

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Latar Belakang Proyek

Dewasa ini Universitas Brawijaya gencar melakukan pembangunan pada masing-masing fakultas, salah satunya adalah proyek pembangunan Gedung II Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya. Gedung ini terletak di dalam kawasan kampus Universitas Brawijaya dan direncanakan kembar dengan gedung yang berada di sebelah selatannya, yaitu Gedung I Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik. Tujuan pembangunan gedung 7 lantai ini adalah untuk menunjang dan memperlancar proses belajar mengajar.

4.2. Gambaran Umum Proyek

4.2.1. Data proyek

Berikut ini adalah data-data proyek pembangunan Gedung II Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya:

- a. Nama proyek : Proyek pembangunan Gedung II Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya (Tahap I)
- b. Lokasi proyek : Kampus Universitas Brawijaya
Jalan Veteran – Malang
- c. Nama pemilik : Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik
Universitas Brawijaya Malang
- d. Konsultan perencana : CV Cipta Yasa Consultant
- e. Kontraktor pelaksana : PT Citra Mandiri Cipta
- f. Konsultan pengawas : PT Mitraplan Kons
- g. Nilai proyek : Rp 12.489.795.000,00

4.2.2. Desain bangunan utama

- a. Struktur utama : Beton bertulang
- b. Pondasi : Pondasi *strauss*
- c. Rangka atap : Struktur gebel dengan profil *wide flange*
- d. Jumlah lantai : 7 lantai

4.3. Pemilihan Item Pekerjaan

Pemilihan item pekerjaan dimaksudkan untuk mengidentifikasi item pekerjaan yang berbiaya tinggi dan memilih item pekerjaan tersebut untuk item studi pada tahapan analisa selanjutnya. Pemilihan item pekerjaan dilakukan dengan identifikasi biaya tinggi yang didapat dari Rencana Anggaran Biaya (RAB). RAB ini akan dijadikan acuan untuk memonitor besarnya *saving cost* yang terjadi setelah dilakukan *value engineering*. Untuk lebih jelasnya Rencana Anggaran Biaya (RAB) secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.4. Identifikasi Pekerjaan yang Akan Dilakukan *Value Engineering* (VE)

4.4.1. *Cost model*

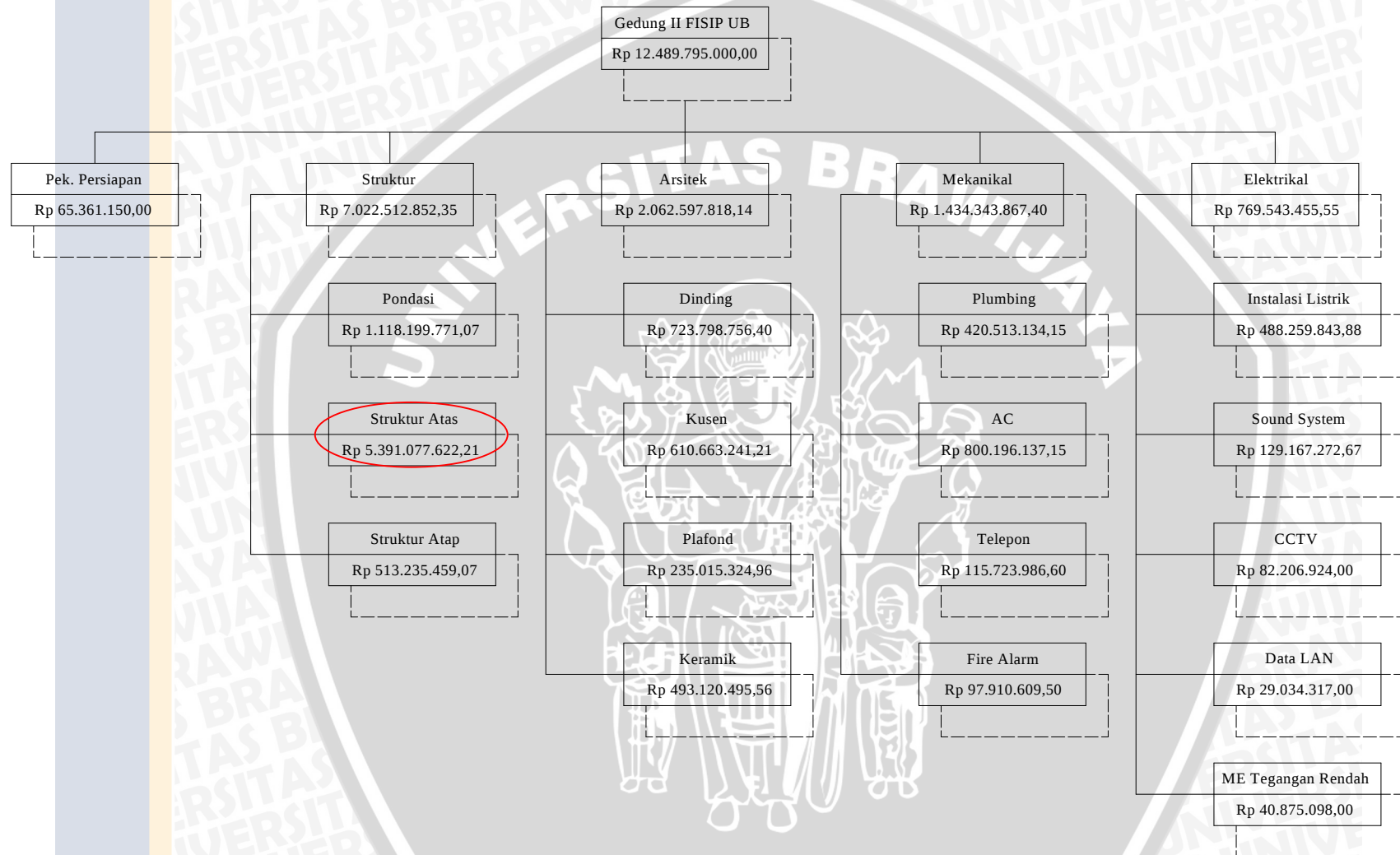
Cost model merupakan suatu bagan pekerjaan yang dikelompokkan menurut elemen pekerjaan masing-masing. Pada bagan tersebut dicantumkan rencana anggaran biaya tiap item pekerjaan sehingga dengan *cost model* akan dapat dipilih pekerjaan mana yang akan di VE dan dapat dilihat perbedaan biaya tiap elemen pekerjaan yang dijadikan pedoman dalam analisis VE. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.1.

4.4.2. *Breakdown*

Dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) dapat dilihat bahwa pekerjaan struktur memiliki rencana biaya yang lebih besar dibanding pekerjaan lainnya, sehingga *breakdown* dilakukan pada pekerjaan tersebut. Untuk melihat potensi item pekerjaan yang akan dilakukan VE, biaya dari item pekerjaan tersebut dibandingkan dengan biaya total keseluruhan proyek. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 *Breakdown Pekerjaan Struktur*

Item Pekerjaan	Biaya
1. Pekerjaan pendahuluan	Rp 65.361.150,00
2. Pekerjaan tanah	Rp 60.582.720,85
3. Pekerjaan pondasi	Rp 1.057.617.050,22
4. Pekerjaan sloof	Rp 158.716.664,26
5. Pekerjaan balok	Rp 2.122.846.752,59
6. Pekerjaan kolom	Rp 1.562.004.160,83
7. Pekerjaan pelat	Rp 1.547.510.044,53
8. Pekerjaan struktur atap	Rp 513.235.459,07
Total =	Rp 7.087.874.002,35
Biaya proyek keseluruhan =	Rp 12.489.795.000,00
Persentase =	56,75 %



Gambar 4.1 *Cost model* proyek pembangunan Gedung II Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya

Dari tabel *breakdown* dan *cost model* di atas dapat diketahui bahwa item pekerjaan yang mempunyai biaya tertinggi adalah pekerjaan struktural dengan persentase sebesar 56,75%, sehingga pada item pekerjaan tersebut, khususnya pekerjaan pelat, akan dilakukan analisis rekayasa nilai (*value engineering*) untuk mendapatkan penghematan potensial, baik dari segi biaya maupun waktu.

4.5. Penerapan *Value Engineering* pada Pekerjaan Pelat

4.5.1. Tahap informasi

Tahap pertama dalam analisis rekayasa nilai adalah mengidentifikasi pekerjaan yang akan ditinjau dengan mengumpulkan informasi dan data-data teknis sebanyak mungkin yang mendukung. Informasi pada pekerjaan struktural, khususnya pelat dapat dilihat dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Informasi Umum dan Kriteria Desain Pekerjaan Pelat Lantai

Uraian	Data Teknis Proyek
Kriteria Desain	Pelat lantai 2-6: - mutu beton $f'c$ 30 MPa - mutu baja tulangan f_y 240 MPa - tebal pelat 12 cm - diameter tulangan D10 - beban guna 250 kg/m^2 Pelat lantai 7: - tebal pelat 12 cm - diameter tulangan D10 - beban guna 100 kg/m^2 Perhitungan beton menurut SNI 2847-2002 Tipe pelat: pelat S1, pelat S2, dan pelat lantai lift S3.
Unsur Desain	Volume pelat (berdasarkan lantai): - lantai 2 = $70,99 \text{ m}^3$ - lantai 3 = $70,99 \text{ m}^3$ - lantai 4 = $60,16 \text{ m}^3$ - lantai 5 = $62,38 \text{ m}^3$ - lantai 6 = $64,59 \text{ m}^3$ - lantai 7 = $75,06 \text{ m}^3$ Volume pelat (berdasarkan tipe pelat): - pelat 12 cm (S1) = $319,43 \text{ m}^3$ - pelat 12 cm (S2) = $82,43 \text{ m}^3$ - pelat lantai lift 15 cm (S3) = $2,32 \text{ m}^3$
Perkiraan Biaya	Rp 1.444.130.910,79 dengan rincian sebagai berikut: - Harga tenaga = Rp 162.284.189,97 - Harga bahan = Rp 1.281.846.720,83 • PC Rp 176.541.271,85 • Pasir cor Rp 24.514.016,60

Lanjutan Tabel 4.2

Uraian	Data Teknis Proyek
Perkiraan Biaya	• Besi tulangan Rp 634.105.070,46 • Batu pecah mesin 2/3 Rp 52.092.285,29 • Bekisting (2 kali pakai) Rp 394.594.076,63 - Harga peralatan = Rp 0,00
Metode Pengerjaan	Metode konvensional

Selanjutnya dibuat tabel analisis fungsi yang digunakan untuk menerangkan fungsi dasar (*basic*) dan fungsi penunjang (*secondary*) dari item pekerjaan serta untuk mendapatkan perbandingan antara nilai biaya (*cost*) dengan nilai manfaat (*worth*). Analisis fungsi pekerjaan pelat dapat dilihat pada Tabel 4.3. Biaya-biaya dalam tabel tersebut dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 4.3 Analisis Fungsi Pekerjaan Pelat

No	Komponen	Fungsi			Worth (Rp)	Cost (Rp)
		Verb	Noun	Kind		
1	Beton	menyalurkan	beban	P	253.147.573,74	253.147.573,74
2	Besi tulangan	menyalurkan	beban	P	634.105.070,46	634.105.070,46
3	Bekisting	mencetak	pelat	S	-	394.594.076,63
Jumlah					887.252.644,20	1.281.846.720,83
Jenis: P = Primer (dasar) S = Sekunder (penunjang)					Rasio <i>cost/worth</i> : $= 1.281.846.720,83 / 887.252.644,20$ $= 1,44$	

Karena kedua rasio *cost/worth* menunjukkan nilai lebih dari 1, maka pada pekerjaan pelat potensial untuk dilakukan rekayasa nilai (*value engineering*) karena akan terjadi penghematan yang cukup besar.

4.5.2. Tahap spekulasi

Pada tahap spekulasi dalam *value engineering* berisi pemunculan sejumlah ide alternatif dari segmen-segmen yang dilihat dengan berbagai sisi keunggulan sehingga nantinya diharapkan akan didapat suatu hasil yang optimal. Penggalan ide alternatif ini didasarkan dari analisis yang telah dilakukan pada tahap analisis fungsi. Alternatif yang diusulkan dapat dilihat pada Lampiran 5,6 dan 7.

Tabel 4.4 Alternatif Pekerjaan yang Akan Dilakukan Rekayasa Nilai

No.	Item Pekerjaan Awal	Item Pekerjaan Usulan
1.	Penulangan pelat konvensional dengan besi tulangan	Pelat dengan tulangan atas berupa <i>wiremesh</i> dan tulangan bawah berupa <i>floordeck</i>
2.		Pelat dengan tulangan atas dan bawah berupa <i>wiremesh</i>
3.		Pekerjaan pelat secara <i>precast</i> /pracetak berupa <i>halfslab</i>

Spesifikasi dari masing-masing alternatif dapat dilihat pada Lampiran 5, 6, dan 7. Untuk kelebihan dan kelemahan tiap alternatif akan dijelaskan pada Tabel 4.5. Kelebihan dan kelemahan dari alternatif usulan diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perhitungan *value engineering* untuk menentukan alternatif yang dipilih.

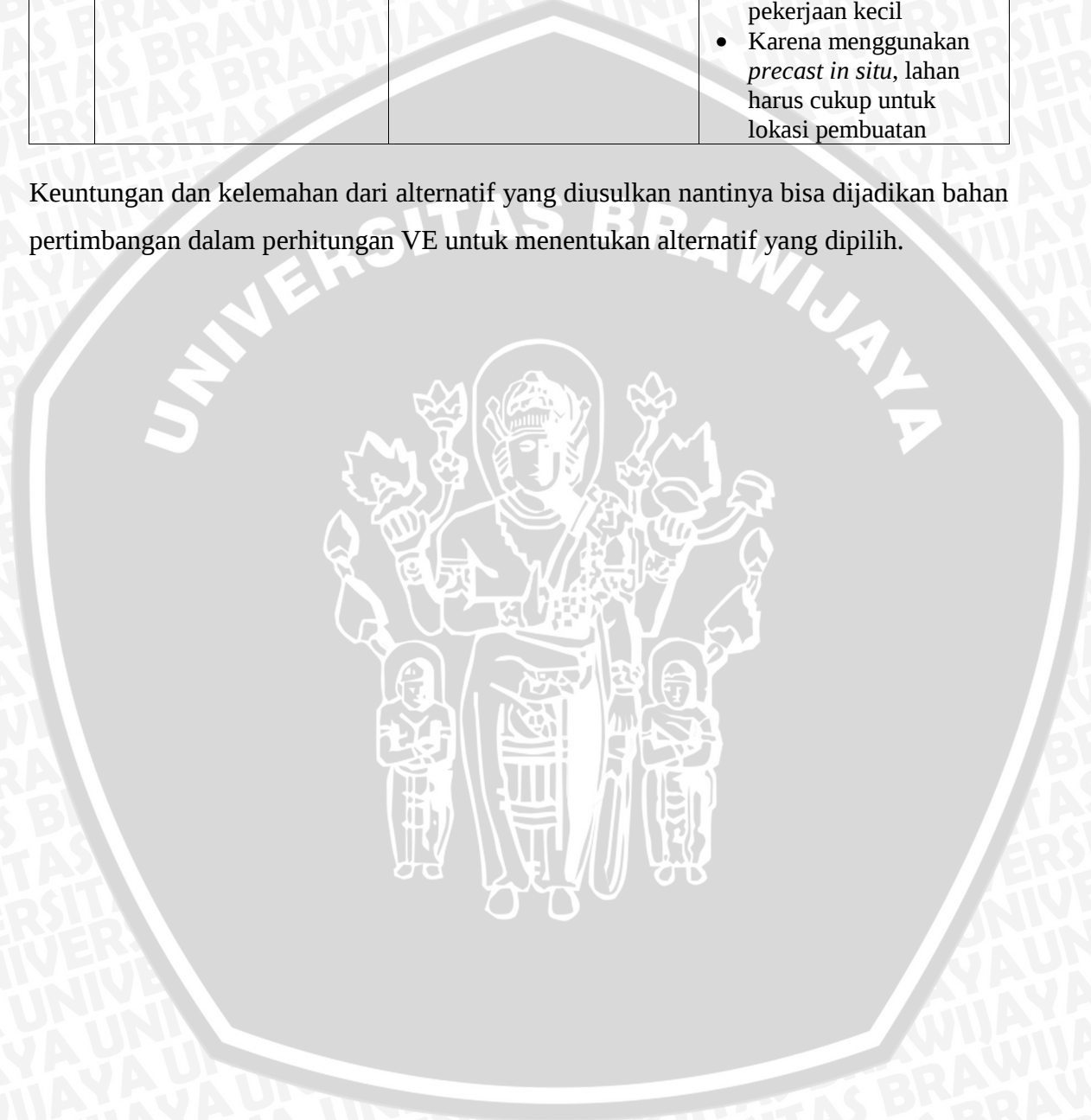
Tabel 4.5 Kelebihan dan Kelemahan Item Pekerjaan Alternatif

No.	Usulan/Alternatif	Kelebihan	Kelemahan
1.	Pelat dengan tulangan atas berupa <i>wiremesh</i> dan tulangan bawah berupa <i>floordeck</i>	• Pemasangannya mudah dan cepat • Sebagai pengganti tulangan positif searah • <i>Durable material</i> • Tahan api • Menghemat penggunaan bekisting, beton dan besi tulangan • Dapat berfungsi sebagai plafond <i>expose</i> • Salah satu bentuk penerapan "<i>green construction</i>"	• Cenderung memiliki nilai defleksi rencana yang cukup besar dalam penggunaannya
2.	Pelat dengan tulangan atas dan bawah berupa <i>wiremesh</i>	• Pemasangannya praktis dan cepat • Mempermudah pengawasan pekerjaan • Mutu tinggi dan konsisten • Menjamin kualitas dan keakuratan pekerjaan • Menghemat biaya	• Mudah mengalami tekuk
3.	Pekerjaan pelat secara <i>precast</i> /pracetak berupa <i>halfslab</i>	• Mempersingkat waktu pekerjaan • Efisiensi penggunaan material bekisting • Kualitas lebih baik	• Memerlukan pemikiran yang lebih luas, menyangkut sistem pabrikasi, transportasi, pemasangan, dan

Lanjutan Tabel 4.5

No.	Usulan/Aternatif	Kelebihan	Kelemahan
3.	Pekerjaan pelat secara <i>precast</i> /pracetak berupa <i>halfslab</i>	• Menghemat biaya • Tingkat kegaduhan rendah • Salah satu bentuk penerapan “<i>green construction</i>”	• koneksi antar komponen • Kurang efisien untuk bentuk gedung yang tidak teratur/tidak <i>typical</i> dan volume pekerjaan kecil • Karena menggunakan <i>precast in situ</i>, lahan harus cukup untuk lokasi pembuatan

Keuntungan dan kelemahan dari alternatif yang diusulkan nantinya bisa dijadikan bahan pertimbangan dalam perhitungan VE untuk menentukan alternatif yang dipilih.



Tabel 4.6 Kriteria Desain Alternatif Pekerjaan Pelat

No.	Kriteria	Eksisting (Konvensional)	Alternatif 1 (<i>Floordeck</i> + <i>Wiremesh</i>)	Alternatif 2 (<i>Wiremesh</i> + <i>Wiremesh</i>)	Alternatif 3 (<i>Precast Halfslab</i>)
1.	Waktu pelaksanaan	Lebih lama karena pembuatan bekisting dan perlu menunggu umur beton sampai cukup kuat menopang struktur di atasnya.	Lebih cepat karena menghemat waktu dalam pemasangan dan pelepasan bekisting, serta pemasangan perancah.	Sedikit lebih cepat untuk pembesian, tetapi pada pembuatan bekisting memerlukan waktu yang lama karena tetap konvensional.	Relatif cepat karena dapat dilaksanakan secara paralel dan panel dapat dibuat sebelumnya.
2.	Pembiayaan	Biaya pelaksanaan mahal karena terkait dengan tenaga kerja dan waktu pelaksanaan.	Murah karena menghemat biaya pembuatan bekisting dan perancah.	Relatif lebih mahal karena besi tulangan yang digunakan adalah hasil pabrikan dengan mutu yang lebih tinggi.	Murah apabila dalam jumlah banyak (<i>massal</i>).
3.	Tenaga kerja	Banyak	Tidak begitu banyak	Tidak begitu banyak saat pembesian, tetapi saat pembuatan bekisting cukup banyak	Tidak begitu banyak
4.	Koordinasi pelaksanaan	Cukup sulit karena tenaga yang banyak, perlu diperhatikan pada pekerjaan <i>cold joint</i> .	Tidak terlalu sulit	Hampir sama dengan pekerjaan konvensional.	Tidak terlalu sulit
5.	Pengawasan dan pengendalian	Bersifat kompleks dan harus dilakukan terus menerus.	Mudah karena instalasi <i>floordeck</i> sederhana	Mudah karena tidak perlu mengawasi pekerjaan pembesian.	Cukup mudah karena pengawasan lebih difokuskan pada saat di lokasi pembuatan.
6.	Kondisi lapangan	Butuh area yang relatif luas karena butuh tempat untuk penimbunan material dan ruang gerak.	Butuh area yang relatif luas	Butuh area yang relatif luas	Membutuhkan lahan untuk pembuatan dan penumpukan panel.

Lanjutan Tabel 4.6

No.	Kriteria	Eksisting (Konvensional)	Alternatif 1 (<i>Floordeck</i> + <i>Wiremesh</i>)	Alternatif 2 (<i>Wiremesh</i> + <i>Wiremesh</i>)	Alternatif 3 (<i>Precast Halfslab</i>)
7.	Ketertahanan pada kondisi cuaca	Harus diperhatikan	Harus diperhatikan	Harus diperhatikan	Sedikit berpengaruh saat proses pembuatan
8.	Pekerjaan <i>finishing</i>	Cukup lama	Cepat	Cukup lama	Lama
9.	Kondisi akhir (<i>expose</i>)	Kurang rapi	Sangat bagus, hampir tidak memerlukan pekerjaan <i>finishing</i> karena dapat dijadikan sebagai plafon <i>expose</i>	Kurang rapi	Tidak rapi karena tampak potongan-potongan antar panel
10.	Tingkat kesulitan	Mudah	Mudah	Mudah	Lebih sulit dalam hal transportasi, pelaksanaan atau pemasangan komponen, dan sistem sambungan
11.	Penjaminan mutu	Relatif lebih susah karena banyak komponen yang perlu dikontrol	Mudah karena tulangan dan bekisting adalah hasil pabrikan sehingga mutunya lebih terjamin	Cukup mudah karena untuk tulangan dipakai <i>wiremesh</i> hasil pabrikan	Mudah karena proses pembuatan dilakukan tersendiri

4.5.3. Tahap analisis

Tahap analisis bertujuan untuk mendapatkan alternatif yang terbaik dari alternatif yang ditinjau. Dalam mengevaluasi alternatif-alternatif yang ada dapat digunakan beberapa metode, antara lain metode *zero-one* dan matriks evaluasi.

4.5.3.1. Perhitungan estimasi biaya dan waktu pekerjaan pelat (Lampiran 9 dan 10)

1. Pekerjaan pelat eksisting

Dari analisis didapat:

- Total harga = Rp 1.444.130.910,79
- Harga / m³ = Rp 3.561.084,80
- Waktu = 133 hari/19 minggu

2. Pekerjaan Pelat dengan tulangan atas berupa *wiremesh* dan tulangan bawah berupa *floordeck*

Dari analisis didapat:

- Total harga = Rp 1.040.301.919,51
- Harga / m³ = Rp 2.556.164,55
- Waktu = 43 hari

3. Pelat dengan tulangan atas dan bawah berupa *wiremesh*

Dari analisis didapat:

- Total harga = Rp 1.459.226.929,95
- Harga / m³ = Rp 3.598.650,94
- Waktu = 112 hari

4. Pekerjaan pelat *precast*/pracetak berupa *halfslab*

Dari analisis didapat:

- Total harga = Rp 1.280.845.623,13
- Harga / m³ = Rp 3.064.620,00
- Waktu = 25 hari (tidak termasuk pembuatan) + 28 hari untuk pelat konvensional

Tabel 4.7 Perbandingan Harga Eksisting dan Alternatif Pekerjaan Pelat

No.	Pekerjaan Pelat	Harga		Penghematan
1.	Eksisting	Rp 1.444.130.910,79		-
2.	<i>Floordeck + wiremesh</i>		Rp 1.040.301.919,51	Rp 403.828.991,29
3.	<i>Wiremesh + wiremesh</i>		Rp 1.459.226.929,95	- Rp 15.096.019,16
4.	<i>Precast Halfslab</i>		Rp 1.280.845.623,13	Rp 163.285.287,66

Tabel 4.8 Perbandingan Waktu Pelaksanaan Eksisting dan Alternatif Pekerjaan Pelat

No.	Pekerjaan Pelat	Waktu (hari)		Penghematan	Keterangan
1.	Eksisting	133		-	
2.	<i>Floordeck + wiremesh</i>		43	90	
3.	<i>Wiremesh + wiremesh</i>		112	21	
4.	<i>Precast halfslab</i>		53	80	Tidak termasuk waktu pembuatan

Dari tabel didapat:

- Harga untuk pekerjaan alternatif 1, yaitu dengan menggunakan *floordeck + wiremesh* bila dibandingkan dengan pekerjaan eksisting memiliki penghematan biaya sebesar Rp 403.828.991,29 dan penghematan waktu 90 hari.
- Harga untuk pekerjaan alternatif 2, yaitu dengan menggunakan *wiremesh + wiremesh* bila dibandingkan dengan pekerjaan eksisting memiliki biaya yang lebih mahal sebesar Rp 15.096.019,16 namun ada penghematan waktu 21 hari.
- Harga untuk pekerjaan alternatif 3, yaitu dengan menggunakan pelat *precast halfslab* bila dibandingkan dengan pekerjaan eksisting memiliki penghematan biaya sebesar Rp 163.285.287,66 dan penghematan waktu 80 hari (tidak termasuk waktu pembuatan).
- Untuk memilih alternatif terbaik tidak hanya dilihat dari segi penghematan biaya dan waktu saja, tetapi nantinya juga akan dilihat dari analisis VE pada kriteria-kriteria dari pekerjaan pelat yang diusulkan pada tahap kreatif.

4.5.3.2. Perhitungan *value engineering* pekerjaan pelat

1. Metode *zero-one* untuk mencari bobot

Tabel 4.9 Metode *Zero-One* untuk Mencari Bobot Pekerjaan Pelat

Kriteria	Nomor Kriteria	Nomor Kriteria											Total	Ranking	Bobot
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
Waktu Pelaksanaan	1	X	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	10	15,15
Pembiayaan	2	1	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	11	16,67
Jumlah Tenaga Kerja	3	0	0	X	1	1	1	1	1	1	1	0	7	8	12,12
Koordinasi Pelaksanaan	4	0	0	0	X	0	0	1	1	1	0	0	3	4	6,06
Pengawasan dan Pengendalian	5	0	0	0	1	X	0	1	1	1	0	0	4	5	7,58
Kondisi Lapangan	6	0	0	0	1	1	X	1	1	1	1	0	6	7	10,61
Ketergantungan Cuaca	7	0	0	0	0	0	0	X	1	1	0	0	2	3	4,55
Pekerjaan Finishing	8	0	0	0	0	0	0	0	X	1	0	0	1	2	3,03
Kondisi akhir (<i>expose</i>)	9	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	1	1,52
Tingkat kesulitan	10	0	0	0	1	1	0	1	1	1	X	0	5	6	9,09
Penjaminan mutu	11	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	X	8	9	13,64
Jumlah													66	66	100,00

- Pemberian nilai 1 adalah nomor kriteria pada kolom lebih penting dari nomor kriteria pada baris. Pemberian nilai 0 adalah nomor kriteria pada kolom kurang penting dari nomor kriteria pada baris. Pemberian nilai X adalah nomor kriteria pada kolom dan baris mempunyai fungsi sama penting.
- Pemberian ranking dilakukan secara terbalik, yaitu yang mendapat total tertinggi angka ranking 11, selanjutnya terus turun sampai total terendah mendapat angka ranking 1.
- Bobot dihitung dengan rumus = (angka ranking yang dimiliki / jumlah angka ranking) x 100

2. Metode *zero-one* untuk mencari indeks

Sebelum menggunakan matriks evaluasi, pekerjaan eksisting dan pekerjaan alternatif juga harus dianalisis VE dengan metode *zero-one* untuk mendapatkan indeks yang akan digunakan dalam tabel matriks evaluasi. Dalam menganalisis VE kriteria-kriteria komponen pelat yang digunakan seperti yang diusulkan pada tahap kreatif.

Keterangan:

Fungsi A = Pekerjaan eksisting

Fungsi B = Pekerjaan Alternatif 1 = Menggunakan *floordeck* + *wiremesh*

Fungsi C = Pekerjaan Alternatif 2 = Menggunakan *wiremesh* + *wiremesh*

Fungsi D = Pekerjaan Alternatif 3 = Menggunakan *precast halfslab*

Tabel 4.10 Metode *Zero-One* untuk Mencari Indeks

1. Kriteria Waktu Pelaksanaan

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	0	0	0	0	0
B	1	X	1	0	2	1/3
C	1	0	X	0	1	1/6
D	1	1	1	X	3	1/2
Total					6	

2. Kriteria Pembiayaan

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	0	1	0	1	1/6
B	1	X	1	1	3	1/2
C	0	0	X	0	0	0
D	1	1	0	X	2	1/3
Total					6	

3. Kriteria Tenaga Kerja

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	0	0	0	0	0
B	1	X	1	X	2	2/5
C	1	0	X	0	1	1/5
D	1	X	1	X	2	2/5
Total					5	

4. Kriteria Koordinasi Pelaksanaan

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	0	0	0	0	0
B	1	X	1	X	2	2/5
C	1	0	X	0	1	1/5
D	1	X	1	X	2	2/5
Total					5	

5. Kriteria Pengawasan dan Pengendalian

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	0	0	0	0	0
B	1	X	X	1	2	2/5
C	1	X	X	1	2	2/5
D	1	0	0	X	1	1/5
Total					5	

6. Kriteria Kondisi Lapangan

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	X	X	1	1	1/3
B	X	X	X	1	1	1/3
C	X	X	X	1	1	1/3
D	0	0	0	X	0	0
Total					3	

7. Kriteria Ketergantungan Cuaca

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	X	X	0	0	0
B	X	X	X	0	0	0
C	X	X	X	0	0	0
D	1	1	1	X	3	1
Total					3	

8. Kriteria Pekerjaan *Finishing*

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	0	X	0	0	0
B	1	X	1	0	2	2/3
C	X	0	X	1	1	1/3
D	0	0	0	X	0	0
Total					3	

9. Kriteria Kondisi akhir (*expose*)

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	0	X	1	1	1/5
B	1	X	1	1	3	3/5
C	X	0	X	1	1	1/5
D	0	0	0	X	0	0
Total					5	

10. Kriteria Tingkat Kesulitan

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	X	X	1	1	1/3
B	X	X	X	1	1	1/3
C	X	X	X	1	1	1/3
D	0	0	0	X	0	0
Total					3	

11. Kriteria Penjaminan Mutu

Fungsi	A	B	C	D	Jumlah	Indeks
A	X	0	0	0	0	0
B	1	X	1	1	3	1/2
C	1	0	X	0	1	1/6
D	1	0	1	X	2	1/3
Total					6	

Penjelasan Tabel 4.10, sebagai contoh diambil tabel kriteria nomor 1, yaitu Kriteria Waktu Pelaksanaan. Pada baris pertama:

- A pada baris mempunyai fungsi sama dengan A pada kolom, maka diberi tanda X.
- A pada kolom mempunyai fungsi kurang penting dari B pada baris, maka diberi tanda 0. Berkebalikan dengan hal tersebut, dimana B pada kolom mempunyai fungsi lebih penting dari A pada baris sehingga diberi tanda 1.
- A pada kolom mempunyai fungsi kurang penting dari C pada baris, maka diberi tanda 0. Berkebalikan dengan hal tersebut, dimana C pada kolom mempunyai fungsi lebih penting dari A pada baris sehingga diberi tanda 1.
- Untuk kolom Jumlah merupakan hasil penjumlahan pada baris. Misal pada baris A mempunyai jumlah 0, pada baris B mempunyai jumlah 2, pada baris C mempunyai jumlah 1, dan pada baris D mempunyai jumlah 3.

- Untuk kolom Indeks merupakan perbandingan antara Jumlah dengan Total Jumlah. Misal total jumlah A, B, C = $0+2+1+3 = 6$, dan untuk indeks $A=0/6$, $B=1/3$, $C=1/6$, $D=1/2$.
- Untuk kriteria-kriteria yang lain dalam metode *zero-one* untuk mencari indeks penilaiannya menggunakan cara yang sama seperti di atas.



3. Matriks evaluasi

Tabel 4.11 Matriks Evaluasi Pekerjaan Pelat

No	Fungsi		Kriteria											Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Bobot		15,15	16,67	12,12	6,06	7,58	10,61	4,55	3,03	1,52	9,09	13,64	
1	A	I =	0	0,17	0	0	0	0,333	0	0	0,2	0,333	0	9,65
		BxI =	0	2,78	0	0	0	3,54	0	0	0	3,03	0	
2	B	I =	1/3	0,5	2/5	2/5	2/5	1/3	0	2/3	3/5	1/3	1/2	40,00
		BxI =	5,05	8,33	4,85	2,42	3,03	3,54	0,00	2,02	0,91	3,03	6,82	
3	C	I =	1/6	0,00	1/5	1/5	2/5	1/3	0	1/3	1/5	1/3	1/6	19,34
		BxI =	2,53	0,00	2,42	1,21	3,03	3,54	0,00	1,01	0,30	3,03	2,27	
4	D	I =	1/2	0,333	2/5	2/5	1/5	0	1	0	0	0	1/3	31,01
		BxI =	7,58	5,556	4,85	2,42	1,52	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	4,55	

- A adalah pekerjaan eksisting, B adalah pekerjaan Alternatif 1, C adalah pekerjaan Alternatif 2, dan D adalah pekerjaan Alternatif 3.
- Pemberian nilai pada bobot berdasarkan kepentingan kriteria pada item pekerjaan pelat atau didapat dari Tabel 4.9, sedangkan indeks didapat dari Tabel 4.10.
- Pada baris A, B, C, D dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu bagian atas diisi indeks dan bagian bawah diisi bobot dikalikan indeks.
- Untuk pemilihan pekerjaan alternatif didasarkan dari total nilai yang terbesar. Dari tabel di atas diketahui bahwa pekerjaan Alternatif 2 atau menggunakan *floordeck + wiremesh* dapat dipilih karena memiliki total nilai terbesar dibandingkan dengan alternatif lainnya.

4.5.4. Tahap pengembangan

Pada Proyek pembangunan Gedung II Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya (Tahap I), komponen yang diVE adalah pekerjaan struktur atas, khususnya pekerjaan pelat.

Karena pekerjaan pelat terletak di bawah tegel dan tertutup oleh plafon, serta dalam perencanaannya sudah direncanakan kuat menahan beban, maka tidak memerlukan biaya operasional dan pemeliharaan. Untuk itu, pada tahap pengembangan ini tidak dilakukan perhitungan.

4.5.5. Tahap rekomendasi

Tahap terakhir dalam melakukan rekayasa nilai adalah memberikan rekomendasi atas hasil studi yang telah dilakukan.

Desain awal:

- Struktur pelat menggunakan beton bertulang dengan mutu beton $f'c$ 30 MPa dan mutu baja tulangan f_y 240 MPa
- Tebal pelat 12 cm
- Diameter tulangan D10
- Pelaksanaan konstruksi dengan metode konvensional, sehingga membutuhkan waktu pelaksanaan yang lama dan tenaga kerja di lapangan yang banyak.
- Biaya perencanaan sebesar Rp 1.444.130.910,79
- Waktu pelaksanaan untuk struktur pelat Lantai 2 sampai dengan Lantai 7 selama 19 minggu/133 hari.

Usulan:

1. Digunakan tulangan atas berupa *wiremesh* dan tulangan bawah berupa *floordeck*

Keuntungan:

- Menghemat waktu pelaksanaan 90 hari
- Lingkungan kerja relatif bersih karena penggunaan bekisting dan perancah berkurang
- Kebutuhan tenaga kerja berkurang dan instalasi *floordeck* sederhana
- Relatif tidak membutuhkan pekerjaan *finishing* karena dapat dijadikan sebagai plafon *expose*
- Biaya perencanaan sebesar Rp 1.040.301.919,51, sehingga terjadi penghematan biaya sebesar Rp 403.828.991,29.

2. Digunakan tulangan atas dan bawah berupa *wiremesh*

Keuntungan:

- Menghemat waktu pelaksanaan 21 hari
- Jumlah tenaga kerja untuk bagian pembesian dapat dikurangi dan pemasangan *wiremesh* mudah

Kerugian:

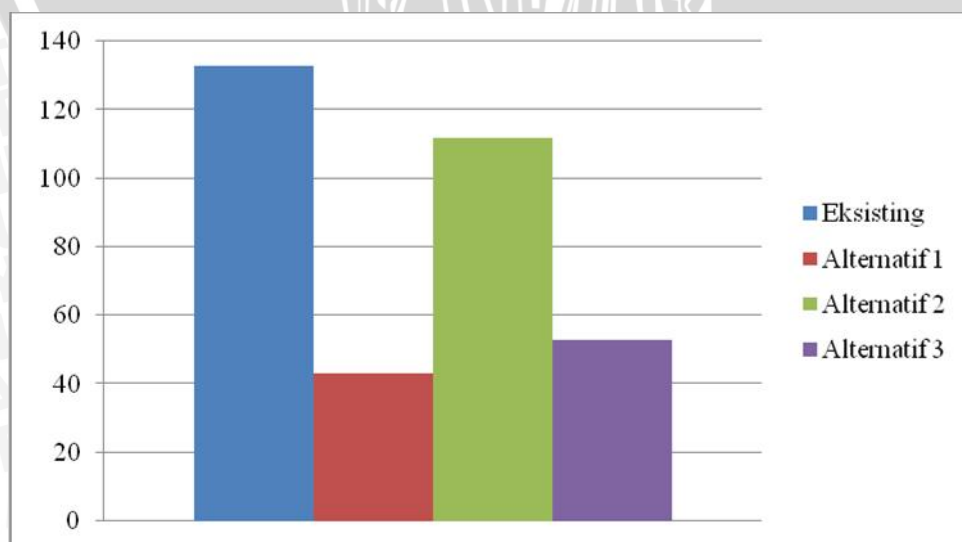
- Biaya perencanaan sebesar Rp 1.459.226.929,95 sehingga biaya lebih mahal sebesar Rp 15.096.019,16.

3. Digunakan pelat *precast halfslab*

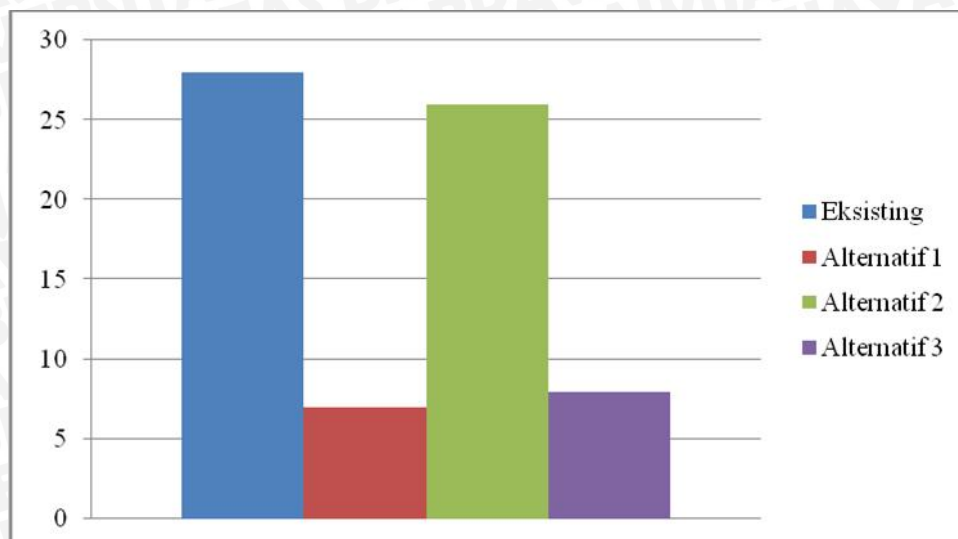
Keuntungan:

- Menghemat waktu pelaksanaan 80 hari
- Tenaga kerja yang diperlukan tidak terlalu banyak
- Kualitas lebih terjamin
- Lingkungan kerja relatif bersih karena penggunaan bekisting dan perancah berkurang
- Pengerjaannya tidak bergantung cuaca, kecuali pada saat pembuatan
- Biaya perencanaan sebesar Rp 1.280.845.623,13, sehingga terjadi penghematan biaya sebesar Rp 163.285.287,66.

Dari tiga alternatif yang diusulkan dapat dibuat grafik untuk menggambarkan besarnya biaya perencanaan yang terjadi dan lama waktu pengerjaan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Grafik hubungan antara pekerjaan pelat dan biaya perencanaan



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara pekerjaan pelat dan waktu pengerjaan

4.6. Pemilihan Alternatif Pekerjaan yang Dipakai

Dari analisis yang dilakukan, maka dipilih pekerjaan Alternatif 1, yaitu pelat dengan tulangan atas berupa *wiremesh* dan tulangan bawah berupa *floordeck* sebagai alternatif terbaik dengan dasar pertimbangan sebagai berikut:

- Penghematan biaya

Dari analisis yang telah dilakukan, pelat yang menggunakan *floordeck* + *wiremesh* dapat menghemat biaya paling besar daripada alternatif lainnya.

- Penghematan waktu

Waktu yang dapat dihemat cukup signifikan, yaitu 90 hari.

- Pengurangan jumlah tenaga kerja

Karena bekisting dan perancah yang diperlukan berkurang dan pembesian menggunakan hasil pabrikan, sehingga tenaga kerja yang dibutuhkan juga berkurang.

- Hasil pekerjaan rapi dan dapat digunakan sebagai plafon *expose*

Bagian bawah *floordeck* sudah rapi dan relatif tidak memerlukan pekerjaan *finishing*, oleh sebab itu dapat berfungsi juga sebagai plafon *expose*.

Dari keuntungan-keuntungan diatas dan dari hasil perhitungan matriks evaluasi dapat disimpulkan Alternatif 1 merupakan usulan terbaik diantara alternatif lainnya karena diharapkan dapat menjadi metode yang paling optimal dan efektif tanpa mengurangi fungsi utama.