dari beton bertulang dengan mutu beton K-250 dan mutu baja U-24, sedangkan untuk balok induk dan kolom terbuat dari beton bertulang dengan mutu beton K-250 dan mutu baja BJTD 32.

Dimensi kolom berbentuk persegi, dimensi balok anak dan balok induk berbentuk persegi. Plat lantai mempunyai ketebalan 12 cm. Plat lantai akan tertutup dengan plafond

Untuk dinding akan digunakan bata ringan dari tingkat 1 sampai dengan tingkat 5. Khusus trassram (bagian toilet/KM) akan digunakan pasangan bata 1 bata dengan campuran 1:2.

Desain rangka atap untuk teras berupa baja profil dan atap dari genteng metal. Rangka atap akan tertutup dengan plafond.

2.1.5 Model Biaya Rancangan Awal

Biaya rancangan awal proyek pembangunan Hotel NASA adalah sebagaimana tertera pada Tabel 2.7 di bawah ini:

Tabel 2.7 Biaya Rancangan Awal Pembangunan Hotel

NO ITEM	URAIAN	SAT	VOL	HRG SAT (Rp)	TOTAL HARGA (Rp)
I	**PERSIAPAN**				
1	Pembersihan Lapangan	M^2	1.386,667	7.500,00	10.400.000,00
2	Pengukuran/uitzeet, bouwplank	M'	91,667	25.000,00	2.291.666,67
3	Pembuatan Direksi Keet	Ls	1,00	15.000.000,00	15.000.000,00
4	Mobilisasi	Ls	1,00	30.000.000,00	30.000.000,00
				TOTAL ITEM I	**57.691.666,67**

NO ITEM	URAIAN	SAT	VOL	HRG SAT (Rp)	TOTAL HARGA (Rp)

II	**PEKERJAAN TANAH/PASIR**				
1	Galian Tanah Pondasi	M^3	996,098	18.362,52	18.290.868,03
2	Urugan Tanah Kembali	M^3	664,065	4.793,33	3.183.084,04
3	Pasir Urug Bawah Lantai	M^3	695,953	86.534,56	60.223.945,29
4	Tanah Urug Bawah Pondasi	M^3	62,727	67.075,00	4.207.431,82
				TOTAL ITEM II	**85.905.329,18**
NO ITEM	**URAIAN**	**SAT**	**VOL**	**HRG SAT (Rp)**	**TOTAL HARGA (Rp)**
III	**PEKERJAAN PONDASI**				
1	Pondasi Tiang Pancang 40x40 cm	M’	2.088,00	490.752,510	1.024.691.240,88
	Pemancangan tiang pancang	M’	2088,00	379.913,100	793.258.552,80
2	Poer/Pile Cap Pondasi				
	- Tipe P1	M^3	1,536	2.246.748,000	3.451.004,93
	- Tipe P2	M^3	5,28	2.696.097,600	14.235.395,33
	- Tipe P3	M^3	14,40	2.920.772,400	42.059.122,56
	- Tipe P4	M^3	13.55	3.370.122,000	45.671.893,34
3	Sloof	M^3	37,92	3.382.903,821	128.279.712,89
4	Pasangan Batu Kali	M^3	14,50	579.573,465	8.403.815,24
5	Pancangan Galam dia 10 – 4 M	Btg	563	25.000,00	14.075.000,00
				TOTAL ITEM III	**2.074.125.737,97**
NO ITEM	**URAIAN**	**SAT**	**VOL**	**HRG SAT (Rp)**	**TOTAL HARGA (Rp)**
IV	**PEKERJAAN STRUKTUR**				
1	Lantai Kerja Beton 1:3:5	M^3	16,993	575.360.,925	9.777.299,99
2	Rabat Beton Keliling Bangunan				
	Tebal 5 cm	M^2	114,833	34.494,792	3.961.151,95
3	Lantai I				
	- Kolom 60/60	M^3	39,697	3.221.889,798	127.899.261,67
	- Kolom 30/40	M^3	2,585	2.577.511,838	6.662.477.57
	- Lantai beton cor tebal 10 cm + tulangan praktis	M^3	773.200	141.339,948	109.284.047.79
4	Lantai II				
	- Balok Induk	M^3	55,112	2.989.174,033	164.739.359,31
	- Balok Anak 25/35	M^3	24,413	2.391.339,227	58.379.764,54
	- Plat lantai	M^3	77.320	2.535.669,125	196.057.936,75
	- Kolom 60/60	M^3	31,615	3.382.984,288	106.953.560,83
	- Kolom 30/40	M^3	2,048	2.706.387,43	5.543.993,64
5	Lantai III				
	- Balok Induk	M^3	55,112	3.138.632,735	172.976.327,28
	- Balok Anak 25/35	M^3	24,413	2.510.906,188	61.298.752,76
	- Plat lantai	M^3	77.320	2.599.060,853	200.959.385,16

	- Kolom 50/50	M^3	21,927	3.467.558.895	76.034.109,56
	- Kolom 30/40	M^3	1,464	2.774.047,116	4.060.196,23
6	Lantai IV				
	- Balok Induk	M^3	55,112	3.217.098,553	177.300.735,46
	- Balok Anak 25/35	M^3	24,413	2.573.678,843	62.831.221,58
	- Plat lantai	M^3	77.320	2.664.037,374	205.983.369,79
	- Kolom 50/50	M^3	21,927	3.536.910,073	77.554.791,78
	- Kolom 30/40	M^3	1,464	2.829.528,058	4.141.400,16
7	Lantai V				
	- Balok Induk	M^3	55,112	3.281.440,524	180.846.750,17
	- Balok Anak 25/35	M^3	24,413	2.625.152,419	64.087.846,01
	- Plat lantai	M^3	77.320	2.730.638,309	211.132.954,04
	- Kolom 50/50	M^3	21,927	3.572.279,173	78.330.339.69
	- Kolom 30/40	M^3	1,464	2.857.823.339	4.182.814,16
8	Lantai dak				
	- Balok Induk	M^3	55,112	3.314.254,929	182.655.217,67
	- Balok Anak 25/35	M^3	24,413	2.651.403,944	64.728.724,47
	- Plat lantai	M^3	77.320	2.798.904,267	216.411.277,89
9	Beton Rumah Lift				
	- Kolom 30/40	M^3	12,210	3.515.270,268	42.921.449,97
	- Balok 20/40	M^3	17,010	3.445.049,688	58.600.295,19
	- Plat dan Dinding Bawah	M^3	8,810	3.552.364,356	31.296.329,98
10	Kolom Praktis, Balok Latai dan Balok Praktis	M^3	34,695	2.139.149,160	74.217.780,11
11	Sun Screen Beton	M^3	6,756	2.138.142,096	14.445.288,00
12	List Plank	M^3	6,800	2.059.200,000	14.002.560,00
13	Plat Balkon	M^3	19,850	1.871.590,500	37.151.071,43
14	Lantai Panggung/Podium	M^3	8,700	1.871.590,500	16.282.837,35
15	Ram Depan				
	- Beton Sloof	M^3	3,100	2.189.735,288	6.788.179,39
	- Beton Plat	M^3	6,312	1.662.658,179	10.494.899,96
16	Pekerjaan Tangga				
	- Balok dan Plat t 15 cm	M^3	53,927	3.654.859,150	197.094.371,10
	- Railling Stainless Steel	M’	158,667	575.000,000	91.233.333,33
	- Anti Slip Pada Ujung Tangga	M’	318,267	125.000,000	39.783.333,33
				TOTAL ITEM IV	**3.468.208.676,63**

NO ITEM	URAIAN	SAT	VOL	HRG SAT (Rp)	TOTAL HARGA (Rp)

V	**PEKERJAAN RANGKA ATAP TERAS**				
1	Kuda – Kuda WF 200.100.5,5.8	Kg	1.064,00	18.226,432	19.392.923,65
2	Gording CNP 200.75.20.3,2	Kg	855,800	17.325,364	13.436.748,06
3	Kupingan Gording L 100.100.10	Kg	43,500	15.700,804	682.984,97
4	Base Plat	Kg	104,200	16.263,716	1.694.679,21
5	In Plat	Kg	43,630	15.830,626	690.690,21
6	Finishing Zinchromate	Kg	1.055,845	9.788,226	10.334.849,48
7	Mur dan Baut	Ls	1	750.000,000	750.000,00
8	Angkur dia. 25 mm	Bh	20,000	7.500,000	150.000,00
9	Talang Beton	M^3	3,300	1.525.878,788	5.035.400.00
10	Listplank Ulin 2 x 2/20	M’	20,000	32.680,000	653.600,00
				TOTAL ITEM V	**52.821.875,59**

NO ITEM	URAIAN	SAT	VOL	HRG SAT (Rp)	TOTAL HARGA (Rp)
VI	**PASANGAN BATA DAN PELAPIS**				
1	Trassram 1 Bata camp 1:2	M^2	295,200	132.116,008	39.000.645,41
2	Plesteran 1:2	M^2	590,400	21.659,994	12.788.060,69
3	Pasangan ½ Bata camp 1:4	M^2	3.370,752	55.838,543	188.217.851,74
4	Plesteran 1:4	M^2	6.741,503	18.517,969	124.839.944,13
5	Finishing Lantai Ramp	M^2	144,167	38.016,208	5.480.670,00
				TOTAL ITEM VI	**370.326.171,97**

NO ITEM	URAIAN	SAT	VOL	HRG SAT (Rp)	TOTAL HARGA (Rp)
VII	**PASANGAN TANGGA BAJA DAN RAILLING**				
1	Pekerjaan Tangga Baja	Unit	2	30.000.000,000	60.000.000,00
2	Pegangan Stainless Steel 3”	M’	467,924	250.000,000	116.981.060,61
3	Pekerjaan Railling				
	- Railling Void	M’	56,000	1.501.017,375	84.056.973,00
	- Railling Aluminium	M’	31,000	1.637.473,500	50.761.678,50

TOTAL ITEM VI	**311.799.712,11**

2.1.6 Tim Value Engineering

Untuk melakukan value engineering terhadap Hotel NASA, dibentuklah anggota tim seperti pada Tabel 2.8 berikut ini

Tabel 2.8. Anggota Tim VE Hotel NASA

N a m a	Disiplin	Keterangan
1. Ir. Gajali Yusran	Pemimpin Proyek	
2. Nurwulan / Panji Suci Sukmajaya	Staf Proyek	
3. Ir. Syaiful Bachri, MT / Ir. Iskandar, MT	Team Konsultan	
4. Iberahim	Ketua Team	
5. Lisda maimanah	Wakil Ketua	
6. Hendra Cahyadi	Anggota	
7. Akhmad Bestari	Anggota	
7. Yuniarti	Anggota	

Konsultasi Team dan Data Proyek

Yang bertanggung jawab memberikan izin perubahan untuk item-item yang akan dilakukan *value engineering* dan untuk mendapatkan data proyek adalah sebagaimana yang tertera pada Tabel 2.9 berikut ini:

Tabel 2.9. Pihak-Pihak yang Menentukan

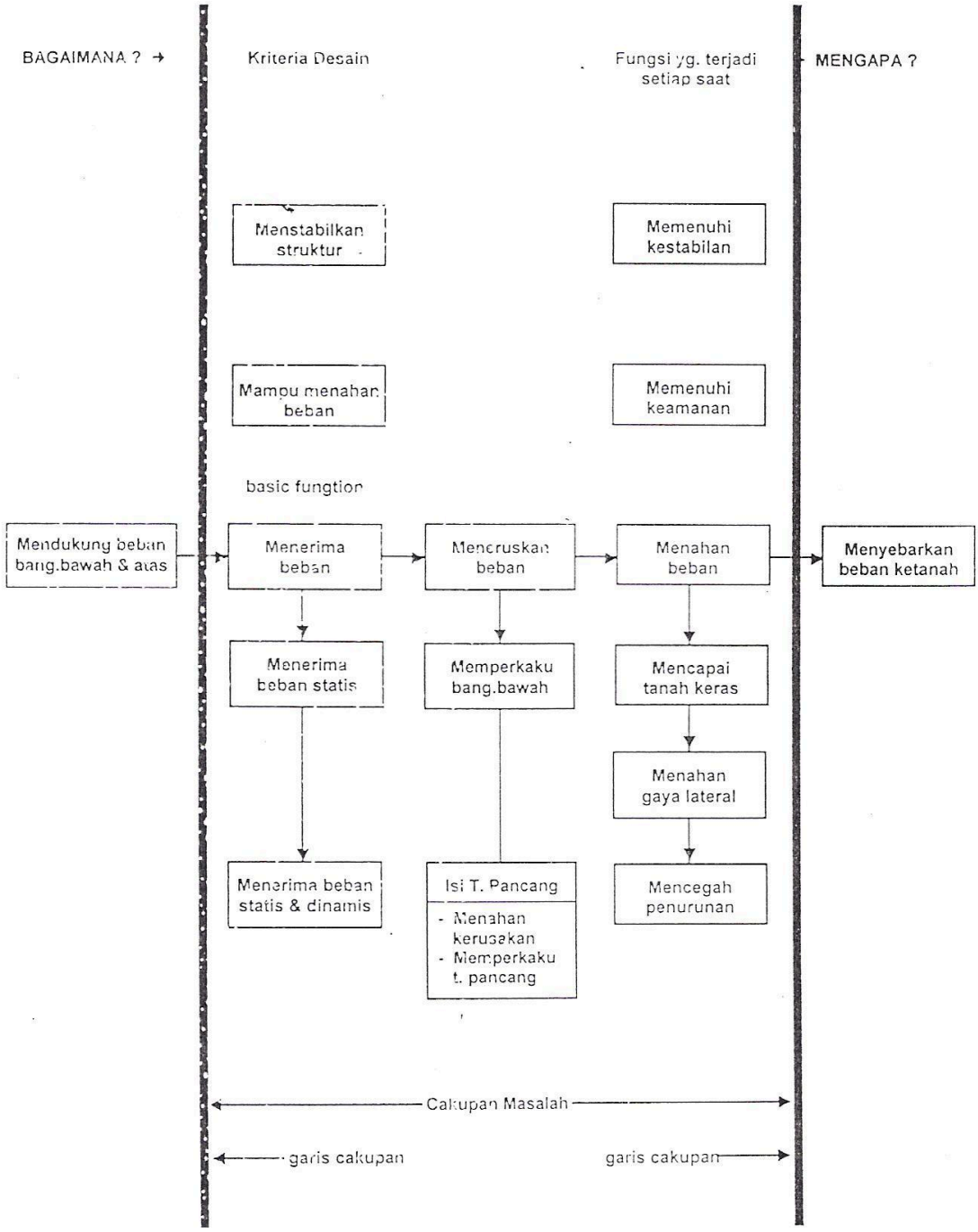
N a m a	Jabatan	Keterangan
1. Ir. Gajali Yusran	Pemimpin Proyek	Data Proyek/ Konsultasi
2. Nurwulan Panji Suci Sukmajaya	Staf Proyek	Data Proyek
3. Ir. Syaiful Bachri, MT / Ir. Iskandar, MT	Team Konsultan	Konsultasi

2.1.7 Sistem Analisis Fungsional

Diagram Sistem Analisis Fungsional

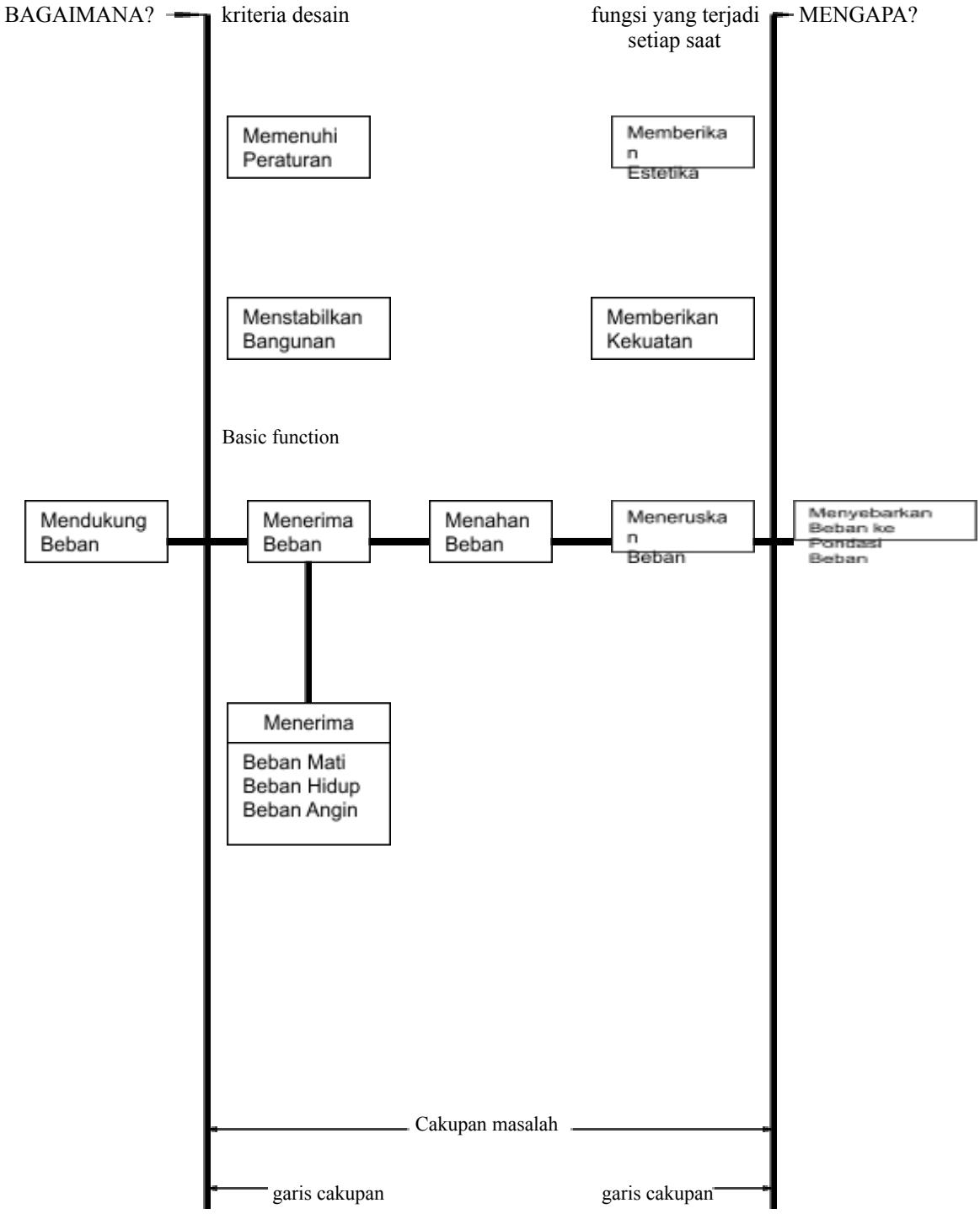
Diagram FAST (Functional Analysis Sistem Technique) seperti pada Gambar berikut ini

Item : Pondasi



Gambar 2.2 Diagram FAST untuk Pondasi

Item : Struktur (Balok, Kolom, Plat)



Gambar 2.3 Diagram FAST Untuk Struktur

Analisis Fungsi Sistem Analisis Fungsional

Analisa fungsi sistem untuk pondasi adalah seperti pada Tabel 2.10 di bawah ini

Tabel 2.10 Analisa Fungsi Sistem Pondasi

Item : Pondasi

Fungsi : Mendukung Beban Struktur

NO	DESKRIPSI	FUNGSI			COST	WORTH	KET
		KATA KERJA	KATA BENDA	JENIS			
1	PONDASI TIANG PANCANG 40X40 PENYEDIAAN &PEMANCANGAN	MENDUKUNG	BEBAN	P	1.817.949.793,68	1.817.949.793,68	
2	PILE CAP	MENYATUKAN	BEBAN	P	105.417.416,16	105.417.416,16	
3	PASANGAN BATU KALI	MENDUKUNG	BEBAN	P	8.403.815,24	8.403.815,24	
4	PANCANGAN GALAM	MENDUKUNG	BEBAN	P	14.075.000,00	14.075.000,00	
				TOTAL	2.074.125.737,97	2.074.125.737,97	

RASIO COST/WORTH =

$$\frac{2.074.125.737,97}{2.074.125.737,97}$$

= 1

Analisa fungsi sistem untuk struktur adalah seperti pada Tabel 2.11 berikut ini

Tabel 2.11 Analisa Fungsi Sistem Struktur

Item : Struktur

Fungsi : Mendukung Beban

NO	DESKRIPSI	FUNGSI			COST	WORTH	KET
		KATA KERJA	KATA BENDA	JENIS			
1	STRUKTUR LANTAI I	MENDUKUNG	BEBAN	P	243.845.787,03	243.845.787,03	
2	STRUKTUR LANTAI II	MENDUKUNG	BEBAN	P	531.674.615,07	531.674.615,07	
3	STRUKTUR LANTAI III	MENDUKUNG	BEBAN	P	515.328.771,03	515.328.771,03	
4	STRUKTUR LANTAI IV	MENDUKUNG	BEBAN	P	527.811.518,77	527.811.518,77	
5	STRUKTUR LANTAI V	MENDUKUNG	BEBAN	P	538.580.704,08	538.580.704,08	
6	STRUKTUR PLAT DAK	MENDUKUNG	BEBAN	P	463.795.220,04	463.795.220,04	
7	STRUKTUR LAINNYA	MENDUKUNG	BEBAN	P	647.172.060,61	647.172.060,61	
				TOTAL	**3.468.208.676,63**	**3.468.208.676,63**	

RASIO COST/WORTH =

$$\frac{\textbf{3.468.208.676,63}}{\textbf{3.468.208.676,63}}$$

= 1,00

Identifikasi Fungsi

Identifikasi fungsi pada struktur Hotel NASA terlihat pada Tabel 2.13 berikut ini:

Tabel 2.13 Identifikasi Fungsi

Proyek : Pembangunan Hotel NASA Item : Pondasi, Struktur		
APA YANG DILAKUKAN ?		ADAKAH SALAH SATU FUNGSI DAPAT DIHILANGKAN?
PONDASI		
Mendukung	Beban Kolom	Ada (memenuhi estetika)
STRUKTUR		
Mendukung	Beban Bangunan	ADAKAH BAGIAN YANG DAPAT DIHILANGKAN? Tidak ada APAKAH SEMUA SYARAT REALISTIK? Ya APAKAH ADA ALTERNATIF LAINNYA? Ada APAKAH COST SEBANDING DENGAN WORTH YANG ADA? Tidak

Berdasarkan hasil analisis fungsi pada tabel di atas, maka item pekerjaan struktur memiliki rasio C/W = 1,00 item pondasi juga memiliki rasio C/W = 1 sehingga perlu diteliti apakah dapat digunakan alternatif yang memenuhi semua fungsinya, tetapi lebih murah. Idealnya value engineering dilaksanakan pada item pekerjaan yang memiliki C/W > 1. Akan tetapi karena proyek ini didominasi oleh pekerjaan struktur yang merupakan fungsi dasar (basic function), maka *value engineering* bisa dilaksanakan pada komponen struktur tersebut asalkan ditemukan

indikasi bahwa kegunaannya kurang menunjang nilainya atau biayanya masih kurang profesional terhadap kegunaannya. Pertimbangan ini diambil dengan dasar masih terdapat beberapa alternatif bahan yang lain yang belum ditinjau. Biaya yang masih tidak profesional terhadap kegunaannya memungkinkan kedua komponen tersebut diteliti lebih lanjut.

2.2 Fase/Tahap Kreatif/Spekulasi

Fase ini merupakan pengumpulan/inventarisasi ide-ide kreatif yang dihasilkan sebagai alternatif-alternatif dari item-item yang akan dilakukan rekayasa nilai. Seluruh anggota tim pada fase ini diminta untuk menyampaikan usulan-usulan secara bebas dan terbuka, tanpa takut bahwa ide yang disampaikannya akan ditolak, atau berpikir bahwa ide yang disampaikannya dianggap tidak logis. Hal penting yang perlu diingat adalah bahwa pada fase ini ide-ide yang disampaikan belum diadakan penilaian. Untuk suksesnya fase ini buku "Value Engineering, A Practical Approach for Owners, Designers and Contractors", by Larry W. Zimmerman and Glen D. Hart, menganjurkan sebagai berikut :

- Jangan takut bahwa ide-ide tersebut tidak logis.
- Memaklumi pengamatan itu tidak selalu keluar dari rangkaian logika.
- Hilangkan hambatan mental, biarkan imajinasi berkembang.
- Ide-ide besar kelihatannya kurang bisa diterima pada waktu pertama kali diusulkan.

Selain itu buku ini juga menganjurkan bahwa seluruh tim rekayasa nilai harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Anggota tim harus yakin, proyek yang digarap dapat di rekayasa nilai.
- Selalu ada kesempatan buat perbaikan desain.
- Tim selalu terbuka untuk ide yang baru.

- Tidak mengunakan kata "tidak mungkin".
- Mencari kombinasi dari ide-ide.
- Tidak takut bereksperimen.
- Kembangkan seluruh ide-ide.
- Seluruh anggota tim harus berpartisipasi aktif.
- Uji pemikiran pada lembaran pertanyaan.
- Saling membantu dalam merutuskan ide-ide.
- Catat seluruh ide yang didapat.

2.2.1 Ide-Ide Kreatif

Dalam penyajian beberapa ide-ide akan diberikan oleh semua anggota team pada bab selanjutnya dilakukan analisis.

Item Pondasi

Pondasi mempunyai fungsi untuk mendukung beban struktur. Beberapa ide pondasi yang dilontarkan oleh anggota tim adalah seperti Tabel 2.14

Tabel 2.14. Type-Type Pondasi

NO	IDE – IDE KREATIF
I	**PONDASI DANGKAL** 1. Telapak 2. Setempat 3. Plat 4. Menerus 5. Sarang Laba-Laba 6. Cakar Ayam 7. Sumuran
II	**PONDASI DALAM (TIANG PANCANG)**

	1. Kayu 2. Beton pracetak (PC Spun Piles) 3. Pipa baja 4. Baja profil 5. Baja ulir
III	**TIANG BOR** 1. Percusion Bored, concrete in situ 2. Flush Bored, concrete in situ

Item Struktur

Struktur mempunyai fungsi mendukung beban dan menyalurkannya ke pondasi. Beberapa ide dari anggota tim mengenai bentuk dan jenis struktur terlihat pada Tabel 2.15

Tabel 2.15. Type-Type Struktur

NO	IDE – IDE KREATIF
I	KOLOM 1. Kolom Kayu 2. Kolom Baja 3. Kolom Komposit 4. Kolom Prestres 5. Kolom Bata 6. Kolom Batu Kali
II	BALOK 1. Balok Kayu 2. Balok Baja 3. Balok Komposit 4. Balok Prestres
III	LANTAI 1. Lantai Kayu 2. Lantai Baja 3. Lantai Komposit 4. Lantai Prestres 5. Lantai precast

	6. Lantai combi deck

2.3 Fase/Tahap Analisis

Pada tahap ini semua alternatif-alternatif yang dihasilkan pada tahap kreatif/spekulasi. Lernbar kerja dalam tahap ini adalah sebgai berikut :

2.3.1 Lembar Kerja Analisis Keuntungan dan Kerugian

Lembar kerja ini digunakan untuk membandingkan alternatif-alternatif ide kreatif dari segi keuntungan can kerugiannya terhadap beberapa kriteria. Penilaian tim didasarkan atas tingkat pengaruhnya terhadap biaya sistem secara keseluruhan. Dalam memberikan nilai pada kriteria yang ditinjau, tentukan ni1ai salah satu kriteria, kemudian tentukan kriteria lainnya secara relatif terhadap kriteria tersebut. Untuk kriteria biaya murah tim memberi nilai maksimum 3, kemudian untuk kriteria lainnya secara keseluruhan, namun secara relatif tim memberi nilai maksimum seperti Tabel 2.17 berikut :

Tabel 2.17. Kriteria Penilaian

Kriteria	Skala Penilaian
1. Biaya murah	3
2. Daya dukung besar	2
3. Waktu pelaksanaan singkat	1
4. Tanpa biaya perawatan	1
5. Kemudahan pelaksanaan di lapangan	1
6. Keawetan	1
7. Dengan pabrikasi	0.5
8. Homogenitas	0.5

Kriteria biaya murah diberi bobot paling tinggi yaitu 3, hal ini didasarkan pada tujuan penerapan *value engineering*, yaitu untuk mendapatkan alternatif yang paling ekonomis tetapi memberikan fungsi yang sama. Kriteria daya dukung diberi bobot 2 karena daya dukung dianggap lebih penting daripada kriteria lain dibawahnya. Sedangkan bobot kriteria paling rendah adalah 0,5.

2.3.2 Lembar Kerja Analisis Tingkat Kelayakan

Kriteria untuk penilaian didalam lembar kerja analisis kelayakan ini terdiri dari :

a. Penggunaan Teknologi

- Teknologi yang digunakan sudah biasa (proven) atau belum.
- Peralatan dan personil yang digunakan di lapangan atau di pabrik.

Penilaian berkisar dari 0 (teknologi baru) sampai 10 (untuk teknologi biasa).

b. Biaya Pengembangan

- Biaya perancangan kembali.
- Biaya pemesanan kembali.

Penilaian berkisar dari 10 sampai 0.

c. Kemungkinan Implementasi

- Diterima oleh pemilik proyek.
- Diproduksi di pabrik.
- Dilaksanakan di lapangan.

Penilaian juga berkisar dari 10 sampai 0.

d. Waktu Implementasi

Berkaitan dengan :

- Waktu perancangan kembali.
- Waktu pemesanan kembali.
- Waktu pelaksanaan dilapangan atau
- Waktu pembuatan di pabrik.

Penilaian berkisar dari 10 sampai 0.

e. Keuntungan Biaya Potensial

Berkaitan dengan :

- Penghematan biaya awal.
- Penghematan biaya siklus hidup.

Nilai berkisar dari 10 sampai 0.

Cara memberikan nilai untuk masing-masing kriteria tersebut dilakukan melalui diskusi-diskusi oleh anggota tim.

2.3.3 Lembar Kerja Analisis Matrik

Kriteria pada tahap ini merupakan saringan dari banyak kriteria yang telah didiskusikan tim. Kriteria dalarn lembar kerja analisis matrik ini adalah sebagai berikut :

a. Keamanan/Kekakuan

Berkaitan dengan :

- Keamanan struktural/daya dukung.
- Keamanan teknis pelaksanaan.

b. Biaya

Berkaitan dengan :

- Penghematan biaya awal.
- Penghematan biaya operasional.
- Penghematan biaya perawatan.

c. Cara Pelaksanaan

Berkaitan dengan :

- Teknologi yang diterapkan
- Penempatan
- Pabrikasi

d. Pengawasan Mutu

Berkaitan dengan :

- Kemudahan dalam pengawasan mutu.
- Kemudahan dalam pengendalian mutu.

e. Pengadaan Bahan

Berkitan dengan :

- Kemudahan dalam pemesanan dan pembelian.
- Penyediaan peralatan dan personil.

f. Waktu Pelaksanaan

Berkitan dengan :

- Waktu selama di pabrik jika ada.
- Waktu pelaksanaan di lapangan.

Kriteria dalam tahap ini diberi bobot berdasarkan besarnya pengaruh terhadap biaya sistem perumahan secara keseluruhan, waktu pelaksanaan dan hasil diskusi owner. Besarnya bobot berkisar antara 10 sampai 0. Sedangkan skala penilaian tiap kriteria terhadap tiap alternatif diberikan nilai antar 1-4, yang mempunyai arti nilai :

1 = rendah (poor)
2 = wajar (fair)
3 = baik (good)
4 =baik sekali (excellent)

Cara penilaiannya dilakukan melalui diskusi-diskusi oleh anggota tim. Lembar kerja dalam fase ini adalah sebagai berikut :

2.3.4 Analisis Ide-Ide Kreatif

Analisis Keuntungan Kerugian

Item : Pondasi

Fungsi : Mendukung Beban

No	Tahap Kreatif	Tahap analisis				Nilai
	Ide-Ide Kreatif	Keuntungan		Kerugian		
1	Pondasi Dangkal Pondasi Telapak	-Murah -Tanpa biaya pemeliharaan -Awet	3 1 1	-Daya dukung rendah -Waktu pelaksanaan lama -Tidak pabrikasi -Tidak homogen -Pelaksanaan sulit	2 1 0.5 0.5 1	0
2	Pondasi Setempat	-Pelaksanaan mudah -Murah	1 3	-Tidak pabrikasi -Daya dukung kecil -Waktu pelaksanaan lama -Tidak homogen	0.5 2 1 0.5	0
3	Pondasi Plat	-Pelaksanaan mudah -Waktu pelaksanaan cepat	1 1	-Biaya mahal -Tidak pabrikasi -Daya dukung kecil	3 0.5 2	-3.5
4	Pondasi Menerus	-Pelaksanaan mudah -Murah	1 3	-Tidak pabrikasi -Daya dukung kecil -Waktu pelaksanaan lama -Tidak homogen	0.5 2 1 0.5	0
5	Pondasi Sarang Laba-Laba	-Daya dukung besar -Pelaksanaan mudah -Waktu pelaksanaan cepat	2 1 1	-Biaya mahal -Tidak pabrikasi -Tidak homogen	3 0.5 0.5	0
6	Pondasi Cakar Ayam	-Daya dukung besar -Pelaksanaan mudah	2 1	-Biaya mahal -Waktu pelaksanaan lama -Tidak pabrikasi -Tidak homogen	3 1 0.5 0.5	-2
7	Pondasi Sumuran	-Pelaksanaan mudah -Biaya murah	1 3	-Waktu pelaksanaan lama -Tidak pabrikasi -Daya dukung kecil -Tidak homogen	1 0.5 2 0.5	0
8	Tiang Pancang Pondasi Kayu	-Biaya murah -Tanpa biaya pemeliharaan -Waktu pelaksanaan cepat -Pelaksanaan mudah	3 1 1 1	-Daya dukung rendah -Tidak awet -Tidak homogen -Tidak pabrikasi	2 1 0.5 0.5	2
9		-Biaya murah	3	-Pelaksanaan sulit	1	8

	Pondasi Beton Pracetak (PC Spun Piles)	-Daya dukung besar -Waktu pelaksanaan cepat -Tanpa biaya pemeliharaan -Awet -Pabrikasi -Homogen	2 1 1 1 0.5 0.5			
10	Pondasi Pipa Baja	-Daya dukung besar -Waktu pelaksanaan cepat -Awet -Pabrikasi -Homogen	2 1 1 0.5 0.5	-Biaya besar -Pelaksanaan sulit -Biaya pemeliharaan besar	3 1 1	0
11	Pondasi Baja Profil	-Waktu pelaksanaan cepat -Awet -Pabrikasi -Homogen	1 1 0.5 0.5	-Biaya mahal -Pelaksanaan sulit -Daya dukung kecil	3 1 2	-3
12	Pondasi Baja Ulir	-Daya dukung besar -Awet -Pabrikasi -Homogen	2 1 0.5 0.5	-Biaya besar -Waktu pelaksanaan lama -Biaya pemeliharaan besar	3 1 1	-1
13	Tiang Bor Percusion Bored, concrete in situ	-Daya dukung besar -Tanpa biaya pemeliharaan -Awet	2 1 1	-Biaya besar -Pelaksanaan sulit -Waktu pelaksanaan lama -Tidak pabrikasi -Tidak homogen	3 1 1 0.5 0.5	-2
14	Fluse Bored, concrete in situ	-Daya dukung besar -Tanpa biaya pemeliharaan -Awet	2 1 1	-Biaya besar -Pelaksanaan sulit -Waktu pelaksanaan lama -Tidak pabrikasi -Tidak homogen	3 1 1 0.5 0.5	-2

Berfungsi untuk seleksi pertama ide-ide kreatif secara langsung dengan menilai Keuntungan dan kerugian masing-masing ide.

10 = paling diinginkan
1 = paling tidak diinginkan

Item : Struktur Kolom

Fungsi : Mendukung Beban

No	Tahap Kreatif	Tahap analisis				Nilai
	Ide-Ide Kreatif	Keuntungan		Kerugian		
1	Kolom Kayu	-Biaya murah -Pelaksanaan mudah -Waktu pelaksanaan cepat -Pabrikasi	3 1 1 0.5	-Biaya perawatan tinggi -Daya dukung rendah	1 2	2.5
2	Kolom Baja	-Pelaksanaan mudah -Waktu pelaksanaan cepat -Pabrikasi -Daya dukung tinggi -Homogen	1 1 0.5 2 0.5	-Biaya mahal -Biaya perawatan tinggi	3 1	1
3	Kolom Komposit	-Pelaksanaan mudah -Daya dukung tinggi -Tanpa biaya perawatan -Waktu pelaksanaan cepat	1 2 1 1	-Biaya mahal -Tidak pabrikasi	3 0.5	1.5
4	Kolom Prestress	-Waktu pelaksanaan cepat -Pabrikasi -Daya dukung tinggi -Homogen	1 0.5 2 0.5	-Biaya mahal -Pelaksanaan sulit	3 1	0
5	Kolom Bata	-Biaya murah -Pelaksanaan mudah -Waktu pelaksanaan cepat	3 1 1	-Tidak pabrikasi -Biaya perawatan tingi -Daya dukung rendah	0.5 1 2	1.5
6	Kolom Batu Kali	-Biaya murah -Pelaksanaan mudah -Waktu pelaksanaan cepat -Tanpa biaya perawatan	3 1 1 1	-Tidak pabrikasi -Daya dukung rendah	0.5 2	3.5

Berfungsi untuk seleksi pertama ide-ide kreatif secara langsung dengan menilai keuntungan dan kerugian masing-masing ide.

10 = paling diinginkan
1 = paling tidak diinginkan

Item : Struktur Balok dan lantai

Fungsi : Mendukung Beban

No	Tahap Kreatif	Tahap analisis				Nilai
	Ide-Ide Kreatif	Keuntungan		Kerugian		
1	Balok Kayu	-Biaya murah -Pelaksanaan mudah -Waktu pelaksanaan cepat -Pabrikasi	3 1 1 0.5	-Biaya perawatan tinggi -Daya dukung rendah	1 2	2.5
2	Balok Baja	-Pelaksanaan mudah -Waktu pelaksanaan cepat -Pabrikasi -Daya dukung tinggi -Homogen	1 1 0.5 2 0.5	-Biaya mahal -Biaya perawatan tinggi	3 1	1
3	Balok Komposit	-Pelaksanaan mudah -Daya dukung tinggi -Tanpa biaya perawatan -Waktu pelaksanaan cepat	1 2 1 1	-Biaya mahal -Tidak pabrikasi	3 0.5	1.5
4	Balok Prestress	-Waktu pelaksanaan cepat -Pabrikasi -Daya dukung tinggi -Tanpa biaya perawatan	1 0.5 2 1	-Biaya mahal -Pelaksanaan sulit	3 1	0.5
5	Lantai Baja	-Pelaksanaan mudah -Waktu pelaksanaan cepat -Pabrikasi -Daya dukung tinggi -Homogen	1 1 0.5 2 0.5	-Biaya mahal -Biaya perawatan tinggi	3 1	1
6	Lantai Kayu	-Biaya murah -Pelaksanaan mudah -Waktu pelaksanaan cepat -Pabrikasi	3 1 1 0.5	-Biaya perawatan tinggi -Daya dukung rendah	1 2	2.5
7	Lantai Komposit	-Pelaksanaan mudah -Daya dukung tinggi -Tanpa biaya perawatan -Waktu pelaksanaan cepat	1 2 1 1	-Biaya mahal -Tidak pabrikasi	3 0.5	1.5
8	Lantai prestress	-Waktu pelaksanaan cepat -Pabrikasi -Daya dukung tinggi	1 0.5 2	-Biaya mahal -Pelaksanaan sulit	3 1	-0.5
9	Lantai combi deck	-Waktu pelaksanaan cepat -Pabrikasi -Daya dukung tinggi	1 0.5 2	-Biaya mahal -Pelaksanaan sulit	3 1	-0.5
10	Lantai precast	- Biaya murah -Waktu pelaksanaan cepat	3 1	-Pelaksanaan sulit	1	5.5

		-Pabrikasi -Daya dukung tinggi	0.5 2			

Berfungsi untuk seleksi pertama ide-ide kreatif secara langsung dengan menilai keuntungan dan kerugian masing-masing ide.

10 = paling diinginkan
1 = paling tidak diinginkan

Analisis Tingkat Kelayakan

Item : Pondasi Fungsi : Mendukung Beban						
Daftar ide-ide kreatif dalam pertimbangan Kemampuan untuk memenuhi kriteria Rangking masing-masing ide dari 1-10 Untuk faktor-faktor ini	Penggunaan Teknologi 10-biasa ; 0-baru	Penggunaan Pengembangan 10-biasa ; 0-baru	Kemungkinan Implementasi 10-100 % ; 0-0%	Waktu Imple-mentasi 10-singkat ; 0-lama	Keuntungan Biaya Potensial 10-besar ; 0-kecil	Total
Item Pondasi						
1. Tiang beton pracetak (PC Spun Piles)	9	9	9	7	9	**43**
2. Tiang kayu	9	5	3	5	9	**31**

Berfungsi untuk menilai tingkat kelayakan dari ide-ide kreatif berdasarkan kemampuannya memenuhi kriteria yang diajukan, disini dipilih yang mempunyai nilai positif.

Item : Struktur Fungsi : Mendukung Beban						
Daftar ide-ide kreatif dalam pertimbangan Kemampuan untuk memenuhi kriteria Rangking masing-masing ide dari 1-10 Untuk faktor-faktor ini	Penggunaan Teknologi 10-biasa ; 0-baru	Penggunaan Pengembangan 10-biasa ; 0-baru	Kemungkinan Implementasi 10-100 % ; 0-0%	Waktu Imple-mentasi 10-singkat ; 0-lama	Keuntungan Biaya Potensial 10-besar ; 0-kecil	Total
I. KOLOM						
1. Baja	7	8	9	9	7	**40**
2. Komposit	6	6	8	8	8	**36**
3. Kayu	9	8	5	9	4	**35**
4. Batu Kali	9	8	3	9	4	**33**
5. Bata	9	8	2	9	4	**32**
II. BALOK						
1. Baja	7	8	9	9	7	**40**
2. Komposit	6	6	8	8	8	**36**

3. Kayu	9	8	5	9	4	**35**
III. PELAT LANTAI						
1. Precast	8	8	9	9	8	**42**
2. Baja	7	8	9	9	7	**40**
3. Komposit	6	6	8	8	8	**36**
4. Kayu	9	8	5	9	4	**35**

Berfungsi untuk menilai tingkat kelayakan dari ide-ide kreatif berdasarkan kemampuannya memenuhi kriteria yang diajukan, disini dipilih yang mempunyai nilai positif.

Analisis Matrik Evaluasi

Metoda Zero One merupakan salah satu metoda yang digunakan untuk memberikan angka pembobotan kriteria-kriteria yang ditetapkan pada analisis matrik.

*) Keterangan elemen matrik zero one
x = untuk kriteria yang sama penting
1 = untuk kriteria yang lebih penting
0 = untuk kriteria yang kurang penting

**) Keterangan bobot yang diberikan
10 = paling penting
1 = paling tidak penting

I. PONDASI

		A	B	C	D	E	F	Total	Rank	Bobot
Keamanan/ Kekakuan	**A**	x	x	1	1	1	1	4	1	9
Biaya	**B**	x	x	1	1	1	1	4	1	9
Cara pelaksanaan	**C**	0	0	x	0	x	1	1	3	5
Pengawasan mutu	**D**	0	0	1	x	1	1	3	2	7
Pengadaan bahan	**E**	0	0	x	0	x	x	0	4	3
Waktu pelaksanaan	**F**	0	0	0	0	x	x	0	4	3

II. STRUKTUR

		A	B	C	D	E	F	Total	Rank	Bobot
Keamanan/ Kekakuan	**A**	x	0	1	1	1	1	4	2	7

Biaya	**B**	1	x	1	1	1	1	5	1	9
Cara pelaksanaan	**C**	0	0	x	1	1	0	2	3	5
Pengawasan mutu	**D**	0	0	0	x	1	1	2	3	5
Pengadaan bahan	**E**	0	0	0	0	x	0	0	4	3
Waktu pelaksanaan	**F**	0	0	1	0	1	x	2	3	5

Pilihlah ide-ide terbaik dari alternatif-alternatif yang ada dalam tahap kreatif. Tentukan salah satu yang memenuhi kriteria dan nilai masing-masing pada matrik ini.

Point penilaian:

Baik sekali (exelent) = 4 Baik (good) = 3

Wajar (fair) = 2 Rendah (poor) = 1

A = Keamanan/kekakuan
B = Biaya
C = Cara pelaksanaan
D = Pengawasan mutu
E = Pengadaan bahan
F = Waktu pelaksanaan

Item Pondasi	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**Total**	**Rank**
Bobot	9	9	5	7	3	3	36	
10 = sangat penting	25,00	25,00	13,89	19,44	8,33	8,33	100	
0 = paling tidak penting	%	%	%	%	%	%	%	
1. Tiang beton pracetak (PC Spun Piles)	4	3	3	4	4	4	**130**	**I**
	36	**27**	**15**	**28**	**12**	**12**		
2. Tiang beton bertulang (asli)	3	4	3	3	4	4	**123**	**II**
	27	**36**	**15**	**21**	**12**	**12**		
3. Tiang kayu	2	4	3	3	4	3	**111**	**III**
	18	**36**	**15**	**21**	**12**	**9**		

Berfungsi untuk memilih ide terbaik dari alternatif-alternatif yang ada, dan ide yang terbaik harus memenuhi kriteria yang diajukan

Pilihlah ide-ide terbaik dari alternatif-alternatif yang ada dalam tahap kreatif. Tentukan salah satu yang memenuhi kriteria dan nilai masing-masing pada matrik ini.

Point penilaian:

Baik sekali (exelent) = 4 Baik (good) = 3

Wajar (fair) = 2 Rendah (poor) = 1

A = Keamanan/kekakuan
B = Biaya
C = Cara pelaksanaan
D = Pengawasan mutu
E = Pengadaan bahan
F = Waktu pelaksanaan

Item Struktur Kolom	A	B	C	D	E	F	Total	Rank
Bobot	7	9	5	5	3	5	34	
10 = sangat penting	20.59	26.47	14.71	14.71	8.82	14.71	100	
0 = paling tidak penting	%	%	%	%	%	%	%	
1. Struktur beton bertulang (asli)	4	4	3	4	4	3	**126**	**I**
	28	**36**	**15**	**20**	**12**	**15**		
2. Kolom baja	3	3	4	4	3	4	**117**	**II**
	21	**27**	**20**	**20**	**9**	**20**		
3. Kolom komposit	4	2	3	2	3	3	**95**	**III**
	28	**18**	**15**	**10**	**9**	**15**		
4. Struktur kayu	2	2	3	3	3	3	**86**	**IV**
	14	**18**	**15**	**15**	**9**	**15**		
5. Rangka batu kali	2	2	3	2	2	2	**73**	**V**
	14	**18**	**15**	**10**	**6**	**10**		
6. Pasangan bata	2	2	2	2	2	2	**68**	**VI**
	14	**18**	**10**	**10**	**6**	**6**		

Berfungsi untuk memilih ide terbaik dari alternatif-alternatif yang ada, dan ide yang terbaik harus memenuhi kriteria yang diajukan

Pilihlah ide-ide terbaik dari alternatif-alternatif yang ada dalam tahap kreatif. Tentukan salah satu yang memenuhi kriteria dan nilai masing-masing pada matrik ini.

Point penilaian:

Baik sekali (exelent) = 4 Baik (good) = 3

Wajar (fair) = 2 Rendah (poor) = 1

A = Keamanan/kekakuan
B = Biaya
C = Cara pelaksanaan
D = Pengawasan mutu
E = Pengadaan bahan
F = Waktu pelaksanaan

Item Struktur Balok	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**Total**	**Rank**
Bobot	7	9	5	5	3	5	34	
10 = sangat penting	20.59	26.47	14.71	14.71	8.82	14.71	100	
0 = paling tidak penting	%	%	%	%	%	%	%	
1. Struktur beton bertulang (asli)	4	4	3	4	4	3	**126**	**I**
	28	**36**	**15**	**20**	**12**	**15**		
2. Struktur baja	3	3	4	4	3	4	**117**	**II**
	21	**27**	**20**	**20**	**9**	**20**		
3. Struktur komposit	4	2	3	2	3	3	**95**	**III**
	28	**18**	**15**	**10**	**9**	**15**		
4. Struktur kayu	2	2	3	3	3	3	**86**	**IV**
	14	**18**	**15**	**15**	**9**	**15**		

Berfungsi untuk memilih ide terbaik dari alternatif-alternatif yang ada, dan ide yang terbaik harus memenuhi kriteria yang diajukan

Pilihlah ide-ide terbaik dari alternatif-alternatif yang ada dalam tahap kreatif. Tentukan salah satu yang memenuhi kriteria dan nilai masing-masing pada matrik ini.

Point penilaian:

Baik sekali (exelent) = 4 Baik (good) = 3

Wajar (fair) = 2 Rendah (poor) = 1

A = Keamanan/kekakuan
B = Biaya
C = Cara pelaksanaan
D = Pengawasan mutu
E = Pengadaan bahan
F = Waktu pelaksanaan

Item Struktur Lantai	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**Total**	**Rank**
Bobot	7	9	5	5	3	5	34	
10 = sangat penting	20.59	26.47	14.71	14.71	8.82	14.71	100	
0 = paling tidak penting	%	%	%	%	%	%	%	
1. Struktur beton precast	4	4	3	3	4	3	**121**	**I**
	28	**36**	**15**	**15**	**12**	**15**		
2. Struktur beton bertulang (asli)	3	3	4	4	3	4	**117**	**II**
	21	**27**	**20**	**20**	**9**	**20**		
3. Struktur baja	4	2	2	2	3	3	**90**	**III**
	28	**18**	**10**	**10**	**9**	**15**		
4. Struktur komposit	3	2	2	2	3	3	**83**	**IV**
	21	**18**	**10**	**10**	**9**	**15**		
4. Struktur kayu	2	2	2	2	2	4	**78**	**IV**
	14	**18**	**10**	**10**	**6**	**20**		

Berfungsi untuk memilih ide terbaik dari alternatif-alternatif yang ada, dan ide yang terbaik harus memenuhi kriteria yang diajukan

2.4 Fase/Tahap Pengembangan

Pada fase/tahap ini dipersiapkan laporan dan deskripsi dari usulan-usulan yang direkomendasikan. Selain lembar kerja pada tahap pembangunan ini, juga disajikan hasil perhitungan-perhitungan tahap pengembangan.

Pada tahap pengembangan ini alternatif terpilih akan ditinjau lebih detail lagi dalam bentuk tinjauan teknis dan biaya. Perlu dilakukan tinjauan apakah fungsi dasar tetap terpenuhi dan dibuat perhitungan untuk volume dan biaya dari alternatif yang dipilih tersebut.

2.4.1 Pengembangan Rancangan Usulan

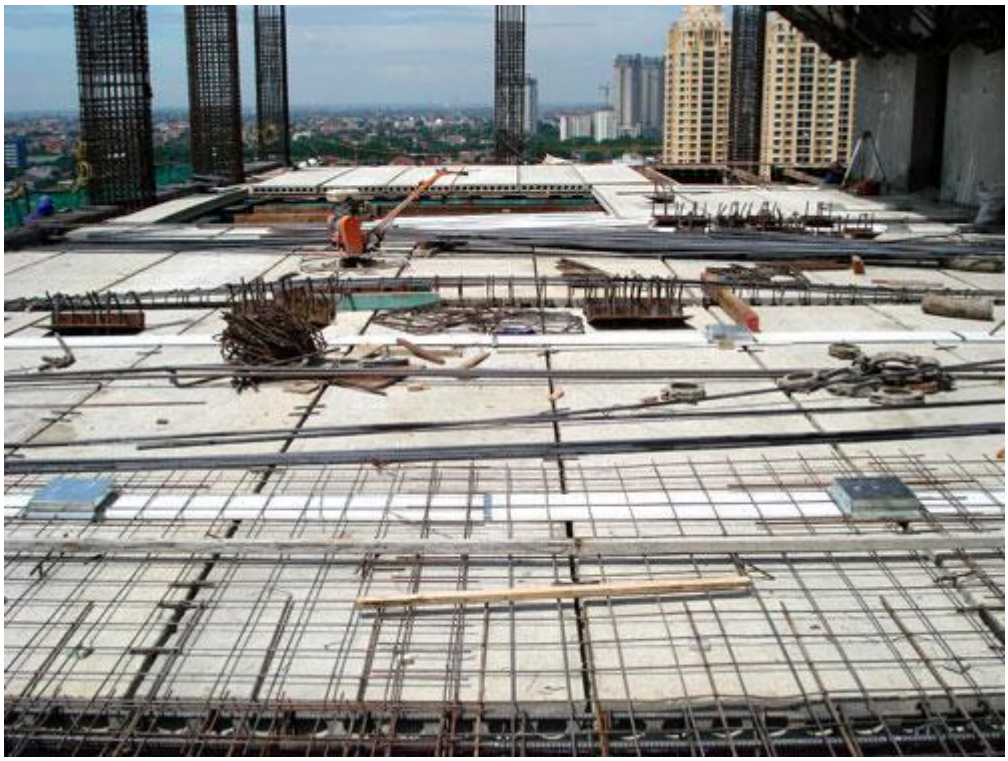
Pengembangan konsep usulan dari ide kreatif berisi tentang, konsep awal, konsep usulan, diskusi dan tinjauan teknis.

CATATAN TAHAP PENGEMBANGAN	TAHAP PENGEMBANGAN
Judul : PENERAPAN REKAYASA NILAI PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL NASA Waktu : Desember 2007	
Tim sudah melakukan beberapa aspek penilaian terhadap fungsi dan spesifikasi yang telah dibuat perencana. Tim berpendapat bahwa item pekerjaan yang cocok untuk diteliti lebih lanjut adalah : 1. Item pondasi yaitu berupa tiang pancang 2. Item struktur beton bertulang Diskripsi rancangan usulan 1. Pondasi beton pracetak dia. 40 cm (PC Spun Piles) 2. Perubahan pada struktur pelat lantai dengan precast. 3. Perubahan pada balok anak Hasil diskusi antar anggota tim 1. Penggunaan pondasi beton pracetak yang lebih ekonomis. Dengan penggantian material tidak mengakibatkan pengurangan daya dukung dan tidak kelebihan beban terhadap daya dukung tiang. Kekuatan tiang pengganti telah diperhitungan terhadap beban-beban yang bekerja. Berat tiang prestressed spun concrete malah lebih ringan daripada tiang pancang beton bertulang dengan ukuran 40 x 40 cm. Berikut tabel section propertis dari PC Spun Piles WIKA 2. Keuntungan dari plat lantai precast adalah: Dengan digunakan *precast* maka pemakaian bekisting dan perancah akan berkurang drastis sehingga dapat menghemat waktu pelaksanaan.	

- Lingkungan kerja jadi lebih bersih dan rapi karena sampah-sampah dari bekisting berkurang drastis.

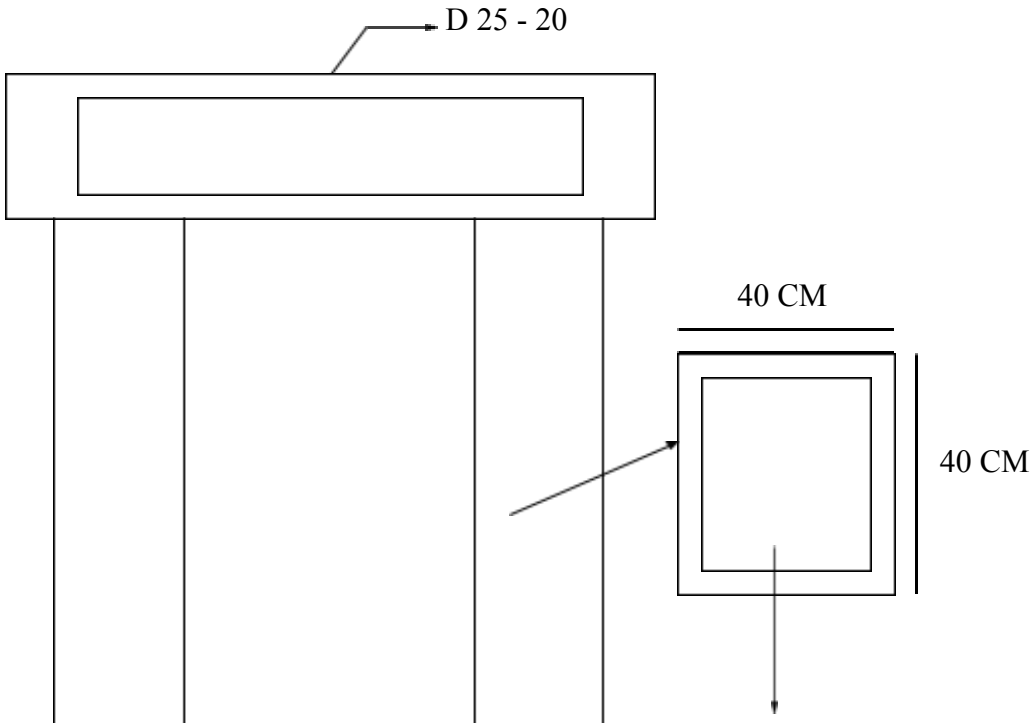
Propertis Penampang (PC Piles, WIKA BETON)	
1. Class	C
2. Ourside diameter (mm)	400,000
3. Wall thicknes (mm)	75,000
4. Concrete cross section (cm^2)	766,000
5. Sectoion modulus (cm^3)	5678,200
6. Bending momen capacity (tm) - Crack - Ultimate	 9,00 18,000
7. Allowable axial load (ton)	111,500

Berikut ini beberapa gambar contoh pelaksanaan plat lantai precast:



SKETSA–SKETSA DARI ALTERNATIF YANG DIUSULKAN

Pondasi tiang pancang

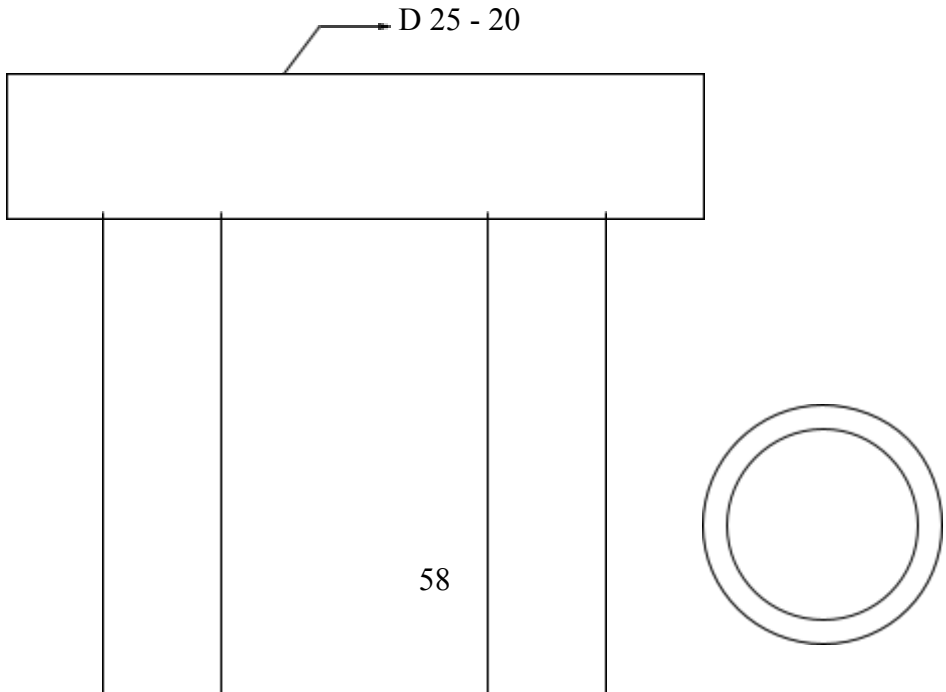


12 D 22
Ø 10 – 10
Beton K 250

RENCANA PONDASI SEMULA

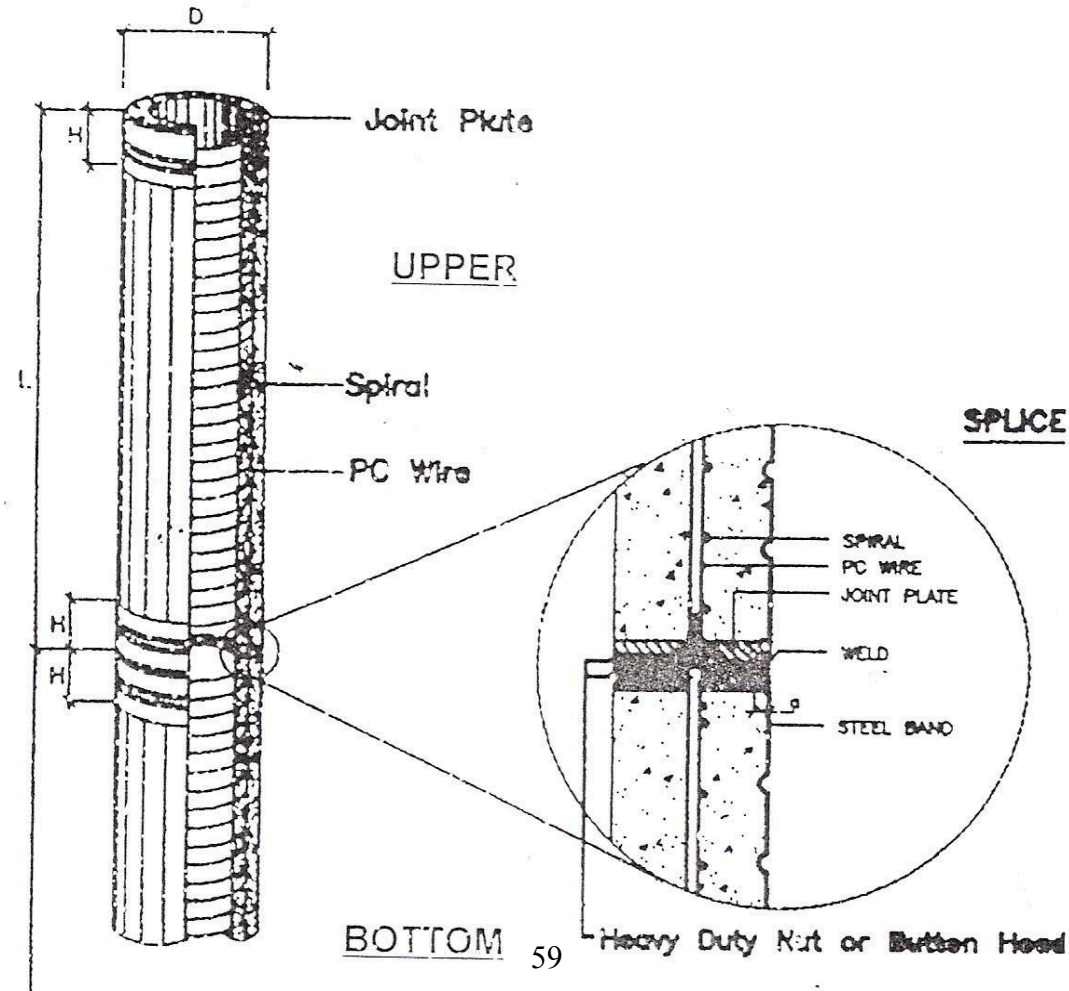
SKETSA–SKETSA DARI ALTERNATIF YANG DIUSULKAN

Pondasi



Pondasi dia. 40 cm

RENCANA PONDASI USULAN



Gambar Rancangan Pondasi PC Spun Piles WIKA

2.4.1 Pembiayaan Siklus Hidup

Perubahan-perubahan dalam biaya dari kepemilikan, operasi dan pemeliharaan kompleks besar menjadi suatu beban terhadap perencana dan pemilik. Problem semacam ini akan muncul dan semakin sering dijumpai pada saat mendatang. Biaya pengoperasian struktur bangunan, fasilitas pabrik, jalan raya dan yang lainnya memaksa pemilik untuk merencanakan waktu pakai total dari fasilitas. Pemilik tidak dapat lagi bertahan dengan membayar biaya minimum untuk "memasuki bangunan" dan menghadapi beban bahan bakar, pemeliharaan dan biaya pengoperasian staf agar fasilitas tetap terjaga dan beroperasi secara efesien. Pada saat yang sama, industri harus mempunyai mekanisme untuk secara efektif mengontrol biaya-biaya supaya dapat berkompetisi di pasar dunia. Dengan demikian banyaknya perusahaan-perusahaan asing yang memasuki persaingan untuk bahan-bahan kimia, barang-barang produksi dan berbagai pelayanan, kebutuhan biaya yang lebih rendah pada semua tahap dari suatu produk akan menjadi sangat berarti. Biaya siklus hidup pada setiap bagian dari suatu produk akan menjadi sangat berarti. Biaya siklus hidup

pada setiap bagian dari suatu fasilitas, desain pabrik, investasi ekonomi atau spekulasi lain sangat dibutuhkan untuk menjamin bahwa biaya sesungguhnya telah diketahui.

Analisa siklus hidup tidak dibatasi pada tahap perencanaan saja, tetapi dapat pula dipakai setiap saat selama umur guna fasilitas. Sebagai contoh, pabrik pemroses yang memproduksi produk yang kompetitif harus mengetahui setiap elemen dari biaya dari mulai mendapatkan dan mengolah bahan baku hingga transportasi akhir, pemasaran dan penjualan. Pemilik suatu kompleks olahraga menggunakan analisa siklus hidup untuk menghitung angsuran, pengoperasian dan biaya Man serta pembelanjaan lainnya untuk mengetahui apa yang dibutuhkan agar dapat mencapai titik impas. Kegunaan analisa siklus hidup menyentuh seluruh kehidupan ekonomi kita.

Definisi Biaya Siklus Hidup

Menurut The American Institute of Architects Life Cycle Cost Analysis Workbook No. 2 mengatakan bahwa pembiayaan siklus hidup adalah : *"Semua cara yang menghasilkan taksiran dari suatu solusi yang diberikan, atau pilihan di antara situasi-situasi, berdasarkan pertimbangan semua konsekuensi ekonomi yang relevan terhadap suatu perioda waktu yang ditentukan (atau siklus hidup)".*

Menurut Smith, Hinchman dan Grylls Associates pada buku Life Cycle Costing Workbook mendefinisikan pembiayaan siklus hidup serupa yang di atas, yaitu : *"Pembiayaan siklus hidup – Suatu taksiran ekonomis dari alternatif desain bersaing yang dinyatakan dalam dolar ekivalen."*

Definisi ini dapat dikembangkan untuk memperluas kegunaan pembiayaan siklus hidup pada setiap kehidupan ekonomi sehari-hari. Hal ini dapat digunakan untuk membuat perkiraan yang ekonomis dan membuat perbandingan untuk setiap saat. *"Pembiayaan Siklus hidup adalah biaya ekonomi total dari kepemilikan dan pengoperasian suatu fasilitas serta proses pembuatan dan produk Analisa pembiayaan siklus hidup mencerminkan biaya saat ini dan saat mendatang dari proyek terhadap umur guna. Hal ini memungkinkan membuat suatu taksiran dari solusi yang diberikan dan sebagai alat bantu dalam membuat perbandingan".*

Pembiayaan siklus hidup adalah suatu alat bantu universal untuk menggambarkan berbagai elemen-elemen dari biaya dan waktu dalam suatu kriteria seragam dari dolar ekivalen.

Keperluan dan Implikasi

Kegunaan dari teknik pembiayaan siklus hidup sangat banyak. Dalam analisa suatu fasilitas, teknik ini dapat diterapkan selama tahap-tahap pembuatan konsep, perencanaan, desain, konstruksi dan operasi dari fasilitas atau produk tersebut. Penerapannya sebagai suatu bantuan guna menganalisa alternatif-alternatif ekonomis untuk pembelian di rumah dan di pasar telah digunakan oleh kita semua. Dengan peningkatan drastis pada tingkat suku bunga dan inf1asi, kegunaan pembiayaan siklus hidup bertambah. Akibatnya sangat mengejutkan sebagaimana akan dilihat lebih lanjut pada bab ini. Sebelum menerangkan penggunaan pembiayaan siklus hidup, fakta-fakta kebutuhan penggunaannya perlu diketengahkan.

Karena pembiayaan siklus hidup sangat berguna dalam pengambilan keputusan, kegunaannya harus dimergerti untuk menghindarkan kesalahan penggunaan. Khususnya manajer keuangan harus mengetahui bahwa pembiayaan siklus hidup tidak sama dengan anggaran belanja. Satu hal yang tidak termasuk dalam anggaran belanja adalah karena pembiyaan siklus hidup dinyatakan dalam dolar tetap (tanpa inf1asi) dan semua dana alir dikonversikan ke suatu nilai ekivalen pada titik yang berhubungan dengan waktu. Pembiayaan siklus hidup memperkirakan bahwa jumlah yang harus dibayar tidak perlu sama untuk setiap pembiayaan tahunan.

Karena pembiayaan sik1us hidup sangat berguna dalam pengambilan keputusan, analisa hasil-hasil didasarkan pada faktor-faktor ekonomis. Perkiraan hanya akan baik bila data penunjang mencerminkan dasar dari biaya-biaya. Analisa akhir seharusnya memperhitungkan kriteria non-ekonomis yang mempunyai keuntungan hakiki yang tidak membebankan pada evaluasi biaya terbatas. Faktor-faktor seperti keselamatan, kehandalan. kemampuan operasi, faktor lingkungan, dan banyak lagi, mungkin jauh lebih penting dari penghematan uang. Keputusan akhir pada faktor-faktor abstrak bergantung sepenuhnya pada

kebijaksanaan. Setiap kondisi berbeda dan kriteria untuk analisa bervariasi sesuai kompleksitas proyek. Nasihat paling berguna adalah mempertahankan sebanyak mungkin informasi dasar dan membuat analisa yang cermat dan objektif.

Kriteria untuk membuat analisa sitkus hidup meliputi banyak bagian-bagian yang memaksa keputusan-keputusan menggunakan angka-angka tak pasti, seperti biaya energi mendatang, efisiensi sistem, pengoperasian tahunan dan biaya pemeliharaan, biaya jangka panjang, nilai sisa dan perkiraan umur peralatan. Pemaksaan keputusan tersebut akan menghasilkan suatu margin kesalahan sesuai dengan proses pembiayaan siklus hidup. Bagaimanapun, orde dari besarnya perbandingan biaya membuat pembiayaan siklus hidup sangat berguna. Hal ini merupakan cara terbaik yang ada untuk menghitung orde besarnya perbandingan.

Prinsip-prinsip Ekonomi

Biaya-biaya yang direfleksikan pada suatu basis waktu memudahkan kita untuk mendapatkan suatu gambaran jelas dari perbedaan antara pembelanjaan sekarang dan nilai yang setara dari jumlah uang tersebut pada saat mendatang. Formula-formula ekonomi adalah mekanisme yang dipakai untuk menghitung faktor waktu, suku bunga, biaya sekarang, biaya saat mendatang dan biaya-biaya tahunan. Efek dari eskalasi dapat dihitung.

Istilah yang sering digunakan untuk menerapkan formula-formula matematika pada prinsip-prinsip ekonomi adalah discounting. Penerapan formula-formula tersebut memudahkan perhitungan biaya-biaya untuk waktu yang berbeda dan tingkat suku bunga yang berbeda pula. Discounting adalah metoda yang dipakai untuk menyatakan biaya-biaya pada waktu yang ditentukan untuk basis yang lama. Suatu contoh yang baik dari discounting adalah pemilihan dua alternatif peralatan. Alternatif A adalah pembelanjaan sebesar Rp 14.000.000 untuk peralatan berumur 20 tahun. Alternatif B adalah untuk suatu alat saat ini berharga Rp10.000.000 dengan pembelanjaan tambahan sebesar Rp 10.000.000 untuk 10 tahun mendatang. Dengan tingkat bunga 10%, kita harus menyimpan di bank sebesar Rp 3.855.000 agar mencapai Rp 10.000.000 dalam 10 tahun. Jadi nilai saat ini dari alternatif B adalah Rp 10.000.000 + Rp 3.855.000).

Formula-formula untuk analisa discounting dapat berupa pembayaran tunggal atau pembayaran seragam. Pembayaran tunggal adalah pembelanjaan satu kali dan pembayaran seragam adalah pembayaran untuk nilai yang sama selama perioda yang ditentukan.

Perhitungan Eskalasi (Peningkatan)

Dengan peningkatan biaya-biaya dari produk-produk minyak, ada suatu kebutuhan untuk menghasilkan gambaran yang lebih akurat dari perspektif ekonomi sebagai perbandingan bagi pembuat keputusan. Pada evaluasi pembayaran tahunan seragam, asumsinya adalah pembelanjaan tahunan akan seragam. Hal ini tidak memperhitungkan peningkatan upah buruh, biaya bahan bakar atau biaya-biaya tak terduga dari komoditi lainnya. Untuk menghitung peningkatan, formula berikut diterapkan :

$$P = A \frac{\left\{ 1+e/1+i) \, (1+e/1+i) \right\}^{n} - i}{(1+e/1+i) - 1}$$

; e = tingkat eskalasi
i = suku bunga
a = tahun

Tipe –Tipe Dari Biaya-Biaya Siklus Hidup

Kategori biaya yang dipakai dalam suatu analisa biaya siklus hidup mencakup banyak hal. Perhitungan keuangan dari suatu proyek dapat dimulai saat tahun-tahun penyelesaian dari fasilitas aktual hingga saat fasilitas tidak berguna lagi dan harus dibuang.

1. Biaya Investasi. Jumlah uang yang dibelanjakan untuk perkiraan dari pasar potensial, untuk waktu dan pembelanjaan termasuk didalamnya analisa alternatif lokasi dan pembelanjaan yang meliputi pengembangan dari suatu rencana finansial. Biaya investasi dapat pula termasuk pembelanjaan untuk menghasilkan suatu jalur kredit dan alternatif finansial lainnya. Persiapan dari saham dan penjualan obligasi juga merupakan bentuk lain dari biaya investasi.

2. Biaya Perolehan Lahan. Biaya-biaya untuk kepemilikan lahan, penggantian hak milik biaya perijinan, biaya pembuatan akta, asuransi, biaya pengolahan lahan dan bunga pinjaman untuk pembelian atau penyewaan lahan yang digunakan untuk suatu fasilitas.

3. Biaya Rekayasa (Perencanann, Desain dan Inspeksi Konstruksi). Biaya-biaya yang berhubungan dengan perencanaan, desain tender, konstruksi, inspeksi dan biaya awal dari fasilitas. Setiap perkiraan biaya-biaya untuk perubahan-perubahan desain sudah harus termasuk didalamnya.

4. Biaya Desain Ulang. Biaya perubahan-perubahan dari rencana awal dan spesifikasi untuk menyesuaikan perubahan-perubahan rekayasa nilai. Termasuk dalam biaya ini adalah biaya dari penangguhan penyelesaian proyek untuk perubahan yang dilakukan.

5. Biaya Konstruksi. Biaya dari konstruksi bangunan atau fasilitas.

6. Biaya Administratif. Pada umumnya biaya untuk mengatur dan mengkoordinasikan proyek. Termasuk didalamnya adalah pemilik dan staf administrasi yang melakukan perencanaan, tender, penerimaan personil, kepegawaian, pemasaran dan biaya-biaya perijinan yang berkaitan dengan proyek.

7. Biaya Penggantian. Biaya saat mendatang untuk merubah atau mengganti suatu bagian dari proyek. Biasanya peralatan tersebut menjadi sumber utama dari biaya-biaya penggantian. Berdasarkan umur perkiraan peralatan, beberapa penggantian dapat terjadi selama umur proyek total. Pengecatan dan kebutuhan pemeliharaan lain dapat pula jatuh pada kategori ini.

8. Nilai Sisa. Nilai dari proyek atau produk pada suatu masa mendatang. Biasanya nilai sisa adalah jumlah yang diterima dari penjualan pada akhir perioda siklus hidup.

9. Biaya Pengoperasian. Biaya-biaya yang diperlukan untuk mengoperasikan fasilitas. Biaya-biaya ini adalah biaya sehari-hari kepegawaian; biaya energi untuk menciptakan dan menjaga suatu lingkungan kerja serta mengoperasikan peralatan; biaya-biaya pelayanan luar seperti pembuangan limbah, biaya air beserta salurannya, bahan-bahan kimia dan sumber-sumber lain yang diperlukan untuk membuat atau untuk memproses suatu produk; dan biaya-biaya transportasi dari sumber bahan baku hingga tempat pengiriman akhir. Biaya-biaya ini sering berupa biaya-biaya periodik yang jatuh pada interval-interval waktu tertentu :

A. **Kepegawaian**. Biaya-biaya upah dan tunjangan tambahan dari personil untuk mengoperasikan fasilitas atau sistem.

B. **Bahan Bakar**. Biaya gas, minyak, kayu atau bahan bakar lain yang digunakan sebagai bagian dari proses untuk pengoperasian sistem atau untuk menciptakan suatu lingkungan yang nyaman. Termasuk juga bahan bakar untuk mengoperasikan peralatan/unit pemrosesan. Dalam analisa biaya siklus hidup, bahan bakar dan biaya buruh sering dinaikkan untuk menghitung eskalasi dan/atau inflasi.

C. **Listrik/Tuntutan Kebutuhan**. Biaya listrik untuk mengoperasikan peralatan, penerangan, serta menghasilkan panas. Perlu diperhatikan bahwa biaya untuk pemanasan. pendinginan dan ventilasi mencakup listrik untuk pengoperasian peralatan tersebut. Tuntutan kebutuhan adalah suatu faktor pengali yang ditambahkan pada tagihan listrik. Faktor pengali tersebut didasari pada kebutuhan listrik tertinggi pada suatu waktu tertentu sehubungan dengan pemakaian normal. Bila pemakai memiliki tingkat kebutuhan yang tinggi, pemakaian listrik secara keseluruhan dikaitkan terhadap faktor tuntutan kebutuhan. Dalam banyak kasus, tuntutan kebutuhan dapat menaikkan kebutuhan listrik secara drastis.

D. **Bahan Kimia dan Suplai**. Biaya-biaya yang dibutuhkan material untuk menjaga sistem atau fungsi bangunan. Bahan-bahan kimia, produk kertas dan suplai kebersihan adalah salah satu contohnya.

E. **Jadwal Pengoperasian**. Kecenderungan pengoperasian suatu sistem mempengaruh biaya pengoperasian. Sebagai contoh, suatu pabrik pemroses memiliki lima mesin cetak yang beroperasi 8 jam sehari. Suatu alternatif lain adalah memiliki tiga mesin cetak yang beroperasi 16 jam sehari dengan satu unit sebagai cadangan.

F. **Pelayanan Luar**. Pelayanan kebersihan, pembuangan limbah, kontrak pemeliharaan, dan sebagainya, adalah contoh dari pelayanan luar.

G. **Pemulihan Sumber**. Dalam banyak kasus bahan baku yang diproses mempunyai sifat tertentu yang dapat menghemat biaya. Contohnya, endapan kotoran saluran buangan mempunyai suatu nilai panas (gas methan) dalam sistem anaerob yang dapat dibangkitkan dan digunakan untuk mengoperasikan peralatan.

H. **Transportasi**. Ketika menganalisa alternatif-alternatif, transportasi yang berbeda dan jarak pengangkutan harus dievaluasi. Biaya transportasi, khususnya dalam industri pengolahan, sangat penting dan sering tidak diperhatikan.

I. **Biaya pemeliharaan**. Faktor-faktor dalam biaya pemeliharaan adalah buruh, biaya suku cadang, material, bahan pembersih dan peralatannya, serta pemeliharaan sistem pencegahan. Juga termasuk didalamnya adalah pemeliharaan dan perbaikan, peralatan, dan sebagainya.

J. **Waktu dan Biaya dari Uang**. Waktu mempunyai persentase tinggi pada saat mengevaluasi alternatif. Suatu proyek yang berumur panjang dan rentang waktu dari setiap umur komponen harus dipertimbangkan dalam proses pengambilan keputusan. Biaya dari uang adalah bunga yang dibebankan pada pinjaman proyek. Elemen-elemen dari biaya dalam suatu analisa biaya siklus hidup adalah umur total fasilitas. Beberapa biaya berupa pembelanjaan satu kali yang muncul sebelum proyek dilaksanakan. Sedang yang lainnya berupa pembelanjaan tunggal yang diangsur selama perioda tertentu sebelum tercapai umur guna dari fasilitas.

Pembiayaan Siklus Hidup Sebagai Alat Bantu

Mengunakan pembiayaan siklus hidup akan membantu proses pengambilan keputusan dan menambah sensitivitas pada biaya dalam mengoperasikan fasilitas Pembiayaan siklus hidup secara aktual merupakan suatu rangkaian perhitungan yang menerapkan faktor-faktor ekonomi pada pembelanjaan keuangan. Validitas dari perbandingan seperti semua perkiraan tergantung dari kualitas perkiraan biaya yang dipakai dalam analisa. Tidak ada pengganti yang baik untuk menggambarkan biaya. Karena itu, sebelum melakukan suatu analisa siklus hidup, yakinlah akan kuantitas dan validitas dari parameterparameter biaya agar hasil akurat.

Pernyataan Permasalahan

Karena pembiayaan siklus hidup dapat digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan, langkah pertamanya menyangkut identifikasi dari masalah yang akan dipecahkan. Suatu pernyataan permasalahan akan membantu memusatkan pada basis dari perbandingan. Suatu deskripsi dari fasilitas fisik dan alternatif-alternatif yang dibandingkan harus didefinisikan dengan baik. Sebelum beranjak lebih lanjut ke dalam analisa, periksalah untuk melihat jika objektif-objektif sesuai dengan perbandingan-perbandingan serta parameter-parameter biaya pada analisa.

Pengganti yang Menentukan

Berikutnya skema pengganti yang di analisa berupa dokumen dengan suatu daftar informasi dasar pada komponen-komponen fisik dari alternatif-alternatif dan perbedaan-perbedaan. Penting pula untuk menentukan biaya dasar dan data keuangan dari program pemilik pada saat tersebut, karena data tersebut akan menghasilkan kriteria untuk masukam siklus hidup dan pedoman untuk analisa hasil.

Parameter yang Menentukan

Analisa siklus hidup dipengaruhi oleh waktu, biaya dan biaya dari uang. Faktor waktu meliputi umur perencanaan proyek, kadang-kadang disebut pula umur guna dari proyek; umur peralatan; jadual perencanaan pemilik; pengembangan

utama; dan penghapusan atau perubahan program secara keseluruhan. Perkiraan umur proyek, khususnya untuk penggantian peralatan sangat susah untuk diramalkan selayaknya umur peralatan itu sendiri yang tergantung pada kualitas peralatan dan pemeliharaan yang dilakukan untuk menjaga kondisi operasinya. Umur guna adalah waktu di mana fasilitas akan digunakan. Sering kali suatu bangunan akan mengalami beberapa renovasi besar se1ama umur guna. Biaya-biaya untuk pcmbelanjaan renovasi tambahan direncanakan oleh pemilik dan biasanya mencakup perbandingan siklus hidup. Parameter-parameter biaya digunakan pada saat tersebut. Akibat yans besar dirasakan pemilik dari mulai peningkatan energi, buruh serta biaya-biaya pemeliharaan di atas tingkat inflasi normal. Pluktuasi-fluktuasi ini pada biaya dapat dipertanggungjawabkan dengan memakai tingkat eskalasi. Biaya dari uang diambil ke dalam perhitungan dengan menentukan suku bunga, inflasi, dan tingkat etakalasi. Pinjaman dan keuntungan pajak merupakan bagian analisa.

Analisa Ekonomi

Suatu daftar yang berbentuk tabel digunakan dalam analisa biaya siklus hidup. Tabel tersebut mcncakup banyak parameter yang hanya menjelaskan serta kriteria lainnya yang digunakan dalam suatu studi dari suatu bangunan. Tabel-tabel digunakan sebagai daftar untuk perbandingan biaya siklus hidup dari struktur bangunan. Lembaran tersebut dapat digunakan untuk menilai semua biaya-biaya yang berhubungan dengan suatu struktur bangunan. Lembar kerja untuk struktur, eksterior, interior, peralatan mekanikal dan elektrikal, dan lokasi kerja dapat digunakan sesuai metoda yang dipakai perencana. Suatu ringkasan dari pembelanjaan siklus hidup untuk keseluruhan proyek akan didapat. Solusi grafis untuk menghitung data siklus hidup dikompilasi pada model biaya siklus hidup, sebagai tambahan untuk menunjukan biaya-biaya dari sistem yang ada beserta kemungkinan pengurangan biaya yang potensial.

Perhitungan Biaya Sik1us Hidup

Dari data pada lampiran. dapat dihitung biaya siklus hidup dari item pondasi dan item struktur dari Hotel NASA. Biaya siklus hidup dihitung selama umur ekonomis konstruksi, di mana diambil 25 tahun untuk bangunan dengan tingkat bunga 12% per tahun. Dalam perhitungan ada beberapa macam jenis pembiayaan yang besarnya ditentukan dengan asumsi/logika serta pengalaman-pengalaman di lapangan. Sebagai contohnya untuk biaya pemeliharaan tahunan di sini diambil sebesar 0.5% dari biaya konstruksi.

Rumus-rumus yang dipakai :

Biaya siklus hidup (tahunan ekivalen) :

Rumus : $A = P\ i\ (1+1)^n / (1+i)^n - 1$

Dimana :

P = Present Worth of Series of Annual Payments

A = Value of Those Annual Payments

i = Discount rate

n =Number of Interest Periods

Item Pondasi

Perhitungan :

Total biaya tahunan ekivalen :

Rancangan awal = **Rp 2.074.125.737,97**

Rancangan usulan = **Rp 1.907.425.017,095**

Biaya tahunan ekivalen

Rancangan awal P (A/P, 12%, 25) = Rp. 2.074.125.737.97 x 0.12750 =

Rp 264.451.031,592

Rancangan usulan P (A/P, 12%, 25) = Rp. 1.907.425.017,095 x 0.12750 =

Rp 243.196.689,68

Selisih biaya tahunan ekivalen :

= **Rp 264.451.031,592 – Rp 243.196.689,68 = Rp. 21.254.341,912**

Biaya Siklus Hidup Pondasi

Nilai Sekarang	Rancangan Awal (Rp)	Rancangan Usulan (Rp)
Biaya pokok Biaya konstruksi Biaya perubahan desain (1%)	2.074.125.737,97	1.907.425.017,095 19.074.250,17
Total Biaya Pokok	2.074.125.737,97	1.926.499.277,67
Biaya penggantian (replacement cost) Tidak ada penggantian selama 25 tahun	-	-
Nilai sisa (salvage cost)	-	-
Biaya pemeliharaan tahunan (annual maintenance cost)	-	-
Total Biaya	2.074.125.737,97	1.926.499.277,67
Penghematan biaya siklus hidup		**147.626.460,30**

Item Struktur

Perhitungan :

Total biaya tahunan ekivalen :

Rancangan awal = **Rp 3.468.208.676,632**

Rancangan usulan = **Rp 2.938.544.615,870**

Biaya tahunan ekivalen

Rancangan awal P (A/P, 12%, 25) = Rp. 3.468.208.676,632 x 0.12750=

Rp 442.196.606,27

Rancangan usulan P (A/P, 12%, 25) = Rp. 2.938.544.615,870 x 0.12750 =

Rp 374.664.438,523

Selisih biaya tahunan ekivalen :

= **Rp 442.196.606,27 – Rp 374.664.438,523 = Rp. 67.532.167,75**

Biaya Siklus Hidup Struktur

Nilai Sekarang	Rancangan Awal (Rp)	Rancangan Usulan (Rp)
Biaya pokok (initial cost) Biaya konstruksi Biaya perubahan desain (1 %)	3.468.208.676,632	2.938.544.615,870 29.385.446,15
Total Biaya Pokok	3.468.208.676,632	2.967.930.062,03
Biaya penggantian (replacement cost) Tidak ada penggantian selama 25 tahun	-	-
Nilai sisa (salvage cost) 5%	p/f 10.196.533,509	8.639.321,171
Biaya operasional (operational cost)	-	-
Biaya pemeliharaan tahunan (annual maintenance cost)	p/a136.005.803,254	115.235.027,11
Total Biaya (setelah dikurangi nilai sisa)	3.594.017.946,38	3.074.525.767,97
Penghematan biaya siklus hidup		**519.492.178,41**

Biaya Penghematan Proyek

Biaya (Rp)	Pondasi (Rp)	Struktur (Rp)	Total (Rp)
1. Penghematan tahunan	**21.254.341,912**	**67.532.167,75**	**88.786.509,66**
2. Penghematan siklus hidup	**147.626.460,30**	**519.492.178,41**	**667.118.638,71**

2.5 Tahap Rekomendasi

Garis-garis besar presentasi lisan adalah:

1. Pilih alternatif yang diinginkan
2. Membuat kesimpulan dan rekomendasi
3. Mempersiapkan sketsa-sketsa dan gambar-gambar yang akan mendukung kelancaran presentasi

4. Mempersiapkan kelancaran presentasi

Rencana-rencana implementasi adalah

1. Bagaimana usulan tersebut harus diimplementasikan? Usulan harus dirancang kembali oleh perancang/konsultan, dimana kemudian pelaksana diperintahkan untuk melaksanakan apa yang sudah dirancang ulang dengan perjanjian pelaksana di bayar berdasarkan dengan penghematan yang dihasilkan.
2. Apa yang harus dilakukan? Yang harus dilakukan adalah:
   a. Mengganti pondasi beton bertulang ukuran 40 x 40 cm dengan pondasi beton pracetak (PC Spun Piles)diameter 40 cm.
   b. Mengganti struktur lantai dengan precast dan penempatan balok anak sesuai dengan gambar rencana ulang.
3. Siapa yang harus melakukan? Kontraktor/Pelaksana
4. Berapa lama perubahan tersebut harus diselesaikan? Waktu pelaksanaan di lapangan diharapkan harus lebih cepat, namun diperlukan tambahan waktu untuk melakukan pemesanan dan penjadwalan ulang pekerjaan.