

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Tahap Informasi (*Information Phase*)

Tahap informasi ini dikumpulkan informasi-informasi proyek yang dapat menunjang dan mempermudah dalam memperoleh gagasan-gagasan pengembangan desain. Data-data informasi berupa:

1. Data umum

Data umum mencakup informasi-informasi umum dari proyek seperti lokasi proyek, luas bangunan, dan fungsional bangunan.

2. Data teknis

Merupakan informasi-informasi karakteristik fisik dari proyek. Data fisik meliputi jenis tanah, kondisi tanah, jenis pondasi yang digunakan, daya dukung tanah.

3. Data anggaran biaya

Data anggaran biaya meliputi informasi-informasi sumber anggaran biaya dan biaya awal pekerjaan.

Tujuan dari tahap informasi ini adalah untuk mendapatkan informasi secara jelas dan menyeluruh dari lingkup yang ditinjau, yaitu pada pekerjaan struktur pondasi, kolom, balok, plat, dan tangga. Data-data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel

5.1

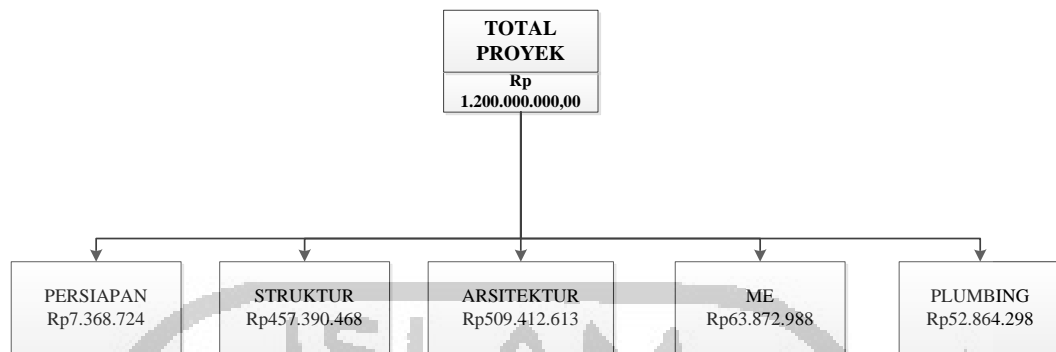
Tabel 5.1 Data proyek pembangunan gedung pemeriksa inspektor daerah Sleman

No	Uraian	Keterangan
1	Proyek	proyek pembangunan gedung pemeriksa inspektor Daerah Sleman
2	Lokasi proyek	Jl.Roro Jonggrang, Beran Tridadi, Kec. Sleman, Kab. Sleman DIY.
3	Fungsi	Bangunan gedung perkantoran
4	Biaya	Rp 1.200.000.000,00 Dengan biaya pekerjaan struktur Rp457.390.468

Biaya pekerjaan struktur untuk penyusunan tesis didapatkan dari RAB yang diperoleh dari tim perencana, sedangkan alternatif yang akan disusun berdasarkan data-data analisa harga dari data proyek yang ada.

Analisis rekayasa nilai (*value engineering*) pada pembahasan tesis ini dilakukan pada pekerjaan struktur pondasi, kolom, balok, plat, dan tangga. Oleh karena itu pada pekerjaan lain tidak diperhitungkan.

Pada tahap informasi dilakukan investigasi terhadap data-data yang telah diperoleh. Untuk mendapatkan kemudahan dalam melihat potensi penghematan dari rincian pekerjaan digunakan *cost mode*. *Cost model* dibuat secara grafis kemudian dilakukan *breakdown* dengan tabel secara rinci jenis pekerjaan dan harga atau biaya pada setiap item pekerjaan, setelah itu diperhitungkan bobot pada masing-masing pekerjaan. Tabel tersebut memudahkan untuk untuk menentukan penghematan potensial dari masing-masing bobot yang nilainya paling besar. Bobot yang paling besar mempunyai peluang besar penghematan yang optimal. Hasil investigasi *cost model* dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut ini:



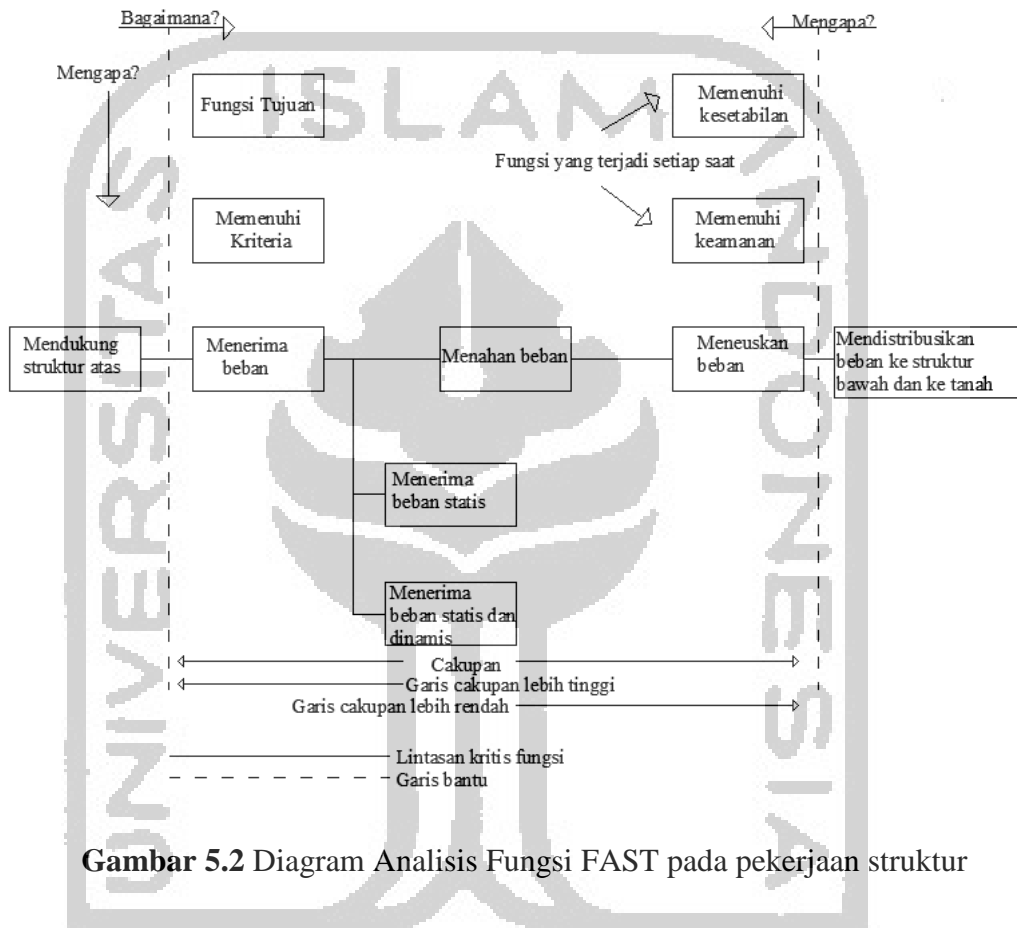
Gambar 5.1 *cost model* pembangunan gedung pemeriksa inspektor daerah Sleman

Dari hasil investigasi *cost model* dapat dilihat bahwa pekerjaan arsitektur mempunyai biaya yang tinggi dibandingkan dengan pekerjaan lainnya. Akan tetapi potensi untuk dilakukan penghematan terdapat pada pekerjaan struktur dengan menggunakan metode *value engineering*. Setelah melakukan investigasi tahap selanjutnya adalah *breakdown* biaya struktur yang dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.2 *Breakdown* biaya struktur proyek pembangunan gedung pemeriksa inspektor daerah Sleman

Proyek : Lokasi : Klien : Tanggal : Halaman :		TAHAP INFORMASI	
		COST BREAKDOWN	
No	Uraian Pekerjaan	Breakdown Biaya	Bobot (%)
1	Pekerjaan Pondasi	Rp78.722.888	17,211
2	Pekerjaan Sloof	Rp42.669.963	9,3290
3	Pekerjaan Kolom	Rp80.415.248	17,581
4	Pekerjaan Balok	Rp120.859.834	26,423
5	Pekerjaan Plat	Rp50.335.367	11,004
6	Pekerjaan Tangga	Rp20.817.728	4,5514
7	Pekerjaan Topi-topi	Rp6.000.192	1,3118
8	Pekerjaan Atap	Rp57.569.248	12,586
	TOTAL	Rp457.390.468	100

Hasil analisis fungsi FAST pada pekerjaan struktur dapat dilihat pada gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Diagram Analisis Fungsi FAST pada pekerjaan struktur

Dengan menggunakan FAST, melibatkan diagram blok yang cukup berfungsi berdasarkan jawaban-jawaban terhadap pertanyaan bagaimana (*HOW*) dan mengapa (*WHY*). Hasil dari diagram ini adalah hirarki dari fungsi yang memperlihatkan hubungan antara *HOW/ WHY*, serta memperlihatkan bagaimana urutan fungsi-fungsi sehingga menempatkan bagaimana suatu fungsi dasar, tujuan, atau hasil akhir.

Pertanyaan-pertanyaan bagaimana dan mengapa dapat terjawab secara sudut pandang fungsional dengan cakupan tinggi bergerak ke arah kanan ke cakupan yang lebih rendah dari diagram FAST.

Pemetaan fungsional menggunakan metode FAST ini merupakan suatu titik awal. Pelayanan adalah suatu set proses dan sub-proses untuk mendapatkan fitur yang diinginkan dan dianalisa dari sudut pandang fungsional. Metode FAST menghasilkan suatu *logical functional map* untuk desain. Sehingga metode ini menghasilkan banyak mekanisme berbeda untuk menyediakan fungsi proses yang sama, diluar batas dan kreativitas yang ada.

5.2 Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

Tahap ini dilakukan pendekatan-pendekatan secara kreatif dengan mengemukakan ide-ide sebanyak mungkin, dimana banyak informasi ide-ide kreatif yang dikemukakan diharapkan studi *value engineering* dapat berjalan dengan sukses. Tetapi kurang lengkapnya informasi yang didapat tidak menghalangi kemampuan usaha *value engineering* karena dengan berlanjutnya studi akan semakin banyak informasi yang nantinya dapat dipecahkan.

Ide-ide kreatif yang dikemukakan merupakan ide-ide kreatif yang sesuai cakupan fungsional yang telah dijabarkan pada tahapan sebelumnya dengan menggunakan metode FAST.

Ide kreatif desain struktur pondasi, kolom, balok, plat, dan tangga yang telah didapat, kemudian ditabelkan mencakup sistem teknologi dan bahan material yang digunakan. Hasil usulan ide kreatif dapat dilihat pada tabel 5.3 sampai dengan tabel 5.7

Tabel 5.3 Ide kreatif alternatif desain struktur pondasi

No	Jenis pondasi	Sistem struktur	Bahan material
1	Pasangan batu	Pondasi dangkal	Batu kali dan cor
2	Footplat	Pondasi dangkal	Beton bertulang
3	Sumuran	Pondasi dangkal	Beton bertulang
4	Mini bor	Pondasi dangkal	Beton bertulang

Tabel 5.4 Ide kreatif alternatif desain struktur kolom

No	Jenis kolom	Sistem struktur	Bahan material
1	Beton bertulang	Kolom Pendek	Beton bertulang
2	Baja	Kolom Pendek	Baja
3	komposit	Kolom Pendek	Beton bertulang dan baja

Tabel 5.5 Ide kreatif alternatif desain struktur balok

No	Jenis balok	Sistem struktur	Bahan material
1	Beton bertulang	Balok induk dan anak	Beton bertulang
2	Baja	Balok induk dan anak	Baja
3	komposit	Balok induk dan anak	Beton bertulang dan baja

Tabel 5.6 Ide kreatif alternatif desain struktur plat

No	Jenis plat	Sistem struktur	Bahan material
1	Plat konvensional	Satu arah dan dua arah	Beton bertulang
2	<i>Precast</i>	Satu arah dan dua arah	<i>Precast concrete</i>
3	Bondek	Satu arah dan dua arah	Bondek
4	Baja		baja

Tabel 5.7 Ide kreatif alternatif desain struktur tangga

No	Jenis tangga	Sistem struktur	Bahan material
1	Plat tangga beton dengan anak tangga bata	Satu arah dan dua arah	Beton bertulang dan bata
2	Plat dan anak tangga beton	Satu arah dan dua arah	Beton bertulang
3	Balok dengan anak tangga beton	Balok menerus	Beton bertulang

5.3 Tahap Pertimbangan (*judgmnet phase*)

Pada tahap pertimbangan dilakukan analisis dengan kriteria desain pondasi, kolom, balok, plat, dan tangga yang telah ditampilkan pada tahap kreatif. Analisis yang dilakukan pada tahap ini adalah analisis keuntungan dan kerugian, analisis tingkat kelayakan, dan analisis matrik berpasangan untuk menentukan nilai atau bobot terbaik.

Penilaian dilakukan dengan cara membandingkan semua kriteria terhadap komponen yang ditinjau. Penilaian dilakukan secara relatif dengan melibatkan tim. Penilaian diberikan oleh tim rekayasa nilai (*value engineering*) dengan cara mengisi kuisisioner yang diwakili oleh orang-orang yang berkompeten dibidangnya.

Penilaian terhadap kriteria-kriteria parameter dilakukan bersama-sama dengan cara pengumpulan angket atau kuisisioner dari para ahli serta praktisi yang berkompeten dibidangnya. Pemberian penilaian pada kriteria dilakukan secara relatif berdasarkan pengetahuan dan pengalaman dari para ahli atau responden. Penilaian diambil responden sebanyak 6 orang. Hasil dari kuisisioner selanjutnya dilakukan analisis untuk menentukan nilai atau bobot terbaik dari masing-masing ide alternatif desain pondasi,; kolom, balok, plat, dan tangga.

5.3.1 Analisis keuntungan dan kerugian

Hasil kuisioner dengan responden sebanyak 6 orang yang berkompeten dibidangnya didapat rekapitulasi hasil untuk masing-masing jenis alternatif desain struktur pondasi, kolom, balok, plat, dan tangga dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.8 Rekapitulasi hasil kuisioner Analisis keuntungan dan kerugian alternatif desain pondasi

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
I		Pasangan Batu								
1	Biaya awal	3	2	3	3	3	3	17	2,833	+
2	Daya dukung	-2	3	-2	1	-2	-3	-5	-0,833	-
3	Waktu pelaksanaan	3	1	2	2	2	3	13	2,167	+
4	Kemungkinan implementasi	1	3	2	3	3	1	13	2,167	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	3	3	3	3	3	3	18	3,000	+
6	Sarana kerja (peralatan)	3	3	3	3	3	3	18	3,000	+
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
II		Footplat								
1	Biaya awal	2	2	2	3	2	3	14	2,333	+
2	Daya dukung	2	3	2	3	3	3	16	2,667	+
3	Waktu pelaksanaan	2	3	2	3	2	3	15	2,500	+
4	Kemungkinan implementasi	3	2	3	3	2	3	16	2,667	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	1	3	1	2	2	2	11	1,833	+
6	Sarana kerja (peralatan)	2	-3	2	2	2	3	8	1,333	+
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET

III		Sumuran								
1	Biaya awal	-2	-3	-2	-2	-2	-2	-13	-2,167	-
2	Daya dukung	2	3	1	3	3	2	14	2,333	+
3	Waktu pelaksanaan	-2	-3	-2	-3	-2	-1	-13	-2,167	-
4	Kemungkinan implementasi	1	-2	1	-3	-1	1	-3	-0,500	-
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	-2	-2	-2	-3	-2	2	-9	-1,500	-
6	Sarana kerja (peralatan)	-2	3	-1	-3	-2	1	-4	-0,667	-
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
IV		Mini Bor								
1	Biaya awal	-3	-2	-1	-2	-3	-2	-13	-2,167	-
2	Daya dukung	3	3	2	2	3	3	16	2,667	+
3	Waktu pelaksanaan	-2	1	-1	-3	-2	1	-6	-1,000	-
4	Kemungkinan implementasi	2	3	2	1	2	1	11	1,833	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-14	-2,333	-
6	Sarana kerja (peralatan)	-3	-2	-2	-3	-2	-2	-14	-2,333	-

Tabel 5.9 Rekapitulasi hasil kuisioner Analisis keuntungan dan kerugian alternatif desain kolom

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
I		Beton Bertulang								
1	Biaya awal	1	3	3	3	2	2	14	2,333	+
2	Daya dukung	2	3	2	3	3	3	16	2,667	+
3	Waktu pelaksanaan	2	2	3	3	3	2	15	2,500	+
4	Kemungkinan implementasi	3	3	2	3	3	3	17	2,833	+

5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	2	-1	1	3	2	3	10	1,667	+
6	Sarana kerja (peralatan)	2	2	2	2	2	3	13	2,167	+
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
II	Baja									
1	Biaya awal	2	3	2	3	2	2	14	2,333	+
2	Daya dukung	2	3	3	3	2	2	15	2,500	+
3	Waktu pelaksanaan	2	3	2	2	2	3	14	2,333	+
4	Kemungkinan implementasi	1	2	1	3	1	2	10	1,667	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	1	3	2	2	2	2	12	2,000	+
6	Sarana kerja (peralatan)	2	2	2	3	1	2	12	2,000	+
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
III	Komposit									
1	Biaya awal	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-13	-2,167	-
2	Daya dukung	3	3	3	3	2	2	16	2,667	+
3	Waktu pelaksanaan	1	3	2	1	2	2	11	1,833	+
4	Kemungkinan implementasi	1	-2	1	-1	-1	1	-1	-0,167	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-17	-2,833	-
6	Sarana kerja (peralatan)	-3	3	-3	-3	-3	-2	-11	-1,833	-

Tabel 5.10 Rekapitulasi hasil kuisioner Analisis keuntungan dan kerugian alternatif desain balok

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
I	Beton Bertulang									

1	Biaya awal	1	3	1	3	1	2	11	1,833	+
2	Daya dukung	2	3	2	3	3	3	16	2,667	+
3	Waktu pelaksanaan	2	1	1	3	2	2	11	1,833	+
4	Kemungkinan implementasi	3	3	3	3	3	3	18	3,000	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	2	-2	1	3	2	2	8	1,333	+
6	Sarana kerja (peralatan)	2	3	2	1	3	2	13	2,167	+
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
II	Baja									
1	Biaya awal	2	2	2	3	2	2	13	2,167	+
2	Daya dukung	2	3	2	3	2	2	14	2,333	+
3	Waktu pelaksanaan	2	3	1	2	2	3	13	2,167	+
4	Kemungkinan implementasi	1	2	2	3	1	2	11	1,833	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	1	2	1	2	1	2	9	1,500	+
6	Sarana kerja (peralatan)	1	2	1	3	1	2	10	1,667	+
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
III	Komposit									
1	Biaya awal	-3	-3	-2	-2	-2	-1	-13	-2,167	-
2	Daya dukung	3	3	3	3	3	3	18	3,000	+
3	Waktu pelaksanaan	1	3	1	1	1	2	9	1,500	+
4	Kemungkinan implementasi	1	1	1	-1	1	1	4	0,667	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	-3	-2	-2	-3	-2	-2	-14	-2,333	-
6	Sarana kerja (peralatan)	-3	-2	-2	-3	-2	-2	-14	-2,333	-

Tabel 5.11 Rekapitulasi hasil kuisioner Analisis keuntungan dan kerugian alternatif desain plat

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
I Plat Konvensional										
1	Biaya awal	2	3	2	3	2	2	14	2,333	+
2	Daya dukung	2	3	2	3	2	2	14	2,333	+
3	Waktu pelaksanaan	-2	-2	-2	-3	-1	-1	-11	-1,833	-
4	Kemungkinan implementasi	3	3	2	3	3	2	16	2,667	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	1	1	1	3	1	1	8	1,333	+
6	Sarana kerja (peralatan)	1	1	1	3	2	2	10	1,667	+
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
II Precast										
1	Biaya awal	-1	-3	-1	-3	-2	-1	-11	-1,833	-
2	Daya dukung	2	3	2	3	3	2	15	2,500	+
3	Waktu pelaksanaan	2	-2	2	3	3	2	10	1,667	+
4	Kemungkinan implementasi	3	2	2	3	3	2	15	2,500	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	1	2	2	3	2	2	12	2,000	+
6	Sarana kerja (peralatan)	1	-2	1	2	1	2	5	0,833	+
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
III bondek										
1	Biaya awal	-1	-3	-2	-3	2	1	-6	-1,000	-
2	Daya dukung	2	3	2	3	3	3	16	2,667	+
3	Waktu pelaksanaan	2	3	2	3	2	3	15	2,500	+
4	Kemungkinan implementasi	2	3	2	3	2	3	15	2,500	+

5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	2	2	2	1	2	3	12	2,000	+
6	Sarana kerja (peralatan)	1	-2	1	1	1	2	4	0,667	+
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
IV	Baja									
1	Biaya awal	1	-3	-1	-1	1	1	-2	-0,333	-
2	Daya dukung	-1	-2	-1	-3	-2	1	-8	-1,333	-
3	Waktu pelaksanaan	3	3	2	3	3	3	17	2,833	+
4	Kemungkinan implementasi	1	-3	-1	-1	1	1	-2	-0,333	-
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	2	3	2	1	1	1	10	1,667	+
6	Sarana kerja (peralatan)	-1	1	1	1	1	1	4	0,667	+

Tabel 5.12 Rekapitulasi hasil kuisioner Analisis keuntungan dan kerugian alternatif desain tangga

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
I	Plat tangga dengan anak tangga bata									
1	Biaya awal	2	3	3	2	3	2	15	2,500	+
2	Daya dukung	1	3	1	3	1	2	11	1,833	+
3	Waktu pelaksanaan	1	-3	1	3	3	2	7	1,167	+
4	Kemungkinan implementasi	3	-2	2	2	3	3	11	1,833	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	2	2	2	3	3	3	15	2,500	+
6	Sarana kerja (peralatan)	1	1	1	2	2	2	9	1,500	+
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
II	Plat dan anak tangga beton									

1	Biaya awal	-2	2	-1	1	-2	1	-1	-0,167	-
2	Daya dukung	2	2	2	2	3	3	14	2,333	+
3	Waktu pelaksanaan	1	2	1	2	1	2	9	1,500	+
4	Kemungkinan implementasi	3	2	2	2	3	3	15	2,500	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	1	2	1	2	1	1	8	1,333	+
6	Sarana kerja (peralatan)	1	1	1	2	2	2	9	1,500	+
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	TOTAL	RATA-RATA	KET
III	balok dengan anak tangga beton									
1	Biaya awal	2	-2	1	2	2	2	7	1,167	+
2	Daya dukung	2	2	2	3	2	3	14	2,333	+
3	Waktu pelaksanaan	1	3	1	2	1	2	10	1,667	+
4	Kemungkinan implementasi	2	3	2	1	1	1	10	1,667	+
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	-2	-2	1	-2	-2	-1	-8	-1,333	-
6	Sarana kerja (peralatan)	-1	3	1	1	-1	1	4	0,667	+

keterangan: R1-R6 = Responden 1 – Responden 6

Tanda (+) = Untung

Tanda (-) = Rugi

Hasil kuisioner tersebut selanjutnya dilakukan analisis keuntungan dan kerugian berdasarkan faktor-faktor penilaiannya pada masing-masing jenis alternatif sistem pondasi, kolom, balok, plat, dan tangga yang di usulkan. Hasil analisis keuntungan dan kerugian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.13 Analisis keuntungan dan kerugian alternatif desain pondasi

No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
1	Pasangan Batu	Biaya awal	2,833		
		Daya dukung		-0,8333	
		Waktu pelaksanaan	2,167		
		Kemungkinan implementasi	2,167		
		Tingkat kesulitan pelaksanaan	3,000		
		Sarana kerja (peralatan)	3,000		
		Jumlah	13,16667	-0,8333	12,33
No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
2	Footplat	Biaya awal	2,333		
		Daya dukung	2,667		
		Waktu pelaksanaan	2,500		
		Kemungkinan implementasi	2,667		
		Tingkat kesulitan pelaksanaan	1,833		
		Sarana kerja (peralatan)	1,333		
		Jumlah	13,333	0	13,33
No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
3	Sumuran	Biaya awal		-2,167	
		Daya dukung	2,333		
		Waktu pelaksanaan		-2,167	
		Kemungkinan implementasi		-0,500	
		Tingkat kesulitan pelaksanaan		-1,500	
		Sarana kerja (peralatan)		-0,667	

No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
		Jumlah	2,333	-7,000	-4,67
4	Mini bor	Biaya awal		-2,167	
		Daya dukung	2,667		
		Waktu pelaksanaan		-1,000	
		Kemungkinan implementasi	1,833		
		Tingkat kesulitan pelaksanaan		-2,333	
		Sarana kerja (peralatan)		-2,333	
		Jumlah	4,500	-7,833	-3,33

Tabel 5.14 Analisis keuntungan dan kerugian alternatif desain kolom

No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
1	Beton Bertulang	Biaya awal	2,333		
		Daya dukung	2,667		
		Waktu pelaksanaan	2,500		
		Kemungkinan implementasi	2,833		
		Tingkat kesulitan pelaksanaan	1,667		
		Sarana kerja (peralatan)	2,167		
		Jumlah	14,167	0	14,17
2	Baja	Biaya awal	2,333		
		Daya dukung	2,500		
		Waktu pelaksanaan	2,333		
		Kemungkinan implementasi	1,667		
		Tingkat kesulitan pelaksanaan	2,000		
		Sarana kerja (peralatan)	2,000		
		Jumlah	12,833	0	12,83

No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
3	Komposit	Biaya awal		-2,1667	
		Daya dukung	2,667		
		Waktu pelaksanaan	1,833		
		Kemungkinan implementasi		-0,1667	
		Tingkat kesulitan pelaksanaan		-2,833	
		Sarana kerja (peralatan)		-1,833	
		Jumlah	4,5	-7	-2,5

Tabel 5.15 Analisis keuntungan dan kerugian alternatif desain balok

No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
1	Beton Bertulang	Biaya awal	1,833		
		Daya dukung	2,667		
		Waktu pelaksanaan	1,833		
		Kemungkinan implementasi	3,000		
		Tingkat kesulitan pelaksanaan	1,333		
		Sarana kerja (peralatan)	2,167		
		Jumlah	12,833	0	12,8333
No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
2	Baja	Biaya awal	2,167		
		Daya dukung	2,333		
		Waktu pelaksanaan	2,167		
		Kemungkinan implementasi	1,833		
		Tingkat kesulitan pelaksanaan	1,500		
		Sarana kerja (peralatan)	1,667		
		Jumlah	11,667	0	11,6667

No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
3	Komposit	Biaya awal		-2,167	
		Daya dukung	3,000		
		Waktu pelaksanaan	1,500		
		Kemungkinan implementasi	0,667		
		Tingkat kesulitan pelaksanaan		-2,333	
		Sarana kerja (peralatan)		-2,333	
		Jumlah	5,167	-6,833	-1,6667

Tabel 5.16 Analisis keuntungan dan kerugian alternatif desain plat

No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
1	Plat konvensional	Biaya awal	2,333		
		Daya dukung	2,333		
		Waktu pelaksanaan		-1,833	
		Kemungkinan implementasi	2,667		
		Tingkat kesulitan pelaksanaan	1,333		
		Sarana kerja (peralatan)	1,667		
		Jumlah	10,333	-1,833	8,5
No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
2	Precast	Biaya awal		-1,833	
		Daya dukung	2,500		
		Waktu pelaksanaan	1,667		
		Kemungkinan implementasi	2,500		
		Tingkat kesulitan pelaksanaan	2,000		
		Sarana kerja (peralatan)	0,833		
		Jumlah	9,500	-	1,833333
					7,667
No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih

3	Bondek	Biaya awal		-1,000	
		Daya dukung	2,667		
		Waktu pelaksanaan	2,5		
		Kemungkinan implementasi	2,5		
		Tingkat kesulitan pelaksanaan	2		
		Sarana kerja (peralatan)	0,666667		
		Jumlah	10,333	-1	9,333
No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
4	Baja	Biaya awal		-0,333	
		Daya dukung		-1,333	
		Waktu pelaksanaan	2,833		
		Kemungkinan implementasi		-0,333	
		Tingkat kesulitan pelaksanaan	1,667		
		Sarana kerja (peralatan)	0,667		
		Jumlah	5,167	-2,000	3,167

Tabel 5.17 Analisis keuntungan dan kerugian alternatif desain tangga

No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih
1	Plat tangga dengan anak tangga bata	Biaya awal	2,500		
		Daya dukung	1,833		
		Waktu pelaksanaan	1,167		
		Kemungkinan implementasi	1,833		
		Tingkat kesulitan pelaksanaan	2,500		
		Sarana kerja (peralatan)	1,500		
		Jumlah	11,333	0	11,3333
No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih

2	Plat dan anak tangga beton	Biaya awal		0,167		
		Daya dukung	2,333			
		Waktu pelaksanaan	1,500			
		Kemungkinan implementasi	2,500			
		Tingkat kesulitan pelaksanaan	1,333			
		Sarana kerja (peralatan)	1,500			
		Jumlah	9,167	0,167	9,33333	
No	Ide Usulan	Faktor Penilaian	Nilai keuntungan	Nilai kerugian	Selisih	
3	balok dengan anak tangga beton	Biaya awal	1,167			
		Daya dukung	2,333			
		Waktu pelaksanaan	1,667			
		Kemungkinan implementasi	1,667			
		Tingkat kesulitan pelaksanaan			-1,333	
		Sarana kerja (peralatan)	0,667			
		Jumlah	7,500	-1,333	6,16667	

Berdasarkan tabel diatas, maka usulan alternatif desain yang mempunyai nilai keuntungan yang terbesar adalah pondasi *footplat*, kolom beton bertulang, balok beton bertulang, plat bondek, dan Plat tangga dengan anak tangga bata.

5.3.2 Analisis tingkat kelayakan

Tahap analisis tingkat kelayakan akan membahas penilaian kriteria ide-ide kreatif dengan subjektif. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan kuisisioner kepada para praktisi yang berkompeten dan berpengalaman.

Setiap kriteria pada analisis kelayakan diberi bobot nilai dengan bobot nilai yang diberikan antara 0-10, kemudian hasil nilai-nilai tersebut dijumlahkan setiap alternatifnya. Hasil penilaian tingkat kelayakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.18 Hasil penilaian tingkat kelayakan desain pondasi

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA
I								
Pasangan Batu								
1	Biaya awal	6	6	7	7	8	7	6,83333
2	Daya dukung	4	8	5	8	6	6	6,16667
3	Waktu pelaksanaan	4	4	5	8	7	7	5,83333
4	Kemungkinan implementasi	7	8	7	8	8	5	7,16667
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	8	2	6	7	7	8	6,33333
6	Sarana kerja (peralatan)	6	2	6	7	7	8	6
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA
II								
Footplat								
1	Biaya awal	5	8	6	7	7	7	6,66667
2	Daya dukung	8	8	8	8	8	9	8,16667
3	Waktu pelaksanaan	8	8	8	8	8	8	8
4	Kemungkinan implementasi	9	8	7	8	8	9	8,16667
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	9	2	6	7	7	7	6,33333
6	Sarana kerja (peralatan)	7	8	6	7	7	9	7,33333
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA
III								
Sumuran								
1	Biaya awal	4	10	5	7	6	6	6,33333
2	Daya dukung	9	10	8	8	7	7	8,16667
3	Waktu pelaksanaan	4	8	8	8	6	7	6,83333
4	Kemungkinan implementasi	5	6	7	8	7	8	6,83333
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	5	8	7	7	7	7	6,83333
6	Sarana kerja (peralatan)	5	4	6	7	7	6	5,83333
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA
IV								
Mini Bor								
1	Biaya awal	3	8	8	7	6	7	6,5
2	Daya dukung	8	8	8	8	8	8	8
3	Waktu pelaksanaan	3	9	7	8	6	7	6,66667
4	Kemungkinan implementasi	4	8	6	8	7	7	6,66667
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	3	3	5	7	7	7	5,33333

6	Sarana kerja (peralatan)	2	6	3	7	6	8	5,33333
---	--------------------------	---	---	---	---	---	---	---------

Tabel 5.19 Hasil penilaian tingkat kelayakan desain kolom

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA
I Beton Bertulang								
1	Biaya awal	5	8	7	8	7	8	7,1667
2	Daya dukung	8	8	7	8	7	7	7,5
3	Waktu pelaksanaan	7	5	6	8	8	8	7
4	Kemungkinan implementasi	9	8	8	8	9	8	8,3333
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	8	5	8	8	8	8	7,5
6	Sarana kerja (peralatan)	6	2	6	8	7	7	6
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA
II Baja								
1	Biaya awal	8	9	7	8	7	7	7,6667
2	Daya dukung	6	8	8	8	7	7	7,3333
3	Waktu pelaksanaan	8	8	8	7	7	8	7,6667
4	Kemungkinan implementasi	4	6	7	7	8	7	6,5
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	5	6	6	8	6	6	6,1667
6	Sarana kerja (peralatan)	4	4	5	7	6	6	5,3333
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA
III Komposit								
1	Biaya awal	3	9	6	8	6	7	6,5
2	Daya dukung	9	8	7	8	7	8	7,8333
3	Waktu pelaksanaan	4	9	6	7	7	7	6,6667
4	Kemungkinan implementasi	6	6	5	7	7	7	6,3333
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	3	6	6	8	7	7	6,1667
6	Sarana kerja (peralatan)	2	5	6	7	6	7	5,5

Tabel 5.20 Hasil penilaian tingkat kelayakan desain balok

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA
I Beton Bertulang								
1	Biaya awal	5	8	7	8	8	7	7,1667

2	Daya dukung	8	8	8	8	7	8	7,8333
3	Waktu pelaksanaan	7	5	7	8	8	8	7,1667
4	Kemungkinan implementasi	9	8	8	8	8	8	8,1667
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	8	5	7	8	8	7	7,1667
6	Sarana kerja (peralatan)	6	2	6	8	7	7	6
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5		RATA-RATA
II	Baja							
1	Biaya awal	8	9	7	8	7	7	7,6667
2	Daya dukung	6	8	7	8	7	7	7,1667
3	Waktu pelaksanaan	8	8	7	7	7	8	7,5
4	Kemungkinan implementasi	4	6	7	7	7	7	6,3333
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	5	6	8	8	6	8	6,8333
6	Sarana kerja (peralatan)	4	4	5	7	6	7	5,5
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5		RATA-RATA
III	Komposit							
1	Biaya awal	3	9	7	8	6	7	6,6667
2	Daya dukung	9	8	8	8	8	8	8,1667
3	Waktu pelaksanaan	4	9	6	7	6	7	6,5
4	Kemungkinan implementasi	6	6	7	7	6	7	6,5
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	3	6	6	8	6	7	6
6	Sarana kerja (peralatan)	2	5	5	7	6	6	5,1667

Tabel 5.21 Hasil penilaian tingkat kelayakan desain plat

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA
I	Plat Konvensional							
1	Biaya awal	5	8	6	8	8	7	7
2	Daya dukung	7	8	7	8	7	7	7,3333
3	Waktu pelaksanaan	5	5	6	8	7	8	6,5
4	Kemungkinan implementasi	9	8	7	8	8	8	8
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	7	5	6	8	8	7	6,8333
6	Sarana kerja (peralatan)	6	2	6	8	8	8	6,3333
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA

II		Prestac						
1	Biaya awal	4	9	6	8	8	7	7
2	Daya dukung	7	8	8	8	8	7	7,6667
3	Waktu pelaksanaan	8	8	9	7	8	7	7,8333
4	Kemungkinan implementasi	9	6	7	7	7	7	7,1667
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	8	6	7	8	8	7	7,3333
6	Sarana kerja (peralatan)	5	4	4	7	6	7	5,5
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA
III		bondek						
1	Biaya awal	4	8	6	8	8	8	7
2	Daya dukung	7	8	7	8	8	8	7,6667
3	Waktu pelaksanaan	7	8	7	8	8	8	7,6667
4	Kemungkinan implementasi	8	6	6	7	8	8	7,1667
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	6	6	7	8	7	7	6,8333
6	Sarana kerja (peralatan)	7	4	5	7	7	8	6,3333
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA
IV		Baja						
1	Biaya awal	7	9	7	8	7	6	7,3333
2	Daya dukung	6	9	7	8	7	6	7,1667
3	Waktu pelaksanaan	8	9	6	8	7	7	7,5
4	Kemungkinan implementasi	3	4	6	7	7	7	5,6667
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	5	7	6	8	6	7	6,5
6	Sarana kerja (peralatan)	3	8	7	7	6	7	6,3333

Tabel 5.22 Hasil penilaian tingkat kelayakan desain tangga

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RATA-RATA
I		Plat tangga dengan anak tangga bata						
1	Biaya awal	9	6	8	8	8	8	7,8333
2	Daya dukung	6	6	7	8	7	7	6,8333
3	Waktu pelaksanaan	7	4	6	8	8	8	6,8333
4	Kemungkinan implementasi	9	5	8	8	8	8	7,6667
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	7	3	8	8	8	8	7
6	Sarana kerja (peralatan)	6	6	7	8	8	8	7,1667

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5		RATA-RATA
II	Plat dan anak tangga beton							
1	Biaya awal	5	8	7	8	8	7	7,1667
2	Daya dukung	9	8	8	8	8	8	8,1667
3	Waktu pelaksanaan	6	6	7	7	7	7	6,6667
4	Kemungkinan implementasi	9	8	8	7	8	8	8
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	7	6	6	8	7	8	7
6	Sarana kerja (peralatan)	5	4	6	7	7	8	6,1667
No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5		RATA-RATA
III	balok dengan anak tangga beton							
1	Biaya awal	4	8	7	8	7	7	6,8333
2	Daya dukung	9	8	8	8	8	8	8,1667
3	Waktu pelaksanaan	5	6	6	7	7	7	6,3333
4	Kemungkinan implementasi	7	8	6	7	7	8	7,1667
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	5	8	7	8	7	8	7,1667
6	Sarana kerja (peralatan)	4	4	5	7	7	8	5,8333

Rekap hasil analisis tingkat kelayakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Penilaian masing-masing ide kreatif untuk kriteria atau faktor desain struktur pendukung bangunan. Skala 1-10

- A = Biaya awal
- B = Daya dukung
- C = Waktu pelaksanaan
- D = Kemungkinan implementasi
- E = Tingkat kesulitan pelaksanaan
- F = Sarana kerja (peralatan)

Tabel 5.23 Rekapitulasi tingkat kelayakan desain pondasi

No	Tipe Pondasi	A	B	C	D	E	F	Total
1	Pasangan batu	6,8	6,2	5,8	7,2	6,3	6	38,3
2	Footplat	6,7	8,2	8	8,2	6,3	7,3	44,7
3	Sumuran	6,3	8,2	6,8	6,8	6,8	5,8	40,8
4	Mini bor	6,5	8	6,7	6,7	5,3	5,3	38,5

Tabel 5.24 Rekapitulasi tingkat kelayakan desain kolom

No	Tipe Kolom	A	B	C	D	E	F	Total
1	Beton Bertulang	7,2	7,5	7	8,3	7,5	6	43,5
2	Baja	7,7	7,3	7,7	6,5	6,2	5,3	40,7
3	Komposit	6,5	7,8	6,7	6,3	6,2	5,5	39

Tabel 5.25 Rekapitulasi tingkat kelayakan desain balok

No	Tipe Balok	A	B	C	D	E	F	Total
1	Beton Bertulang	7,2	7,8	7,2	8,2	7,2	6	43,5
2	Baja	7,7	7,2	7,5	6,3	6,8	5,5	41
3	Komposit	6,7	8,2	6,5	6,5	6	5,2	39

Tabel 5.26 Rekapitulasi tingkat kelayakan desain plat

No	Tipe Plat	A	B	C	D	E	F	Total
1	Plat konvensional	7	7,3	6,5	8	6,8	6,3	42
2	Precast	7	7,7	7,8	7,2	7,3	5,5	42,5
3	Bondek	7	7,7	7,7	7,2	6,8	6,3	42,7
4	Baja	7,3	7,2	7,5	5,7	6,5	6,3	40,5

Tabel 5.27 Rekapitulasi tingkat kelayakan desain

No	Tipe Tangga	A	B	C	D	E	F	Total
1	Plat tangga dengan anak tangga bata	7,8	6,8	6,8	7,7	7	7,2	43,3
2	Plat dan anak tangga beton	7,2	8,2	6,7	8	7	6,2	43,2
3	balok dengan anak tangga beton	6,8	8,2	6,3	7,2	7,2	5,8	41,5

Hasil analisis tingkat kelayakan dapat disimpulkan bahwa jenis desain struktur pondasi, kolom, balok, plat, dan tangga yang memiliki ranking tertinggi. Hasil analisis tingkat kelayakan ini sama dengan hasil dari analisis keuntungan dan kerugian. Tahap selanjutnya dilakukan analisis matrik.

5.3.3 Analisis matrik

Kriteria parameter penilaian yang dipakai pada tahap analisis matrik ini sama seperti pada tahap sebelumnya. Dari masing-masing kriteria tersebut

dilakukan penilaian tingkat urutan pentingnya secara subjektif dari praktisi yang telah berkompeten dibidangnya.

Dengan enam (6) parameter kriteria diberikan penilaian berdasarkan urutan pentingnya kriteria tersebut, maka skala penilaian diberikan satu (1) sampai enam (6). Urutan kriteria yang paling penting menpatkan penilaian 1, begitu seterusnya dengan kriteria yang dianggap tidak terlalu penting dengan nilai enam (6).

Berdasarkan hasil penilaian dari masing-masing parameter kriteria desain pondasi, kolom, balok, plat, dan tangga, didapat hasil yang dapat dilihat pada tabel 5.28 dibawah ini.

Tabel 5.28 Rekapitulasi penilaian parameter berdasarkan urutan pentingnya

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6
1	Biaya awal	3	3	1	3	2	1
2	Daya dukung	2	1	2	1	1	3
3	Waktu pelaksanaan	5	5	5	4	4	2
4	Kemungkinan implementasi	1	2	3	6	3	4
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	4	4	4	2	5	6
6	Sarana kerja (peralatan)	6	6	6	5	6	5

Hasil penilaian berdasarkan urutan pentingnya kriteria dihitung dengan penilaian sebagai berikut:

Penilaian dengan urutan atau ranking 1 mempunyai nilai 6, ranking 2 mempunyai nilai 5, ranking 3 mempunyai nilai 4, dan seterusnya.

Rekapitulasi penilaian parameter berdasarkan urutan pentingnya kriteria dapat dilihat pada tabel 5.29 berikut ini.

Tabel 5.29 Rekapitulasi penilaian parameter kriteria

No	Parameter	R1	R2	R3	R4	R5	R6	Total
1	Biaya awal	4	4	6	4	5	6	29
2	Daya dukung	5	6	5	6	6	4	32
3	Waktu pelaksanaan	2	2	2	3	3	5	17

4	Kemungkinan implementasi	6	5	4	1	4	3	23
5	Tingkat kesulitan pelaksanaan	3	3	3	5	2	1	17
6	Sarana kerja (peralatan)	1	1	1	2	1	2	8

Selanjutnya parameter-parameter ini sebagai kriteria yang akan dianalisa menggunakan analisa matrik, dengan pembobotan dari masing-masing kriteria yang ditentukan dan diuji melalui matrik berpasangan.

Data yang telah ditetapkan berdasarkan kepentingannya kemudian diuji kesahihannya dengan menggunakan uji konsistensi serta menentukan bobot dari masing-masing parameter, variabel parameter tersebut sebagai berikut:

A_1 = Biaya

A_2 = Daya dukung

A_3 = Waktu pelaksanaan

A_4 = Kemungkinan implementasi

A_5 = Tingkatan kesulitan pelaksanaan

A_6 = Sarana kerja (peralatan)

Parameter-parameter ini diuji dengan uji konsistensi disusun secara matrik perbandingan berpasangan sebagai berikut:

Dimana nilai dari masing-masing parameter sebagai berikut

$A_1 = 29$

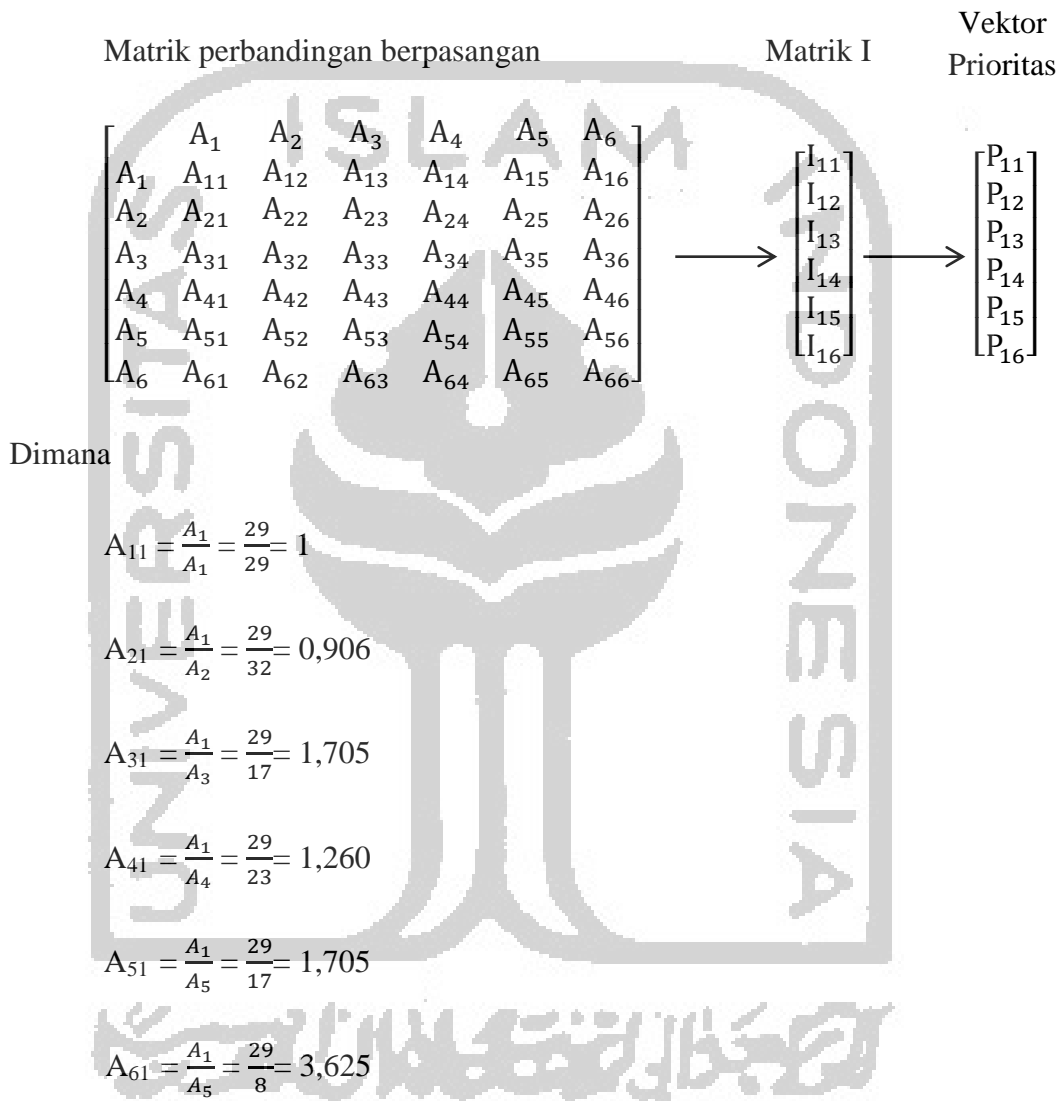
$A_2 = 32$

$A_3 = 17$

$A_4 = 23$

$$A_5 = 17$$

$$A_6 = 8$$



Nilai matrik I didapat dari masing-masing baris pada matrik perbandingan berpasangan dikalikan secara komulatif, kemudian diakar dengan derajat sesuai jumlah elemen pada baris matrik. Matrik vektor prioritas didapat dari vektor matrik I dibagi dengan jumlah total matrik I.

$$\text{Matrik I: } I_{11} = n = \sqrt[n]{(A_{11} \times A_{21} \times A_{31} \times A_{41} \times A_{51} \times A_{61})}$$

$$= \sqrt[6]{(1 \times 0,906 \times 1,705 \times 1,260 \times 1,705 \times 3,625)}$$

$$= 1,514$$

$$\text{Vektor prioritas : } P_{11} = \frac{I_{11}}{\sum(I_{11}+I_{21}+I_{31}+I_{41}+I_{51}+I_{61})}$$

$$= \frac{1,514}{1+0,906+1,705+1,260+1,705+3,625}$$

$$= 0,230$$

Dengan cara yang sama, maka didapat matrik perbandingan berpasangan sebagai berikut:

Matrik perbandingan berpasangan							Matrik I	Vektor Prioritas
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆		
A ₁	1,000	0,906	1,705	1,260	1,705	3,625	→	→
A ₂	1,034	1,000	1,882	1,391	1,882	4,000		
A ₃	0,586	0,531	1,000	0,739	1,000	2,125		
A ₄	0,793	0,718	1,352	1,000	1,352	2,875		
A ₅	0,586	0,531	1,000	0,739	1,000	2,125		
A ₆	0,275	0,250	0,470	0,347	0,470	1,000		
							6,579	[0,230 0,253 0,134 0,182 0,134 0,063]

Nilai matrik I didapat dari masing-masing baris pada matrik perbandingan berpasangan dikalikan secara kumulatif, kemudian diakar dengan derajat sesuai jumlah elemen pada baris matrik. Matrik vektor prioritas didapat dari vektor matrik I dibagi dengan jumlah total matrik I.

Untuk mendapatkan matrik II adalah hasil perkalian matrik perbandingan berpasangan dengan vektor prioritas.

$$\begin{array}{c}
 \text{Matrik perbandingan berpasangan} \\
 \begin{bmatrix}
 & A_1 & A_2 & A_3 & A_4 & A_5 & A_6 \\
 A_1 & 1,000 & 0,906 & 1,705 & 1,260 & 1,705 & 3,625 \\
 A_2 & 1,034 & 1,000 & 1,882 & 1,391 & 1,882 & 4,000 \\
 A_3 & 0,586 & 0,531 & 1,000 & 0,739 & 1,000 & 2,125 \\
 A_4 & 0,793 & 0,718 & 1,352 & 1,000 & 1,352 & 2,875 \\
 A_5 & 0,586 & 0,531 & 1,000 & 0,739 & 1,000 & 2,125 \\
 A_6 & 0,275 & 0,250 & 0,470 & 0,347 & 0,470 & 1,000
 \end{bmatrix}
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{c}
 \text{Vektor} \\
 \text{Prioritas} \\
 \begin{bmatrix}
 0,230 \\
 0,253 \\
 0,134 \\
 0,182 \\
 0,134 \\
 0,063
 \end{bmatrix}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \text{Matrik II} \\
 \begin{bmatrix}
 1,380 \\
 1,523 \\
 0,809 \\
 1,095 \\
 0,809 \\
 0,380
 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

Matrik nilai prioritas adalah hasil bagi matriks II dengan matrik vektor prioritas.

$$\begin{array}{c}
 \text{Matrik II} \\
 \begin{bmatrix}
 1,380 \\
 1,523 \\
 0,809 \\
 1,095 \\
 0,809 \\
 0,380
 \end{bmatrix}
 \end{array}
 :
 \begin{array}{c}
 \text{Matrik Vektor} \\
 \text{Prioritas} \\
 \begin{bmatrix}
 0,230 \\
 0,253 \\
 0,134 \\
 0,182 \\
 0,134 \\
 0,063
 \end{bmatrix}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \text{Matrik nilai} \\
 \text{Prioritas} \\
 \begin{bmatrix}
 5,999 \\
 6,001 \\
 6,000 \\
 6,001 \\
 6,000 \\
 6,007
 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda &= 36,011 : 6 \\
 &= 6,0019
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CI &= \frac{\lambda - n}{n - 1} \\
 &= \frac{6,0019 - 6}{6 - 1} = 0,0003926
 \end{aligned}$$

Dengan jumlah parameter (n) = 6, sesuai tabel 3.2. Terdapat nilai RI = 1,25. Maka dihitung nilai Rasio Konsistensi/ *Consistency ratio* (CR) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 CR &= \frac{CI}{RI} \\
 &= \frac{0,0003926}{1,25} = 0,000314 < 0,1 \text{ data konsisten}
 \end{aligned}$$

Dari hasil matrik vektor prioritas maka masing-masing bobot dari kriteria penilaian terhadap struktur pondasi, kolom, balok, plat, dan tangga dapat ditetapkan sesuai urutan sebagai berikut:

- a. Biaya = 0,23015873 = 23,015%
- b. Daya dukung = 0,253968254 = 25,396%
- c. Waktu pelaksanaan = 0,134920635 = 13,492%
- d. Kemungkinan implementasi = 0,182539683 = 18,253%
- e. Tingkat kesulitan = 0,134920635 = 13,492%
- f. Sarana kerja (peralatan) = 0,063492063 = 6,349%

Kriteria dalam tahap ini diberikan berdasarkan hasil proses hirarki analitik. Skala penilaian terhadap kriteria pada masing-masing alternatif diberikan nilai dengan skala 1-4 dengan tingkatan menurut Zimmerman (1982), yang mempunyai arti:

Nilai 4 = Baik sekali (*excellent*)

Nilai 3 = Baik (*good*)

Nilai 2 = Wajar (*fair*)

Nilai 1 = Jelek (*poor*)

Selanjutnya dilakukan analisis matrik dengan jenis struktur pondasi, kolom, balok, plat, dan tangga dari analisis untung rugi dan analisis tingkat kelayakan dengan kriteria yang ditinjau seperti diatas. Penilaian dilakukan dengan memberi nilai skala 1-4 secara relatif pada masing-masing kriteria yang ditinjau dengan struktur awal sebagai pembanding terhadap alternatif-alternatif desain. Angka penilaian tersebut kemudian digandakan dengan bobot dari hasil matrik vektor prioritas pada masing-masing kriteria yang ada (%) yang kemudian dijumlahkan berdasarkan jenis alternatif struktur.

Hasil penilaian secara relatif terhadap kriteria-kriteria yang ditinjau dapat dilihat pada tabel 5.30 berikut ini.

Tabel 5.30 Penilaian terhadap kriteria

Penilaian secara relatif terhadap kriteria-kriteria yang ditinjau, dengan kriteria sebagai berikut.

A = Biaya
 B = Daya dukung
 C = Waktu pelaksanaan
 D = Kemungkinan implementasi
 E = Tingkat kesulitan
 F = Sarana kerja (peralatan)

Dengan penilaian sebagai berikut.

Nilai 4 = Baik sekali (*excellent*)
 Nilai 3 = Baik (*good*)
 Nilai 2 = Wajar (*fair*)
 Nilai 1 = Jelek (*poor*)

NO	KRITERIA	BOBOT	A	B	C	D	E	F
			1	Pasangan batu	2	1	3	2
2	Footplat (asli)	3	4	4	4	4	4	
3	Sumuran	3	3	4	4	3	3	
4	Mini bor	2	4	4	3	3	3	

Pada alternatif pondasi batu mempunyai skala penilaian secara relatif pada masing-masing parameter/kriteria desain pondasi sebagai berikut.

- a. Biaya = 2
- b. Daya dukung = 1
- c. Waktu pelaksanaan = 3
- d. Kemungkinan implementasi = 2
- e. Tingkat kesulitan = 4
- f. Sarana kerja (peralatan) = 4

Angka penilaian tersebut kemudian digandakan dengan nilai dari kriteria yang ada (%) yang kemudian dijumlahkan.

$$\text{Kriteria/ parameter A} = 2 \times 23,015\% = 46,031\%$$

Kriteria/ parameter B = 1 x 25,396% = 25,396 %

Kriteria/ parameter C = 3 x 13,492% = 40,476 %

Kriteria/ parameter D = 2 x 18,253% = 36,507 %

Kriteria/ parameter E = 4 x 13,492% = 53,968 %

Kriteria/ parameter F = 4 x 6,349% = 25,396 %

Total = 227,777 %

Dengan metoda yang sama, untuk jenis alternatif pondasi *footplat*, sumuran, dan mini bor kemudian dilanjutkan untuk struktur kolom, balok, plat, dan tangga. Secara rinci analisis matrik dapat dilihat pada tabel tabel dibawah ini.

Tabel 5.31 Tabel analisis matrik struktur pondasi

ANALISIS MATRIK									
Sistem : Struktur bawah									
Item : 4									
Fungsi : menyalurkan beban ke tanah									
Penilaian secara relatif terhadap kriteria-kriteria yang ditinjau, dengan kriteria sebagai berikut.									
A = Biaya					D = Kemungkinan implementasi				
B = Daya dukung					E = Tingkat kesulitan				
C = Waktu pelaksanaan					F = Sarana kerja (peralatan)				
NO	KRITERIA BOBOT	A	B	C	D	E	F	Tot al (%)	Rank
1	Pasangan batu	2 47,61	1 25,39	3 40,4	2 36,50	4 53,3	4 25,3	227 ,77	4
2	Footplat (asli)	3 69,04	4 101,58	4 53,9	4 73,01	4 53,3	4 25,3	376 ,98	1

3	Sumuran	3 69,04	3 76,19	4 53,9	4 73,01	3 40,4	3 19,0	331 ,74	2
4	Mini bor	2 46,03	4 101,58	4 53,9	3 54,76	3 40,4	3 19,0	315 ,87	3

Tabel 5.32 Tabel analisis matrik struktur kolom

ANALISIS MATRIK									
Sistem : Struktur atas									
Item : 3									
Fungsi : menyalurkan dan menahan beban									
Penilaian secara relatif terhadap kriteria-kriteria yang ditinjau, dengan kriteria sebagai berikut.									
A = Biaya									
D = Kemungkinan implementasi									
B = Daya dukung									
E = Tingkat kesulitan									
C = Waktu pelaksanaan									
F = Sarana kerja (peralatan)									
NO	KRITERIA BOBOT	A	B	C	D	E	F	Tot al (%)	Rank
1	Beton betulang (asli)	3 69,04	3 76,19	4 53,9	4 73,01	4 53,3	3 19,0	345 ,23	1
2	Baja	2 46,03	3 76,19	4 53,9	3 54,76	4 53,3	3 19,0	303 ,96	2
3	Komposit	2 46,03	3 76,19	4 53,9	3 54,76	2 26,9	3 19,0	263 ,49	3

Tabel 5.33 Tabel analisis matrik struktur balok

ANALISIS MatriK									
Sistem : Struktur atas									
Item : 3									
Fungsi : menyalurkan dan menahan beban									
Penilaian secara relatif terhadap kriteria-kriteria yang ditinjau, dengan kriteria sebagai berikut.									
A = Biaya			D = Kemungkinan implementasi						
B = Daya dukung			E = Tingkat kesulitan						
C = Waktu pelaksanaan			F = Sarana kerja (peralatan)						
NO	KRITERIA BOBOT	A	B	C	D	E	F	Total (%)	Rank
1	Beton betulang (asli)	3 69,04	3 76,19	4 53,9	4 73,01	4 53,3	4 25,3	351 ,58	1
2	Baja	3 69,04	3 76,19	3 40,4	3 54,76	4 53,3	4 25,3	319 ,84	2
3	Komposit	2 46,03	3 76,19	3 40,4	3 54,76	3 40,4	3 19,0	276 ,98	3

Tabel 5.34 Tabel analisis matrik struktur plat

ANALISIS MATRIK									
Sistem : Struktur atas									
Item : 4									
Fungsi : menyalurkan dan menahan beban									
Penilaian secara relatif terhadap kriteria-kriteria yang ditinjau, dengan kriteria sebagai berikut.									
A = Biaya									
D = Kemungkinan implementasi									
B = Daya dukung									
E = Tingkat kesulitan									
C = Waktu pelaksanaan									
F = Sarana kerja (peralatan)									
NO	KRITERIA BOBOT	A	B	C	D	E	F	Total (%)	Rank
1	Plat konvensional (asli)	2 47,61	3 76,19	3 40,4	4 73,01	4 53,3	4 25,3	315,07	2
2	precast	3 69,04	3 76,19	3 40,4	3 54,76	3 40,4	3 19,0	300	3
3	Bondek	2 47,61	3 76,19	4 53,9	4 73,01	3 40,4	4 25,3	315,07	1
4	Baja	2 47,61	2 50,79	3 40,4	2 36,50	3 40,4	3 19,0	233,3	4

Tabel 5.35 Tabel analisis matrik struktur tangga

ANALISIS MATRIK									
Sistem : Struktur atas									
Item : 3									
Fungsi : menyalurkan dan menahan beban									

Penilaian secara relatif terhadap kriteria-kriteria yang ditinjau, dengan kriteria sebagai berikut.

A = Biaya

D = Kemungkinan implementasi

B = Daya dukung

E = Tingkat kesulitan

C = Waktu pelaksanaan

F = Sarana kerja (peralatan)

NO	KRITERIA BOBOT	KRITERIA						Total (%)	Rank
		A	B	C	D	E	F		
1	Plat tangga dengan anak tangga bata	3 69,04	3 76,19	4 53,9	4 73,01	3 40,4	3 19,0	33 1,7	1
2	Plat dan anak tangga beton (asli)	3 69,04	3 76,19	3 40,4	4 73,01	3 40,4	3 19,0	318 ,2	2
3	balok dengan anak tangga beton	3 69,04	3 76,19	3 40,4	4 73,01	3 40,4	3 19,0	318 ,2	2

Hasil analisis matrik yang telah dilakukan terlihat bahwa desain struktur dengan penilaian tertinggi adalah pondasi footplat, kolom beton bertulang, balok beton bertulang, plat bondek dan konvensional, tangga dengan plat beton dan anak tangga bata. Analisis matrik diatas dengan koefisien rasio yang konsisten dan analisis keuntungan dan kerugian serta analisis tingkat kelayakan yaitu jenis struktur yang sama berada pada alternatif dengan nilai tertinggi inilah yang selanjutnya menjadi alternatif yang akan dilanjutkan pada tahap berikutnya.

5.4 Tahap Pengembangan (*Development Phase*)

Tahap pengembangan ini, merupakan tahap dimana ide-ide kreatif yang terpilih pada tahapan sebelumnya dengan pertimbangan keuntungan dan kerugiannya, tingkat kelayakan serta pembobotan terhadap parameter kriteria yang mempengaruhi penilaian, selanjutnya dikembangkan dengan

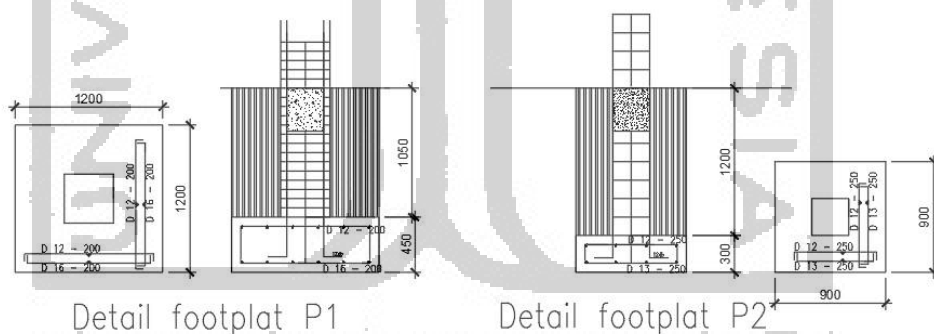
memperhitungkan secara teknis dan memperhitungkan potensial biaya pada alternatif terpilih. Perhitungan teknis struktur terpilih harus mempunyai kriteria perencanaan yang sama atau lebih baik dengan mengacu pada perencanaan desain struktur awal.

Perhitungan potensi penghematan, untuk menghitung biaya desain alternatif terpilih dipegunakan harga satuan sesuai kontrak (awal) tanpa memperhitungkan kenaikan harga pada saat kontrak terjadi.

5.4.1 Desain Alternatif Struktur Pondasi, Kolom, dan balok

Dari hasil penilaian analisis untung rugi, analisis tingkat kelayakan dan analisis matrik didapat desain struktur pondasi, kolom, dan balok sama dengan desain yang telah ada.

Untuk pondasi menggunakan pondasi *footplat* dengan dua tipe yaitu P1 dan P2. Desain pondasi *footplat* dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 5.3 Pondasi *footplat* P1 dan P2 (sumber: tim perencana proyek pembangunan gedung pemeriksa inspektor Daerah Sleman)

Desain kolom terdiri dari 2 tipe kolom yaitu K1 dan K2. Desain kolom beton bertulang dapat dilihat pada gambar berikut.

K1 - 40 X 40			K2 - 30 X 30		
TIPE	TUMPUAN	LAPANGAN	TIPE	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN			POTONGAN		
TUL. UTAMA	10 D 16	10 D 16	TUL. UTAMA	8 D 16	8 D 16
SENGKANG	2P10 - 75	P10 - 150	SENGKANG	2P10 - 100	P10 - 150

Gambar 5.4 Kolom K1 dan K2 (sumber: tim perencana proyek pembangunan gedung pemeriksa inspektor Daerah Sleman)

Desain balok menggunakan beton bertulang terdiri dari 5 tipe yaitu B1, B2, B3, B4, B latiu. Untuk disain balok dapat dilihat gambar dibawah ini.

TIPE	B1 - 300 X 350		TIPE	B2 - 300 X 450		TIPE	B3 - 200 X 250	
	POSISI	TUMPUAN		LAPANGAN	POSISI		TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN			POTONGAN			POTONGAN		
TUL. ATAS	3 D 16	2 D 16	TUL. ATAS	4 D 16	3 D 16	TUL. ATAS	3 D 16	2 D 16
TUL. BAWAH	2 D 16	3 D 16	TUL. BAWAH	3 D 16	4 D 16	TUL. BAWAH	2 D 16	2 D 16
TUL. SUSUT	2 D 16	2 D 16	TUL. SUSUT	2 D 16	2 D 16	TUL. SUSUT	2 D 16	2 D 16
SENGKANG	P10 - 100	P10 - 150	SENGKANG	P10 - 100	P10 - 150	SENGKANG	P10 - 100	P10 - 150
TIPE	B4 - 200 X 300		TIPE	BL - 110 X 150				
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN	POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN			
POTONGAN			POTONGAN					
TUL. ATAS	2 D 12	2 D 12	TUL. ATAS	2 P 10	2 P 10			
TUL. BAWAH	2 D 12	2 D 12	TUL. BAWAH	2 P 10	2 P 10			
TUL. SUSUT	2 D 12	2 D 12	TUL. SUSUT	-	-			
SENGKANG	P10 - 100	P10 - 150	SENGKANG	P8 - 150	P8 - 150			

Gambar 5.5 balok B1, B2, B3, B4, dan B Latiu (sumber: tim perencana proyek pembangunan gedung pemeriksa inspektor Daerah Sleman)

5.4.2 Desain Alternatif Struktur Plat Bondek

1. Data perhitungan

Untuk melakukan desain alternatif pada plat bondek diperlukan data untuk menghitung dan menganalisis. Data yang diperlukan sebagai berikut.

a. Bondek

Bondek yang digunakan adalah Union Floor Deck W-1000 yang dipasarkan oleh PT. Union Metal, berikut adalah spesifikasi bahannya:

- 1) Bahan dasar : Baja High - Tensile
- 2) Tegangan leleh minimum : 560 MPa
- 3) Tebal lapis lindung : 220-275gr/m²
- 4) Tebal standar : 0,65mm; 0,7mm; 1mm; 1,4mm
- 5) Berat bahan : 7,03kg/m² untuk ketebalan 0,7mm
- 6) Standar bahan : SNI 07-2053-2006
- 7) Tinggi gelombang : 50 mm
- 8) Lebar efektif : 995 mm
- 9) Panjang : maksimum 12.000 mm
- 10) Harga : Rp 115.000 per m²

b. Wiremesh

Wiremesh yang digunakan adalah Union Wiremesh yang dipasarkan oleh PT. Union Metal, berikut spesifikasi bahannya.

- 1) Diameter tulangan : 4mm sampai 16 mm
- 2) Tipe Wiremesh : Union Wiremesh M8
- 3) Standar bahan : SNI 07-0663-1995
- 4) Tegangan leleh : 5000 kg/cm², mutu U-50
- 5) Ukuran : 5,4 m x 2,1 m
- 6) Harga : 595.000/ lembar

c. Denah plat lantai proyek pembangunan gedung pemeriksa inspektur Daerah Sleman

d. RAB proyek pembangunan gedung pemeriksa inspektur Daerah Sleman

e. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomer 28/PRT/M/2016

2. Pembebanan plat

Beban yang diterima oleh plat berupa beban mati dan hidup. Beban mati (Q_d) dapat dilihat pada tabel 5.35

Tabel 5.36 beban mati yang diterima

Komponen	h	Berat Volume	Hasil	Satuan
a. Plat	0,12	2,4	0,288	T/m ²
b. Pasir	0,04	1,8	0,072	T/m ²
c. Spesi	0,02	2	0,04	T/m ²
d. keramik		0,015	0,015	T/m ²
e. Plafond		0,02	0,02	T/m ²
Qd			0,435	T/m ²

Beban hidup untuk bangunan perkantoran menurut SKBI-1.3.53.1987 (Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung) sebesar 0,25 t/m²
Beban ultimate yang diterima plat sebesar:

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,2 Q_d + 1,6 Q_l \\ &= 0,922 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

3. Perhitungan plat lantai bondek

Bondek digunakan sebagai tulangan positif satu arah seperti yang tercantum pada brosur *Union floor deck W-1000*. Untuk analisa perhitungan digunakan rumus dari *steel deck institute* 2011. Data yang diterima dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 5.37 Data plat eksisting

Data plat existing		
fc	22,5	MPa
fy	300	MPa
ly	6150	mm
lx	3000	mm
ly/lx	2,05	>2 (satu arah)
qu	0,922	t/m ²
	9,04482	kN/m ²

h plat	120	mm
tulangan	13	mm
selimut beton	20	mm
d	93,5	mm
Mu+	21,38110653	kNm
ru	2,445721242	Mpa

Sumber: tim perencana proyek pembangunan gedung pemeriksa inspektor Daerah Sleman.

Perhitungan plat bondek dengan rumus dari *steel deck institute* 2011 dapat dilihat dibawah ini.

$$d = h - \frac{1}{2} \text{tinggi gelombang}$$

$$= 120 - \frac{1}{2} \times 50$$

$$= 95 \text{ mm}$$

$$h_c = h - \text{tinggi gelombang}$$

$$= 120 - 50$$

$$= 70 \text{ mm}$$

$$Y_{cc} = d \{ \sqrt{2\rho n + (\rho n)^2} - \rho n \} < h_c$$

Dimana:

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$= \frac{E_s}{0,043x(Wc)^{1,5}x\sqrt{Fc}}$$

$$= \frac{203000}{0,043x(2400)^{1,5}x\sqrt{22,5}}$$

$$= 8,464$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \times d}$$

$$= \frac{236,3125}{995 \times 95}$$

$$= 0,0025$$

Maka didapat

$$Y_{cc} = 95 \{ \sqrt{2 \times 0,0025 \times 8,464 + (0,0025 \times 8,464)^2} - 0,0025 \times 8,464 \} < 70$$

$$= 13,964 \text{ mm} < h_c \dots \text{oke}$$

$$Y_{cs} = d - Y_{cc}$$

$$= 95-13,964$$

$$= 81,0354 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_c &= \frac{b}{3 \times h} \times Y_{cc}^3 + A_s \times Y_{cs}^2 + I_{sf} \\ &= \frac{95}{3 \times 120} \times 13,964^3 + 236,3125 \times 81,0354^2 + 422063,6 \\ &= 12320833,68 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Flexural strength

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{F_y \times I_c}{h - Y_{cc}} \\ &= \frac{560 \times 12320833,68}{120 - 13,964} \\ &= 65069462,77 \text{ Nmm} \\ &= 65,0694 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ru} &= \phi \times M_y \\ &= 0,85 \times 65,0694 \\ &= 55,30904335 \text{ KNm} \end{aligned}$$

4. Perhitungan wiremesh

Data awal :

$$f_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{yw} = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

a. Tulangan konvensional

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \left(\frac{1000}{s}\right) \\ &= \frac{\pi}{4} \times 13^2 \times \left(\frac{1000}{120}\right) \\ &= 1106,102 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

b. Tulangan wiremesh

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= A_s \times \frac{f_y}{f_{yw}} \\ &= 1106,102 \times \frac{3000}{5000} \\ &= 663,6614481 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

digunakan tulangan wiremesh M8-75

$$\begin{aligned}
A_{sw} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \left(\frac{1000}{s}\right) \\
&= \frac{\pi}{4} \times 8^2 \times \left(\frac{1000}{75}\right) \\
&= 670,2064328 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ perlu}} \dots \text{ oke}
\end{aligned}$$

c. Jumlah *wiremesh*

Didapat data awal

$$\text{Luas total plat lantai} = 88449240,67 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas } wiremesh = 5400 \times 1200$$

$$= 11340000 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{\text{Luas total plat lantai}}{\text{Luas } wiremesh}$$

$$= \frac{88449240,67}{11340000}$$

$$= 7,79 = 8 \text{ lembar}$$

Dari analisis perhitungan kekuatan bondek dan *wiremesh* mempunyai elemen-elemen yang digunakan sebagai acuan aman atau tidak, yaitu:

- a. Bondek dikatakan aman apabila flexural strength nya memiliki nilai $M_{ru} > M_{u+}$. Dari hasil analisis diketahui nilai M_{ru} lebih besar dari M_{u+} . Untuk nilai safety factor dicari dengan membandingkan nilai M_{ru} dengan M_{u+} .

$$\begin{aligned}
&= \frac{M_{ru}}{M_{u+}} \\
&= \frac{55,30904335}{21,38110653} \\
&= 2,58
\end{aligned}$$

- b. *Wiremesh* dikatakan aman apabila flexural strength nya memiliki nilai $A_{sw} > A_{s \text{ perlu}}$.

5.4.3 Desain alternatif struktur tangga

Pekerjaan pembetonan pada struktur tangga dengan anak tangga menggunakan cor dapat dilihat pada tabel 5.37

Tabel 5.38 Volume pekerjaan tangga

No	Lokasi & Macam Pekerjaan	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume pekerjaan					
					Luas	Volume	Jml Unit	Total luas	Total Vol	
					m ²	m ³	bh	m ²	m ³	
1	2	3	4	5	6 = 3x4	7 = 3x4x5	8,00	9 = 6x8	10 = 7x8	
	Plat	15,60	3,39	0,12		6,35	1,00		6,35	
	Balok	2,10	0,20	0,25		0,11	1,00		0,11	
	Tangga Anak	0,78	0,30	0,20			24,00		1,12	
	Tangga	1,13	1,83	0,12		0,25	1,00		0,25	
	Bordes									
		Beton								7,82

Sumber: tim perencana proyek pembangunan gedung pemeriksa inspektor Daerah Sleman.

Alternatif perubahan desain dilakukan dengan mengganti material anak tangga dengan menggunakan bata.

5.4.4 Rencana Anggaran Biaya

Untuk perhitungan volume pekerjaan plat dan tangga dapat dilihat tabel berikut

Tabel 5.39 Perhitungan volume pekerjaan bondek

Panjang (Ly)	Layar (Lx)	Tebal	Jumlah (n)	Volume	Luas
6,15	3,00	0,10	5,00	8,76375	92,25
2,10	1,65	0,10	1,00	0,32918	3,47
				9,09293	95,715

Tabel 5.40 Perhitungan volume *Wiremesh*

Ly	Lx	Area <i>Wiremesh</i>	Jumlah	Volume ($\frac{Ly.Lx}{area\ wiremesh} \times jumlah$)
6,15	3,00	11,34	5	8,134921
2,10	1,65	11,34	1	0,305556

Tabel 5.41 Perhitungan volume anak tangga

panjang	lebar	tinggi	jumlah	volume
0,78	0,30	0,20	24,00	1,12

Analisis harga satuan pada pekerjaan plat bondek dan tangga dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.42 Analisis harga satuan pekerjaan plat dan tangga

Membuat 1 m3 beton mutu f'c = 22,5 k250					
384	kg	Semen portland	Rp	Rp	
			990,00	380.160,00	
0,692	m3	Pasir pasang	Rp	Rp	
			250.000,00	173.000,00	
1,039	m3	Koral beton	Rp	Rp	
			198.718,18	206.468,19	
BAHAN					Rp
					759.628,19
1,650	Oh	Pekerja	Rp	Rp	
			65.000,00	107.250,00	
0,275	Oh	Tukang batu	Rp	Rp	
			70.000,00	19.250,00	
0,028	Oh	Kepala tukang batu	Rp	Rp	
			75.000,00	2.100,00	
0,165	Oh	Mandor	Rp	Rp	
			95.000,00	15.675,00	
UPAH					Rp
					144.275,00
JUMLAH (BELUM JASA)					Rp
					903.903,19
Jasa 10 %					Rp
					90.390,32
Jumlah					Rp

					994.293,51
				Dibulatkan	Rp
					994.200,00
1,000	kg	Pembesian dengan besi polos atau ulir			
			Rp		Rp
1,050	kg	Besi beton	10.130,00		10.636,50
			Rp		Rp
0,015	kg	Kawat beton / bendrat	10.130,00		151,95
			BAHAN	:	Rp
					10.788,45
			Rp	Rp	Rp
0,007	Oh	Pekerja	65.000,00	65.000,00	455,00
			Rp	Rp	Rp
0,007	Oh	Tukang besi	70.000,00	70.000,00	490,00
			Rp		Rp
0,001	Oh	Kepala tukang besi	75.000,00		52,50
			Rp	Rp	Rp
0,000	Oh	Mandor	95.000,00	95.000,00	38,00
			UPAH	:	Rp
					1.035,50
			JUMLAH		Rp
			(BELUM JASA)		11.823,95
			Jasa 10 %		Rp
					1.182,40
			Jumlah		Rp
					13.006,35
			Dibulatkan		Rp
					13.000,00
Memasang 1 m2 bekisting untuk Plat					
0,040	m3	Kayu kelas III	Rp		Rp
			1.450.000,00		58.000,00
			Rp		Rp
0,400	kg	Paku 5cm s/d 12cm	13.000,00		5.200,00
			Rp		Rp
0,200	Ltr	minyak bekisting	3.000,00		600,00
			Rp		Rp
0,015	m3	Kayu kelas II	6.450.000,00		96.750,00
			Rp		Rp
0,350	Lbr	Plywood tebal 9 mm	125.454,55		43.909,09
			Rp		Rp
6,000	Btg	Dolken kayu galam dia.8-10, t=4m	23.588,07		141.528,41
			BAHAN	:	Rp

								345.987,50
0,660	Oh	Pekerja	Rp	65.000,00			Rp	42.900,00
0,330	Oh	Tukang kayu	Rp	70.000,00			Rp	23.100,00
0,033	Oh	Kepala Tukang kayu	Rp	75.000,00			Rp	2.475,00
0,033	Oh	Mandor	Rp	95.000,00			Rp	3.135,00
				UPAH				Rp
								71.610,00
					JUMLAH			Rp
					(BELUM JASA)			417.597,50
					Jasa 10 %			Rp
								41.759,75
					Jumlah			Rp
								229.678,63
					Dibulatkan			Rp
								229.600,00
1,000	m³	MEMBONGKAR CETAKAN						
2,00		Pekerja	Rp	65.000,00		Rp	Rp	130.000,00
				UPAH				Rp
					JUMLAH			130.000,00
					(BELUM JASA)			Rp
					Jasa 10 %			Rp
								13.000,00
					Jumlah			Rp
								143.000,00
					Dibulatkan			Rp
								143.000,00

PEKERJAAN 1 M² PASANGAN BATA MERAH TEBAL ½ BATA, 1PC : 4PS				
1,000	m²			
72,000	bh	Bata Merah 5 x 11 x 22 cm	Rp 10.000,00	Rp 720.000,00
11,500	Kg	Semen Portland	Rp 990,00	Rp 11.385,00
0,043	m ³	Pasir Pasang	Rp 250.000,00	Rp 10.750,00
		BAHAN		Rp 742.135,00
0,300	Oh	Pekerja	Rp 65.000,00	Rp 19.500,00
0,100	Oh	Tukang Batu	Rp 70.000,00	Rp 7.000,00
0,010	Oh	Kepala Tukang Batu	Rp 75.000,00	Rp 750,00
0,010	Oh	Mandor	Rp 95.000,00	Rp 950,00
		UPAH		Rp 28.200,00
		JUMLAH (BELUM JASA)		Rp 770.335,00
		Jasa 10 %		Rp 77.033,50
		Jumlah		Rp 847.368,50
		Dibulatkan		Rp 847.300,00
perhitungan harga satuan pekerjaan plat lantai bondek				
1	m ²	pekerjaan wiremesh/lembar wiremesh M8 (SNI)	Rp	Rp
1,02	lbr	10kg	595.000,00	606.900,00
0,5	kg	Wiremesh/khg kawat ikat	Rp 21.000,00	Rp 10.500,00
		BAHAN		Rp 742.135,00
0,025	OH	pekerja	Rp 65.000,00	Rp 1.625,00
0,025	OH	tukang besi	Rp 70.000,00	Rp 1.750,00
0,025	OH	kepala tukang	Rp	Rp

			75.000,00		1.875,00
			Rp		Rp
0,001	OH	mandor	95.000,00		95,00
			UPAH	:	Rp
			JUMLAH		5.345,00
			(BELUM JASA)		Rp
			Jasa 10 %		747.480,00
			Jumlah		Rp
			Dibulatkan		74.748,00
					Rp
					822.228,00
					Rp
					822.200,00
PEKERJAAN BONDEK					
					Rp
1,08	m2	bondek 0,7		115000	124.200,00
			Rp		Rp
0,04	m3	kayu kelas III	1.450.000,00		58.000,00
			Rp		Rp
0,1	kg	paku 5-12 cm	13.000,00		1.300,00
			Rp		Rp
0,05	l	minyak bekisting	20.000,00		1.000,00
		balok kayu kelas	Rp		Rp
0,00375	m3	II	1.300.000,00		4.875,00
			Rp		Rp
0,09	lbr	plywood 9mm	125.454,55		11.290,91
		dolken kayu (8-	Rp		Rp
1,5	btg	10cm) 0anjan g4	23.588,07		35.382,10
					Rp
			BAHAN	:	236.048,01
			Rp		Rp
0,17	OH	pekerja	65.000,00		11.050,00
			Rp		Rp
0,08	OH	tukang kayu	70.000,00		5.600,00
			Rp		Rp
0,01	OH	kepala tukang	75.000,00		750,00
			Rp		Rp
0,01	OH	mandor	95.000,00		950,00
					Rp
			UPAH	:	18.350,00
			JUMLAH (BELUM		Rp
			JASA)		254.398,01
			Jasa 10 %		Rp

	25.439,80
Jumlah	Rp 279.837,81
Dibulatkan	Rp 279.800,00

Rencana anggaran biaya pekerjaan plat bondek dan tangga dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.43 Rencana anggaran biaya pekerjaan tangga

NO.	JENIS KEGIATAN	VOLUME	SAT	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
1	2	3	4	5	6 = 3 x 5	7 = Σ6
a	Beton K250/ 22,5 Mpa	6,70	m ³	Rp 994.200,00	Rp 6.659.549	
b	Besi Tulangan D 13	156,03	kg	11.823,95	Rp 1.844.942	
c	Bekisting	43,89	m ²	229.600,00	Rp 10.078.062	
d	Bongkar Cetakan	6,70	m ²	143.000,00	Rp 957.871	
e	bata	1,12	m ²	847.300,00	Rp 951.687	
				Sub Total Pekerjaan Tangga		Rp 20.492.112,72

Untuk pekerjaan plat bondek rencana anggaran biaya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.44 Rencana anggaran biaya pekerjaan plat bondek

NO.	JENIS KEGIATAN	VOLUME	SAT	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
1	2	3	4	5	6 = 3 x 5	7 = Σ6
a.	Pembetonan	9,09	m ³	Rp 994.200,00	Rp 9.040.186	
b.	Bondek	95,72	kg	Rp 279.800,00	Rp 26.781.057	

	c. Wiremesh	8,44	m ²	Rp 822.200,00	Rp 6.939.760	Rp 42.761.002,56
				Sub Total Pekerjaan Tangga		

Tabel 5.45 Rencana anggaran biaya pekerjaan plat konvensional

NO.	JENIS KEGIATAN	VOLUME	SAT	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
1	2	3	4	5	6 = 3 x 5	7 = Σ6
	Plat Lantai =12 cm					
	Beton K250/ 22,5 Mpa	11,49	m ³	Rp 994.200,00	Rp 11.419.182,36	
	Besi Tulangan 1 arah tumpuan D13-100	492,58	kg	Rp 11.823,95	Rp 5.824.284,95	
	lapangan D13-100 berat	1.970,33	kg	Rp 11.823,95	Rp 23.297.139,81	
	pembagi D13-200 berat	234,42	kg	Rp 11.823,95	Rp 2.771.819,13	
	2 arah D13-300 berat	15,32	kg	Rp 11.823,95	Rp 181.092,18	
	berat	14,18	kg	Rp 11.823,95	Rp 167.695,06	
	Bekisting	21,92	m ²	Rp 229.600,00	Rp 5.031.684,00	
	Bongkar Cetakan	11,49	m ²	Rp 143.000,00	Rp 1.642.469,40	
Sub Total Pekerjaan Beton						Rp 50.335.366,90

Tabel 5.46 Rencana anggaran biaya pekerjaan tangga eksisting

NO.	JENIS KEGIATAN	VOLUME	SAT	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	TOTAL HARGA
1	2	3	4	5	6 = 3 x 5	7 = Σ6
	a. Beton K250/ 22,5 Mpa	7,82	m ³	Rp 994.200,00	Rp 7.776.235	
	b. Besi Tulangan	156,03	kg	11.823,95	Rp 1.844.942	
	c. Bekisting	43,89	m ²	229.600,00	Rp 10.078.062	

	d. Bongkar Cetakan	7,82	m ²	143.000,00	Rp 1.118.489	
				Sub Total Pekerjaan Tangga	Rp 20.817.728,40	

Tahap selanjutnya setelah perencanaan dilakukan perhitungan rencana anggaran biaya (RAB).

Hasil perhitungan RAB struktur plat dan tangga dengan hanya memperhitungkan *direct cost* (biaya material, upah tenaga, dan alat) didapat total biaya sebesar Rp 71.153.095

Dari total biaya RAB alternatif didapat total biaya sebesar Rp 63.253.115 dengan penghematan biaya sebesar:

$$\text{Besarnya penghematan biaya awal} = \text{Rp } 71.153.095 - \text{Rp } 63.253.115$$

$$= \text{Rp } 7.899.980$$

$$\text{Besarnya penghematan biaya awal (\%)} = \frac{\text{Rp } 7.899.980}{\text{Rp } 71.153.095} \times 100\%$$

$$= 11,10279178 \%$$

Perhitungan waktu penyelesaian pekerjaan plat dan tangga dihitung dengan menggunakan 1 OH pekerja. Perbandingan waktu penyelesaian pekerjaan plat konvensional dan plat dengan menggunakan bondek dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.47 waktu penyelesaian pekerjaan plat konvensional dengan 1 OH

Plat Konvensional	Pekerja	Satuan	Volume	Satuan	Durasi (hari)
Beton	0,275	OH	11,4858	m ³	3,159
Pembesian	0,007	OH	2726,84096	kg	19,088
Bekisting	0,33	OH	21,915	m ²	7,232
Bongkar	2	OH	11,4858	m ²	22,972
					52,450

Tabel 5.48 waktu penyelesaian pekerjaan plat bondek dengan 1 OH

Plat Bondek	Pekerja	Satuan	Volume	Satuan	Durasi (hari)
Pembetonan	0,275	OH	9,092925	m ³	2,500554375
Bondek	0,08	OH	95,715	kg	7,6572
Wiremesh	0,025	OH	8,44047619	m ²	0,211011905
					10,36876628

Perbandingan waktu penyelesaian pekerjaan tangga eksisting dan tangga setelah dilakukan *value engineering* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.49 waktu penyelesaian pekerjaan tangga eksisting dengan 1 OH

tangga eksisting	Pekerja	Satuan	Volume	Satuan	Durasi (hari)
Beton K250	0,275	OH	7,8216	m ³	2,151
Besi Tulangan	0,007	OH	156,0344	kg	1,092
Bekisting	0,33	OH	43,894	m ²	14,485
Bongkar Cetakan	2	OH	7,8216	m ²	15,643
					33,371

Tabel 5.50 waktu penyelesaian pekerjaan tangga VE dengan 1 OH

tangga VE	Pekerja	Satuan	Volume	Satuan	Durasi (hari)
Beton K250	0,275	OH	6,6984	m ³	1,842
Besi Tulangan	0,007	OH	156,0344	kg	1,092
Bekisting	0,33	OH	43,894	m ²	14,485
Bongkar Cetakan	2	OH	6,6984	m ²	13,397
Bata	0,1	OH	1,1232	m ²	0,112
					30,928

5.5 Tahap Rekomendasi

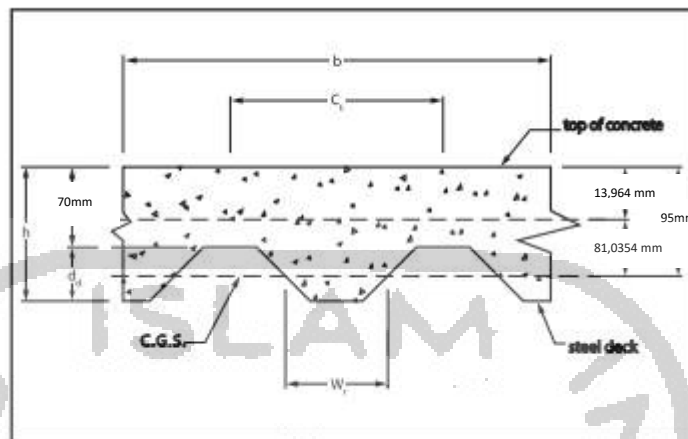
Tahap rekomendasi adalah tahapan terakhir dalam studi *value engineering*, dalam tahapan ini disajikan laporan akhir hasil studi rekayasa nilai berupa pengajuan ide alternatif terbaik. Data-data dalam penyajian tahap rekomendasi meliputi:

1. Desain struktur alternatif terbaik
2. Hasil desain, dan
3. Rencana anggaran biaya pekerjaan struktur alternatif.

Tahap ini bertujuan untuk meyakinkan pengambil keputusan bahwa alternatif desain yang diusulkan atau direkomendasikan merupakan alternatif desain terbaik. Pada pekerjaan struktur pondasi, kolom, dan balok didapati desain alternatif sesuai hasil analisis untung rugi, tingkat kelayakan dan analisis matrik sama dengan desain yang telah ada. Oleh karena itu tahap rekomendasi ini akan menyajikan hasil dari plat dan tangga. Hasil pada tahap ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.51 Tahap pengembangan dan rekomendasi struktur Plat

Proyek : pembangunan gedung pemeriksa inspektur Daerah Sleman Lokasi : Sleman	TAHAP PENGEMBANGAN DAN REKOMENDASI <i>(DEVELOPMENT AND RECOMMENDATION PHASE)</i>	
Klient : Tanggal : Halaman :	ITEM: Plat Bondek	NO: 1
<p>Konsep Asal (<i>Original Concept</i>)</p> <p>Desain awal plat pada proyek ini menggunakan plat cor beton konvensional dengan 2 tipe plat. Tebal plat 120 mm dan tulangan arah panjang dan pendek menggunakan D13-100. Desain awal memiliki biaya awal sebesar Rp 50.335.366,90. Pada desain awal waktu penyelesaian pekerjaan plat jika didasarkan dengan 1 OH didapat durasi waktu 52,450 hari</p> <p>Usulan perubahan (<i>proposal change</i>)</p> <p>Plat bondek dipilih dari alternatif yang lain karena memiliki nilai tertinggi dari analisis yang telah dilakukan sesuai parameter yang telah ditentukan seperti kemungkinan implementasi, biaya awal, daya dukung, dan sarana kerja. Plat bondek yang diusulkan memiliki ketebalan 95 mm dan tidak perlu menggunakan tulangan positif. Penggunaan plat bondek memiliki keuntungan dari segi biaya dan waktu. Biaya awal pekerjaan bondek sebesar Rp 42.761.002,56 dan penyelesaian pekerjaan selama 10,368 hari dengan 1 OH.</p> <p>Hasil usulan alternatif desain untuk struktur plat bondek dapat dilihat pada gamabar dibawah ini.</p>		



Gambar 5.6 detail plat bondek pada usulan alternatif desain

Diskusi (*discussion*)

Hasil analisis yang telah dilakukan terdapat penghematan sebesar Rp 7.574.364,34 dan memiliki durasi waktu yang lebih singkat.

Untuk tahap pengembangan dan rekomendasi struktur tangga dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.52 Tahap pengembangan dan rekomendasi struktur tangga

Proyek : pembangunan gedung pemeriksa inspektur Daerah Sleman	TAHAP PENGEMBANGAN DAN REKOMENDASI	
Lokasi : Sleman	(<i>DEVELOPMENT AND RECOMMENDATION PHASE</i>)	
Klien :	ITEM:	NO:
Tanggal :	Plat Bondek	1
Halaman :		

Konsep Asal (*Original Concept*)

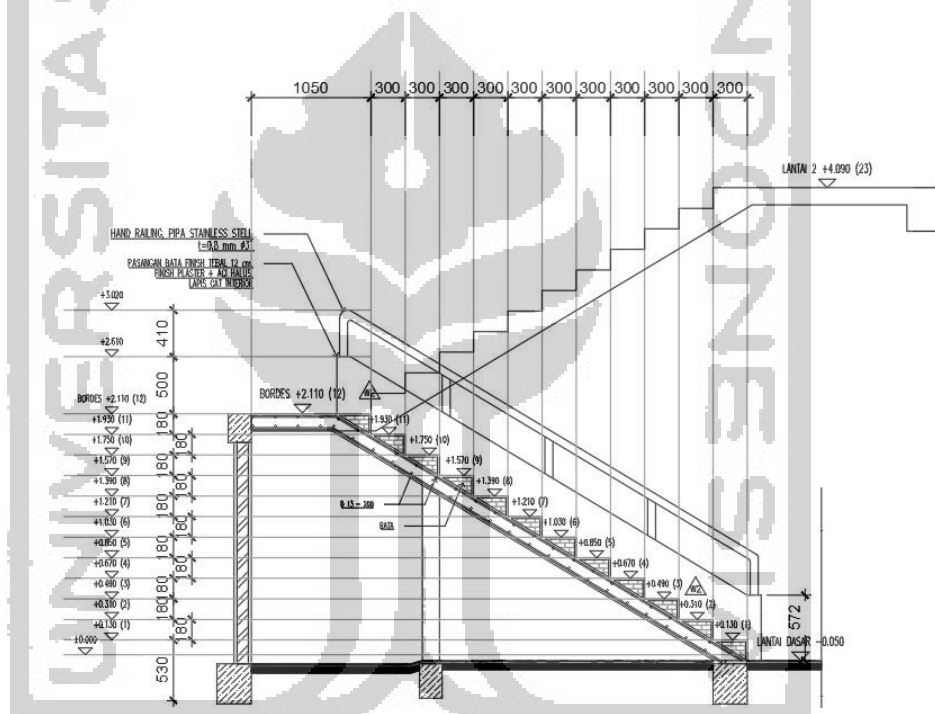
Desain awal struktur tangga adalah plat cor beton bertulang dan anak tangga dengan cor beton. Tebal plat adalah 120 mm menggunakan tulangan D13-200. Pada desain awal ini memiliki biaya awala sebesar Rp 20.817.728,40 dan durasi

pekerjaan 33,371 hari dengan 1 OH.

Usulan perubahan (*proposal change*)

Desai alternatif yang dipilih adalah plat tangga dengan cor dan anak tangga dengan bata. Yang menjadi perbedaan adalah bahan material dari anak tangga diganti dengan bata merah. Biaya awal yang dikeluarkan sebesar Rp 20.492.112,72 dengan durasi waktu 30,928 hari dengan 1 OH.

Hasil usulan alternatif desain untuk struktur tangga dapat dilihat pada gamabar dibawah ini.



Gambar 5.7 detail tangga pada usulan alternatif desain

Diskusi (*discussion*)

Hasil analisis yang telah dilakukan terdapat penghematan Rp325.615,68 dan memiliki durasi waktu yang lebih singkat.

5.6 Pembahasan

Ide-ide usulan jenis struktur yang direkomendasikan merupakan usulan alternatif dengan nilai keuntungan terbesar. Berdasarkan analisis keuntungan dan kerugian, usulan alternatif struktur dengan nilai keuntungan terbesar adalah sebagai berikut.

1. Pondasi footplat dengan nilai keuntungan 14
2. Kolom beton bertulang dengan nilai keuntungan 14,6
3. Balok beton bertulang dengan nilai keuntungan 13,2
4. Plat bondek dengan nilai keuntungan 10,6 dan nilai kerugian 0,6
5. Plat tangga dengan anak tangga bata dengan nilai keuntungan 12,8

Hasil tersebut didapat berdasarkan dari pengisian kuisioner para responden sesuai pengalaman dilapangan masing-masing.

Sedangkan hasil analisis berdasarkan tingkat kelayakan dapat disimpulkan bahwa jenis struktur alternatif yang memiliki nilai dengan ranking tertinggi adalah.

1. Pondasi footplat dengan nilai 45,2
2. Kolom beton bertulang dengan nilai 45
3. Balok beton bertulang dengan nilai 45
4. Plat bondek dengan nilai keuntungan 43,2
5. Plat tangga dengan anak tangga bata dengan nilai 46

Hasil analisi tingkat kelayakan sama dengan hasil analisis keuntungan dan kerugian dengan pemilihan alternatif struktur seperti diatas.

Hasil analisis matrik alternatif desain struktur didapat penilaian tertinggi sebagai berikut.

1. Pondasi footplat dengan nilai 376,1904
2. Kolom beton bertulang dengan nilai 344,7619
3. Balok beton bertulang dengan nilai 351,4285

4. Plat bondek dengan nilai keuntungan 314,2857
5. Plat tangga dengan anak tangga bata dengan nilai 331,4285

Pada penelitian ini dari ketiga analisis yang telah dilakukan mempunyai hasil yang sama, selanjutnya dilakukan perhitungan lebih lanjut. Untuk struktur pondasi, kolom, dan balok didapat alternatif desain yang sama dengan desain yang telah ada, untuk plat menggunakan bondek dan tangga menggunakan plat tangga dengan anak tangga bata.

Pondasi *footplat* merupakan sistem pondasi dangkal yang umum digunakan untuk mendukung struktur gedung bertingkat rendah. Pondasi merupakan struktur yang penting dari sebuah bangunan, karena pondasi untuk menyalurkan beban yang diterima dari struktur atas ke tanah. Untuk mendesain pondasi *Footplat* diperlukan penyelidikan tanah untuk mengetahui beban yang diperbolehkan untuk menopang struktur. Kelebihan pondasi *footplat* dari alternatif desain lainnya adalah penyiapan lahan yang lebih cepat serta biaya awal lebih hemat. Selain itu karena umum digunakan maka pengerjaan dan alat yang tersedia lebih mudah dikerjakan. Untuk alternatif desain yang lain dapat diterapkan karena gedung dengan 2 lantai memiliki beban yang dapat di tumpu semua pondasi alternatif. Untuk pondasi batu kali memiliki kekurangan jika diterapkan pada bangunan ini diantaranya adalah, dimensi pondasi yang besar sehingga penyiapan lahan yang memakan waktu dan biaya yang besar sehingga tidak efisien. Untuk sumuran dan mini bor pengerjaan relatif tidak umum diterapkan pada struktur gedung dua lantai.

Kolom beton bertulang merupakan satuan komposit untuk menahan beban desak maupun tarik. Perancangan kolom menggunakan beban aksial dan momen. Penghematan menggunakan kolom dengan beton bertulang dapat dilakukan dengan cara variasi dimensi dan jumlah tulangan sesuai dengan beban yang ditumpu.

Balok beton bertulang juga merupakan satuan komposit menahan beban desak dan tarik. Perencanaan balok menggunakan momen. Dimensi balok

tergantung dengan bentang bangunan tersebut. Untuk mereduksi volume balok dapat digunakan balok anak sebagai pengaku dan mengurangi dimensi balok awal.

Plat bondek merupakan alternatif yang dipilih dari desain yang telah ada. Perbedaan plat bondek dengan plat konvensional adalah pada bekisting, tulangan, dan menggunakan *scaffolding* atau perancah. Bekisting pada plat bondek digantikan oleh lembaran-lembaran bondek yang ditumpu pada balok. Selain sebagai bekisting bondek juga menggantikan tulangan positif pada plat lantai. Kebutuhan tulangan pada plat akan berkurang secara signifikan, tulangan digantikan dengan *wiremesh*. dengan waktu pengerjaan lebih cepat. Dengan adanya plat bondek penggunaan *scaffolding* dapat dikurangi. Berkurangnya jumlah *scaffolding*, pekerjaan pada lantai satu dapat dikerjakan seperti pekerjaan pasangan dinding dan mobilitas material sehingga dapat mereduksi durasi pekerjaan.

Tangga merupakan struktur pelengkap untuk mobilitas dari lantai bawah ke atasnya. tangga didukung oleh pondasi untuk meneruskan beban ke tanah, balok pada bordes dan plat atas. Selain menggunakan plat untuk menyalurkan beban alternatif yang disediakan dapat menggunakan balok. Anak tangga pada keadaan eksisting adalah cor beton kemudian diganti dengan bata merah. Secara struktural pergantian material tersebut tidak berpengaruh karena beban mati yang diterima plat lebih besar menggunakan anak tangga dengan cor beton. Selain mengurangi volume beton yang dibutuhkan penggunaan bata merah dapat menghemat biaya pengerjaan tangga.

Hasil desain plat bondek dan tangga dapat dilihat tabel dibawah ini.

Tabel 5.53 hasil desain plat bondek dan tangga

Uraian	Bahan	Tulangan
Plat	Bondek	wiremesh M8-75
Tangga	Anak tangga dengan bata	-

Besar penghematan biaya awal sebagai berikut

$$\begin{aligned}\text{Besar penghematan biaya awal} &= \text{Rp } 71.153.095 - \text{Rp } 63.253.115 \\ &= \text{Rp } 7.899.980\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Besar penghematan biaya awal (\%)} &= \frac{\text{Rp } 7.899.980}{\text{Rp } 71.153.095} \times 100\% \\ &= 11,10279178 \%\end{aligned}$$

Waktu pengerjaan pekerjaan plat konvensional dan plat bondek dengan menggunakan 1 OH didapat durasi selama 52,450 hari dan 10,368 hari. Pada plat konvensional pekerjaan penulangan dan bekisting memakan waktu yang lama, sedangkan plat menggunakan bondek kedua item pekerjaan tersebut dapat direduksi durasi pekerjaannya. Sedangkan tangga eksisting dan tangga VE selama 33,371 dan 30,928 hari.