

**PENGUNAAN LOGIKA FUZZY UNTUK MEMPREDIKSI PERUBAHAN  
BIAYA ESTIMASI PADA PEMBANGUNAN RUKO MAKSIMUM TIGA  
LANTAI DI MADIUN**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**FACHRURROZI ZAMRONI ICHWAN**

NIM : 0001063031-61

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG**

**2007**

**PENGGUNAAN LOGIKA FUZZY UNTUK MEMPREDIKSI PERUBAHAN  
BIAYA ESTIMASI PADA PEMBANGUNAN RUKO MAKSIMUM TIGA  
LANTAI DI MADIUN**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh

Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**FACHRURROZI ZAMRONI ICHWAN**

NIM : 0001063031-61

Dosen Pembimbing

**Saifoe El Unas, ST., MT.**

NIP. 132 258 189

**Ir. M.Ruslin Anwar, Msi.**

NIP. 132 215 079

**PENGGUNAAN LOGIKA FUZZY UNTUK MEMPREDIKSI PERUBAHAN  
BIAYA ESTIMASI PADA PEMBANGUNAN RUKO MAKSIMUM TIGA  
LANTAI DI MADIUN**

Disusun oleh :

**FACHRURROZI ZAMRONI ICHWAN**

NIM. 0001063031-61

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus  
Pada tanggal 16 Januari 2007

Dosen Penguji

**Ir. Arifi Soenaryo**  
NIP. 130 350 755

**Saifoe El Unas, ST., MT.**  
NIP. 132 258 189

**Ir. M.Ruslin Anwar, Msi.**  
NIP. 132 215 079

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Sipil

**Ir. A. Wicaksono, M.Eng., Ph.D.**  
NIP. 132 007 111

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku yaitu Undang-Undang No.20 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70.

Malang, 14 Februari 2007

Mahasiswa,

**Nama : Fachrurrozi Zamroni Ichwan**

**Nim : 0001063031-61**

**Jurusan : Teknik Sipil**



## KATA PENGANTAR

Mengucap syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT, atas segala nikmat, karunia dan kasih sayangNya yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada berbagai pihak sehubungan dengan berakhirnya pendidikan di Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. **Bpk. Ir. Achmad Wicaksono, M.Eng., Ph.D.**, selaku Ketua Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
2. **Bpk. Ir. Wisnumurti, MT.**, selaku Sekretaris Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. **Bpk. Saifoe El Unas ST., MT.**, dan **Bpk. Ir. M. Ruslin Anwar, Msi.**, selaku Dosen Pembimbing yang dengan penuh kesabaran selalu membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir.
4. **Bpk. Ir. Arifi Soenaryo**, selaku Dosen Penguji atas segala bimbingan dan arahannya.
5. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
6. Teman-teman Sipil angkatan 2000 yang telah banyak membantu penulis.

Akhirnya semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua. Segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk langkah perbaikan skripsi ini.

Malang, Februari 2007

Penulis

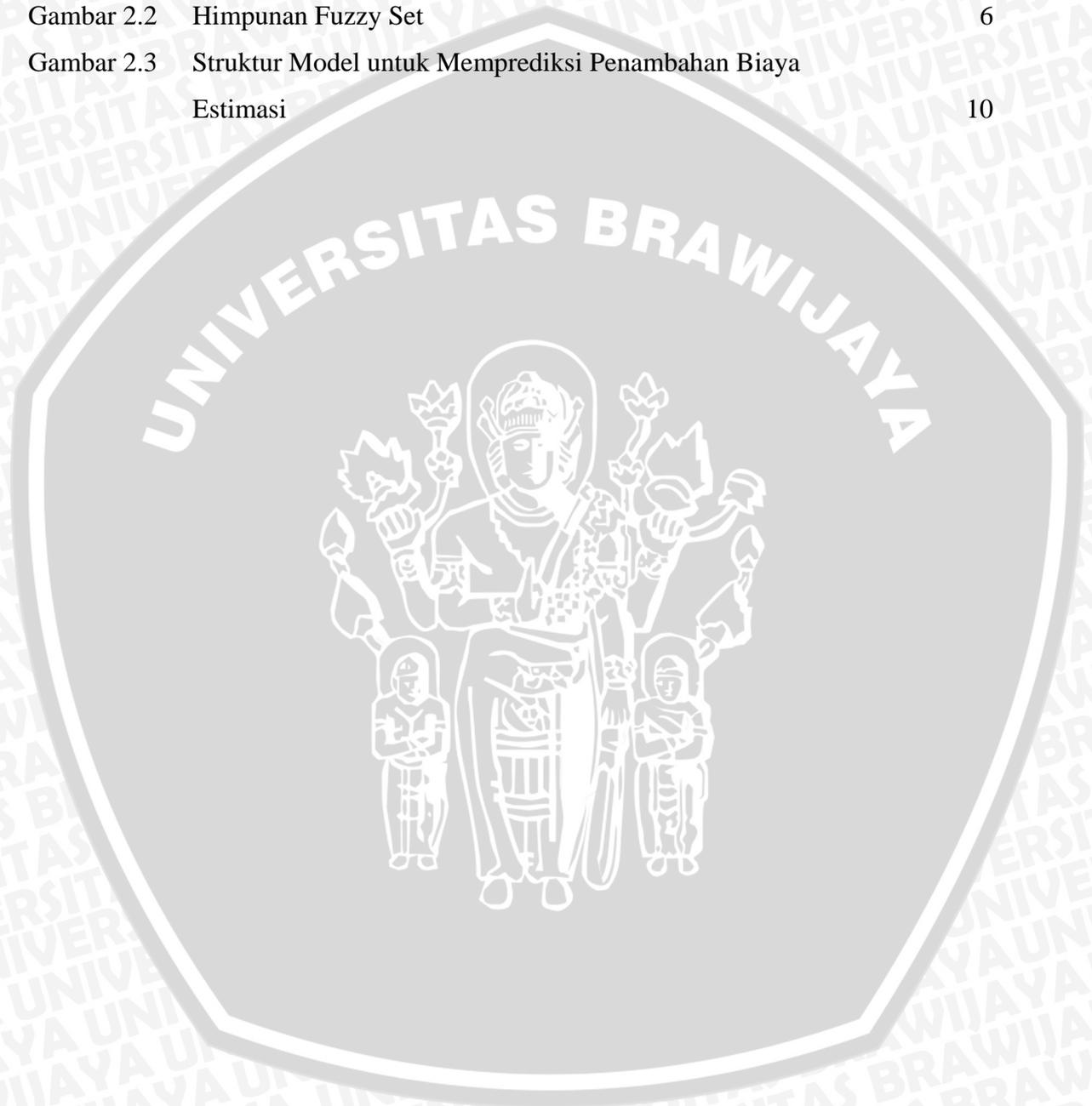
## DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	i
RINGKASAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR PERSAMAAN	viii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Estimasi Biaya Proyek	4
2.2 Logika Fuzzy Dalam Konstruksi	4
2.3 Teori Fuzzy Set	5
2.4 Model Untuk Memprediksi Perubahan Biaya Estimasi	8
2.5 Kerangka kerja Model	9
2.6 Persentase Kenaikan atau Penurunan Biaya	10
2.7 Kekuatan Standar	11
2.8 Penggunaan Teori Fuzzy Set Dalam Model	11
<b>III. METODOLOGI STUDI</b>	
3.1 Umum	15
3.2 Studi Literatur	16
3.3 Pengumpulan Data dan Wawancara	16
3.4 Analisis Data	16
3.5 Diagram Alir Pengerjaan Skripsi	18
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data	19
4.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penambahan Atau Penghematan Biaya	19
4.3 Perhitungan Model Logika Fuzzy	23
4.3.1 Perhitungan Fuzzy set CV. Abadi Karya Indah	23
4.3.2 Perhitungan Fuzzy set CV. Duta Konstruksi	29
4.3.3 Perhitungan Fuzzy set CV. Handayani	34
4.4 Analisis Hasil Perkiraan Persentase Perubahan Biaya	38
<b>V. PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	46

## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Himpunan Biasa (Crisp set)	5
Gambar 2.2	Himpunan Fuzzy Set	6
Gambar 2.3	Struktur Model untuk Memprediksi Penambahan Biaya Estimasi	10



## DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Rekapitulasi Pembobotan Karakteristik Proyek	20
Tabel 4.2	Rekapitulasi Pembobotan peristiwa beresiko	21
Tabel 4.3	Matriks Faktor Karakteristik Proyek Yang Berpengaruh Paling Baik	21
Tabel 4.4	Matriks Faktor Karakteristik Proyek Yang Berpengaruh Paling Buruk	22
Tabel 4.5	Matriks Faktor Peristiwa Beresiko Yang Berpengaruh Paling Baik	22
Tabel 4.6	Matriks Faktor Peristiwa Beresiko Yang Berpengaruh Paling Buruk	23
Tabel 4.7	Perhitungan Nilai Hubungan S(P,R) Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Abadi Karya Indah	24
Tabel 4.8	Perhitungan Nilai Hubungan S(P,R) Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Abadi Karya Indah	24
Tabel 4.9	Perhitungan Elemen F(R,C) CV. Abadi Karya Indah	26
Tabel 4.10	Prediksi Interval Biaya Operasi Komposisi Maksimum-Minimum	28
Tabel 4.11	Prediksi Interval Biaya Operasi Komposisi Kumulatif-Minimum	28
Tabel 4.12	Perhitungan Nilai Hubungan S(P,R) Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Duta Konstruksi	29
Tabel 4.13	Perhitungan Nilai Hubungan S(P,R) Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Duta Konstruksi	30
Tabel 4.14	Perhitungan Elemen F(R,C) CV. Duta Konstruksi	31
Tabel 4.15	Prediksi Interval Biaya Operasi Komposisi Maksimum-Minimum	33
Tabel 4.16	Prediksi Interval Biaya Operasi Komposisi Kumulatif-Minimum	33
Tabel 4.17	Perhitungan Nilai Hubungan S(P,R) Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Handayani	34
Tabel 4.18	Perhitungan Nilai Hubungan S(P,R) Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Handayani	35
Tabel 4.19	Perhitungan Elemen F(R,C) CV. Handayani	36
Tabel 4.20	Prediksi Interval Biaya Operasi Komposisi Maksimum-Minimum	38
Tabel 4.21	Prediksi Interval Biaya Operasi Komposisi Kumulatif-Minimum	38
Tabel 4.22	Rekapitulasi Persentase Perubahan Biaya Proyek	41

## DAFTAR PERSAMAAN

No	Judul	Halaman
Persamaan 2-1	Hubungan Dua Himpunan Antara Karakteristik Proyek Dan Peristiwa Beresiko $S(P,R)$	12
Persamaan 2-2	Hubungan Dua Himpunan Menggunakan Operasi Komposisi $Q(P,C)$	12
Persamaan 2-3	Operasi Komposisi Maksimum-Minimum $SoF(P,C)$	13
Persamaan 2-4	Operasi Komposisi Kumulatif-Minimum $SoF(P,C)$	13
Persamaan 2-5	Kuat Pengaruh Total Interval Persentase $Q(P,C)$	13
Persamaan 2-6	Metode defuzzyfikasi $(C^*)$	13

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1	Karakteristik Proyek ( $P_i$ ) Dan Pembobotan Tingkat Karakteristik Proyek ( $wP_i$ ) CV. Abadi Karya Indah	46
Lampiran 2	Peristiwa Beresiko ( $R_k$ ) Dan Pembobotan Tingkat Peristiwa Beresiko ( $wR_k$ ) CV. Abadi Karya Indah	47
Lampiran 3	Kekuatan Standar ( $S_{sik}$ ) Untuk Kemungkinan Terbaik Dan Interval Biaya Yang Sesuai CV. Abadi Karya Indah	48
Lampiran 4	Kekuatan Standar ( $S_{sik}$ ) Untuk Kemungkinan Terburuk Dan Interval Biaya Yang Sesuai CV. Abadi Karya Indah	50
Lampiran 5	Karakteristik Proyek ( $P_i$ ) Dan Pembobotan Tingkat Karakteristik Proyek ( $wP_i$ ) CV. Duta Konstruksi	52
Lampiran 6	Peristiwa Beresiko ( $R_k$ ) Dan Pembobotan Tingkat Peristiwa Beresiko ( $wR_k$ ) CV. Duta Konstruksi	53
Lampiran 7	Kekuatan Standar ( $S_{sik}$ ) Untuk Kemungkinan Terbaik Dan Interval Biaya Yang Sesuai CV. Duta Konstruksi	54
Lampiran 8	Kekuatan Standar ( $S_{sik}$ ) Untuk Kemungkinan Terburuk Dan Interval Biaya Yang Sesuai CV. Duta Konstruksi	56
Lampiran 9	Karakteristik Proyek ( $P_i$ ) Dan Pembobotan Tingkat Karakteristik Proyek ( $wP_i$ ) CV. Handayani	58
Lampiran 10	Peristiwa Beresiko ( $R_k$ ) Dan Pembobotan Tingkat Peristiwa Beresiko ( $wR_k$ ) CV. Handayani	59
Lampiran 11	Kekuatan Standar ( $S_{sik}$ ) Untuk Kemungkinan Terbaik Dan Interval Biaya Yang Sesuai CV. Handayani	60
Lampiran 12	Kekuatan Standar ( $S_{sik}$ ) Untuk Kemungkinan Terburuk Dan Interval Biaya Yang Sesuai CV. Handayani	62
Lampiran 13	Perhitungan Operasi Komposisi Max-Min Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Abadi Karya Indah	64
Lampiran 14	Perhitungan Operasi Komposisi Max-Min Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Abadi Karya Indah	65
Lampiran 15	Penjumlahan dan Pernormalisasian Operasi Komposisi Max-Min CV. Abadi Karya Indah	66

Lampiran 16	Perhitungan Operasi Komposisi Cum-Min Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Abadi Karya Indah	67
Lampiran 17	Perhitungan Operasi Komposisi Cum-Min Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Abadi Karya Indah	68
Lampiran 18	Penjumlahan dan Pernormalisasian Operasi Komposisi Cum-Min CV. Abadi Karya Indah	69
Lampiran 19	Perhitungan Operasi Komposisi Max-Min Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Duta Konstruksi	70
Lampiran 20	Perhitungan Operasi Komposisi Max-Min Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Duta Konstruksi	71
Lampiran 21	Penjumlahan dan Pernormalisasian Operasi Komposisi Max-Min CV. Duta Konstruksi	72
Lampiran 22	Perhitungan Operasi Komposisi Cum-Min Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Duta Konstruksi	73
Lampiran 23	Perhitungan Operasi Komposisi Cum-Min Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Duta Konstruksi	74
Lampiran 24	Penjumlahan dan Pernormalisasian Operasi Komposisi Cum-Min CV. Duta Konstruksi	75
Lampiran 25	Perhitungan Operasi Komposisi Max-Min Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Handayani	76
Lampiran 26	Perhitungan Operasi Komposisi Max-Min Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Handayani	77
Lampiran 27	Penjumlahan dan Pernormalisasian Operasi Komposisi Max-Min CV. Handayani	78
Lampiran 28	Perhitungan Operasi Komposisi Cum-Min Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Handayani	79
Lampiran 29	Perhitungan Operasi Komposisi Cum-Min Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Handayani	80
Lampiran 30	Penjumlahan dan Pernormalisasian Operasi Komposisi Cum-Min CV. Handayani	81
	Form Wawancara CV. Abadi Karya Indah	82
	Form Wawancara CV. Duta Konstruksi	94
	Form Wawancara CV. Handayani	107

## RINGKASAN

FACHRURROZI ZAMONI ICHWAN, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2007, *Penggunaan Logika Fuzzy Untuk Memprediksi Perubahan Biaya Estimasi Pada Pembangunan Ruko Maksimum Tiga Lantai Di Madiun*, Dosen Pembimbing : Saifoe El Unas, ST., MT., dan Ir. M. Ruslin Anwar, MSi.

Dalam merencanakan sebuah proyek diperlukan suatu perencanaan yang matang serta perhitungan yang tepat dalam menentukan besarnya biaya yang akan dikeluarkan selama tahap berlangsungnya proyek tersebut. Namun pada umumnya pada saat pelaksanaan lebih banyak terjadi perubahan dari biaya yang sudah diestimasikan sebelumnya dan hal ini masih sulit untuk diprediksi berapakah prosentase kenaikan atau penurunan biaya yang akan terjadi saat pelaksanaan proyek tersebut

Sebuah model yang akurat diperlukan oleh perencana sebuah proyek untuk memprediksi penambahan biaya atau penghematan biaya proyek dengan menggunakan data yang realistis dengan mengkombinasikan karakteristik-karakteristik utama dan peristiwa-peristiwa beresiko yang mempengaruhi perencanaan proyek selama tahap-tahap pengerjaan proyek tersebut. Oleh karena itu digunakan Logika Fuzzy untuk memprediksi perubahan biaya yang dalam hal ini diterapkan pada pembangunan ruko maksimum tiga lantai di Madiun.

Dengan metode ini perubahan biaya bisa diprediksi dengan memberikan penilaian berupa pembobotan pada karakteristik dan peristiwa beresiko pada kuisioner yang telah disiapkan. Dari hasil survey dari ketiga kontraktor pelaksana proyek ruko dapat diketahui bahwa faktor karakteristik proyek yang berpengaruh paling baik adalah lokasi proyek karena dari setiap kontraktor memberikan nilai pembobotan paling tinggi yang mempengaruhi penurunan biaya dan yang berpengaruh paling buruk tergantung dari penilaian masing-masing kontraktor karena adanya perbedaan pembobotan. Sedangkan faktor peristiwa beresiko yang berpengaruh paling baik adalah kesalahan dalam pengerjaan desain proyek karena dari setiap kontraktor memberikan nilai pembobotan paling tinggi yang mempengaruhi penurunan biaya dan yang berpengaruh paling buruk adalah akurasi survey dan pengukuran proyek karena dari setiap kontraktor memberikan nilai pembobotan paling rendah yang mempengaruhi kenaikan biaya. Dari hasil pengolahan data dapat diprediksikan bahwa perubahan biaya yang terjadi berkisar antara -1% hingga 1%. Perubahan yang relatif kecil ini terjadi karena obyek penelitian dilakukan terhadap proyek bangunan ruko yang dapat dikategorikan sebagai proyek yang sederhana dan relatif tidak terlalu kompleks baik dari segi karakteristik maupun resiko-resiko yang terjadi dalam proyek. Hasil dari penelitian ini tidak bisa digunakan sebagai acuan dalam memprediksi perubahan biaya dalam pembangunan proyek ruko pada umumnya, karena pengisian data dan keakuratannya sangat tergantung pada pengguna metode ini. Semakin tinggi tingkat pengalaman pengguna model ini maka hasil yang diperoleh akan semakin mendekati kenyataan yang ada di lapangan.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam merencanakan sebuah proyek diperlukan suatu perencanaan yang matang serta perhitungan yang tepat dalam menentukan besarnya biaya yang akan dikeluarkan selama tahap berlangsungnya proyek tersebut. Perencanaan struktural, perencanaan mekanis dan perencanaan elektrik dari sebuah bangunan adalah tahap-tahap penting dari sebuah proyek. Perencana harus menghasilkan desain dalam jangka waktu tertentu yang memenuhi kebutuhan pengguna bangunan dan sesuai dengan nilai kontrak yang telah disepakati bersama. Perencana proyek mempunyai tanggung jawab besar dalam mengelola desain proyek dengan tepat untuk mencapai sebuah proyek yang sukses dengan standar mereka dan standar dari klien.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, perencana harus menggunakan teknik-teknik manajemen proyek yang baik untuk menjaga proyek agar terkelola dengan baik dan sukses. Manajemen proyek yang buruk bisa membawa pada dampak penambahan biaya yang akan merugikan pihak pengelola proyek itu sendiri. Sebaliknya dengan manajemen proyek yang baik akan membawa dampak pada penghematan biaya proyek sehingga akan menguntungkan pengelola proyek tersebut.

Namun pada umumnya pada saat pelaksanaan lebih banyak terjadi perubahan dari biaya yang sudah diestimasikan sebelumnya dan hal ini masih sulit untuk diprediksi berapakah prosentase kenaikan atau penurunan biaya yang akan terjadi saat pelaksanaan proyek tersebut (Karla, K. dan Fayek, A., 2002).

Sebuah model yang akurat diperlukan oleh perencana sebuah proyek untuk memprediksi penambahan biaya atau penghematan biaya proyek dengan menggunakan data yang realistis. Model ini digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memberikan kontribusi terhadap peningkatan atau penghematan biaya pada proyek-proyek konstruksi. Model ini mengkombinasikan karakteristik-karakteristik utama dan peristiwa-peristiwa beresiko yang mempengaruhi perencanaan proyek selama tahap-tahap pengerjaan proyek tersebut. Dalam model ini digunakan logika fuzzy untuk menghubungkan eksistensi karakteristik-karakteristik proyek dan peristiwa-peristiwa beresiko untuk menentukan dampak biaya keseluruhan pada tahap perencanaan proyek.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas maka dalam skripsi ini akan dicoba untuk menerapkan teori logika fuzzy untuk memprediksi peningkatan atau penghematan biaya estimasi pada suatu proyek.

### 1.2 Perumusan Masalah

Dari rumusan di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Faktor apa sajakah yang mempengaruhi penambahan atau penghematan biaya selama tahap pengerjaan proyek ?
2. Bagaimana penerapan model logika fuzzy untuk memprediksi perubahan biaya pada proyek bangunan ruko maksimum tiga lantai ?
3. Berapakah prosentase perkiraan perubahan biaya dari hasil yang didapat dari perhitungan model ini ?

### 1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan di atas, maka untuk menghindari penyimpangan pembahasan perlu dibuat pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Obyek analisis adalah proyek bangunan ruko
2. Obyek analisis yang diteliti sebanyak 3 proyek sebagai bahan pembanding
3. Jenis proyek bangunan ruko yang diteliti dibatasi maksimum 3 lantai
4. Model prediksi ini menggunakan teori logika fuzzy dengan mengkombinasikan karakteristik proyek dan peristiwa beresiko pada proyek.
5. Pemberian rating atau pembobotan yang mempengaruhi ukuran karakteristik proyek dan peristiwa beresiko berdasarkan hasil yang diperoleh dari wawancara pada proyek yang bersangkutan.

### 1.4 Tujuan Penelitian

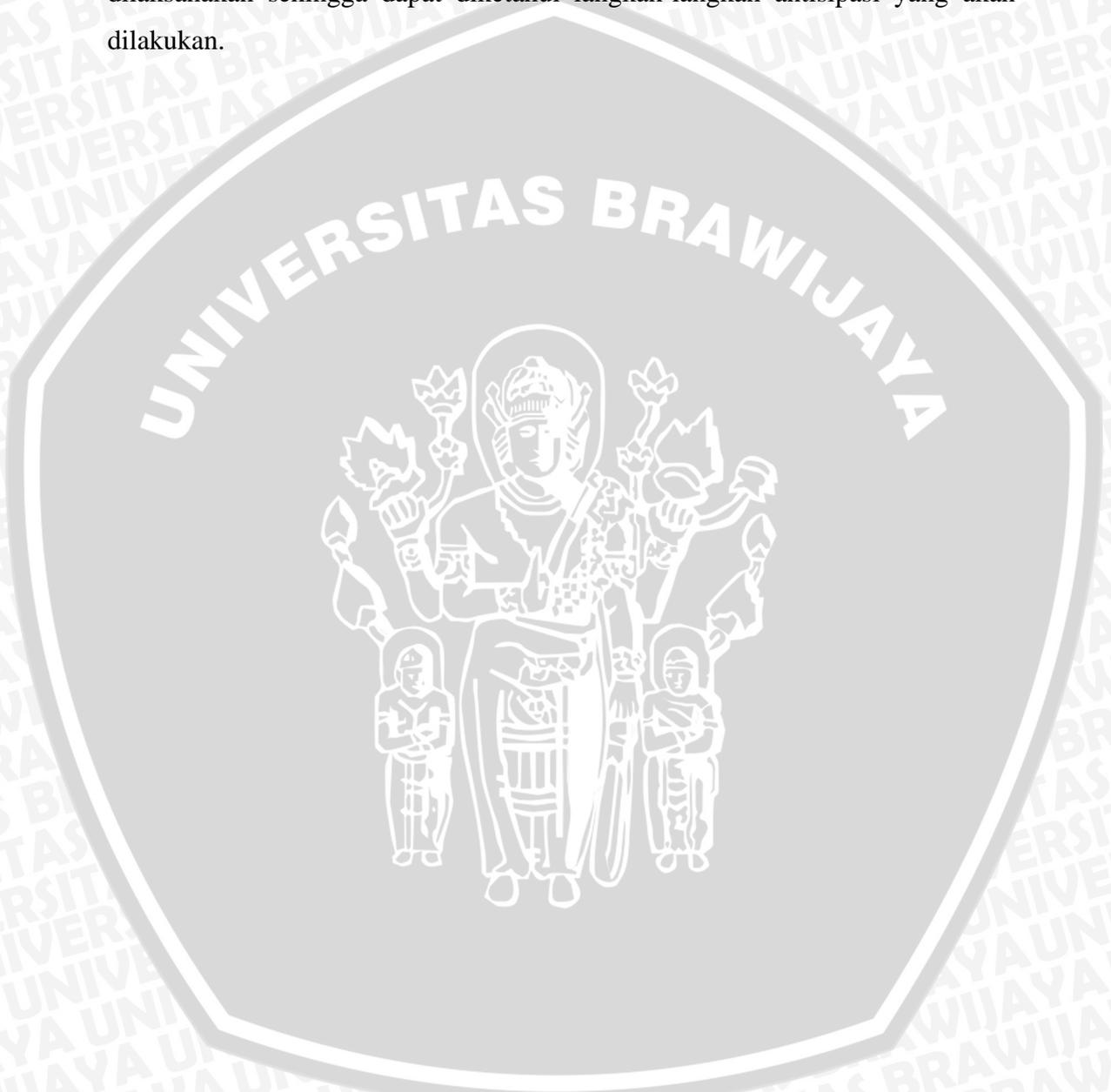
Tujuan dilakukannya analisis ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi penambahan atau penghematan biaya selama tahap pengerjaan proyek.
2. Menerapkan model logika fuzzy untuk memprediksi perubahan biaya pada proyek bangunan ruko maksimum tiga lantai.
3. Menentukan prosentase perkiraan perubahan biaya dari hasil yang didapat dari perhitungan model ini.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Memperkenalkan penggunaan model logika fuzzy untuk memprediksi perubahan biaya pada proyek-proyek bangunan gedung.
2. Dapat mengetahui lebih awal perkiraan jumlah perubahan biaya selama proyek dilaksanakan sehingga dapat diketahui langkah-langkah antisipasi yang akan dilakukan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Estimasi Biaya proyek

Estimasi biaya proyek memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek. Pada taraf pertama dipergunakan untuk mengetahui berapa besar biaya yang diperlukan untuk membangun proyek atau investasi, selanjutnya memiliki fungsi dengan spektrum yang amat luas yaitu merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti material, tenaga kerja, layanan maupun waktu.

Estimasi biaya proyek adalah seni memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu. Estimasi biaya di atas erat hubungannya dengan analisis biaya, yaitu pekerjaan yang menyangkut pengkajian biaya kegiatan-kegiatan terdahulu yang akan dipakai sebagai bahan untuk menyusun estimasi biaya. Dengan kata lain menyusun estimasi biaya berarti melihat masa depan, memperhitungkan dan mengadakan perkiraan atas hal-hal yang akan dan mungkin terjadi (Soeharto, 1995).

#### 2.2. Logika Fuzzy Dalam Konstruksi

Logika Fuzzy dalam hal ini digunakan sebagai teknik pemodelan yang memprediksi penambahan atau penurunan biaya perencanaan. Logika Fuzzy telah menjadi alat pemodelan yang sangat populer dalam riset konstruksi. Teori Logika Fuzzy digunakan dalam situasi-situasi dimana terdapat sedikit sekali data deterministik yang tersedia. Teori Fuzzy Set pada awalnya dicurahkan untuk memodelkan ketidakpastian yang berhubungan dengan persepsi manusia atau penilaian probabilitas subyektif (Nguyen, 1985).

Karena sifatnya yang tidak tepat dari banyak faktor-faktor yang mempengaruhi proyek-proyek konstruksi dan kurangnya data untuk kuantifikasi faktor-faktor, Logika Fuzzy bisa diaplikasikan dalam banyak aplikasi-aplikasi konstruksi. Pengukuran faktor-faktor konstruksi sering bersifat subyektif dan tidak pasti, dimana data aktual tidak ada atau ketika data itu berasal dari pengalaman dan penilaian dalam konstruksi itu. Karena alasan ini, Logika Fuzzy digunakan untuk memodelkan isu-isu konstruksi dimana proses ini sebelumnya hanya ada dalam pikiran dari para praktisi konstruksi yang berpengalaman (Knight, K. dan Fayek, A., 2002).

## 2.3. Teori Fuzzy Set

### 2.3.1. Definisi Teori Fuzzy Set

Ada beberapa definisi mengenai teori Fuzzy Set yang diberikan oleh para ahli baik dari dalam maupun dari luar negeri yang mencoba menggambarkan secara garis besar makna istilah tersebut, yaitu :

1. L. A. Zadeh and George J. Klir (Zadeh,1987).

Fuzzy Set adalah himpunan obyek-obyek baik konkret maupun abstrak dengan batasan yang tidak jelas sehingga keanggotaan obyek dalam himpunan lebih cenderung merupakan suatu tingkatan atau derajat daripada suatu batasan anggota atau bukan anggota.

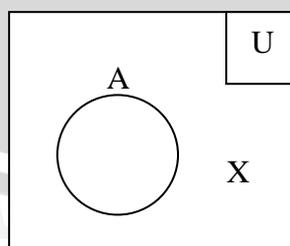
2. Hadipriyono (Hadipriyono1 1986).

Fuzzy Set adalah himpunan pernyataan yang memiliki arti namun defininya tidak jelas sehingga penilaian yang dilakukan terhadap pernyataan tersebut tergantung dari persepsi masing-masing individu.

### 2.3.2. Konsep Dasar Teori Fuzzy Set

Konsep dasar teori Fuzzy Set pertama kali diperkenalkan oleh Zadeh pada tahun 1965. Himpunan Fuzzy Set dapat dikenali dari fungsi keanggotaannya, dimana menggambarkan derajat numeric dari elemen yang termasuk dari sebuah himpunan. Tidak seperti himpunan biasa (Crisp Set) dimana obyek bisa menjadi anggota sebagian dari sebuah himpunan (Fayek, 1998).

Suatu himpunan biasa (Crisp Set) didefinisikan sebagai suatu kumpulan dari obyek-obyek konkret maupun abstrak dengan sifat-sifat tertentu (Nguyen, 1985). Sifat-sifat tertentu tersebut sebagai syarat keanggotaan dari himpunan yang bersangkutan.



**Gambar 2.1. Himpunan biasa (Crisp set)**

Dimana

A = anggota bagian dari himpunan semesta U

X = mewakili anggota atau elemen U yang dapat atau tidak dapat menjadi anggota himpunan A

$f_A(X)$  = fungsi karakteristik dari X pada himpunan A

$f_A(X) = 1$  jika  $X \in A$

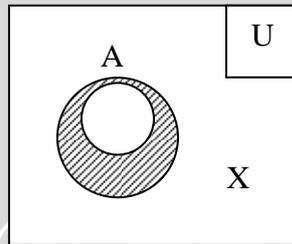
$f_A(X) = 0$  jika  $X \notin A$  atau  $X \in A'$

$X \in A$  = X anggota dari himpunan A

$A'$  = tidak A

Dalam Fuzzy Set fungsi karakteristik diijinkan mempunyai nilai dari 0-1 yang disebut sebagai derajat keanggotaan atau fungsi keanggotaan.

- Jika derajat keanggotaan = 1 maka elemen itu pasti anggota himpunan
- Jika derajat keanggotaan = 0 maka elemen itu pasti bukan anggota himpunan
- Jika derajat keanggotaan = 0-1 maka nilai itu menyatakan derajat kepercayaan bahwa elemen itu di dalam anggota himpunan.



**Gambar 2.2. himpunan Fuzzy Set**

Dimana  $A = \{X/f_A(X)\}$ ,  $X \in A$  dan  $A \subset U$

Fuzzy Set dalam U ditandai oleh hubungan antara fungsi keanggotaan  $f_A(X)$  dengan masing-masing anggota di dalam U dan  $f_A(X)$  itu merupakan bilangan real dari 0-1 yang menyatakan keanggotaan dari X dalam A.

Sebagai contoh : U = himpunan semesta dari bilangan bulat 1 sampai dengan 10

$U = \{1,2,3,\dots,10\}$  maka Fuzzy Set A dan B di dalam U

$A = \{1/1,2/0.8,3/0.2,4/0.1\}$

$B = \{1/0.1,2/0.2,3/0.7,5/0.8\}$

Dimana  $\{1,2,3,4\}$  pada himpunan A dan  $\{1,2,3,5\}$  pada himpunan B adalah anggota dari masing-masing himpunan ( $X \in A$ ;  $X \in B$ ) sedangkan  $\{1,0.8,0.2,0.1\}$  pada himpunan A dan  $\{0.1,0.2,0.7,0.8\}$  pada himpunan B adalah derajat keanggotaan atau derajat kepercayaan bahwa X adalah anggota himpunan.

### 2.3.3. Operasi Dasar Fuzzy Set

Operasi dasar Fuzzy Set dibagi menjadi 3 (Klir,1995 dan Zadeh,1987) yaitu :

#### 1. Operasi “Dan” (Intersection)

A “Dan” B merupakan Fuzzy Set dari U ditunjukkan sebagai  $A \cap B$  adalah suatu Fuzzy Set Subset C dari U sehingga  $C = A \cap B$  dan derajat keanggotaannya adalah :

$$\begin{aligned}f_C(X) = f_A(X) \wedge f_B(X) &= \text{Min} [f_A(X), f_B(X)], X \in U \\ &= f_A(X) \text{ jika } f_A(X) < f_B(X) \\ &= f_B(X) \text{ jika } f_B(X) < f_A(X)\end{aligned}$$

$\wedge$  = minimum

Contoh  $U = \{1,2,3,\dots,10\}$   
 $A = \{1/1,2/0.8,3/0.2,4/0.1\}$   
 $B = \{1/0.1,2/0.2,3/0.7,5/0.8\}$   
 $A \cap B = \{1/0.1,2/0.2,3/0.2\}$

#### 2. Operasi “Atau” (Union)

A “Atau” B merupakan Fuzzy Set dari U, ditunjukkan sebagai  $A \cup B$  adalah suatu Fuzzy Set Subset D dari U sehingga  $D = A \cup B$  dan derajat keanggotaannya adalah

$$\begin{aligned}F_D(X) = f_A(X) \vee f_B(X) &= \text{Max} [f_A(X), f_B(X)], X \in U \\ &= f_A(X) \text{ jika } f_A(X) > f_B(X) \\ &= f_B(X) \text{ jika } f_A(X) < f_B(X)\end{aligned}$$

$\vee$  = maksimum

Contoh  $U = \{1,2,3,\dots,10\}$   
 $A = \{1/1,2/0.8,3/0.2,4/0.1\}$   
 $B = \{1/0.1,2/0.2,3/0.7,5/0.8\}$   
 $A \cup B = \{1/1,2/0.8,3/0.7,4/0.1,5/0.8\}$

#### 3. Operasi “Tidak” (Complement)

Operasi “Tidak” A merupakan Fuzzy Set dari U, ditunjukkan sebagai  $A'$  (A komplemen) dan derajat keanggotaannya adalah :

$$f_{A'}(X) = 1 - f_A(X)$$

Contoh  $U = \{1,2,3,\dots,10\}$   
 $A = \{1/1,2/0.8,3/0.2,4/0.1\}$   
 $B = \{1/0.1,2/0.2,3/0.7,5/0.8\}$

$$A' = \{1/0,2/0.2,3/0.8,4/0.9,5/1,\dots,10/1\}$$

$$B' = \{1/0.9,2/0.8,3/0.2,4/1,5/0.2,\dots,10/1\}$$

Hukum De Morgan  $(A \cup B)' = A' \cap B'$

$$(A \cap B)' = A' \cup B'$$

Hukum Distribusi  $C \cap (A \cup B) = (C \cap A) \cup (C \cap B)$

$$C \cup (A \cap B) = (C \cup A) \cap (C \cup B)$$

#### 4. Operasi Relasi (Fuzzy Relation)

Operasi ini untuk merelasikan Fuzzy Set yang berbeda. Jika A adalah Fuzzy Set dalam U dan B adalah Fuzzy Set dalam V, maka derajat keanggotaan relasi Fuzzy R dari A ke B atau  $R = A \times B$  adalah :

$$\begin{aligned} f_R(X,Y) = f_{A \times B}(X,Y) &= \wedge [f_A(X), f_B(Y)]; X \in U, Y \in V \\ &= \text{nilai min dari } f_A(X) \text{ dan } f_B(Y) \end{aligned}$$

#### 5. Operasi Komposisi (Fuzzy Composition)

Jika A adalah Fuzzy Subset dalam U dan B adalah Fuzzy Subset dalam V, maka derajat keanggotaan relasi Fuzzy R dari A ke B atau  $R = A \times B$  adalah :

$$f_B(Y) = \vee [f_A(X) \wedge f_R(X,Y)]; X \in U, Y \in V$$

- Perkalian  $\longrightarrow$  minimum ( $\wedge$ )
- Pertambahan  $\longrightarrow$  maksimum ( $\vee$ )

### 2.4. Model Untuk Memprediksi Perubahan Biaya Estimasi

Tujuan dari model ini adalah untuk memprediksi dengan akurat penambahan atau penghematan biaya, sebagai prosentase biaya kontrak, berdasarkan pada adanya karakteristik proyek tertentu dan tingkat resiko peristiwa tertentu. Kekuatan standar dalam model ini menyatakan hubungan antara karakteristik proyek dengan peristiwa beresiko dan penambahan/penghematan biaya potensial yang bisa disebabkan oleh kombinasi faktor-faktor ini.

Penambahan biaya yang didefinisikan dalam model ini adalah terjadi ketika biaya aktual pekerjaan proyek (meliputi keuntungan dan overhead) melebihi biaya yang telah direncanakan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Dalam hal ini diasumsikan bahwa biaya sebuah proyek diestimasi pada awal proyek dan biaya ini ditetapkan sebagai harga akhir maksimum untuk pekerjaan proyek.

## 2.5 Kerangka Kerja Model

### 2.5.1 Karakteristik Proyek

Ada banyak karakteristik proyek ( $P_i$ ) yang bisa mempengaruhi biaya proyek, baik secara negatif maupun secara positif. Karakteristik proyek ini tergantung dari jenis proyek yang ada karena setiap proyek mempunyai karakteristik yang berbeda baik efek dan dampaknya terhadap biaya proyek (Knight, K. dan Fayek, A., 2002).

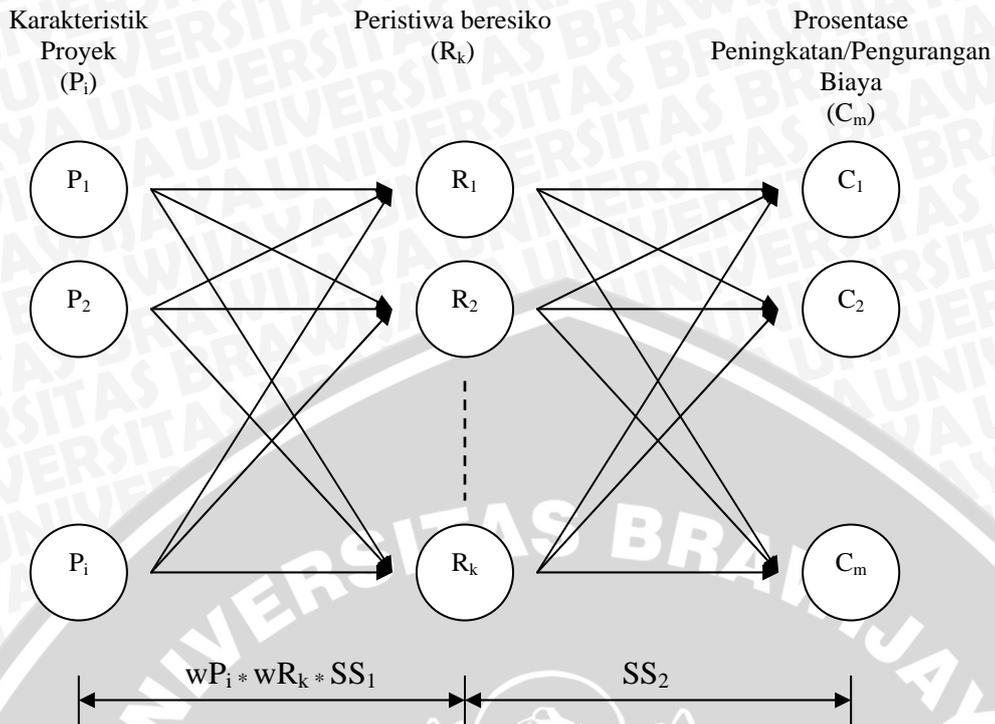
Setiap karakteristik proyek ini diberi penilaian dengan nilai antara 0 sampai 10. Penilaian ( $wP_i$ ) merepresentasikan tingkat eksistensi dari karakteristik proyek ( $P_i$ ). Nilai 0 menunjukkan *buruk*, dan nilai 10 menunjukkan *baik sekali*. Nilai 5 menunjukkan karakteristik proyek memiliki pengaruh *netral* pada proyek itu, atau bahwa karakteristik – karakteristik yang ada dalam keadaan yang biasa atau diharapkan pada sebuah proyek.

### 2.5.2 Peristiwa beresiko

Peristiwa beresiko adalah peristiwa yang kebetulan saja yang bisa terjadi selama fase perencanaan dan fase konstruksi dari sebuah proyek, bisa menghasilkan penambahan atau penghematan (Knight, K. dan Fayek, A., 2002). Resiko ini harus diperhatikan dalam sebuah proyek, tetapi karena sifatnya yang kompetitif maka tidak setiap peristiwa beresiko tidak dimungkinkan untuk mempengaruhi terhadap biaya proyek.

Sebagaimana dengan karakteristik proyek, setiap peristiwa beresiko ini diberi penilaian antara 0 sampai 10. Penilaian ( $wR_k$ ) merepresentasikan tingkat peristiwa beresiko ( $R_k$ ), yang mungkin terjadi dan tingkat dampaknya pada proyek tertentu. Nilai 0 menunjukkan kemungkinan terburuk, dan rating 10 menunjukkan kemungkinan terbaik. Rating 5 menunjukkan peristiwa beresiko itu memiliki efek netral pada biaya proyek

Model yang dibahas di sini tidak memperhatikan probabilitas peristiwa beresiko yang terjadi dimana karakteristik proyek ada pada tingkat tertentu, tetapi tingkat dimana dampak gabungan dari eksistensi karakteristik – karakteristik proyek dan kejadian – kejadian peristiwa beresiko. Karakteristik proyek dan peristiwa beresiko adalah faktor-faktor independen yang dipertimbangkan dalam model ini, dengan setiap kombinasi karakteristik proyek dan peristiwa resiko memiliki dampak potensial pada biaya desain. Adapun struktur dari model ini ditunjukkan dalam gambar 2.1



**Gambar 2.3 Struktur Model untuk Memprediksi Penambahan Biaya Estimasi**

### 2.6 Prosentase Kenaikan atau Penurunan Biaya

Setiap kombinasi karakteristik proyek dan peristiwa beresiko menghasilkan kenaikan atau penurunan biaya potensial ( $C_m$ ) di atas atau di bawah biaya kontrak. Prosentase penambahan biaya yang diperkirakan diatas biaya kontrak, menyatakan bahwa karakteristik proyek ada pada tingkat yang terburuk yang mungkin dan peristiwa beresiko terjadi pada tingkat yang terburuk. Atau, untuk kemungkinan terbaik, prosentase penghematan biaya yang diperkirakan di bawah biaya kontrak, menyatakan bahwa karakteristik proyek ada sampai tingkat terbaik yang mungkin dan peristiwa beresiko terjadi sampai pada tingkat yang terbaik. Setiap kenaikan atau penurunan, atau  $C_m$ , adalah sebuah interval persentase yang telah diidentifikasi sebagaimana ditunjukkan dalam tabel 2.1. Interval itu masing – masing dideskripsikan dalam bahasa dengan interval dari sangat negatif sampai sangat positif.

**Tabel 2.1 Interval Penambahan dan Pengurangan Biaya Proyek**

Parameter	Interval Biaya Proyek (%)	Deskripsi Bahasa
$C_1$	-50 s/d -20	Sangat tinggi
$C_2$	-20 s/d -10	Tinggi
$C_3$	-10 s/d -5	Sedang
$C_4$	-5 s/d 0	Rendah
$C_5$	0	Nol
$C_6$	0	Nol
$C_7$	0 s/d 5	Rendah
$C_8$	5 s/d 10	Sedang
$C_9$	10 s/d 20	Tinggi
$C_{10}$	20 s/d 50	Sangat tinggi

Sumber : Knight, K. dan Fayek, A., 2002

### 2.7 Kekuatan Standar (SS)

Ada dua kekuatan standar dalam model ini. Kekuatan – kekuatan standar ini yaitu yang pertama  $SS_1$ , menghubungkan karakteristik proyek dan peristiwa beresiko. Yang kedua  $SS_2$ , menghubungkan peristiwa beresiko dan interval biaya. Kekuatan standard  $SS_1$  merepresentasikan sensitivitas dari dampak peristiwa beresiko terhadap perubahan dalam karakteristik proyek. Misalkan, jika peristiwa R terjadi sampai pada tingkat terburuk yang mungkin, berapa kuat dampaknya pada biaya proyek, berdasarkan pada tingkat eksistensi karakteristik proyek P? Dampak peristiwa beresiko itu kemudian tergantung pada tingkat dimana karakteristik proyek itu ada. Kekuatan standar kedua, atau  $SS_2$ , merepresentasikan kuat pengaruh antara setiap peristiwa beresiko ( $R_k$ ) dan interval biaya ( $C_m$ ). Interval biaya diidentifikasi sebagai peningkatan atau penghematan biaya yang paling mungkin pada kemungkinan terburuk atau kemungkinan terbaik dari kombinasi setiap karakteristik proyek dan peristiwa beresiko, diberikan nilai 1. Interval biaya lainnya diberi bobot berkurang 0,2. Kekuatan standar ini memberikan fakta bahwa interval biaya yang dipilih adalah paling mungkin terjadi, tetapi interval yang lain mungkin terjadi dengan kemungkinan yang lebih rendah.

### 2.8 Penggunaan Teori Fuzzy Set dalam Model

Model ini menggunakan hubungan dua himpunan untuk mendekati hubungan antara karakteristik – karakteristik proyek dan peristiwa beresiko untuk memprediksi penambahan atau penghematan biaya. Hubungan dua himpunan Fuzzy mendekati

hubungan diantara dua himpunan dari data dan dapat disajikan dalam bentuk matrik (Klir dan Folger 1988).

Hubungan dua himpunan pertama terbentuk antara karakteristik – karakteristik proyek dan peristiwa beresiko, disebut dengan hubungan S(P,R). Hubungan ini memperhatikan penilaian dari karakteristik – karakteristik proyek dan peristiwa beresiko untuk proyek tertentu yang dianalisis, dan kekuatan standar yang menghubungkan karakteristik proyek dan peristiwa beresiko. Hubungan S(P,R) dihitung menggunakan persamaan :

$$S(P,R) = wP_i * wR_k * SS_{1ik} \quad (2-1)$$

Dimana : S(P,R) = Hubungan dua himpunan antara karakteristik proyek dan peristiwa beresiko, dari 0,0 sampai 1,0

$wP_i$  = Pembobotan karakteristik proyek i dari 0 sampai 10, dibagi dengan faktor 10

$wR_k$  = Pembobotan peristiwa beresiko dari 0 sampai 10, dibagi dengan faktor 10

$SS_{1ik}$  = Kekuatan standar antara karakteristik proyek i dan event resiko k, dari 0.0 sampai 1.0

Hubungan dua himpunan selanjutnya adalah F(R,C), menghubungkan karakteristik proyek dan peristiwa beresiko dengan prosentase penambahan atau penghematan biaya dan peristiwa beresiko dari 0,0 sampai 1,0 yang diperoleh berdasarkan  $SS_2$ , yaitu kekuatan standar yang ditentukan sebelumnya yang menghubungkan peristiwa beresiko dengan interval biaya. Interval penambahan dan penghematan biaya ditunjukkan dalam tabel 1. Nilai –nilai keanggotaan, atau kekuatan standar untuk matrik – matrik ini dikurangi 0,2, mulai dengan nilai 1,0 untuk interval prosentase yang diidentifikasi sebagai penambahan biaya yang paling mungkin untuk kombinasi karakteristik proyek dan peristiwa beresiko. Hal ini menjelaskan bahwa interval biaya yang dipilih paling mungkin terjadi, tetapi interval yang lain juga mungkin terjadi tetapi dengan kemungkinan yang lebih rendah.

Hubungan dua himpunan ini kemudian dibentuk dan digabungkan untuk menghasilkan hubungan dua himpunan ketiga menggunakan operasi komposisi. Operasi ini ditunjukkan dalam persamaan :

$$Q(P,C) = SoF(P,C) = S(P,R)oF(R,C) \quad (2-2)$$

Persamaan ini menghasilkan hubungan dua himpunan fuzzy yang menghubungkan karakteristik proyek dengan prosentase penambahan atau penghematan melalui hubungan masing-masing pada peristiwa beresiko.

Operasi komposisi yang digunakan ada dua macam, yaitu operasi komposisi maksimum-minimum (max-min) dan operasi komposisi kumulatif-minimum (cum-min). Operasi komposisi max-min menentukan solusi yang paling mungkin berdasarkan indikator yang paling kuat. Operasi ini ditunjukkan dalam persamaan :

$$\text{SoF}(P,C) = \max\text{-min}[S(P,R),F(R,C)] \quad \text{untuk semua } R \quad (2-3)$$

Operasi komposisi cum-min memperhitungkan setiap faktor yang menunjuk pada nilai hasil dan kuat pengaruh dimana nilai hasil yang direkomendasikan berdasarkan semua bukti yang mendukung. Operasi ini ditunjukkan dalam persamaan :

$$\text{SoF}(P,C) = \text{sum-min}[S(P,R),F(R,C)] \quad \text{untuk semua } R \quad (2-4)$$

Setelah operasi komposisi digunakan untuk menggabungkan hubungan S(P,R) dan F(R,C) untuk mendapatkan hubungan Q(P,C), kuat pengaruh total interval persentase dihitung menggunakan persamaan :

$$Q(P, C_m) = \frac{\sum_{n=1}^i Q(P_n, C_m)}{\sum_{n=1}^i wP_n} \quad (2-5)$$

Dimana  $Q(P, C_m)$  = kuat pengaruh total dimana interval biaya  $C_m$  diperkirakan terjadi

$\sum Q(P_n, C_m)$  = jumlah nilai –nilai keanggotaan untuk setiap elemen  $C_m$  dari  $Q(P, C)$

$\sum wP_n$  = jumlah penilaian karakteristik proyek

Persamaan ini menggunakan jumlah kuat pengaruh untuk setiap interval prosentase, dan membagi jumlah itu dengan total penilaian karakteristik proyek.. “Kuat pengaruh” adalah nilai – nilai keanggotaan dari hubungan Q(P.C) untuk setiap interval prosentase. Kuat pengaruh tertinggi menunjuk pada interval yang paling mungkin dari penambahan / penghematan, berdasarkan kekuatan – kekuatan standar dalam model dan penilaian untuk proyek tertentu yang dianalisis.

Selanjutnya untuk merekomendasikan prosentase biaya yang paling mungkin digunakan Metode defuzzyfikasi untuk mendapatkan satu nilai tunggal ( $C^*$ ). Metode ini ditunjukkan dalam persamaan :

$$C^* = \frac{\sum_{m \min}^{m \max} m \cdot C(m)}{\sum_{m \min}^{m \max} C(m)} \quad (2-6)$$

Dimana  $C^*$  = hasil defuzzyfikasi,  
 $m$  = nilai tengah dari interval numerik dari  $C_m$   
 $C(m) = Q(P, C_m) =$  kuat pengaruh total dimana range biaya  $C_m$   
diperkirakan terjadi



## BAB III

### METODOLOGI STUDI

#### 3.1 Umum

Studi ini merupakan penerapan teori logika fuzzy dalam membuat model untuk memprediksi penambahan atau penghematan biaya proyek. Dengan studi ini diharapkan dapat diprediksi besarnya perubahan biaya yang didapat dari teori logika fuzzy sehingga dalam menentukan biaya kontraktor mempunyai dasar yang akurat dan sesuai dengan kondisi proyek. Langkah-langkah yang dilakukan dalam memprediksi perubahan biaya desain pada suatu proyek dengan logika fuzzy adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jenis proyek

Dalam hal ini jenis proyek yang diteliti adalah bangunan ruko maksimum tiga lantai sebanyak 3 proyek

2. Menentukan jenis-jenis karakteristik proyek ( $P_i$ ) dan peristiwa beresiko ( $R_k$ ) yang berpengaruh terhadap biaya proyek.

Jenis karakteristik proyek yang sangat berpengaruh terhadap biaya pelaksanaan dalam proyek ini adalah :

- Kompleksitas proyek
- Lokasi proyek
- Pengalaman manager proyek untuk proyek yang sama
- Biaya pelaksanaan proyek
- Dimensi/volume kegiatan proyek
- Waktu pelaksanaan proyek
- Waktu yang dibutuhkan klien/kontraktor dalam mengambil keputusan

Jenis peristiwa beresiko yang sangat berpengaruh terhadap biaya pelaksanaan dalam proyek ini adalah :

- Akurasi survey dan pengukuran proyek
- Constructability
- Perubahan desain/lingkup proyek oleh owner/konsultan
- Komunikasi antara tim proyek
- Kekurangan sumber daya
- Kontraktor utama dan sub kontraktor
- Kesalahan dalam pengerjaan desain proyek

3. Menentukan interval biaya ( $C_m$ ) yang sesuai dengan kondisi proyek berdasarkan hasil wawancara.
4. Menentukan kekuatan standar (SS) yang menghubungkan karakteristik proyek, peristiwa beresiko dan interval biaya berdasarkan hasil wawancara.
5. Melakukan operasi fuzzy set untuk mendapatkan besarnya persentase penambahan atau penurunan biaya estimasi berdasarkan karakteristik proyek dan peristiwa beresiko.

### 3.2 Studi Literatur

Studi literatur meliputi pengumpulan sumber informasi yang diperlukan untuk melakukan analisis data dan mendasari pelaksanaan studi. Jenis literatur yang dipelajari antara lain buku teks, laporan ilmiah dan lain sebagainya yang berkaitan dengan teori logika fuzzy.

### 3.3 Pengumpulan Data dan Wawancara

Wawancara dilakukan dengan kontraktor pelaksana untuk mendapatkan data yang berupa jenis proyek yang akan diteliti. Selain itu data yang diperlukan adalah pembobotan dari karakteristik proyek dan peristiwa beresiko yang mempengaruhi besarnya perubahan biaya dalam proyek.

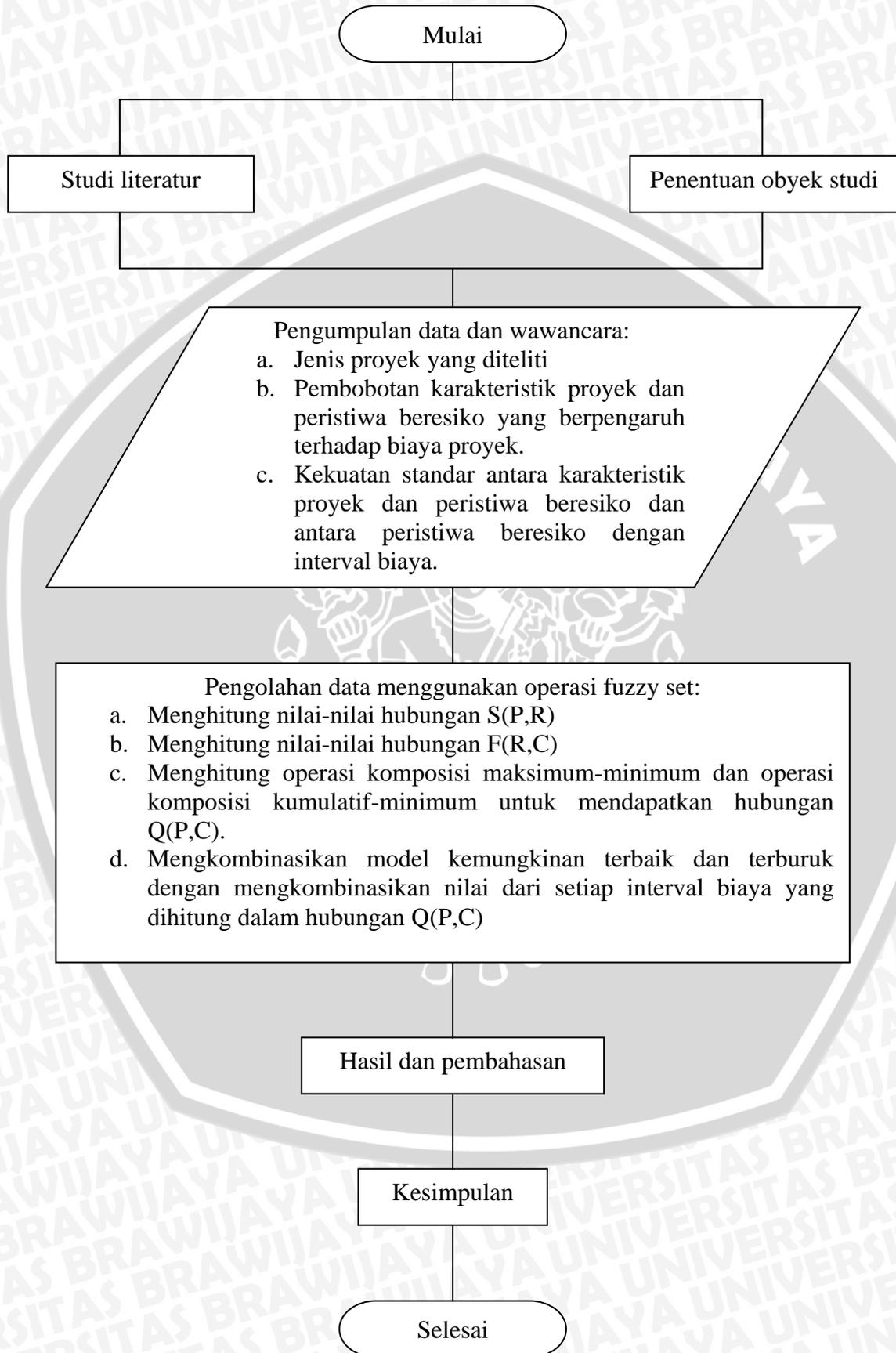
### 3.4 Analisis Data

Analisis data menggunakan operasi fuzzy set dilakukan untuk mendapatkan besarnya persentase kenaikan atau penurunan biaya proyek berdasarkan kondisi-kondisi di atas. Langkah-langkah pengolahan data adalah sebagai berikut :

- a. Mengidentifikasi pembobotan untuk karakteristik proyek dan peristiwa beresiko. Karakteristik proyek dan peristiwa beresiko diberikan bobot dari 0 untuk kemungkinan terburuk (kemungkinan yang mempengaruhi biaya untuk cenderung naik) sampai 10 untuk kemungkinan terbaik (kemungkinan yang mempengaruhi biaya untuk cenderung turun). Kemudian nilai pembobotan dari hasil kuisioner wawancara dibagi dengan 10 untuk mendapatkan angka 0.0 sampai 1.0 untuk kemungkinan terbaik dan kemudian menghitung komplemen dari angka tersebut untuk mendapatkan kemungkinan terburuk.

- b. Mengidentifikasi kekuatan standar antara karakteristik proyek dan peristiwa beresiko dan antara peristiwa beresiko dengan interval biaya yang sesuai.
- c. Menghitung nilai-nilai hubungan  $S(P,R)$   
Nilai-nilai hubungan  $S(P,R)$  dihitung dengan menggunakan persamaan (2-1).
- d. Menghitung nilai-nilai hubungan  $F(R,C)$   
Kanaikan atau penurunan biaya yang paling mungkin diberikan nilai 1.0 dan nilai yang lainnya dikurangi dengan 0.2
- e. Menghitung operasi komposisi maksimum-minimum dan operasi komposisi kumulatif-minimum untuk mendapatkan hubungan  $Q(P,C)$ .  
Operasi komposisi maksimum-minimum dihitung dengan menggunakan persamaan (2-3) dengan memilih nilai maksimum dari nilai minimum.  
Operasi komposisi kumulatif-minimum dihitung dengan menggunakan persamaan (2-4) yang menjumlahkan semua nilai minimum.
- f. Mengkombinasikan model kemungkinan terbaik dan terburuk dengan mengkombinasikan nilai dari setiap interval biaya yang dihitung dalam hubungan  $Q(P,C)$ . untuk operasi komposisi max-min dan cum-min dinormalisasi untuk mendapatkan hasil dalam persen yang tidak lebih dari 100%.
- g. Menghitung dengan metode defuzzifikasi untuk masing-masing operasi komposisi.  
Metode defuzzifikasi ini dihitung dengan menggunakan persamaan (2-5).

### 3.5 Diagram Alir Pengerjaan Skripsi



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Penelitian ini menjelaskan langkah-langkah penggunaan teori Logika Fuzzy sebagai pendekatan matematis untuk memprediksi perubahan biaya yang terjadi selama proses pelaksanaan proyek. Obyek analisis yang diteliti merupakan proyek pembangunan ruko maksimum tiga lantai yang dilaksanakan oleh 3 kontraktor antara lain CV. Abadi Karya Indah, CV. Duta Konstruksi dan CV. Handayani. Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan proses wawancara untuk mendapatkan data-data yang diperlukan. Data yang diambil adalah berupa pembobotan karakteristik-karakteristik proyek dan peristiwa-peristiwa beresiko yang telah ditentukan sebelumnya, dan pembobotan kekuatan standar yaitu tingkat pengaruh dari dampak peristiwa beresiko terhadap karakteristik proyek dan kombinasi antara karakteristik proyek dan peristiwa beresiko terhadap persentase interval biaya yang sesuai dari masing-masing kombinasi tersebut. Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis Fuzzy Set berdasarkan hasil yang didapat dari wawancara. Output dari model ini berupa hasil prediksi perubahan biaya dalam bentuk persentase di atas atau di bawah biaya yang telah diestimasikan (*cost overrun* atau *cost underrun*).

#### 4.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penambahan Atau Penghematan Biaya

Berdasarkan hasil studi literatur dapat diketahui bahwa besarnya perubahan biaya sangat dipengaruhi oleh adanya karakteristik proyek dan peristiwa beresiko yang terjadi selama proses pelaksanaan proyek. Jenis karakteristik proyek yang mempengaruhi terhadap biaya pelaksanaan dalam proyek ini adalah :

- Kompleksitas proyek (*sangat kompleks s/d sederhana*)
- Lokasi proyek (*sangat jauh s/d sangat dekat*)
- Pengalaman manager proyek untuk proyek yang sama (*tidak ada pengalaman s/d sangat berpengalaman*)
- Biaya pelaksanaan proyek (*sangat besar s/d kecil*)
- Dimensi/volume kegiatan proyek (*sangat besar s/d kecil*)
- Waktu pelaksanaan proyek (*sangat lama s/d cepat*)

- Waktu yang dibutuhkan klien/kontraktor dalam mengambil keputusan (*sangat lama s/d sangat cepat*)

Jenis peristiwa beresiko yang mempengaruhi terhadap biaya pelaksanaan dalam proyek ini adalah :

- Akurasi survey dan pengukuran proyek (*tidak akurat s/d sangat akurat*)
- Constructability (*tidak mungkin s/d sangat mungkin*)
- Perubahan desain/lingkup proyek oleh owner/konsultan (*banyak s/d tidak ada*)
- Komunikasi antara tim proyek (*tidak ada s/d sangat lancar*)
- Kekurangan sumber daya (*sangat kurang s/d sangat cukup*)
- Kontraktor utama dan sub kontraktor (*banyak kontraktor terlibat s/d 1 kontraktor*)
- Kesalahan dalam pengerjaan desain proyek (*banyak s/d tidak ada*)

Faktor-faktor di atas disajikan dalam suatu kuisisioner wawancara untuk diberikan pembobotan sesuai dengan kondisi yang ada dalam proyek yang bersangkutan.

**Tabel 4.1 Rekapitulasi Pembobotan Karakteristik Proyek**

No	Jenis karakteristik proyek	Nama kontraktor		
		CV. Abadi Karya Indah	CV. Duta Konstruksi	CV. Handayani
1	Kompleksitas proyek ( <i>sangat kompleks s/d sederhana</i> )	0.8	0.7	0.8
2	Lokasi proyek ( <i>sangat jauh s/d sangat dekat</i> )	0.8	0.9	0.9
3	Pengalaman manager proyek untuk proyek yang sama ( <i>tidak ada pengalaman s/d sangat berpengalaman</i> )	0.6	0.9	0.8
4	Waktu yang dibutuhkan klien/kontraktor dalam mengambil keputusan ( <i>sangat lama s/d sangat cepat</i> )	0.6	0.8	0.5
5	Dimensi/volume kegiatan proyek ( <i>sangat besar s/d kecil</i> )	0.8	0.9	0.6
6	Waktu pelaksanaan proyek ( <i>sangat lama s/d cepat</i> )	0.7	0.9	0.6
7	Biaya pelaksanaan proyek ( <i>sangat besar s/d kecil</i> )	0.8	0.7	0.8

**Tabel 4.2 Rekapitulasi Pembobotan Peristiwa Beresiko**

No	Jenis peristiwa beresiko	Nama kontraktor		
		CV. Abadi Karya Indah	CV. Duta Konstruksi	CV. Handayani
1	Akurasi survey dan pengukuran proyek ( <i>tidak akurat s/d sangat akurat</i> )	0.3	0.4	0.4
2	Kesalahan dalam pengerjaan desain proyek ( <i>banyak s/d tidak ada</i> )	0.8	0.8	0.7
3	Perubahan desain/lingkup proyek oleh owner/konsultan ( <i>banyak s/d tidak ada</i> )	0.8	0.5	0.6
4	Komunikasi antara tim proyek ( <i>tidak ada s/d sangat lancar</i> )	0.4	0.7	0.6
5	Kekurangan sumber daya ( <i>sangat kurang s/d sangat cukup</i> )	0.7	0.4	0.5
6	Kontraktor utama dan sub kontraktor ( <i>banyak kontraktor terlibat s/d 1 kontraktor</i> )	0.6	0.8	0.7
7	Constructability ( <i>tidak mungkin s/d sangat mungkin</i> )	0.7	0.6	0.6

Untuk mendapatkan faktor yang paling berpengaruh dalam perubahan biaya baik yang mengakibatkan penambahan biaya maupun penurunan biaya digunakan tabel matriks sebagai berikut :

**Tabel 4.3 Matriks Faktor Karakteristik Proyek Yang Berpengaruh Paling Baik**

Jenis karakteristik proyek	Nilai Tertinggi		
	CV. Abadi Karya Indah	CV. Duta Konstruksi	CV. Handayani
Kompleksitas proyek ( <i>sangat kompleks s/d sederhana</i> )	√		
Lokasi proyek ( <i>sangat jauh s/d sangat dekat</i> )	√	√	√
Pengalaman manager proyek untuk proyek yang sama ( <i>tidak ada pengalaman s/d sangat berpengalaman</i> )		√	
Waktu yang dibutuhkan klien/kontraktor dalam mengambil keputusan ( <i>sangat lama s/d sangat cepat</i> )			
Dimensi/volume kegiatan proyek ( <i>sangat besar s/d kecil</i> )	√	√	
Waktu pelaksanaan proyek ( <i>sangat lama s/d cepat</i> )		√	
Biaya pelaksanaan proyek ( <i>sangat besar s/d kecil</i> )	√		

- Dari tabel matriks di atas dapat diketahui bahwa lokasi proyek adalah faktor karakteristik proyek yang berpengaruh paling baik karena dari setiap kontraktor memberikan nilai pembobotan paling tinggi yang mempengaruhi penurunan biaya.

**Tabel 4.4 Matriks Faktor Karakteristik Proyek Yang Berpengaruh Paling Buruk**

Jenis karakteristik proyek	Nilai Terendah		
	CV. Abadi Karya Indah	CV. Duta Konstruksi	CV. Handayani
Kompleksitas proyek ( <i>sangat kompleks s/d sederhana</i> )		√	
Lokasi proyek ( <i>sangat jauh s/d sangat dekat</i> )			
Pengalaman manager proyek untuk proyek yang sama ( <i>tidak ada pengalaman s/d sangat berpengalaman</i> )	√		
Waktu yang dibutuhkan klien/kontraktor dalam mengambil keputusan ( <i>sangat lama s/d sangat cepat</i> )	√		
Dimensi/volume kegiatan proyek ( <i>sangat besar s/d kecil</i> )			√
Waktu pelaksanaan proyek ( <i>sangat lama s/d cepat</i> )			
Biaya pelaksanaan proyek ( <i>sangat besar s/d kecil</i> )		√	

- Dari tabel matriks di atas dapat diketahui bahwa dari masing-masing kontraktor tidak ada yang memberikan penilaian bobot terendah yang sama sehingga untuk karakteristik proyek yang berpengaruh paling buruk tergantung penilaian masing-masing kontraktor karena adanya perbedaan pembobotan.

**Tabel 4.5 Matriks Faktor Peristiwa Beresiko Yang Berpengaruh Paling Baik**

Jenis peristiwa beresiko	Nilai Tertinggi		
	CV. Abadi Karya Indah	CV. Duta Konstruksi	CV. Handayani
Akurasi survey dan pengukuran proyek ( <i>tidak akurat s/d sangat akurat</i> )			
Kesalahan dalam pengerjaan desain proyek ( <i>banyak s/d tidak ada</i> )	√	√	√
Perubahan desain/lingkup proyek oleh owner/konsultan ( <i>banyak s/d tidak ada</i> )	√		
Komunikasi antara tim proyek ( <i>tidak ada s/d sangat lancar</i> )			
Kekurangan sumber daya ( <i>sangat kurang s/d sangat cukup</i> )			
Kontraktor utama dan sub kontraktor ( <i>banyak kontraktor terlibat s/d 1 kontraktor</i> )		√	√
Constructability ( <i>tidak mungkin s/d sangat mungkin</i> )			

- Dari tabel matriks di atas dapat diketahui bahwa kesalahan dalam pengerjaan desain proyek adalah faktor peristiwa beresiko yang berpengaruh paling baik karena dari setiap kontraktor memberikan nilai pembobotan paling tinggi yang mempengaruhi penurunan biaya.

**Tabel 4.6 Matriks Faktor Peristiwa Beresiko Yang Berpengaruh Paling Buruk**

Jenis peristiwa beresiko	Nilai Terendah		
	CV. Abadi Karya Indah	CV. Duta Konstruksi	CV. Handayani
Akurasi survey dan pengukuran proyek ( <i>tidak akurat s/d sangat akurat</i> )	√	√	√
Kesalahan dalam pengerjaan desain proyek ( <i>banyak s/d tidak ada</i> )			
Perubahan desain/lingkup proyek oleh owner/konsultan ( <i>banyak s/d tidak ada</i> )			
Komunikasi antara tim proyek ( <i>tidak ada s/d sangat lancar</i> )			
Kekurangan sumber daya ( <i>sangat kurang s/d sangat cukup</i> )		√	
Kontraktor utama dan sub kontraktor ( <i>banyak kontraktor terlibat s/d 1 kontraktor</i> )			
Constructability ( <i>tidak mungkin s/d sangat mungkin</i> )			

- Dari tabel matriks di atas dapat diketahui bahwa akurasi survey dan pengukuran proyek adalah faktor peristiwa beresiko yang berpengaruh paling buruk karena dari setiap kontraktor memberikan nilai pembobotan paling rendah yang mempengaruhi kenaikan biaya.

### 4.3 Perhitungan Model Logika Fuzzy

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan terhadap 3 kontraktor dilakukan analisis Fuzzy set untuk mengetahui persentase perubahan biaya yang diprediksikan.

#### 4.3.1 Perhitungan Fuzzy Set CV. Abadi Karya Indah

Karakteristik Proyek ( $P_i$ ) dan Pembobotan tingkat Karakteristik Proyek ( $wP_i$ ) serta Peristiwa Beresiko ( $R_k$ ) dan Pembobotan tingkat Peristiwa Beresiko ( $wR_k$ ) CV. Abadi Karya Indah diperoleh dari hasil wawancara dan dapat dilihat pada lampiran 1 dan lampiran 2.

#### ❖ Perhitungan Nilai Hubungan $S(P,R)$

Elemen  $S(P,R)$  dihitung dengan menggunakan persamaan (2-1) dan menyatakan tingkat keoptimisan bobot persentase biaya ( $C_m$ ) berdasarkan karakteristik proyek ( $P_i$ ) yang dipengaruhi adanya peristiwa beresiko ( $R_k$ ) dengan nilai antara 0 sampai dengan 1. Semakin besar nilai yang didapat maka semakin optimis bobot persentase biaya

berdasarkan karakteristik proyek yang dipengaruhi adanya peristiwa beresiko yang terjadi selama pelaksanaan proyek. Elemen  $wP_i$  didapat dari lampiran 1, elemen  $wR_k$  didapat dari lampiran 2 dan elemen  $SS_{ik}$  didapat dari lampiran 3 untuk kemungkinan terbaik dan lampiran 4 untuk kemungkinan terburuk.

Contoh perhitungan :  $S(P_i, R_k) = wP_i \times wR_k \times SS_{ik}$

$$S(P_1, R_A) = wP_1 \times wR_A \times SS_{1A} = 0.6 \times 0.8 \times 0.3 = 0.144$$

Perhitungan selengkapnya disajikan dalam tabel 4.7 dan 4.8.

**Tabel 4.7 Perhitungan Nilai Hubungan S(P,R) Untuk Kemungkinan Terbaik**

**CV. Abadi Karya Indah**

S(P,R)	A	B	C	D	E	F	G
1	0.14	0.56	0.32	0.16	0.39	0.29	0.34
2	0.10	0.24	0.08	0.22	0.28	0.29	0.56
3	0.05	0.10	0.25	0.08	0.25	0.18	0.14
4	0.09	0.12	0.18	0.02	0.25	0.29	0.17
5	0.05	0.56	0.32	0.19	0.11	0.05	0.34
6	0.08	0.49	0.70	0.14	0.39	0.13	0.10
7	0.17	0.80	0.40	0.19	0.11	0.14	0.06

Ket : A,B,C,D,E,F,G = nilai pembobotan peristiwa beresiko  
1,2,3,4,5,6,7 = nilai pembobotan karakteristik proyek

**Tabel 4.8 Perhitungan Nilai Hubungan S(P,R) Untuk Kemungkinan Terburuk**

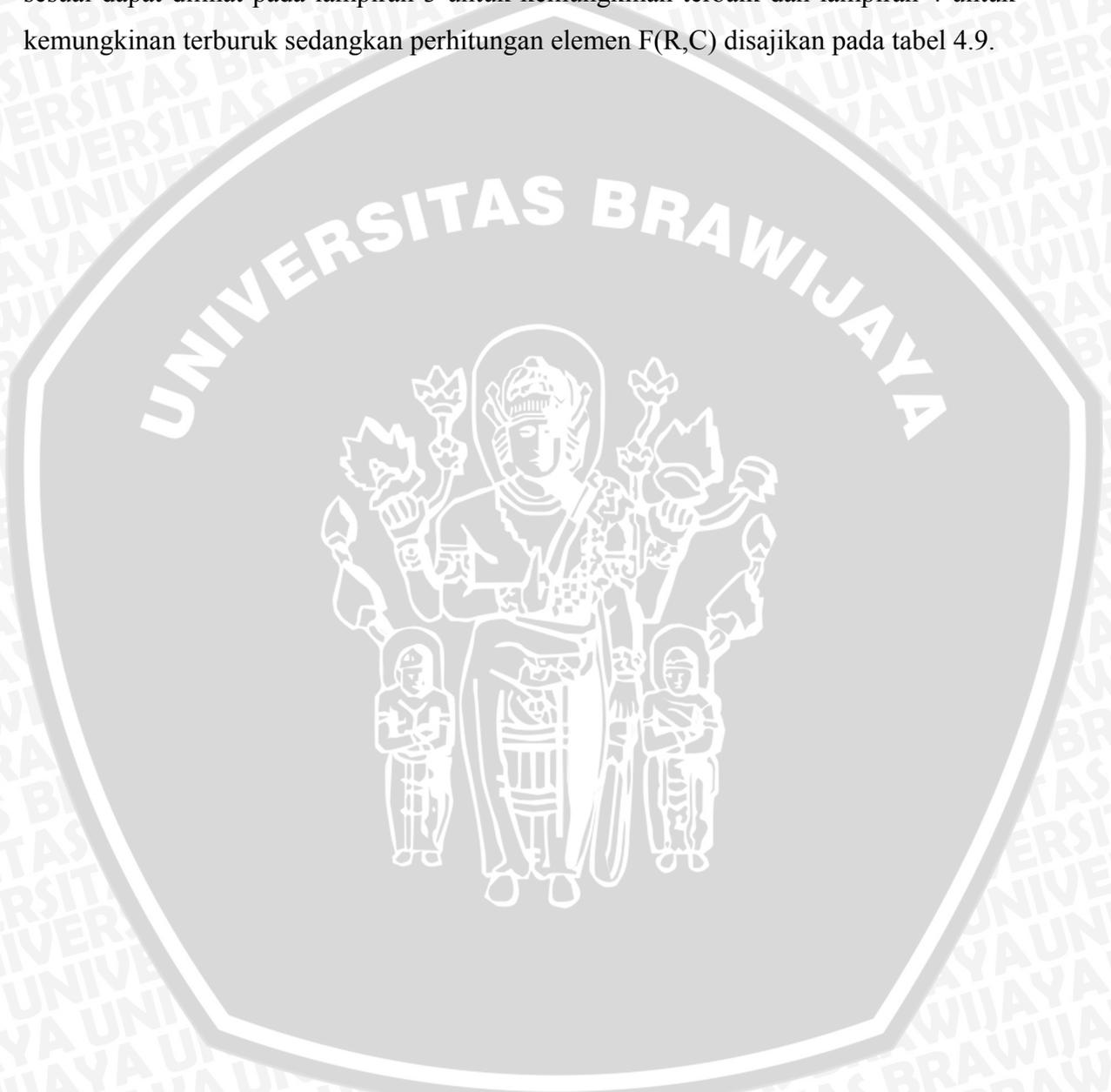
**CV. Abadi Karya Indah**

S(P,R)	A	B	C	D	E	F	G
1	0.13	0.03	0.03	0.11	0.04	0.06	0.06
2	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.06	0.05
3	0.32	0.10	0.08	0.27	0.12	0.16	0.11
4	0.28	0.07	0.08	0.17	0.10	0.06	0.08
5	0.11	0.03	0.03	0.07	0.04	0.08	0.06
6	0.17	0.04	0.05	0.11	0.06	0.10	0.05
7	0.13	0.03	0.04	0.08	0.05	0.06	0.06

Ket : A,B,C,D,E,F,G = nilai pembobotan peristiwa beresiko  
1,2,3,4,5,6,7 = nilai pembobotan karakteristik proyek

❖ **Perhitungan Elemen F(R,C)**

Elemen F(R,C) menyatakan kesesuaian interval persentase biaya dari kombinasi antara karakteristik proyek ( $P_i$ ) dengan peristiwa beresiko ( $R_k$ ). Elemen F(R,C) mempunyai nilai 1.0 untuk interval persentase biaya yang paling sesuai dan berkurang 0,2 untuk interval persentase biaya yang lain. Interval persentase biaya yang paling sesuai dapat dilihat pada lampiran 3 untuk kemungkinan terbaik dan lampiran 4 untuk kemungkinan terburuk sedangkan perhitungan elemen F(R,C) disajikan pada tabel 4.9.



**Tabel 4.9 Perhitungan Elemen F(R,C) CV. Abadi Karya Indah**

F(R,C)	Kemungkinan terbaik					Kemungkinan terburuk				
	C <sub>1</sub> -50 s/d -20	C <sub>2</sub> -20 s/d -10	C <sub>3</sub> -10 s/d -5	C <sub>4</sub> -5 s/d 0	C <sub>5</sub> 0	C <sub>6</sub> 0	C <sub>7</sub> 0 s/d 5	C <sub>8</sub> 5 s/d 10	C <sub>9</sub> 10 s/d 20	C <sub>10</sub> 20 s/d 50
1A	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
1B	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1C	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1D	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
1E	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
1F	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
1G	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
2A	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
2B	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
2C	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
2D	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
2E	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
2F	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
2G	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
3A	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
3B	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
3C	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
3D	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
3E	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
3F	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
3G	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
4A	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
4B	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
4C	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
4D	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
4E	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
4F	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
4G	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
5A	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
5B	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
5C	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
5D	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
5E	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
5F	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
5G	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
6A	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
6B	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
6C	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
6D	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
6E	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
6F	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
6G	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
7A	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
7B	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
7C	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
7D	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
7E	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
7F	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
7G	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0

### ❖ Operasi Komposisi Maksimum-Minimum

Operasi komposisi maksimum-minimum dihitung dengan menggunakan persamaan (2-3) yang memilih nilai maksimum dari semua bobot minimum. Hasil dari penjumlahan nilai maksimum tersebut dibagi dengan jumlah bobot karakteristik proyek ( $\sum wP$ ) dan dinormalisasi untuk mendapatkan hasil dalam persen yang tidak melebihi dari 100%.

Contoh perhitungan menggunakan operasi komposisi max-min

$$\text{SoF}(P_i, C_m) = \max\text{-min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$$

$$\begin{aligned} \text{SoF}(P_1, C_1) &= \max\text{-min}[(0.14, 0.2), (0.56, 0.4), (0.32, 0.4), (0.16, 0.8), (0.39, \\ &0.2), (0.29, 0.2), (0.34, 0.8)] \\ &= \text{Max}(0.14, 0.4, 0.32, 0.16, 0.2, 0.2, 0.34) = 0.4 \end{aligned}$$

Menghitung jumlah total dari masing-masing interval biaya

$$\text{Sum} / \sum wP = \sum C_m / \sum wP_i$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk } Q(P, C_1) \text{ jumlah totalnya adalah} &= (0.4 + 0.56 + 0.25 + 0.20 + 0.40 + 0.40 \\ &+ 0.40) / 5 = 0.52 \end{aligned}$$

### ❖ Operasi Komposisi Kumulatif-Minimum

Operasi komposisi kumulatif-minimum dihitung dengan menggunakan persamaan (2-4) yang menjumlahkan semua bobot minimum. Hasil dari penjumlahan nilai minimum tersebut dibagi dengan jumlah bobot karakteristik proyek ( $\sum wP$ ) dan dinormalisasi untuk mendapatkan hasil dalam persen yang tidak melebihi dari 100%.

Contoh perhitungan menggunakan operasi komposisi cum-min

$$\text{SoF}(P_i, C_m) = \text{sum}\text{-min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$$

$$\begin{aligned} \text{SoF}(P_1, C_1) &= \text{sum}\text{-min}[(0.14, 0.2), (0.56, 0.4), (0.32, 0.4), (0.16, 0.8), (0.39, \\ &0.2), (0.29, 0.2), (0.34, 0.8)] \\ &= \text{sum}(0.14, 0.4, 0.32, 0.16, 0.2, 0.2, 0.34) = 1.76 \end{aligned}$$

Menghitung jumlah total dari masing-masing interval biaya

$$\text{Sum} / \sum wP = \sum C_m / \sum wP_i$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk } Q(P, C_1) \text{ jumlah totalnya adalah} &= (0.76 + 1.60 + 1.00 + 0.98 + 1.46 + \\ &1.45 + 1.47) / 5 = 1.94 \end{aligned}$$

➤ **Hasil Perhitungan Operasi Komposisi Maksimum-Minimum**

- Berdasarkan perhitungan operasi komposisi maksimum-minimum interval biaya yang diprediksikan disajikan dalam tabel 4.10

**Tabel 4.10 Prediksi Interval Biaya Operasi Komposisi Maksimum-Minimum**

Kemungkinan terbaik		Kemungkinan terburuk	
Interval biaya	Persentase	Interval biaya	Persentase
C <sub>1</sub> (-50% s/d -20%)	70%	C <sub>10</sub> (20% s/d 50%)	81%
C <sub>2</sub> (-20% s/d -10%)	92%	C <sub>9</sub> (10% s/d 20%)	81%
C <sub>3</sub> (-10% s/d -5%)	100%	C <sub>8</sub> (5% s/d 10%)	81%
C <sub>4</sub> (-5% s/d 0%)	100%	C <sub>7</sub> (0% s/d 5%)	81%
C <sub>5</sub> (0%)	96%	C <sub>6</sub> (0%)	81%

➤ **Hasil Perhitungan Operasi Komposisi Kumulatif-Minimum**

- Berdasarkan perhitungan operasi komposisi kumulatif-minimum interval biaya yang diprediksikan disajikan dalam tabel 4.11

**Tabel 4.11 Prediksi Interval Biaya Operasi Komposisi Kumulatif-Minimum**

Kemungkinan terbaik		Kemungkinan terburuk	
Interval biaya	Persentase	Interval biaya	Persentase
C <sub>1</sub> (-50% s/d -20%)	83%	C <sub>10</sub> (20% s/d 50%)	91%
C <sub>2</sub> (-20% s/d -10%)	97%	C <sub>9</sub> (10% s/d 20%)	91%
C <sub>3</sub> (-10% s/d -5%)	100%	C <sub>8</sub> (5% s/d 10%)	91%
C <sub>4</sub> (-5% s/d 0%)	100%	C <sub>7</sub> (0% s/d 5%)	91%
C <sub>5</sub> (0%)	99%	C <sub>6</sub> (0%)	91%

### 4.3.2 Perhitungan Fuzzy Set CV. Duta Konstruksi

Karakteristik Proyek ( $P_i$ ) dan Pembobotan tingkat Karakteristik Proyek ( $wP_i$ ) serta Peristiwa Beresiko ( $R_k$ ) dan Pembobotan tingkat Peristiwa Beresiko ( $wR_k$ ) CV. Duta Konstruksi diperoleh dari hasil wawancara dan dapat dilihat pada lampiran 5 dan lampiran 6.

#### ❖ Perhitungan Nilai Hubungan $S(P,R)$

Elemen  $S(P,R)$  dihitung dengan menggunakan persamaan (2-1) dan menyatakan tingkat keoptimisan bobot persentase biaya ( $C_m$ ) berdasarkan karakteristik proyek ( $P_i$ ) yang dipengaruhi adanya peristiwa beresiko ( $R_k$ ) dengan nilai antara 0 sampai dengan 1. Semakin besar nilai yang didapat maka semakin optimis bobot persentase biaya berdasarkan karakteristik proyek yang dipengaruhi adanya peristiwa beresiko yang terjadi selama pelaksanaan proyek. Elemen  $wP_i$  didapat dari lampiran 5, elemen  $wR_k$  didapat dari lampiran 6 dan elemen  $SS_{ik}$  didapat dari lampiran 7 untuk kemungkinan terbaik dan lampiran 8 untuk kemungkinan terburuk.

Contoh perhitungan :  $S(P_i, R_k) = wP_i \times wR_k \times SS_{ik}$

$$S(P_1, R_A) = wP_1 \times wR_A \times SS_{1A} = 0.7 \times 0.4 \times 0.7 = 0.196 = 0.20$$

Perhitungan selengkapnya disajikan dalam tabel 4.12 dan tabel 4.13

**Tabel 4.12 Perhitungan Nilai Hubungan  $S(P,R)$  Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Duta Konstruksi**

S(P,R)	A	B	C	D	E	F	G
1	0.20	0.42	0.28	0.25	0.11	0.34	0.13
2	0.16	0.16	0.16	0.28	0.16	0.26	0.29
3	0.04	0.09	0.45	0.38	0.14	0.50	0.43
4	0.16	0.80	0.40	0.28	0.19	0.26	0.10
5	0.29	0.54	0.45	0.38	0.14	0.43	0.22
6	0.29	0.54	0.81	0.25	0.22	0.14	0.27
7	0.17	0.56	0.28	0.10	0.08	0.06	0.13

Ket : A,B,C,D,E,F,G = nilai pembobotan peristiwa beresiko  
1,2,3,4,5,6,7 = nilai pembobotan karakteristik proyek

**Tabel 4.13 Perhitungan Nilai Hubungan S(P,R) Untuk Kemungkinan Terburuk**

**CV. Duta Konstruksi**

S(P,R)	A	B	C	D	E	F	G
1	0.16	0.12	0.05	0.05	0.09	0.04	0.06
2	0.12	0.08	0.03	0.05	0.12	0.02	0.04
3	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03
4	0.10	0.07	0.02	0.04	0.06	0.02	0.07
5	0.05	0.05	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02
6	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02
7	0.09	0.06	0.05	0.05	0.14	0.04	0.07

Ket : A,B,C,D,E,F,G = nilai pembobotan peristiwa beresiko  
1,2,3,4,5,6,7 = nilai pembobotan karakteristik proyek

❖ **Perhitungan Elemen F(R,C)**

Elemen F(R,C) menyatakan kesesuaian interval persentase biaya dari kombinasi antara karakteristik proyek ( $P_i$ ) dengan peristiwa beresiko ( $R_k$ ). Elemen F(R,C) mempunyai nilai 1 untuk interval persentase biaya yang paling sesuai dan berkurang 0,2 untuk interval persentase biaya yang lain. Interval persentase biaya yang paling sesuai dapat dilihat pada lampiran 7 untuk kemungkinan terbaik dan lampiran 8 untuk kemungkinan terburuk sedangkan perhitungan elemen F(R,C) disajikan pada tabel 4.14.

**Tabel 4.14 Perhitungan Elemen F(R,C) CV. Duta Konstruksi**

F(R,C)	Kemungkinan terbaik					Kemungkinan terburuk				
	C <sub>1</sub> -50 s/d -20	C <sub>2</sub> -20 s/d -10	C <sub>3</sub> -10 s/d -5	C <sub>4</sub> -5 s/d 0	C <sub>5</sub> 0	C <sub>6</sub> 0	C <sub>7</sub> 0 s/d 5	C <sub>8</sub> 5 s/d 10	C <sub>9</sub> 10 s/d 20	C <sub>10</sub> 20 s/d 50
1A	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
1B	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1C	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
1D	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1E	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1F	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1G	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
2A	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
2B	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
2C	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
2D	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
2E	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
2F	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
2G	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
3A	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
3B	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
3C	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
3D	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
3E	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
3F	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
3G	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
4A	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
4B	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
4C	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
4D	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
4E	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
4F	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
4G	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
5A	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
5B	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
5C	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
5D	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
5E	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
5F	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
5G	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
6A	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
6B	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
6C	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
6D	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
6E	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
6F	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
6G	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
7A	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
7B	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
7C	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
7D	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
7E	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
7F	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
7G	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8

❖ **Operasi Komposisi Maksimum-Minimum**

Operasi komposisi maksimum-minimum dihitung dengan menggunakan persamaan (2-3) yang memilih nilai maksimum dari semua bobot minimum. Hasil dari penjumlahan nilai maksimum tersebut dibagi dengan jumlah bobot karakteristik proyek ( $\sum wP$ ) dan dinormalisasi untuk mendapatkan hasil dalam persen yang tidak melebihi dari 100%.

Contoh perhitungan menggunakan operasi komposisi max-min

$$SoF(P_i, C_m) = \max\text{-min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$$

$$SoF(P_1, C_1) = \max\text{-min}[(0.20, 0.4), (0.42, 0.6), (0.28, 0.2), (0.25, 0.2), (0.11, 0.8), (0.34, 0.4), (0.13, 0.6)]$$

$$= \text{Max}(0.20, 0.42, 0.20, 0.20, 0.11, 0.34, 0.13) = 0.42$$

Menghitung jumlah total dari masing-masing interval biaya

$$\text{Sum} / \sum wP = \sum C_m / \sum wP_i$$

$$\text{Untuk } Q(P, C_1) \text{ jumlah totalnya adalah} = (0.42 + 0.29 + 0.43 + 0.60 + 0.54 + 0.54 + 0.56) / 5.7 = 0.59$$

❖ **Operasi Komposisi Kumulatif-Minimum**

Operasi komposisi kumulatif-minimum dihitung dengan menggunakan persamaan (2-4) yang menjumlahkan semua bobot minimum. Hasil dari penjumlahan nilai minimum tersebut dibagi dengan jumlah bobot karakteristik proyek ( $\sum wP$ ) dan dinormalisasi untuk mendapatkan hasil dalam persen yang tidak melebihi dari 100%.

Contoh perhitungan menggunakan operasi komposisi cum-min

$$SoF(P_i, C_m) = \text{sum}\text{-min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$$

$$SoF(P_1, C_1) = \text{sum}\text{-min}[(0.20, 0.4), (0.42, 0.6), (0.28, 0.2), (0.25, 0.2), (0.11, 0.8), (0.34, 0.4), (0.13, 0.6)]$$

$$= \text{sum}(0.20, 0.42, 0.20, 0.20, 0.11, 0.34, 0.13) = 1.59$$

Menghitung jumlah total dari masing-masing interval biaya

$$\text{Sum} / \sum wP = \sum C_m / \sum wP_i$$

$$\text{Untuk } Q(P, C_1) \text{ jumlah totalnya adalah} = (1.59 + 1.38 + 1.50 + 1.70 + 1.99 + 1.86 + 1.29) / 5.7 = 1.99$$

➤ **Hasil Perhitungan Operasi Komposisi Maksimum-Minimum**

- Berdasarkan perhitungan operasi komposisi maksimum-minimum interval biaya yang diprediksikan disajikan dalam tabel 4.15

**Tabel 4.15 Prediksi Interval Biaya Operasi Komposisi Maksimum-Minimum**

Kemungkinan terbaik		Kemungkinan terburuk	
Interval biaya	Persentase	Interval biaya	Persentase
C <sub>1</sub> (-50% s/d -20%)	86%	C <sub>10</sub> (20% s/d 50%)	76%
C <sub>2</sub> (-20% s/d -10%)	93%	C <sub>9</sub> (10% s/d 20%)	76%
C <sub>3</sub> (-10% s/d -5%)	95%	C <sub>8</sub> (5% s/d 10%)	76%
C <sub>4</sub> (-5% s/d 0%)	100%	C <sub>7</sub> (0% s/d 5%)	76%
C <sub>5</sub> (0%)	95%	C <sub>6</sub> (0%)	76%

➤ **Hasil Perhitungan Operasi Komposisi Kumulatif-Minimum**

- Berdasarkan perhitungan operasi komposisi kumulatif-minimum interval biaya yang diprediksikan disajikan dalam tabel 4.16

**Tabel 4.16 Prediksi Interval Biaya Operasi Komposisi Kumulatif-Minimum**

Kemungkinan terbaik		Kemungkinan terburuk	
Interval biaya	Persentase	Interval biaya	Persentase
C <sub>1</sub> (-50% s/d -20%)	82%	C <sub>10</sub> (20% s/d 50%)	80%
C <sub>2</sub> (-20% s/d -10%)	96%	C <sub>9</sub> (10% s/d 20%)	80%
C <sub>3</sub> (-10% s/d -5%)	99%	C <sub>8</sub> (5% s/d 10%)	80%
C <sub>4</sub> (-5% s/d 0%)	100%	C <sub>7</sub> (0% s/d 5%)	80%
C <sub>5</sub> (0%)	99%	C <sub>6</sub> (0%)	80%

### 4.3.3 Perhitungan Fuzzy Set CV. Handayani

Karakteristik Proyek ( $P_i$ ) dan Pembobotan tingkat Karakteristik Proyek ( $wP_i$ ) serta Peristiwa Beresiko ( $R_k$ ) dan Pembobotan tingkat Peristiwa Beresiko ( $wR_k$ ) CV. Handayani diperoleh dari hasil wawancara dan dapat dilihat pada lampiran 9 dan lampiran10.

#### ❖ Perhitungan Nilai Hubungan S(P,R)

Elemen S(P,R) dihitung dengan menggunakan persamaan (2-1) dan menyatakan tingkat keoptimisan bobot persentase biaya ( $C_m$ ) berdasarkan karakteristik proyek ( $P_i$ ) yang dipengaruhi adanya peristiwa beresiko ( $R_k$ ) dengan nilai antara 0 sampai dengan 1. Semakin besar nilai yang didapat maka semakin optimis bobot persentase biaya berdasarkan karakteristik proyek yang dipengaruhi adanya peristiwa beresiko yang terjadi selama pelaksanaan proyek. Elemen  $wP_i$  didapat dari lampiran 9, elemen  $wR_k$  didapat dari lampiran 10 dan elemen  $SS_{ik}$  didapat dari lampiran 11 untuk kemungkinan terbaik dan lampiran 12 untuk kemungkinan terburuk.

Contoh perhitungan :  $S(P_i, R_k) = wP_i \times wR_k \times SS_{ik}$

$$S(P_1, R_A) = wP_1 \times wR_A \times SS_{1A} = 0.8 \times 0.4 \times 0.8 = 0.256 = 0.26$$

Perhitungan selengkapnya disajikan dalam tabel 4.17 dan 4.18.

**Tabel 4.17 Perhitungan Nilai Hubungan S(P,R) Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Handayani**

S(P,R)	A	B	C	D	E	F	G
1	0.26	0.48	0.32	0.24	0.24	0.39	0.14
2	0.04	0.18	0.36	0.32	0.23	0.13	0.16
3	0.22	0.40	0.32	0.38	0.24	0.56	0.34
4	0.12	0.05	0.10	0.12	0.08	0.07	0.15
5	0.12	0.30	0.24	0.22	0.03	0.25	0.14
6	0.12	0.12	0.48	0.25	0.18	0.08	0.14
7	0.10	0.08	0.08	0.10	0.20	0.22	0.24

Ket : A,B,C,D,E,F,G = nilai pembobotan peristiwa beresiko  
1,2,3,4,5,6,7 = nilai pembobotan karakteristik proyek

**Tabel 4.18 Perhitungan Nilai Hubungan S(P,R) Untuk Kemungkinan Terburuk**

**CV. Handayani**

S(P,R)	A	B	C	D	E	F	G
1	0.08	0.04	0.06	0.03	0.05	0.05	0.06
2	0.04	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01
3	0.05	0.04	0.06	0.03	0.07	0.04	0.07
4	0.24	0.14	0.20	0.20	0.13	0.12	0.20
5	0.19	0.07	0.06	0.11	0.18	0.10	0.03
6	0.10	0.07	0.13	0.11	0.18	0.06	0.06
7	0.10	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.07

Ket : A,B,C,D,E,F,G = nilai pembobotan peristiwa beresiko  
1,2,3,4,5,6,7 = nilai pembobotan karakteristik proyek

❖ **Perhitungan Elemen F(R,C)**

Elemen F(R,C) menyatakan kesesuaian interval persentase biaya dari kombinasi antara karakteristik proyek ( $P_i$ ) dengan peristiwa beresiko ( $R_k$ ). Elemen F(R,C) mempunyai nilai 1 untuk interval persentase biaya yang paling sesuai dan berkurang 0,2 untuk interval persentase biaya yang lain. Interval persentase biaya yang paling sesuai dapat dilihat pada lampiran 11 untuk kemungkinan terbaik dan lampiran 12 untuk kemungkinan terburuk sedangkan perhitungan elemen F(R,C) disajikan pada tabel 4.19.

**Tabel 4.19 Perhitungan Elemen F(R,C) CV. Handayani**

F(R,C)	Kemungkinan terbaik					Kemungkinan terburuk				
	C <sub>1</sub> -50 s/d -20	C <sub>2</sub> -20 s/d -10	C <sub>3</sub> -10 s/d -5	C <sub>4</sub> -5 s/d 0	C <sub>5</sub> 0	C <sub>6</sub> 0	C <sub>7</sub> 0 s/d 5	C <sub>8</sub> 5 s/d 10	C <sub>9</sub> 10 s/d 20	C <sub>10</sub> 20 s/d 50
1A	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
1B	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
1C	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1D	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1E	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
1F	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1G	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
2A	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
2B	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
2C	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
2D	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
2E	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
2F	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
2G	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
3A	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
3B	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
3C	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
3D	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
3E	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
3F	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
3G	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
4A	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
4B	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
4C	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
4D	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
4E	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
4F	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
4G	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
5A	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
5B	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
5C	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
5D	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
5E	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
5F	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
5G	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4
6A	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
6B	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
6C	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
6D	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
6E	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
6F	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
6G	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
7A	0.8	1.0	0.8	0.6	0.4	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8
7B	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
7C	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
7D	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
7E	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6	0.8	1.0	0.8	0.6
7F	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
7G	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.4	0.6	0.8	1.0	0.8

### ❖ Operasi Komposisi Maksimum-Minimum

Operasi komposisi maksimum-minimum dihitung dengan menggunakan persamaan (2-3) yang memilih nilai maksimum dari semua bobot minimum. Hasil dari penjumlahan nilai maksimum tersebut dibagi dengan jumlah bobot karakteristik proyek ( $\sum wP$ ) dan dinormalisasi untuk mendapatkan hasil dalam persen yang tidak melebihi dari 100%.

Contoh perhitungan menggunakan operasi komposisi max-min

$$\text{SoF}(P_i, C_m) = \max\text{-min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$$

$$\begin{aligned} \text{SoF}(P_1, C_1) &= \max\text{-min}[(0.26, 0.2), (0.48, 0.4), (0.32, 0.8), (0.24, 0.4), (0.24, \\ &0.2), (0.39, 0.4), (0.14, 0.6)] \\ &= \text{Max}(0.20, 0.40, 0.32, 0.24, 0.20, 0.39, 0.14) = 0.40 \end{aligned}$$

Menghitung jumlah total dari masing-masing interval biaya

$$\text{Sum} / \sum wP = \sum C_m / \sum wP_i$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk } Q(P, C_1) \text{ jumlah totalnya adalah} &= (0.40 + 0.36 + 0.40 + 0.15 + 0.30 + 0.48 \\ &+ 0.24) / 5 = 0.47 \end{aligned}$$

### ❖ Operasi Komposisi Kumulatif-Minimum

Operasi komposisi kumulatif-minimum dihitung dengan menggunakan persamaan (2-4) yang menjumlahkan semua bobot minimum. Hasil dari penjumlahan nilai minimum tersebut dibagi dengan jumlah bobot karakteristik proyek ( $\sum wP$ ) dan dinormalisasi untuk mendapatkan hasil dalam persen yang tidak melebihi dari 100%.

Contoh perhitungan menggunakan operasi komposisi cum-min

$$\text{SoF}(P_i, C_m) = \text{sum}\text{-min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$$

$$\begin{aligned} \text{SoF}(P_1, C_1) &= \text{sum}\text{-min}[(0.26, 0.2), (0.48, 0.4), (0.32, 0.8), (0.24, 0.4), (0.24, \\ &0.2), (0.39, 0.4), (0.14, 0.6)] \\ &= \text{sum}(0.20, 0.40, 0.32, 0.24, 0.20, 0.39, 0.14) = 1.90 \end{aligned}$$

Menghitung jumlah total dari masing-masing interval biaya

$$\text{Sum} / \sum wP = \sum C_m / \sum wP_i$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk } Q(P, C_1) \text{ jumlah totalnya adalah} &= (1.90 + 1.39 + 2.24 + 0.69 + 1.30 + 1.38 \\ &+ 1.02) / 5 = 1.98 \end{aligned}$$

➤ **Hasil Perhitungan Operasi Komposisi Maksimum-Minimum**

- Berdasarkan perhitungan operasi komposisi maksimum-minimum interval biaya yang diprediksikan disajikan dalam tabel 4.20

**Tabel 4.20 Prediksi Interval Biaya Operasi Komposisi Maksimum-Minimum**

Kemungkinan terbaik		Kemungkinan terburuk	
Interval biaya	Persentase	Interval biaya	Persentase
C <sub>1</sub> (-50% s/d -20%)	91%	C <sub>10</sub> (20% s/d 50%)	88%
C <sub>2</sub> (-20% s/d -10%)	100%	C <sub>9</sub> (10% s/d 20%)	88%
C <sub>3</sub> (-10% s/d -5%)	100%	C <sub>8</sub> (5% s/d 10%)	88%
C <sub>4</sub> (-5% s/d 0%)	100%	C <sub>7</sub> (0% s/d 5%)	88%
C <sub>5</sub> (0%)	97%	C <sub>6</sub> (0%)	88%

➤ **Hasil Perhitungan Operasi Komposisi Kumulatif-Minimum**

- Berdasarkan perhitungan operasi komposisi kumulatif-minimum interval biaya yang diprediksikan disajikan dalam tabel 4.21

**Tabel 4.21 Prediksi Interval Biaya Operasi Komposisi kumulatif-Minimum**

Kemungkinan terbaik		Kemungkinan terburuk	
Interval biaya	Persentase	Interval biaya	Persentase
C <sub>1</sub> (-50% s/d -20%)	96%	C <sub>10</sub> (20% s/d 50%)	95%
C <sub>2</sub> (-20% s/d -10%)	100%	C <sub>9</sub> (10% s/d 20%)	95%
C <sub>3</sub> (-10% s/d -5%)	100%	C <sub>8</sub> (5% s/d 10%)	95%
C <sub>4</sub> (-5% s/d 0%)	100%	C <sub>7</sub> (0% s/d 5%)	95%
C <sub>5</sub> (0%)	99%	C <sub>6</sub> (0%)	95%

**4.4 Analisis Perkiraan Persentase Perubahan Biaya**

Penggunaan logika fuzzy untuk memprediksi perubahan biaya menghasilkan model yang lebih realistis dalam sebuah perencanaan proyek. Hal ini dimungkinkan karena penilaian karakteristik proyek dan peristiwa beresiko dilakukan secara obyektif. Output dari model ini dipresentasikan baik secara numerik maupun linguistik yang memudahkan seorang kontraktor untuk mengetahui perubahan biaya yang terjadi pada proyek yang sedang dilaksanakan, sehingga kontraktor tersebut bisa menentukan biaya yang tepat untuk proyek berdasarkan keadaan yang ada pada proyek tersebut.

Model ini juga bisa digunakan sebagai alat penilaian resiko. Seorang kontraktor mungkin untuk memutuskan bahwa sebuah proyek terlalu beresiko untuk dijalankan dengan mempertimbangkan keadaan yang ada pada proyek. Dengan memperhatikan setiap faktor tersebut akan memberikan gambaran pada kontraktor terhadap masalah-masalah potensial pada proyek tersebut yang harus diperhatikan sebelum permulaan proyek atau dipersiapkan untuk ditangani kemudian dalam proyek itu.

#### ❖ Analisis Perkiraan Persentase Perubahan Biaya CV. Abadi Karya Indah

A. Metode defuzzifikasi berdasarkan operasi komposisi maksimum-minimum :

$$C^* = \{[(-35\% \times 0.70) + (-15\% \times 0.92) + (-7.5\% \times 1.0) + (-2.5\% \times 1.0) + (0\% \times 0.96) + (0\% \times 0.81) + (2.5\% \times 0.81) + (7.5\% \times 0.81) + (15\% \times 0.81) + (35\% \times 0.81)] / (0.70 + 0.92 + 1.0 + 1.0 + 0.96 + 0.81 + 0.81 + 0.81 + 0.81 + 0.81)\} = 0.06\%$$

Berdasarkan operasi komposisi maksimum-minimum persentase perubahan biaya yang paling mungkin terjadi adalah sebesar 0.06% di atas biaya yang telah diestimasikan berdasarkan analisis terhadap semua ukuran interval persentase biaya yang mungkin terjadi.

B. Metode defuzzifikasi berdasarkan operasi komposisi kumulatif-minimum :

$$C^* = \{[(-35\% \times 0.83) + (-15\% \times 0.97) + (-7.5\% \times 1.0) + (-2.5\% \times 1.0) + (0\% \times 0.99) + (0\% \times 0.91) + (2.5\% \times 0.91) + (7.5\% \times 0.91) + (15\% \times 0.91) + (35\% \times 0.91)] / (0.83 + 0.97 + 1.0 + 1.0 + 0.99 + 0.91 + 0.91 + 0.91 + 0.91 + 0.91)\} = 0.09\%$$

Berdasarkan operasi komposisi kumulatif-minimum persentase perubahan biaya yang paling mungkin terjadi adalah sebesar 0.09% di atas biaya yang telah diestimasikan berdasarkan analisis terhadap semua ukuran interval persentase biaya yang mungkin terjadi.

#### ❖ Analisis Perkiraan Persentase Perubahan Biaya CV. Duta Konstruksi

A. Metode defuzzifikasi berdasarkan operasi komposisi maksimum-minimum :

$$C^* = \{[(-35\% \times 0.86) + (-15\% \times 0.93) + (-7.5\% \times 0.95) + (-2.5\% \times 1.0) + (0\% \times 0.95) + (0\% \times 0.76) + (2.5\% \times 0.76) + (7.5\% \times 0.76) + (15\% \times 0.76) + (35\% \times 0.76)] / (0.86 + 0.93 + 0.95 + 1.0 + 0.95 + 0.76 + 0.76 + 0.76 + 0.76 + 0.76)\} = -0.97\%$$

Berdasarkan operasi komposisi maksimum-minimum persentase perubahan biaya yang paling mungkin terjadi adalah sebesar 0.97% di bawah biaya yang telah diestimasi berdasarkan analisis terhadap semua ukuran interval persentase biaya yang mungkin terjadi.

B. Metode defuzzifikasi berdasarkan operasi komposisi kumulatif minimum :

$$M^* = \{[(-35\% \times 0.82) + (-15\% \times 0.96) + (-7.5\% \times 0.99) + (-2.5\% \times 1.0) + (0\% \times 0.99) + (0\% \times 0.80) + (2.5\% \times 0.80) + (7.5\% \times 0.80) + (15\% \times 0.80) + (35\% \times 0.80)] / (0.82 + 0.96 + 0.99 + 1.0 + 0.99 + 0.80 + 0.80 + 0.80 + 0.80 + 0.80)\} = -0.58\%$$

Berdasarkan operasi komposisi kumulatif-minimum persentase perubahan biaya yang paling mungkin terjadi adalah sebesar 0.58% di bawah biaya yang telah diestimasi berdasarkan analisis terhadap semua ukuran interval persentase biaya yang mungkin terjadi.

#### ❖ Analisis Perkiraan Persentase Perubahan Biaya CV. Handayani

A. Metode defuzzifikasi berdasarkan operasi komposisi maksimum-minimum :

$$M^* = \{[(-35\% \times 0.91) + (-15\% \times 1.0) + (-7.5\% \times 1.0) + (-2.5\% \times 1.0) + (0\% \times 0.97) + (0\% \times 0.88) + (2.5\% \times 0.88) + (7.5\% \times 0.88) + (15\% \times 0.88) + (35\% \times 0.88)] / (0.91 + 1.0 + 1.0 + 1.0 + 0.97 + 0.88 + 0.88 + 0.88 + 0.88 + 0.88)\} = -0.43\%$$

Berdasarkan operasi komposisi maksimum-minimum persentase perubahan biaya yang paling mungkin terjadi adalah sebesar 0.43% di bawah biaya yang telah diestimasi berdasarkan analisis terhadap semua ukuran interval persentase biaya yang mungkin terjadi.

B. Metode defuzzifikasi berdasarkan operasi komposisi kumulatif-minimum :

$$M^* = \{[(-35\% \times 0.96) + (-15\% \times 1.0) + (-7.5\% \times 1.0) + (-2.5\% \times 1.0) + (0\% \times 0.99) + (0\% \times 0.95) + (2.5\% \times 0.95) + (7.5\% \times 0.95) + (15\% \times 0.95) + (35\% \times 0.95)] / (0.96 + 1.0 + 1.0 + 1.0 + 0.99 + 0.95 + 0.95 + 0.95 + 0.95 + 0.95)\} = -0.15\%$$

Berdasarkan operasi komposisi kumulatif-minimum persentase perubahan biaya yang paling mungkin terjadi adalah sebesar 0.15% di bawah biaya yang telah diestimasikan berdasarkan analisis terhadap semua ukuran interval persentase biaya yang mungkin terjadi.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh prosentase perubahan biaya masing-masing proyek. Hasil analisis data dari CV. Abadi Karya Indah diperoleh prosentase penambahan biaya proyek (*cost overrun*), sedangkan hasil analisis data dari CV. Duta konstruksi dan CV. Handayani diperoleh prosentase pengurangan biaya proyek (*cost underrun*). Hal ini dapat dilihat dalam tabel 4.22 berikut :

**Tabel 4.22 Rekapitulasi Persentase Perubahan Biaya Proyek**

No	Nama Kontraktor	Defuzzifikasi	
		Max-min %	Cum-min %
1	CV. Abadi Karya Indah	0.06	0.09
2	CV. Duta Konstruksi	-0.97	-0.58
3	CV. Handayani	-0.43	-0.15

Pada proyek ruko yang dikerjakan oleh CV. Abadi Karya Indah terjadi penambahan biaya (*cost overrun*), hal ini disebabkan oleh kondisi-kondisi yang terjadi selama tahap pengerjaan proyek yang tidak sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya sehingga terjadi pembengkakan biaya. Sedangkan pada proyek ruko yang dikerjakan oleh CV. Duta Konstruksi dan CV. Handayani terjadi penurunan biaya (*cost underrun*), hal ini disebabkan oleh kondisi-kondisi yang terjadi selama tahap pengerjaan proyek yang telah sesuai atau bahkan lebih baik dari yang telah direncanakan sebelumnya sehingga terjadi penghematan biaya

Pada analisis yang telah dilakukan terhadap 3 proyek di atas, terjadi perubahan biaya yang berkisar antara -1% hingga 1%. Perubahan yang relatif kecil ini terjadi karena obyek penelitian dilakukan terhadap proyek bangunan ruko yang dapat dikategorikan sebagai proyek yang sederhana dan relatif tidak terlalu kompleks baik dari segi karakteristik maupun resiko-resiko yang terjadi dalam proyek. Semakin besar dan kompleks suatu proyek maka semakin tinggi peluang untuk terjadinya perubahan biaya yang besar.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam pelaksanaan proyek banyak faktor yang memengaruhi dalam masalah perencanaan, terutama dalam menentukan besarnya biaya. Besarnya perubahan biaya sangat dipengaruhi oleh adanya faktor karakteristik proyek dan peristiwa beresiko yang terjadi selama proses pelaksanaan proyek.

Untuk mendapatkan faktor yang paling berpengaruh dalam perubahan biaya baik yang mengakibatkan penambahan biaya maupun penurunan biaya digunakan tabel matriks. Dari pengolahan tabel matriks didapatkan hasil sebagai berikut :

- lokasi proyek adalah faktor karakteristik proyek yang berpengaruh paling baik karena dari setiap kontraktor memberikan nilai pembobotan paling tinggi yang mempengaruhi penurunan biaya.
- Dari masing-masing kontraktor tidak ada yang memberikan penilaian bobot terendah yang sama sehingga untuk karakteristik proyek yang berpengaruh paling buruk tergantung penilaian masing-masing kontraktor karena adanya perbedaan pembobotan.
- Kesalahan dalam pengerjaan desain proyek adalah faktor peristiwa beresiko yang berpengaruh paling baik karena dari setiap kontraktor memberikan nilai pembobotan paling tinggi yang mempengaruhi penurunan biaya.
- Akurasi survey dan pengukuran proyek adalah faktor peristiwa beresiko yang berpengaruh paling buruk karena dari setiap kontraktor memberikan nilai pembobotan paling rendah yang mempengaruhi kenaikan biaya.

2. Model ini diaplikasikan untuk membantu para kontraktor dalam memprediksi perubahan biaya yang terjadi berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Berikut ini prediksi interval biaya dari masing-masing kontraktor pelaksana proyek ruko :

- Prediksi interval biaya CV. Abadi Karya Indah

Berdasarkan operasi komposisi maksimum-minimum untuk kemungkinan terbaik adalah 73% - 100%, sedangkan untuk kemungkinan terburuk adalah 81%

Berdasarkan operasi komposisi kumulatif-minimum untuk kemungkinan terbaik adalah 83% - 100%, sedangkan untuk kemungkinan terburuk adalah 91%

➤ Prediksi interval biaya CV. Duta Konstruksi

Berdasarkan operasi komposisi maksimum-minimum untuk kemungkinan terbaik adalah 86% - 100%, sedangkan untuk kemungkinan terburuk adalah 76%

Berdasarkan operasi komposisi kumulatif-minimum untuk kemungkinan terbaik adalah 82% - 100%, sedangkan untuk kemungkinan terburuk adalah 80%

➤ Prediksi interval biaya CV. Abadi Karya Indah

Berdasarkan operasi komposisi maksimum-minimum untuk kemungkinan terbaik adalah 91% - 100%, sedangkan untuk kemungkinan terburuk adalah 88%

Berdasarkan operasi komposisi kumulatif-minimum untuk kemungkinan terbaik adalah 96% - 100%, sedangkan untuk kemungkinan terburuk adalah 95%

3. Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan pada proyek pembangunan ruko ini diketahui bahwa pada proyek ruko yang dikerjakan oleh CV. Abadi Karya Indah terjadi penambahan biaya (*cost overrun*), sedangkan pada proyek ruko yang dikerjakan oleh CV. Duta Konstruksi dan CV. Handayani terjadi penurunan biaya (*cost underrun*). Hal ini dapat dilihat dalam tabel berikut :

No	Nama Kontraktor	Defuzzifikasi	
		Max-min %	Cum-min %
1	CV. Abadi Karya Indah	0.06	0.09
2	CV. Duta Konstruksi	-0.97	-0.58
3	CV. Handayani	-0.43	-0.15

## 5.2 Saran

Dari pembahasan dan analisa yang telah dilakukan dapat diberikan beberapa saran sehubungan dengan proses dan hasil yang telah dilakukan sebagai berikut :

1. Model untuk memprediksi perubahan biaya pada proyek pembangunan ruko ini sebenarnya masih bisa disempurnakan lagi yaitu dengan bantuan pemrograman komputer yang akan lebih mempermudah dan mempercepat perhitungan. Sehingga jika terjadi kesalahan dalam pemasukan data tidak akan dilakukan perhitungan ulang lagi yang jika dilakukan secara manual akan memerlukan waktu lama.
2. Penelitian semacam ini bisa dilakukan dalam jangkauan yang lebih luas, tidak hanya untuk proyek pembangunan ruko tapi juga bisa dikembangkan untuk proyek-proyek konstruksi lain seperti pembangunan jembatan, gedung-gedung berlantai banyak dan sebagainya yang memerlukan sebuah model untuk memprediksi perubahan biaya yang terjadi selama berlangsungnya proyek.
3. Model ini sebaiknya digunakan oleh pihak-pihak yang benar-benar mengerti tentang proyek yang bersangkutan baik dari segi karakteristik maupun resiko-resiko yang terjadi selama berlangsungnya proyek agar data-data pembobotan yang diperoleh benar-benar akurat sehingga diperoleh hasil prediksi yang mendekati kenyataan sebenarnya di lapangan.
4. Terkait dengan lokasi proyek sangat dipengaruhi dalam hal mendapatkan sumber daya terutama bahan-bahan bangunan. Karena tidak semua bahan bangunan dapat diperoleh di dalam kota, maka perlu lebih diperjelas proporsi dari jenis bahan yang paling dominan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek. Selain itu karena spesifikasi dari masing-masing kontraktor adalah kontraktor lokal maka akan sangat beresiko jika lokasi dari proyek sangat jauh dari kota.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Zainul, 2003, *Model Strategi Penawaran Yang Kompetitif Dengan Menggunakan Teori Fuzzy Set*, Skripsi, Tidak Diterbitkan, Universitas Brawijaya, Malang.
- Fayek, A. R., 1998, *Competitive Bidding Startegy Model and Software System for Bid Preparation*, part of Journal of Constructions Engineering and Management, Vol. 124, No. 1, January/february, ASCE.
- Knight, K., and Fayek, A. R., 2002, *Use of Fuzzy Logic for Predicting Design Cost Overruns on Building Projects*, part of Journal of Constructions Engineering and Management, Vol. 128, No. 6, December, ASCE.
- Suharto, Imam, 1997, *Manajemen Proyek Dari Konsep Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.



Karakteristik Proyek( $P_i$ ) dan Pembobotan tingkat Karakteristik Proyek ( $wP_i$ ) pada CV. Abadi Karya Indah didapat dari hasil wawancara dan disajikan dalam tabel berikut.

### Lampiran 1

#### Karakteristik Proyek ( $P_i$ ) Dan Pembobotan Tingkat Karakteristik Proyek ( $wP_i$ )

##### CV. Abadi Karya Indah

	Karakteristik Proyek ( $P_i$ )	Pembobotan ( $wP_i$ ) Kemungkinan terbaik	Pembobotan ( $wP_i$ ) Kemungkinan terburuk
$P_1$	Kompleksitas proyek ( <i>sangat kompleks s/d sederhana</i> )	0.8	0.2
$P_2$	Lokasi proyek ( <i>sangat jauh s/d sangat dekat</i> )	0.8	0.2
$P_3$	Pengalaman manager proyek untuk proyek yang sama ( <i>tidak ada pengalaman s/d sangat berpengalaman</i> )	0.6	0.5
$P_4$	Waktu yang dibutuhkan klien/kontraktor dalam mengambil keputusan ( <i>sangat lama s/d sangat cepat</i> )	0.6	0.4
$P_5$	Dimensi/volume kegiatan proyek ( <i>sangat besar s/d kecil</i> )	0.8	0.2
$P_6$	Waktu pelaksanaan proyek ( <i>sangat lama s/d cepat</i> )	0.7	0.3
$P_7$	Biaya pelaksanaan proyek ( <i>sangat besar s/d kecil</i> )	0.8	0.2
	$\sum wP_i$	5	2

Ket : Pembobotan ini mempunyai skala 0.0 (terburuk) sampai 1.0 (terbaik) dengan interval 0.1

Peristiwa Beresiko ( $R_k$ ) dan Pembobotan tingkat Peristiwa Beresiko ( $wR_k$ ) pada CV. Abadi Karya Indah didapat dari hasil wawancara dan disajikan dalam tabel berikut.

### Lampiran 2

#### Peristiwa Beresiko ( $R_k$ ) Dan Pembobotan Tingkat Peristiwa Beresiko ( $wR_k$ ) CV. Abadi Karya Indah

	Peristiwa Beresiko ( $R_k$ )	Pembobotan ( $wR_k$ ) Kemungkinan terbaik	Pembobotan ( $wR_k$ ) Kemungkinan terburuk
$R_A$	Akurasi survey dan pengukuran proyek ( <i>tidak akurat s/d sangat akurat</i> )	0.3	0.7
$R_B$	Kesalahan dalam pengerjaan desain proyek ( <i>banyak s/d tidak ada</i> )	0.8	0.2
$R_C$	Perubahan desain/lingkup proyek oleh owner/konsultan ( <i>banyak s/d tidak ada</i> )	0.8	0.2
$R_D$	Komunikasi antara tim proyek ( <i>tidak ada s/d sangat lancar</i> )	0.4	0.6
$R_E$	Kekurangan sumber daya ( <i>sangat kurang s/d sangat cukup</i> )	0.7	0.3
$R_F$	Kontraktor utama dan sub kontraktor ( <i>banyak kontraktor terlibat s/d 1 kontraktor</i> )	0.6	0.4
$R_G$	Constructability ( <i>tidak mungkin s/d sangat mungkin</i> )	0.7	0.3
	$\sum wR_k$	4.3	2.7

Ket : Pembobotan ini mempunyai skala 0.0 (terburuk) sampai 1.0 (terbaik) dengan interval 0.1

Pembobotan tingkat kekuatan standar ( $SS_{ik}$ ) untuk kemungkinan terbaik dan interval biaya yang sesuai didapat dari hasil wawancara yang ditentukan berdasarkan masing-masing karakteristik proyek ( $P_i$ ) dan peristiwa beresiko ( $R_k$ ) yang mempengaruhi interval biaya. Selengkapnya disajikan dalam tabel berikut:

### Lampiran 3

#### Kekuatan Standar ( $SS_{ik}$ ) Untuk Kemungkinan Terbaik Dan Interval Biaya Yang Sesuai CV. Abadi Karya Indah

Karakteristik proyek ( $P_i$ )	Peristiwa beresiko ( $R_k$ )	Kekuatan standar ( $SS_{ik}$ )		Interval biaya yang sesuai	
		(3)	(4)	(5)	(6)
P <sub>1</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>1A</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>1</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>1B</sub>	0.7	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>1</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>1C</sub>	0.4	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>1</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>1D</sub>	0.5	C <sub>2</sub>	-20% s/d -10%
P <sub>1</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>1E</sub>	0.7	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>1</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>1F</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>1</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>1G</sub>	0.6	C <sub>2</sub>	-20% s/d -10%
P <sub>2</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>2A</sub>	0.4	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>2</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>2B</sub>	0.3	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>2</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>2C</sub>	0.1	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>2</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>2D</sub>	0.7	C <sub>2</sub>	-20% s/d -10%
P <sub>2</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>2E</sub>	0.5	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>2</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>2F</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>2</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>2G</sub>	1.0	C <sub>2</sub>	-20% s/d -10%
P <sub>3</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>3A</sub>	0.3	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>3</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>3B</sub>	0.2	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>3</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>3C</sub>	0.5	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>3</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>3D</sub>	0.4	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>3</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>3E</sub>	0.7	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>3</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>3F</sub>	0.6	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>3</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>3G</sub>	0.4	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>4</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>4A</sub>	0.5	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>4</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>4B</sub>	0.2	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>4</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>4C</sub>	0.3	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>4</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>4D</sub>	0.1	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>4</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>4E</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>4</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>4F</sub>	0.8	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>4</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>4G</sub>	0.4	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>5</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>5A</sub>	0.2	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>5</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>5B</sub>	0.7	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>5C</sub>	0.4	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>5</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>5D</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>5E</sub>	0.2	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>5</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>5F</sub>	0.1	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>5</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>5G</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>6</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>6A</sub>	0.4	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>6</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>6B</sub>	0.7	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>6</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>6C</sub>	1.0	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>6</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>6D</sub>	0.5	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>6</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>6E</sub>	0.8	C <sub>2</sub>	-20% s/d -10%
P <sub>6</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>6F</sub>	0.3	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%

Lanjutan lampiran 3

Karakteristik proyek ( $P_i$ )	Peristiwa beresiko ( $R_k$ )	Kekuatan standar ( $SS_{ik}$ )		Interval biaya yang sesuai	
		(3)	(4)	(5)	(6)
$P_6$	$R_G$	$SS_{6G}$	0.2	$C_5$	0%
$P_7$	$R_A$	$SS_{7A}$	0.7	$C_3$	-10% s/d -5%
$P_7$	$R_B$	$SS_{7B}$	1.0	$C_2$	-20% s/d -10%
$P_7$	$R_C$	$SS_{7C}$	0.5	$C_5$	0%
$P_7$	$R_D$	$SS_{7D}$	0.6	$C_5$	0%
$P_7$	$R_E$	$SS_{7E}$	0.2	$C_4$	-5% s/d 0%
$P_7$	$R_F$	$SS_{7F}$	0.3	$C_5$	0%
$P_7$	$R_G$	$SS_{7G}$	0.1	$C_4$	-5% s/d 0%

Keterangan kolom : (1) Karakteristik proyek ( $P_i$ ) dari hasil wawancara

(2) Peristiwa beresiko ( $R_k$ ) dari hasil wawancara

(3) Hubungan antara Karakteristik proyek ( $P_i$ ) dengan Peristiwa beresiko ( $R_k$ )

(4) Besarnya pengaruh peristiwa beresiko terhadap karakteristik proyek dengan skala 0.0 (tidak berpengaruh) sampai 1.0 (sangat berpengaruh) dengan interval 0.1

(5) Variabel persentase interval biaya dari hasil wawancara

(6) Persentase interval biaya dari hasil wawancara



Pembobotan tingkat kekuatan standar ( $SS_{ik}$ ) untuk kemungkinan terburuk dan interval biaya yang sesuai didapat dari hasil wawancara yang ditentukan berdasarkan masing-masing karakteristik proyek ( $P_i$ ) dan peristiwa beresiko ( $R_k$ ) yang mempengaruhi interval biaya. Selengkapnya disajikan dalam tabel berikut:

#### Lampiran 4

#### Kekuatan Standar ( $SS_{ik}$ ) Untuk Kemungkinan Terburuk Dan Interval Biaya Yang Sesuai CV. Abadi Karya Indah

Karakteristik proyek ( $P_i$ )	Peristiwa beresiko ( $R_k$ )	Kekuatan standar ( $SS_{ik}$ )		Interval biaya yang sesuai	
		(3)	(4)	(5)	(6)
P <sub>1</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>1A</sub>	0.9	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>1</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>1B</sub>	0.7	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>1</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>1C</sub>	0.8	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>1</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>1D</sub>	0.9	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>1</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>1E</sub>	0.6	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>1</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>1F</sub>	0.8	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>1</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>1G</sub>	1	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>2</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>2A</sub>	0.5	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>2</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>2B</sub>	0.8	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>2</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>2C</sub>	0.5	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>2</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>2D</sub>	0.7	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>2</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>2E</sub>	0.6	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>2</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>2F</sub>	0.8	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>2</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>2G</sub>	0.9	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>3</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>3A</sub>	0.9	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>3</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>3B</sub>	1	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>3</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>3C</sub>	0.8	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>3</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>3D</sub>	0.9	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>3</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>3E</sub>	0.8	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>3</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>3F</sub>	0.8	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>3</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>3G</sub>	0.7	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>4</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>4A</sub>	1	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>4</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>4B</sub>	0.9	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>4</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>4C</sub>	1	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>4</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>4D</sub>	0.7	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>4</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>4E</sub>	0.8	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>4</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>4F</sub>	0.4	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>4</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>4G</sub>	0.7	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>5A</sub>	0.8	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>5</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>5B</sub>	0.8	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>5</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>5C</sub>	0.7	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>5</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>5D</sub>	0.6	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>5</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>5E</sub>	0.6	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>5</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>5F</sub>	1	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>5</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>5G</sub>	1	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>6</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>6A</sub>	0.8	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>6</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>6B</sub>	0.6	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>6</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>6C</sub>	0.9	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>6</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>6D</sub>	0.6	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>6</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>6E</sub>	0.7	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>6</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>6F</sub>	0.8	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%

Lanjutan lampiran 4

Karakteristik proyek ( $P_i$ )	Peristiwa beresiko ( $R_k$ )	Kekuatan standar ( $SS_{ik}$ )		Interval biaya yang sesuai	
		(3)	(4)	(5)	(6)
$P_6$	$R_G$	$SS_{6G}$	0.5	$C_6$	0%
$P_7$	$R_A$	$SS_{7A}$	0.9	$C_6$	0%
$P_7$	$R_B$	$SS_{7B}$	0.8	$C_6$	0%
$P_7$	$R_C$	$SS_{7C}$	1	$C_9$	10% s/d 20%
$P_7$	$R_D$	$SS_{7D}$	0.7	$C_9$	10% s/d 20%
$P_7$	$R_E$	$SS_{7E}$	0.8	$C_{10}$	20% s/d 50%
$P_7$	$R_F$	$SS_{7F}$	0.7	$C_7$	0% s/d 5%
$P_7$	$R_G$	$SS_{7G}$	1	$C_{10}$	20% s/d 50%

Keterangan kolom : (1) Karakteristik proyek ( $P_i$ ) dari hasil wawancara

(2) Peristiwa beresiko ( $R_k$ ) dari hasil wawancara

(3) Hubungan antara Karakteristik proyek ( $P_i$ ) dengan Peristiwa beresiko ( $R_k$ )

(4) Besarnya pengaruh peristiwa beresiko terhadap karakteristik proyek dengan skala 0.0 (tidak berpengaruh) sampai 1.0 (sangat berpengaruh) dengan interval 0.1

(5) Variabel persentase interval biaya dari hasil wawancara

(6) Persentase interval biaya dari hasil wawancara



Karakteristik Proyek( $P_i$ ) dan Pembobotan tingkat Karakteristik Proyek ( $wP_i$ ) pada CV. Duta Konstruksi didapat dari hasil wawancara dan disajikan dalam tabel berikut.

#### Lampiran 5

#### Karakteristik Proyek ( $P_i$ ) Dan Pembobotan Tingkat Karakteristik Proyek ( $wP_i$ )

#### CV. Duta Konstruksi

	Karakteristik Proyek ( $P_i$ )	Pembobotan ( $wP_i$ ) Kemungkinan terbaik	Pembobotan ( $wP_i$ ) Kemungkinan terburuk
$P_1$	Kompleksitas proyek ( <i>sangat kompleks s/d sederhana</i> )	0.7	0.3
$P_2$	Lokasi proyek ( <i>sangat jauh s/d sangat dekat</i> )	0.8	0.2
$P_3$	Pengalaman manager proyek untuk proyek yang sama ( <i>tidak ada pengalaman s/d sangat berpengalaman</i> )	0.9	0.1
$P_4$	Waktu yang dibutuhkan klien/kontraktor dalam mengambil keputusan ( <i>sangat lama s/d sangat cepat</i> )	0.8	0.2
$P_5$	Dimensi/volume kegiatan proyek ( <i>sangat besar s/d kecil</i> )	0.9	0.1
$P_6$	Waktu pelaksanaan proyek ( <i>sangat lama s/d cepat</i> )	0.9	0.1
$P_7$	Biaya pelaksanaan proyek ( <i>sangat besar s/d kecil</i> )	0.7	0.3
	$\sum wP_i$	5.7	1.3

Ket : Pembobotan ini mempunyai skala 0.0 (terburuk) sampai 1.0 (terbaik) dengan interval 0.1

Peristiwa Beresiko ( $R_k$ ) dan Pembobotan tingkat Peristiwa Beresiko ( $wR_k$ ) pada CV. Duta Konstruksi didapat dari hasil wawancara dan disajikan dalam tabel berikut.

Lampiran 6

Peristiwa Beresiko ( $R_k$ ) Dan Pembobotan Tingkat Peristiwa Beresiko ( $wR_k$ )

CV. Duta Konstruksi

	Karakteristik Proyek ( $P_i$ )	Pembobotan ( $wR_k$ ) Kemungkinan terbaik	Pembobotan ( $wR_k$ ) Kemungkinan terburuk
$R_A$	Akurasi survey dan pengukuran proyek ( <i>tidak akurat s/d sangat akurat</i> )	0.4	0.6
$R_B$	Kesalahan dalam pengerjaan desain proyek ( <i>banyak s/d tidak ada</i> )	0.5	0.5
$R_C$	Perubahan desain/lingkup proyek oleh owner/konsultan ( <i>banyak s/d tidak ada</i> )	0.8	0.2
$R_D$	Komunikasi antara tim proyek ( <i>tidak ada s/d sangat lancar</i> )	0.7	0.3
$R_E$	Kekurangan sumber daya ( <i>sangat kurang s/d sangat cukup</i> )	0.4	0.6
$R_F$	Kontraktor utama dan sub kontraktor ( <i>banyak kontraktor terlibat s/d 1 kontraktor</i> )	0.8	0.2
$R_G$	Constructability ( <i>tidak mungkin s/d sangat mungkin</i> )	0.6	0.4
	$\sum wR_k$	4.2	2.8

Ket : Pembobotan ini mempunyai skala 0.0 (terburuk) sampai 1.0 (terbaik) dengan interval 0.1

Pembobotan tingkat kekuatan standar ( $SS_{ik}$ ) untuk kemungkinan terbaik dan interval biaya yang sesuai didapat dari hasil wawancara yang ditentukan berdasarkan masing-masing karakteristik proyek ( $P_i$ ) dan peristiwa beresiko ( $R_k$ ) yang mempengaruhi interval biaya. Selengkapnya disajikan dalam tabel berikut:

### Lampiran 7

#### Kekuatan Standar ( $SS_{ik}$ ) Untuk Kemungkinan Terbaik Dan Interval Biaya Yang Sesuai CV. Duta Konstruksi

Karakteristik proyek ( $P_i$ )	Peristiwa beresiko ( $R_k$ )	Kekuatan standar ( $SS_{ik}$ )		Interval biaya yang sesuai	
		(3)	(4)	(5)	(6)
P <sub>1</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>1A</sub>	0.7	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>1</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>1B</sub>	0.6	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>1</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>1C</sub>	0.4	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>1</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>1D</sub>	0.5	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>1</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>1E</sub>	0.4	C <sub>2</sub>	-20% s/d -10%
P <sub>1</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>1F</sub>	0.6	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>1</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>1G</sub>	0.3	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>2</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>2A</sub>	0.5	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>2</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>2B</sub>	0.2	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>2</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>2C</sub>	0.2	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>2</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>2D</sub>	0.5	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>2</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>2E</sub>	0.5	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>2</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>2F</sub>	0.4	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>2</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>2G</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>3</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>3A</sub>	0.1	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>3</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>3B</sub>	0.1	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>3</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>3C</sub>	0.5	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>3</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>3D</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>3</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>3E</sub>	0.4	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>3</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>3F</sub>	0.7	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>3</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>3G</sub>	0.8	C <sub>1</sub>	-50% s/d -20%
P <sub>4</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>4A</sub>	0.5	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>4</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>4B</sub>	1	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>4</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>4C</sub>	0.5	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>4</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>4D</sub>	0.5	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>4</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>4E</sub>	0.6	C <sub>1</sub>	-50% s/d -20%
P <sub>4</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>4F</sub>	0.4	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>4</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>4G</sub>	0.2	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>5</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>5A</sub>	0.8	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>5</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>5B</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>5C</sub>	0.5	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>5D</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>5E</sub>	0.4	C <sub>1</sub>	-50% s/d -20%
P <sub>5</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>5F</sub>	0.6	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>5</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>5G</sub>	0.4	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>6</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>6A</sub>	0.8	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>6</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>6B</sub>	0.6	C <sub>1</sub>	-50% s/d -20%
P <sub>6</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>6C</sub>	0.9	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>6</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>6D</sub>	0.4	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>6</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>6E</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>6</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>6F</sub>	0.2	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%

Lanjutan lampiran 7

Karakteristik proyek ( $P_i$ )	Peristiwa beresiko ( $R_k$ )	Kekuatan standar ( $SS_{ik}$ )		Interval biaya yang sesuai	
		(3)	(4)	(5)	(6)
$P_6$	$R_G$	$SS_{6G}$	0.5	$C_2$	-20% s/d -10%
$P_7$	$R_A$	$SS_{7A}$	0.6	$C_5$	0%
$P_7$	$R_B$	$SS_{7B}$	0.8	$C_3$	-10% s/d -5%
$P_7$	$R_C$	$SS_{7C}$	0.4	$C_5$	0%
$P_7$	$R_D$	$SS_{7D}$	0.2	$C_4$	-5% s/d 0%
$P_7$	$R_E$	$SS_{7E}$	0.3	$C_5$	0%
$P_7$	$R_F$	$SS_{7F}$	0.1	$C_2$	-20% s/d -10%
$P_7$	$R_G$	$SS_{7G}$	0.3	$C_5$	0%

Keterangan kolom : (1) Karakteristik proyek ( $P_i$ ) dari hasil wawancara

(2) Peristiwa beresiko ( $R_k$ ) dari hasil wawancara

(3) Hubungan antara Karakteristik proyek ( $P_i$ ) dengan Peristiwa beresiko ( $R_k$ )

(4) Besarnya pengaruh peristiwa beresiko terhadap karakteristik proyek dengan skala 0.0 (tidak berpengaruh) sampai 1.0 (sangat berpengaruh) dengan interval 0.1

(5) Variabel persentase interval biaya dari hasil wawancara

(6) Persentase interval biaya dari hasil wawancara



Pembobotan tingkat kekuatan standar ( $SS_{ik}$ ) untuk kemungkinan terburuk dan interval biaya yang sesuai didapat dari hasil wawancara yang ditentukan berdasarkan masing-masing karakteristik proyek ( $P_i$ ) dan peristiwa beresiko ( $R_k$ ) yang mempengaruhi interval biaya. Selengkapnya disajikan dalam tabel berikut:

### Lampiran 8

#### Kekuatan Standar ( $SS_{ik}$ ) Untuk Kemungkinan Terburuk Dan Interval Biaya Yang Sesuai CV. Duta Konstruksi

Karakteristik proyek ( $P_i$ )	Peristiwa beresiko ( $R_k$ )	Kekuatan standar ( $SS_{ik}$ )		Interval biaya yang sesuai	
		(3)	(4)	(5)	(6)
P <sub>1</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>1A</sub>	0.9	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>1</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>1B</sub>	0.8	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>1</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>1C</sub>	0.8	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>1</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>1D</sub>	0.6	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>1</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>1E</sub>	0.5	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>1</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>1F</sub>	0.6	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>1</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>1G</sub>	0.5	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>2</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>2A</sub>	1	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>2</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>2B</sub>	0.8	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>2</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>2C</sub>	0.7	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>2</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>2D</sub>	0.9	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>2</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>2E</sub>	1	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>2</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>2F</sub>	0.4	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>2</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>2G</sub>	0.5	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>3</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>3A</sub>	0.8	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>3</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>3B</sub>	0.9	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>3</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>3C</sub>	0.6	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>3</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>3D</sub>	0.4	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>3</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>3E</sub>	0.8	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>3</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>3F</sub>	0.6	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>3</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>3G</sub>	0.7	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>4</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>4A</sub>	0.8	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>4</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>4B</sub>	0.7	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>4</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>4C</sub>	0.6	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>4</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>4D</sub>	0.7	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>4</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>4E</sub>	0.5	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>4</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>4F</sub>	0.4	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>4</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>4G</sub>	0.9	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>5</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>5A</sub>	0.9	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>5B</sub>	1	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>5</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>5C</sub>	0.5	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>5</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>5D</sub>	0.4	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>5</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>5E</sub>	0.6	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>5</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>5F</sub>	0.7	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>5G</sub>	0.4	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>6</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>6A</sub>	0.8	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>6</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>6B</sub>	0.7	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>6</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>6C</sub>	0.6	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>6</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>6D</sub>	0.4	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>6</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>6E</sub>	0.9	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>6</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>6F</sub>	1	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%

Lanjutan lampiran 8

Karakteristik proyek ( $P_i$ )	Peristiwa beresiko ( $R_k$ )	Kekuatan standar ( $SS_{ik}$ )		Interval biaya yang sesuai	
		(3)	(4)	(5)	(6)
$P_6$	$R_G$	$SS_{6G}$	0.6	$C_8$	5% s/d 10%
$P_7$	$R_A$	$SS_{7A}$	0.5	$C_9$	10% s/d 20%
$P_7$	$R_B$	$SS_{7B}$	0.4	$C_{10}$	20% s/d 50%
$P_7$	$R_C$	$SS_{7C}$	0.9	$C_{10}$	20% s/d 50%
$P_7$	$R_D$	$SS_{7D}$	0.5	$C_6$	10% s/d 20%
$P_7$	$R_E$	$SS_{7E}$	0.8	$C_{10}$	20% s/d 50%
$P_7$	$R_F$	$SS_{7F}$	0.6	$C_8$	5% s/d 10%
$P_7$	$R_G$	$SS_{7G}$	0.6	$C_9$	10% s/d 20%

Keterangan kolom : (1) Karakteristik proyek ( $P_i$ ) dari hasil wawancara

(2) Peristiwa beresiko ( $R_k$ ) dari hasil wawancara

(3) Hubungan antara Karakteristik proyek ( $P_i$ ) dengan Peristiwa beresiko ( $R_k$ )

(4) Besarnya pengaruh peristiwa beresiko terhadap karakteristik proyek dengan skala 0.0 (tidak berpengaruh) sampai 1.0 (sangat berpengaruh) dengan interval 0.1

(5) Variabel persentase interval biaya dari hasil wawancara

(6) Persentase interval biaya dari hasil wawancara



Karakteristik Proyek( $P_i$ ) dan Pembobotan tingkat Karakteristik Proyek ( $wP_i$ ) pada CV. Handayani didapat dari hasil wawancara dan disajikan dalam tabel berikut.

### Lampiran 9

#### Karakteristik Proyek ( $P_i$ ) Dan Pembobotan Tingkat Karakteristik Proyek ( $wP_i$ ) CV. Handayani

	Karakteristik Proyek ( $P_i$ )	Pembobotan ( $wP_i$ ) Kemungkinan terbaik	Pembobotan ( $wP_i$ ) Kemungkinan terburuk
$P_1$	Kompleksitas proyek ( <i>sangat kompleks s/d sederhana</i> )	0.8	0.2
$P_2$	Lokasi proyek ( <i>sangat jauh s/d sangat dekat</i> )	0.9	0.1
$P_3$	Pengalaman manager proyek untuk proyek yang sama ( <i>tidak ada pengalaman s/d sangat berpengalaman</i> )	0.8	0.2
$P_4$	Waktu yang dibutuhkan klien/kontraktor dalam mengambil keputusan ( <i>sangat lama s/d sangat cepat</i> )	0.5	0.5
$P_5$	Dimensi/volume kegiatan proyek ( <i>sangat besar s/d kecil</i> )	0.6	0.4
$P_6$	Waktu pelaksanaan proyek ( <i>sangat lama s/d cepat</i> )	0.6	0.4
$P_7$	Biaya pelaksanaan proyek ( <i>sangat besar s/d kecil</i> )	0.8	0.2
	$\sum wP_i$	5	2

Ket : Pembobotan ini mempunyai skala 0.0 (terburuk) sampai 1.0 (terbaik) dengan interval 0.1

Peristiwa Beresiko ( $R_k$ ) dan Pembobotan tingkat Peristiwa Beresiko ( $wR_k$ ) pada CV. Handayani didapat dari hasil wawancara dan disajikan dalam tabel berikut.

Lampiran 10

Peristiwa Beresiko ( $R_k$ ) Dan Pembobotan Tingkat Peristiwa Beresiko ( $wR_k$ )

CV. Handayani

	Karakteristik Proyek ( $P_i$ )	Pembobotan ( $wR_k$ ) Kemungkinan terbaik	Pembobotan ( $wR_k$ ) Kemungkinan terburuk
$R_A$	Akurasi survey dan pengukuran proyek ( <i>tidak akurat s/d sangat akurat</i> )	0.4	0.6
$R_B$	Kesalahan dalam pengerjaan desain proyek ( <i>banyak s/d tidak ada</i> )	0.7	0.3
$R_C$	Perubahan desain/lingkup proyek oleh owner/konsultan ( <i>banyak s/d tidak ada</i> )	0.6	0.4
$R_D$	Komunikasi antara tim proyek ( <i>tidak ada s/d sangat lancar</i> )	0.6	0.4
$R_E$	Kekurangan sumber daya ( <i>sangat kurang s/d sangat cukup</i> )	0.5	0.5
$R_F$	Kontraktor utama dan sub kontraktor ( <i>banyak kontraktor terlibat s/d 1 kontraktor</i> )	0.7	0.3
$R_G$	Constructability ( <i>tidak mungkin s/d sangat mungkin</i> )	0.6	0.4
	$\sum wR_k$	4.1	2.9

Ket : Pembobotan ini mempunyai skala 0.0 (terburuk) sampai 1.0 (terbaik) dengan interval 0.1

Pembobotan tingkat kekuatan standar ( $SS_{ik}$ ) untuk kemungkinan terbaik dan interval biaya yang sesuai didapat dari hasil wawancara yang ditentukan berdasarkan masing-masing karakteristik proyek ( $P_i$ ) dan peristiwa beresiko ( $R_k$ ) yang mempengaruhi interval biaya. Selengkapnya disajikan dalam tabel berikut:

Lampiran 11  
Kekuatan Standar ( $SS_{ik}$ ) Untuk Kemungkinan Terbaik Dan Interval Biaya Yang Sesuai  
CV. Handayani

Karakteristik proyek ( $P_i$ )	Peristiwa beresiko ( $R_k$ )	Kekuatan standar ( $SS_{ik}$ )		Interval biaya yang sesuai	
		(3)	(4)	(5)	(6)
P <sub>1</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>1A</sub>	0.8	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>1</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>1B</sub>	0.6	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>1</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>1C</sub>	0.4	C <sub>2</sub>	-20% s/d -10%
P <sub>1</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>1D</sub>	0.5	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>1</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>1E</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>1</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>1F</sub>	0.7	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>1</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>1G</sub>	0.3	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>2</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>2A</sub>	0.1	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>2</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>2B</sub>	0.2	C <sub>1</sub>	-50% s/d -20%
P <sub>2</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>2C</sub>	0.4	C <sub>2</sub>	-20% s/d -10%
P <sub>2</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>2D</sub>	0.6	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>2</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>2E</sub>	0.5	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>2</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>2F</sub>	0.2	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>2</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>2G</sub>	0.3	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>3</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>3A</sub>	0.7	C <sub>1</sub>	-50% s/d -20%
P <sub>3</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>3B</sub>	0.5	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>3</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>3C</sub>	0.4	C <sub>1</sub>	-50% s/d -20%
P <sub>3</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>3D</sub>	0.8	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>3</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>3E</sub>	0.6	C <sub>2</sub>	-20% s/d -10%
P <sub>3</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>3F</sub>	1	C <sub>1</sub>	-50% s/d -20%
P <sub>3</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>3G</sub>	0.7	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>4</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>4A</sub>	0.6	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>4</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>4B</sub>	0.1	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>4</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>4C</sub>	0.2	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>4</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>4D</sub>	0.4	C <sub>2</sub>	-20% s/d -10%
P <sub>4</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>4E</sub>	0.3	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>4</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>4F</sub>	0.2	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>4</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>4G</sub>	0.5	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>5A</sub>	0.5	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>5B</sub>	0.5	C <sub>1</sub>	-50% s/d -20%
P <sub>5</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>5C</sub>	0.4	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>5</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>5D</sub>	0.6	C <sub>1</sub>	-50% s/d -20%
P <sub>5</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>5E</sub>	0.1	C <sub>2</sub>	-20% s/d -10%
P <sub>5</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>5F</sub>	0.6	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>5G</sub>	0.4	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%
P <sub>6</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>6A</sub>	0.5	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>6</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>6B</sub>	0.2	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>6</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>6C</sub>	0.8	C <sub>2</sub>	-20% s/d -10%
P <sub>6</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>6D</sub>	0.7	C <sub>5</sub>	0%
P <sub>6</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>6E</sub>	0.6	C <sub>3</sub>	-10% s/d -5%
P <sub>6</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>6F</sub>	0.2	C <sub>4</sub>	-5% s/d 0%

Lanjutan lampiran 11

Karakteristik proyek ( $P_i$ )	Peristiwa beresiko ( $R_k$ )	Kekuatan standar ( $SS_{ik}$ )		Interval biaya yang sesuai	
		(3)	(4)	(5)	(6)
$P_6$	$R_G$	$SS_{6G}$	0.4	$C_5$	0%
$P_7$	$R_A$	$SS_{7A}$	0.3	$C_2$	-20% s/d -10%
$P_7$	$R_B$	$SS_{7B}$	0.1	$C_3$	-10% s/d -5%
$P_7$	$R_C$	$SS_{7C}$	0.1	$C_5$	0%
$P_7$	$R_D$	$SS_{7D}$	0.2	$C_5$	0%
$P_7$	$R_E$	$SS_{7E}$	0.5	$C_4$	-5% s/d 0%
$P_7$	$R_F$	$SS_{7F}$	0.4	$C_5$	0%
$P_7$	$R_G$	$SS_{7G}$	0.5	$C_4$	-5% s/d 0%

Keterangan kolom : (1) Karakteristik proyek ( $P_i$ ) dari hasil wawancara

(2) Peristiwa beresiko ( $R_k$ ) dari hasil wawancara

(3) Hubungan antara Karakteristik proyek ( $P_i$ ) dengan Peristiwa beresiko ( $R_k$ )

(4) Besarnya pengaruh peristiwa beresiko terhadap karakteristik proyek dengan skala 0.0 (tidak berpengaruh) sampai 1.0 (sangat berpengaruh) dengan interval 0.1

(5) Variabel persentase interval biaya dari hasil wawancara

(6) Persentase interval biaya dari hasil wawancara



Pembobotan tingkat kekuatan standar ( $SS_{ik}$ ) untuk kemungkinan terburuk dan interval biaya yang sesuai didapat dari hasil wawancara yang ditentukan berdasarkan masing-masing karakteristik proyek ( $P_i$ ) dan peristiwa beresiko ( $R_k$ ) yang mempengaruhi interval biaya. Selengkapnya disajikan dalam tabel berikut:

### Lampiran 12

#### Kekuatan Standar ( $SS_{ik}$ ) Untuk Kemungkinan Terburuk Dan Interval Biaya Yang Sesuai

##### CV. Handayani

Karakteristik proyek ( $P_i$ )	Peristiwa beresiko ( $R_k$ )	Kekuatan standar ( $SS_{ik}$ )		Interval biaya yang sesuai	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
P <sub>1</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>1A</sub>	0.7	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>1</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>1B</sub>	0.6	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>1</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>1C</sub>	0.8	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>1</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>1D</sub>	0.4	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>1</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>1E</sub>	0.5	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>1</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>1F</sub>	0.9	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>1</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>1G</sub>	0.8	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>2</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>2A</sub>	0.6	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>2</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>2B</sub>	0.5	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>2</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>2C</sub>	0.7	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>2</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>2D</sub>	0.6	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>2</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>2E</sub>	0.8	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>2</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>2F</sub>	0.5	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>2</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>2G</sub>	0.2	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>3</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>3A</sub>	0.4	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>3</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>3B</sub>	0.6	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>3</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>3C</sub>	0.8	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>3</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>3D</sub>	0.4	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>3</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>3E</sub>	0.7	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>3</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>3F</sub>	0.6	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>3</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>3G</sub>	0.9	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>4</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>4A</sub>	0.8	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>4</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>4B</sub>	0.9	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>4</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>4C</sub>	1	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>4</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>4D</sub>	1	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>4</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>4E</sub>	0.5	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>4</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>4F</sub>	0.8	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>4</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>4G</sub>	1	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>5A</sub>	0.8	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>5</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>5B</sub>	0.6	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>5</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>5C</sub>	0.4	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>5</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>5D</sub>	0.7	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>5E</sub>	0.9	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>5</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>5F</sub>	0.8	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>5</sub>	R <sub>G</sub>	SS <sub>5G</sub>	0.2	C <sub>7</sub>	0% s/d 5%
P <sub>6</sub>	R <sub>A</sub>	SS <sub>6A</sub>	0.4	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>6</sub>	R <sub>B</sub>	SS <sub>6B</sub>	0.6	C <sub>9</sub>	10% s/d 20%
P <sub>6</sub>	R <sub>C</sub>	SS <sub>6C</sub>	0.8	C <sub>8</sub>	5% s/d 10%
P <sub>6</sub>	R <sub>D</sub>	SS <sub>6D</sub>	0.7	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%
P <sub>6</sub>	R <sub>E</sub>	SS <sub>6E</sub>	0.9	C <sub>6</sub>	0%
P <sub>6</sub>	R <sub>F</sub>	SS <sub>6F</sub>	0.5	C <sub>10</sub>	20% s/d 50%

Lanjutan lampiran 12

Karakteristik proyek ( $P_i$ )	Peristiwa beresiko ( $R_k$ )	Kekuatan standar ( $SS_{ik}$ )		Interval biaya yang sesuai	
		(3)	(4)	(5)	(6)
$P_6$	$R_G$	$SS_{6G}$	0.4	$C_{10}$	20% s/d 50%
$P_7$	$R_A$	$SS_{7A}$	0.8	$C_9$	10% s/d 20%
$P_7$	$R_B$	$SS_{7B}$	0.6	$C_8$	5% s/d 10%
$P_7$	$R_C$	$SS_{7C}$	0.4	$C_{10}$	20% s/d 50%
$P_7$	$R_D$	$SS_{7D}$	0.5	$C_6$	0%
$P_7$	$R_E$	$SS_{7E}$	0.2	$C_8$	5% s/d 10%
$P_7$	$R_F$	$SS_{7F}$	0.8	$C_{10}$	20% s/d 50%
$P_7$	$R_G$	$SS_{7G}$	0.9	$C_9$	10% s/d 20%

Keterangan kolom : (1) Karakteristik proyek ( $P_i$ ) dari hasil wawancara

(2) Peristiwa beresiko ( $R_k$ ) dari hasil wawancara

(3) Hubungan antara Karakteristik proyek ( $P_i$ ) dengan Peristiwa beresiko ( $R_k$ )

(4) Besarnya pengaruh peristiwa beresiko terhadap karakteristik proyek dengan skala 0.0 (tidak berpengaruh) sampai 1.0 (sangat berpengaruh) dengan interval 0.1

(5) Variabel persentase interval biaya dari hasil wawancara

(6) Persentase interval biaya dari hasil wawancara



Lampiran 13

Perhitungan Operasi Komposisi Max-Min Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Abadi Karya Indah

Q(P <sub>i</sub> ,C <sub>m</sub> ) = max-min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]																					
min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]																					
Kemungkinan terbaik																					
C <sub>1</sub>								C <sub>2</sub>							C <sub>3</sub>						
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>
P <sub>1</sub>	0.14	0.40	0.32	0.16	0.20	0.20	0.34	0.14	0.56	0.32	0.16	0.39	0.29	0.34	0.14	0.56	0.32	0.16	0.39	0.29	0.34
P <sub>2</sub>	0.10	0.24	0.08	0.22	0.20	0.20	0.56	0.10	0.24	0.08	0.22	0.28	0.29	0.56	0.10	0.24	0.08	0.22	0.28	0.29	0.56
P <sub>3</sub>	0.05	0.10	0.25	0.08	0.20	0.18	0.14	0.05	0.10	0.25	0.08	0.25	0.18	0.14	0.05	0.10	0.25	0.08	0.25	0.18	0.14
P <sub>4</sub>	0.09	0.12	0.18	0.02	0.20	0.20	0.17	0.09	0.12	0.18	0.02	0.25	0.29	0.17	0.09	0.12	0.18	0.02	0.25	0.29	0.17
P <sub>5</sub>	0.05	0.40	0.32	0.19	0.11	0.05	0.34	0.05	0.56	0.32	0.19	0.11	0.05	0.34	0.05	0.56	0.32	0.19	0.11	0.05	0.34
P <sub>6</sub>	0.08	0.40	0.40	0.14	0.20	0.13	0.10	0.08	0.49	0.60	0.14	0.39	0.13	0.10	0.08	0.49	0.70	0.14	0.39	0.13	0.10
P <sub>7</sub>	0.17	0.40	0.40	0.19	0.11	0.14	0.06	0.17	0.60	0.40	0.19	0.11	0.14	0.06	0.17	0.80	0.40	0.19	0.11	0.14	0.06
C <sub>4</sub>								C <sub>5</sub>													
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>							
P <sub>1</sub>	0.14	0.56	0.32	0.16	0.39	0.29	0.34	0.14	0.56	0.32	0.16	0.39	0.29	0.34							
P <sub>2</sub>	0.10	0.24	0.08	0.22	0.28	0.29	0.56	0.10	0.24	0.08	0.22	0.28	0.29	0.40							
P <sub>3</sub>	0.05	0.10	0.25	0.08	0.25	0.18	0.14	0.05	0.10	0.25	0.08	0.25	0.18	0.14							
P <sub>4</sub>	0.09	0.12	0.18	0.02	0.25	0.29	0.17	0.09	0.12	0.18	0.02	0.25	0.29	0.17							
P <sub>5</sub>	0.05	0.56	0.32	0.19	0.11	0.05	0.34	0.05	0.56	0.32	0.19	0.11	0.05	0.34							
P <sub>6</sub>	0.08	0.49	0.70	0.14	0.39	0.13	0.10	0.08	0.49	0.70	0.14	0.39	0.13	0.10							
P <sub>7</sub>	0.17	0.80	0.40	0.19	0.11	0.14	0.06	0.17	0.80	0.40	0.19	0.11	0.14	0.06							

Lampiran 14

Perhitungan Operasi Komposisi Max-Min Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Abadi Karya Indah

Q(P <sub>i</sub> , C <sub>m</sub> ) = max-min[S(P <sub>i</sub> , R <sub>k</sub> ), F(R <sub>k</sub> , C <sub>m</sub> )]																					
min[S(P <sub>i</sub> , R <sub>k</sub> ), F(R <sub>k</sub> , C <sub>m</sub> )]																					
Kemungkinan terburuk																					
C <sub>6</sub>								C <sub>7</sub>							C <sub>8</sub>						
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>
P <sub>1</sub>	0.13	0.03	0.03	0.11	0.04	0.06	0.06	0.13	0.03	0.03	0.11	0.04	0.06	0.06	0.13	0.03	0.03	0.11	0.04	0.06	0.06
P <sub>2</sub>	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.06	0.05	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.06	0.05	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.06	0.05
P <sub>3</sub>	0.32	0.10	0.08	0.27	0.12	0.16	0.11	0.32	0.10	0.08	0.27	0.12	0.16	0.11	0.32	0.10	0.08	0.27	0.12	0.16	0.11
P <sub>4</sub>	0.28	0.07	0.08	0.17	0.10	0.06	0.08	0.28	0.07	0.08	0.17	0.10	0.06	0.08	0.28	0.07	0.08	0.17	0.10	0.06	0.08
P <sub>5</sub>	0.11	0.03	0.03	0.07	0.04	0.08	0.06	0.11	0.03	0.03	0.07	0.04	0.08	0.06	0.11	0.03	0.03	0.07	0.04	0.08	0.06
P <sub>6</sub>	0.17	0.04	0.05	0.11	0.06	0.10	0.05	0.17	0.04	0.05	0.11	0.06	0.10	0.05	0.17	0.04	0.05	0.11	0.06	0.10	0.05
P <sub>7</sub>	0.13	0.03	0.04	0.08	0.05	0.06	0.06	0.13	0.03	0.04	0.08	0.05	0.06	0.06	0.13	0.03	0.04	0.08	0.05	0.06	0.06
C <sub>9</sub>								C <sub>10</sub>													
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>							
P <sub>1</sub>	0.13	0.03	0.03	0.11	0.04	0.06	0.06	0.13	0.03	0.03	0.11	0.04	0.06	0.06							
P <sub>2</sub>	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.06	0.05	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.06	0.05							
P <sub>3</sub>	0.32	0.10	0.08	0.27	0.12	0.16	0.11	0.32	0.10	0.08	0.27	0.12	0.16	0.11							
P <sub>4</sub>	0.28	0.07	0.08	0.17	0.10	0.06	0.08	0.28	0.07	0.08	0.17	0.10	0.06	0.08							
P <sub>5</sub>	0.11	0.03	0.03	0.07	0.04	0.08	0.06	0.11	0.03	0.03	0.07	0.04	0.08	0.06							
P <sub>6</sub>	0.17	0.04	0.05	0.11	0.06	0.10	0.05	0.17	0.04	0.05	0.11	0.06	0.10	0.05							
P <sub>7</sub>	0.13	0.03	0.04	0.08	0.05	0.06	0.06	0.13	0.03	0.04	0.08	0.05	0.06	0.06							

Lampiran 15

Penjumlahan dan Pernormalisasian Operasi Komposisi Max-Min CV. Abadi Karya Indah

	Max {min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]}									
	Kemungkinan baik					Kemungkinan buruk				
P <sub>i</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>
P <sub>1</sub>	0.40	0.56	0.56	0.56	0.56	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
P <sub>2</sub>	0.56	0.56	0.56	0.56	0.40	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
P <sub>3</sub>	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
P <sub>4</sub>	0.20	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
P <sub>5</sub>	0.40	0.56	0.56	0.56	0.56	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
P <sub>6</sub>	0.40	0.60	0.70	0.70	0.70	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
P <sub>7</sub>	0.40	0.60	0.80	0.80	0.80	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
ΣQ(P,C)	2.61	3.42	3.72	3.72	3.56	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
Σ Q(P,C)/ ΣwP	0.52	0.68	0.74	0.74	0.71	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
Normalisasi	0.70	0.92	1.00	1.00	0.96	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81

Lampiran 16

Perhitungan Operasi Komposisi Cum-Min Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Abadi Karya Indah

$Q(P_i, C_m) = \text{sum-min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$																					
$\text{min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$																					
Kemungkinan baik																					
C <sub>1</sub>								C <sub>2</sub>							C <sub>3</sub>						
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>
P <sub>1</sub>	0.14	0.40	0.32	0.16	0.20	0.20	0.34	0.14	0.56	0.32	0.16	0.39	0.29	0.34	0.14	0.56	0.32	0.16	0.39	0.29	0.34
P <sub>2</sub>	0.10	0.24	0.08	0.22	0.20	0.20	0.56	0.10	0.24	0.08	0.22	0.28	0.29	0.56	0.10	0.24	0.08	0.22	0.28	0.29	0.56
P <sub>3</sub>	0.05	0.10	0.25	0.08	0.20	0.18	0.14	0.05	0.10	0.25	0.08	0.25	0.18	0.14	0.05	0.10	0.25	0.08	0.25	0.18	0.14
P <sub>4</sub>	0.09	0.12	0.18	0.02	0.20	0.20	0.17	0.09	0.12	0.18	0.02	0.25	0.29	0.17	0.09	0.12	0.18	0.02	0.25	0.29	0.17
P <sub>5</sub>	0.05	0.40	0.32	0.19	0.11	0.05	0.34	0.05	0.56	0.32	0.19	0.11	0.05	0.34	0.05	0.56	0.32	0.19	0.11	0.05	0.34
P <sub>6</sub>	0.08	0.40	0.40	0.14	0.20	0.13	0.10	0.08	0.49	0.60	0.14	0.39	0.13	0.10	0.08	0.49	0.70	0.14	0.39	0.13	0.10
P <sub>7</sub>	0.17	0.40	0.40	0.19	0.11	0.14	0.06	0.17	0.60	0.40	0.19	0.11	0.14	0.06	0.17	0.80	0.40	0.19	0.11	0.14	0.06
C <sub>4</sub>								C <sub>5</sub>													
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>							
P <sub>1</sub>	0.14	0.56	0.32	0.16	0.39	0.29	0.34	0.14	0.56	0.32	0.16	0.39	0.29	0.34							
P <sub>2</sub>	0.10	0.24	0.08	0.22	0.28	0.29	0.56	0.10	0.24	0.08	0.22	0.28	0.29	0.40							
P <sub>3</sub>	0.05	0.10	0.25	0.08	0.25	0.18	0.14	0.05	0.10	0.25	0.08	0.25	0.18	0.14							
P <sub>4</sub>	0.09	0.12	0.18	0.02	0.25	0.29	0.17	0.09	0.12	0.18	0.02	0.25	0.29	0.17							
P <sub>5</sub>	0.05	0.56	0.32	0.19	0.11	0.05	0.34	0.05	0.56	0.32	0.19	0.11	0.05	0.34							
P <sub>6</sub>	0.08	0.49	0.70	0.14	0.39	0.13	0.10	0.08	0.49	0.70	0.14	0.39	0.13	0.10							
P <sub>7</sub>	0.17	0.80	0.40	0.19	0.11	0.14	0.06	0.17	0.80	0.40	0.19	0.11	0.14	0.06							

Lampiran 17

Perhitungan Operasi Komposisi Cum-Min Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Abadi Karya Indah

$Q(P_i, C_m) = \text{sum-min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$																					
$\text{min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$																					
Kemungkinan buruk																					
C <sub>6</sub>								C <sub>7</sub>							C <sub>8</sub>						
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>
P <sub>1</sub>	0.13	0.03	0.03	0.11	0.04	0.06	0.06	0.13	0.03	0.03	0.11	0.04	0.06	0.06	0.13	0.03	0.03	0.11	0.04	0.06	0.06
P <sub>2</sub>	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.06	0.05	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.06	0.05	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.06	0.05
P <sub>3</sub>	0.32	0.10	0.08	0.27	0.12	0.16	0.11	0.32	0.10	0.08	0.27	0.12	0.16	0.11	0.32	0.10	0.08	0.27	0.12	0.16	0.11
P <sub>4</sub>	0.28	0.07	0.08	0.17	0.10	0.06	0.08	0.28	0.07	0.08	0.17	0.10	0.06	0.08	0.28	0.07	0.08	0.17	0.10	0.06	0.08
P <sub>5</sub>	0.11	0.03	0.03	0.07	0.04	0.08	0.06	0.11	0.03	0.03	0.07	0.04	0.08	0.06	0.11	0.03	0.03	0.07	0.04	0.08	0.06
P <sub>6</sub>	0.17	0.04	0.05	0.11	0.06	0.10	0.05	0.17	0.04	0.05	0.11	0.06	0.10	0.05	0.17	0.04	0.05	0.11	0.06	0.10	0.05
P <sub>7</sub>	0.13	0.03	0.04	0.08	0.05	0.06	0.06	0.13	0.03	0.04	0.08	0.05	0.06	0.06	0.13	0.03	0.04	0.08	0.05	0.06	0.06
C <sub>9</sub>								C <sub>10</sub>													
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>							
P <sub>1</sub>	0.13	0.03	0.03	0.11	0.04	0.06	0.06	0.13	0.03	0.03	0.11	0.04	0.06	0.06							
P <sub>2</sub>	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.06	0.05	0.07	0.03	0.02	0.08	0.04	0.06	0.05							
P <sub>3</sub>	0.32	0.10	0.08	0.27	0.12	0.16	0.11	0.32	0.10	0.08	0.27	0.12	0.16	0.11							
P <sub>4</sub>	0.28	0.07	0.08	0.17	0.10	0.06	0.08	0.28	0.07	0.08	0.17	0.10	0.06	0.08							
P <sub>5</sub>	0.11	0.03	0.03	0.07	0.04	0.08	0.06	0.11	0.03	0.03	0.07	0.04	0.08	0.06							
P <sub>6</sub>	0.17	0.04	0.05	0.11	0.06	0.10	0.05	0.17	0.04	0.05	0.11	0.06	0.10	0.05							
P <sub>7</sub>	0.13	0.03	0.04	0.08	0.05	0.06	0.06	0.13	0.03	0.04	0.08	0.05	0.06	0.06							

Lampiran 18

Penjumlahan dan Pernormalisasian Operasi Komposisi Cum-Min CV. Abadi Karya Indah

	Sum {min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]}									
	Kemungkinan baik					Kemungkinan buruk				
P <sub>i</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>
P <sub>1</sub>	1.76	2.20	2.20	2.20	2.20	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
P <sub>2</sub>	1.60	1.77	1.77	1.77	1.61	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
P <sub>3</sub>	1.00	1.04	1.04	1.04	1.04	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
P <sub>4</sub>	0.98	1.12	1.12	1.12	1.12	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
P <sub>5</sub>	1.46	1.62	1.62	1.62	1.62	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
P <sub>6</sub>	1.45	1.93	2.03	2.03	2.03	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
P <sub>7</sub>	1.47	1.67	1.87	1.87	1.87	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
ΣQ(P,C)	9.71	11.35	11.65	11.65	11.49	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24
Σ Q(P,C)/ ΣwP	1.94	2.27	2.33	2.33	2.30	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12
Normalisasi	0.83	0.97	1.00	1.00	0.99	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91

Lampiran 19

Perhitungan Operasi Komposisi Max-Min Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Duta Konstruksi

Q(P <sub>i</sub> ,C <sub>m</sub> ) = max-min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]																					
min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]																					
Kemungkinan terbaik																					
C <sub>1</sub>								C <sub>2</sub>							C <sub>3</sub>						
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>
P <sub>1</sub>	0.20	0.42	0.20	0.20	0.11	0.34	0.13	0.20	0.42	0.28	0.25	0.11	0.34	0.13	0.20	0.42	0.28	0.25	0.11	0.34	0.13
P <sub>2</sub>	0.16	0.16	0.16	0.20	0.16	0.26	0.29	0.16	0.16	0.16	0.28	0.16	0.26	0.29	0.16	0.16	0.16	0.28	0.16	0.26	0.29
P <sub>3</sub>	0.04	0.09	0.20	0.20	0.14	0.40	0.43	0.04	0.09	0.40	0.38	0.14	0.50	0.43	0.04	0.09	0.45	0.38	0.14	0.50	0.43
P <sub>4</sub>	0.16	0.60	0.20	0.20	0.19	0.26	0.10	0.16	0.80	0.40	0.28	0.19	0.26	0.10	0.16	0.80	0.40	0.28	0.19	0.26	0.10
P <sub>5</sub>	0.29	0.54	0.20	0.20	0.14	0.40	0.22	0.29	0.54	0.40	0.38	0.14	0.43	0.22	0.29	0.54	0.45	0.38	0.14	0.43	0.22
P <sub>6</sub>	0.29	0.54	0.20	0.20	0.22	0.14	0.27	0.29	0.54	0.40	0.25	0.22	0.14	0.27	0.29	0.54	0.60	0.25	0.22	0.14	0.27
P <sub>7</sub>	0.17	0.56	0.20	0.10	0.08	0.06	0.13	0.17	0.56	0.28	0.10	0.08	0.06	0.13	0.17	0.56	0.28	0.10	0.08	0.06	0.13
C <sub>4</sub>								C <sub>5</sub>													
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>							
P <sub>1</sub>	0.20	0.42	0.28	0.25	0.11	0.34	0.13	0.20	0.42	0.28	0.25	0.11	0.34	0.13							
P <sub>2</sub>	0.16	0.16	0.16	0.28	0.16	0.26	0.29	0.16	0.16	0.16	0.28	0.16	0.26	0.29							
P <sub>3</sub>	0.04	0.09	0.45	0.38	0.14	0.50	0.43	0.04	0.09	0.45	0.38	0.14	0.50	0.43							
P <sub>4</sub>	0.16	0.80	0.40	0.28	0.19	0.26	0.10	0.16	0.60	0.40	0.28	0.19	0.26	0.10							
P <sub>5</sub>	0.29	0.54	0.45	0.38	0.14	0.43	0.22	0.29	0.54	0.45	0.38	0.14	0.43	0.22							
P <sub>6</sub>	0.29	0.54	0.80	0.25	0.22	0.14	0.27	0.29	0.54	0.81	0.25	0.22	0.14	0.27							
P <sub>7</sub>	0.17	0.56	0.28	0.10	0.08	0.06	0.13	0.17	0.56	0.28	0.10	0.08	0.06	0.13							

Lampiran 20

Perhitungan Operasi Komposisi Max-Min Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Duta Konstruksi

Q(P <sub>i</sub> , C <sub>m</sub> ) = max-min[S(P <sub>i</sub> , R <sub>k</sub> ), F(R <sub>k</sub> , C <sub>m</sub> )]																					
min[S(P <sub>i</sub> , R <sub>k</sub> ), F(R <sub>k</sub> , C <sub>m</sub> )]																					
Kemungkinan terburuk																					
C <sub>6</sub>								C <sub>7</sub>							C <sub>8</sub>						
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>
P <sub>1</sub>	0.16	0.12	0.05	0.05	0.09	0.04	0.06	0.16	0.12	0.05	0.05	0.09	0.04	0.06	0.16	0.12	0.05	0.05	0.09	0.04	0.06
P <sub>2</sub>	0.12	0.08	0.03	0.05	0.12	0.02	0.04	0.12	0.08	0.03	0.05	0.12	0.02	0.04	0.12	0.08	0.03	0.05	0.12	0.02	0.04
P <sub>3</sub>	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03
P <sub>4</sub>	0.10	0.07	0.02	0.04	0.06	0.02	0.07	0.10	0.07	0.02	0.04	0.06	0.02	0.07	0.10	0.07	0.02	0.04	0.06	0.02	0.07
P <sub>5</sub>	0.05	0.05	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02	0.05	0.05	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02	0.05	0.05	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02
P <sub>6</sub>	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02
P <sub>7</sub>	0.09	0.06	0.05	0.05	0.14	0.04	0.07	0.09	0.06	0.05	0.05	0.14	0.04	0.07	0.09	0.06	0.05	0.05	0.14	0.04	0.07
C <sub>9</sub>								C <sub>10</sub>													
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>							
P <sub>1</sub>	0.16	0.12	0.05	0.05	0.09	0.04	0.06	0.16	0.12	0.05	0.05	0.09	0.04	0.06							
P <sub>2</sub>	0.12	0.08	0.03	0.05	0.12	0.02	0.04	0.12	0.08	0.03	0.05	0.12	0.02	0.04							
P <sub>3</sub>	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03							
P <sub>4</sub>	0.10	0.07	0.02	0.04	0.06	0.02	0.07	0.10	0.07	0.02	0.04	0.06	0.02	0.07							
P <sub>5</sub>	0.05	0.05	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02	0.05	0.05	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02							
P <sub>6</sub>	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02							
P <sub>7</sub>	0.09	0.06	0.05	0.05	0.14	0.04	0.07	0.09	0.06	0.05	0.05	0.14	0.04	0.07							

Lampiran 21

Penjumlahan dan Pernormalisasian Operasi Komposisi Max-Min CV. Duta Konstruksi

	Max {min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]}									
	Kemungkinan baik					Kemungkinan buruk				
P <sub>i</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>
P <sub>1</sub>	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
P <sub>2</sub>	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
P <sub>3</sub>	0.43	0.50	0.50	0.50	0.50	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
P <sub>4</sub>	0.60	0.80	0.80	0.80	0.60	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
P <sub>5</sub>	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
P <sub>6</sub>	0.54	0.54	0.60	0.80	0.81	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
P <sub>7</sub>	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
ΣQ(P,C)	3.38	3.65	3.71	3.91	3.72	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
Σ Q(P,C)/ ΣwP	0.59	0.64	0.65	0.69	0.65	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
Normalisasi	0.86	0.93	0.95	1.00	0.95	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76

Lampiran 22

Perhitungan Operasi Komposisi Cum-Min Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Duta Konstruksi

Q(P <sub>i</sub> ,C <sub>m</sub> ) = sum-min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]																					
min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]																					
Kemungkinan baik																					
C <sub>1</sub>								C <sub>2</sub>							C <sub>3</sub>						
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>
P <sub>1</sub>	0.20	0.42	0.20	0.20	0.11	0.34	0.13	0.20	0.42	0.28	0.25	0.11	0.34	0.13	0.20	0.42	0.28	0.25	0.11	0.34	0.13
P <sub>2</sub>	0.16	0.16	0.16	0.20	0.16	0.26	0.29	0.16	0.16	0.16	0.28	0.16	0.26	0.29	0.16	0.16	0.16	0.28	0.16	0.26	0.29
P <sub>3</sub>	0.04	0.09	0.20	0.20	0.14	0.40	0.43	0.04	0.09	0.40	0.38	0.14	0.50	0.43	0.04	0.09	0.45	0.38	0.14	0.50	0.43
P <sub>4</sub>	0.16	0.60	0.20	0.20	0.19	0.26	0.10	0.16	0.80	0.40	0.28	0.19	0.26	0.10	0.16	0.80	0.40	0.28	0.19	0.26	0.10
P <sub>5</sub>	0.29	0.54	0.20	0.20	0.14	0.40	0.22	0.29	0.54	0.40	0.38	0.14	0.43	0.22	0.29	0.54	0.45	0.38	0.14	0.43	0.22
P <sub>6</sub>	0.29	0.54	0.20	0.20	0.22	0.14	0.27	0.29	0.54	0.40	0.25	0.22	0.14	0.27	0.29	0.54	0.60	0.25	0.22	0.14	0.27
P <sub>7</sub>	0.17	0.56	0.20	0.10	0.08	0.06	0.13	0.17	0.56	0.28	0.10	0.08	0.06	0.13	0.17	0.56	0.28	0.10	0.08	0.06	0.13
C <sub>4</sub>								C <sub>5</sub>													
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>							
P <sub>1</sub>	0.20	0.42	0.28	0.25	0.11	0.34	0.13	0.20	0.42	0.28	0.25	0.11	0.34	0.13							
P <sub>2</sub>	0.16	0.16	0.16	0.28	0.16	0.26	0.29	0.16	0.16	0.16	0.28	0.16	0.26	0.29							
P <sub>3</sub>	0.04	0.09	0.45	0.38	0.14	0.50	0.43	0.04	0.09	0.45	0.38	0.14	0.50	0.43							
P <sub>4</sub>	0.16	0.80	0.40	0.28	0.19	0.26	0.10	0.16	0.60	0.40	0.28	0.19	0.26	0.10							
P <sub>5</sub>	0.29	0.54	0.45	0.38	0.14	0.43	0.22	0.29	0.54	0.45	0.38	0.14	0.43	0.22							
P <sub>6</sub>	0.29	0.54	0.80	0.25	0.22	0.14	0.27	0.29	0.54	0.81	0.25	0.22	0.14	0.27							
P <sub>7</sub>	0.17	0.56	0.28	0.10	0.08	0.06	0.13	0.17	0.56	0.28	0.10	0.08	0.06	0.13							

Lampiran 23

Perhitungan Operasi Komposisi Cum-Min Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Duta Konstruksi

Q(P <sub>i</sub> ,C <sub>m</sub> ) = sum-min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]																					
min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]																					
Kemungkinan buruk																					
C <sub>6</sub>								C <sub>7</sub>							C <sub>8</sub>						
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>
P <sub>1</sub>	0.16	0.12	0.05	0.05	0.09	0.04	0.06	0.16	0.12	0.05	0.05	0.09	0.04	0.06	0.16	0.12	0.05	0.05	0.09	0.04	0.06
P <sub>2</sub>	0.12	0.08	0.03	0.05	0.12	0.02	0.04	0.12	0.08	0.03	0.05	0.12	0.02	0.04	0.12	0.08	0.03	0.05	0.12	0.02	0.04
P <sub>3</sub>	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03
P <sub>4</sub>	0.10	0.07	0.02	0.04	0.06	0.02	0.07	0.10	0.07	0.02	0.04	0.06	0.02	0.07	0.10	0.07	0.02	0.04	0.06	0.02	0.07
P <sub>5</sub>	0.05	0.05	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02	0.05	0.05	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02	0.05	0.05	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02
P <sub>6</sub>	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02
P <sub>7</sub>	0.09	0.06	0.05	0.05	0.14	0.04	0.07	0.09	0.06	0.05	0.05	0.14	0.04	0.07	0.09	0.06	0.05	0.05	0.14	0.04	0.07
C <sub>9</sub>								C <sub>10</sub>													
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>							
P <sub>1</sub>	0.16	0.12	0.05	0.05	0.09	0.04	0.06	0.16	0.12	0.05	0.05	0.09	0.04	0.06							
P <sub>2</sub>	0.12	0.08	0.03	0.05	0.12	0.02	0.04	0.12	0.08	0.03	0.05	0.12	0.02	0.04							
P <sub>3</sub>	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03							
P <sub>4</sub>	0.10	0.07	0.02	0.04	0.06	0.02	0.07	0.10	0.07	0.02	0.04	0.06	0.02	0.07							
P <sub>5</sub>	0.05	0.05	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02	0.05	0.05	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02							
P <sub>6</sub>	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02							
P <sub>7</sub>	0.09	0.06	0.05	0.05	0.14	0.04	0.07	0.09	0.06	0.05	0.05	0.14	0.04	0.07							

Lampiran 24

Penjumlahan dan Pernormalisasian Operasi Komposisi Cum-Min CV. Duta Konstruksi

	Sum {min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]}									
	Kemungkinan baik					Kemungkinan buruk				
P <sub>i</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>
P <sub>1</sub>	1.59	1.72	1.72	1.72	1.72	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
P <sub>2</sub>	1.38	1.46	1.46	1.46	1.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
P <sub>3</sub>	1.50	1.98	2.03	2.03	2.03	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
P <sub>4</sub>	1.70	2.18	2.18	2.18	1.98	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
P <sub>5</sub>	1.99	2.40	2.45	2.45	2.45	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
P <sub>6</sub>	1.86	2.11	2.31	2.51	2.52	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
P <sub>7</sub>	1.29	1.37	1.37	1.37	1.37	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
ΣQ(P,C)	11.32	13.23	13.53	13.73	13.54	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51
Σ Q(P,C)/ ΣwP	1.99	2.32	2.37	2.41	2.37	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93
Normalisasi	0.82	0.96	0.99	1.00	0.99	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80

Lampiran 25

Perhitungan Operasi Komposisi Max-Min Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Handayani

$Q(P_i, C_m) = \max\text{-min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$																					
$\min[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$																					
Kemungkinan terbaik																					
C <sub>1</sub>								C <sub>2</sub>								C <sub>3</sub>					
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>
P <sub>1</sub>	0.20	0.40	0.32	0.24	0.20	0.39	0.14	0.26	0.48	0.32	0.24	0.24	0.39	0.14	0.26	0.48	0.32	0.24	0.24	0.39	0.14
P <sub>2</sub>	0.04	0.18	0.36	0.32	0.20	0.13	0.16	0.04	0.18	0.36	0.32	0.23	0.13	0.16	0.04	0.18	0.36	0.32	0.23	0.13	0.16
P <sub>3</sub>	0.20	0.40	0.32	0.38	0.20	0.40	0.34	0.22	0.40	0.32	0.38	0.24	0.56	0.34	0.22	0.40	0.32	0.38	0.24	0.56	0.34
P <sub>4</sub>	0.12	0.05	0.10	0.12	0.08	0.07	0.15	0.12	0.05	0.10	0.12	0.08	0.07	0.15	0.12	0.05	0.10	0.12	0.08	0.07	0.15
P <sub>5</sub>	0.12	0.30	0.24	0.22	0.03	0.25	0.14	0.12	0.30	0.24	0.22	0.03	0.25	0.14	0.12	0.30	0.24	0.22	0.03	0.25	0.14
P <sub>6</sub>	0.12	0.12	0.48	0.25	0.18	0.08	0.14	0.12	0.12	0.48	0.25	0.18	0.08	0.14	0.12	0.12	0.48	0.25	0.18	0.08	0.14
P <sub>7</sub>	0.10	0.08	0.08	0.10	0.20	0.22	0.24	0.10	0.08	0.08	0.10	0.20	0.22	0.24	0.10	0.08	0.08	0.10	0.20	0.22	0.24
C <sub>4</sub>								C <sub>5</sub>													
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>							
P <sub>1</sub>	0.26	0.48	0.32	0.24	0.24	0.39	0.14	0.26	0.48	0.32	0.24	0.24	0.39	0.14							
P <sub>2</sub>	0.04	0.18	0.36	0.32	0.23	0.13	0.16	0.04	0.18	0.36	0.32	0.23	0.13	0.16							
P <sub>3</sub>	0.22	0.40	0.32	0.38	0.24	0.56	0.34	0.22	0.40	0.32	0.38	0.24	0.56	0.34							
P <sub>4</sub>	0.12	0.05	0.10	0.12	0.08	0.07	0.15	0.12	0.05	0.10	0.12	0.08	0.07	0.15							
P <sub>5</sub>	0.12	0.30	0.24	0.22	0.03	0.25	0.14	0.12	0.30	0.24	0.22	0.03	0.25	0.14							
P <sub>6</sub>	0.12	0.12	0.48	0.25	0.18	0.08	0.14	0.12	0.12	0.48	0.25	0.18	0.08	0.14							
P <sub>7</sub>	0.10	0.08	0.08	0.10	0.20	0.22	0.24	0.10	0.08	0.08	0.10	0.20	0.22	0.24							

Lampiran 26

Perhitungan Operasi Komposisi Max-Min Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Handayani

Q(P <sub>i</sub> , C <sub>m</sub> ) = max-min[S(P <sub>i</sub> , R <sub>k</sub> ), F(R <sub>k</sub> , C <sub>m</sub> )]																					
min[S(P <sub>i</sub> , R <sub>k</sub> ), F(R <sub>k</sub> , C <sub>m</sub> )]																					
Kemungkinan terburuk																					
C <sub>6</sub>								C <sub>7</sub>							C <sub>8</sub>						
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>
P <sub>1</sub>	0.08	0.04	0.06	0.03	0.05	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06	0.03	0.05	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06	0.03	0.05	0.05	0.06
P <sub>2</sub>	0.04	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01	0.04	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01	0.04	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01
P <sub>3</sub>	0.05	0.04	0.06	0.03	0.07	0.04	0.07	0.05	0.04	0.06	0.03	0.07	0.04	0.07	0.05	0.04	0.06	0.03	0.07	0.04	0.07
P <sub>4</sub>	0.24	0.14	0.20	0.20	0.13	0.12	0.20	0.24	0.14	0.20	0.20	0.13	0.12	0.20	0.24	0.14	0.20	0.20	0.13	0.12	0.20
P <sub>5</sub>	0.19	0.07	0.06	0.11	0.18	0.10	0.03	0.19	0.07	0.06	0.11	0.18	0.10	0.03	0.19	0.07	0.06	0.11	0.18	0.10	0.03
P <sub>6</sub>	0.10	0.07	0.13	0.11	0.18	0.06	0.06	0.10	0.07	0.13	0.11	0.18	0.06	0.06	0.10	0.07	0.13	0.11	0.18	0.06	0.06
P <sub>7</sub>	0.10	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.07	0.10	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.07	0.10	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.07
C <sub>9</sub>								C <sub>10</sub>													
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>							
P <sub>1</sub>	0.08	0.04	0.06	0.03	0.05	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06	0.03	0.05	0.05	0.06							
P <sub>2</sub>	0.04	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01	0.04	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01							
P <sub>3</sub>	0.05	0.04	0.06	0.03	0.07	0.04	0.07	0.05	0.04	0.06	0.03	0.07	0.04	0.07							
P <sub>4</sub>	0.24	0.14	0.20	0.20	0.13	0.12	0.20	0.24	0.14	0.20	0.20	0.13	0.12	0.20							
P <sub>5</sub>	0.19	0.07	0.06	0.11	0.18	0.10	0.03	0.19	0.07	0.06	0.11	0.18	0.10	0.03							
P <sub>6</sub>	0.10	0.07	0.13	0.11	0.18	0.06	0.06	0.10	0.07	0.13	0.11	0.18	0.06	0.06							
P <sub>7</sub>	0.10	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.07	0.10	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.07							

Lampiran 27

Penjumlahan dan Pormalisasion Operasi Komposisi Max-Min CV. Handayani

	Max {min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]}									
	Kemungkinan baik					Kemungkinan buruk				
P <sub>i</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>
P <sub>1</sub>	0.40	0.48	0.48	0.48	0.48	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
P <sub>2</sub>	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
P <sub>3</sub>	0.40	0.56	0.56	0.56	0.56	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
P <sub>4</sub>	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
P <sub>5</sub>	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
P <sub>6</sub>	0.48	0.48	0.48	0.48	0.40	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
P <sub>7</sub>	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
ΣQ(P,C)	2.33	2.57	2.57	2.57	2.49	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Σ Q(P,C)/ ΣwP	0.47	0.51	0.51	0.51	0.50	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Normalisasi	0.91	1.00	1.00	1.00	0.97	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88

Lampiran 28

Perhitungan Operasi Komposisi Cum-Min Untuk Kemungkinan Terbaik CV. Handayani

Q(P <sub>i</sub> ,C <sub>m</sub> ) = sum-min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]																					
min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]																					
Kemungkinan baik																					
C <sub>1</sub>								C <sub>2</sub>							C <sub>3</sub>						
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>
P <sub>1</sub>	0.20	0.40	0.32	0.24	0.20	0.39	0.14	0.26	0.48	0.32	0.24	0.24	0.39	0.14	0.26	0.48	0.32	0.24	0.24	0.39	0.14
P <sub>2</sub>	0.04	0.18	0.36	0.32	0.20	0.13	0.16	0.04	0.18	0.36	0.32	0.23	0.13	0.16	0.04	0.18	0.36	0.32	0.23	0.13	0.16
P <sub>3</sub>	0.20	0.40	0.32	0.38	0.20	0.40	0.34	0.22	0.40	0.32	0.38	0.24	0.56	0.34	0.22	0.40	0.32	0.38	0.24	0.56	0.34
P <sub>4</sub>	0.12	0.05	0.10	0.12	0.08	0.07	0.15	0.12	0.05	0.10	0.12	0.08	0.07	0.15	0.12	0.05	0.10	0.12	0.08	0.07	0.15
P <sub>5</sub>	0.12	0.30	0.24	0.22	0.03	0.25	0.14	0.12	0.30	0.24	0.22	0.03	0.25	0.14	0.12	0.30	0.24	0.22	0.03	0.25	0.14
P <sub>6</sub>	0.12	0.12	0.48	0.25	0.18	0.08	0.14	0.12	0.12	0.48	0.25	0.18	0.08	0.14	0.12	0.12	0.48	0.25	0.18	0.08	0.14
P <sub>7</sub>	0.10	0.08	0.08	0.10	0.20	0.22	0.24	0.10	0.08	0.08	0.10	0.20	0.22	0.24	0.10	0.08	0.08	0.10	0.20	0.22	0.24
C <sub>4</sub>								C <sub>5</sub>													
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>							
P <sub>1</sub>	0.26	0.48	0.32	0.24	0.24	0.39	0.14	0.26	0.48	0.32	0.24	0.24	0.39	0.14							
P <sub>2</sub>	0.04	0.18	0.36	0.32	0.23	0.13	0.16	0.04	0.18	0.36	0.32	0.23	0.13	0.16							
P <sub>3</sub>	0.22	0.40	0.32	0.38	0.24	0.56	0.34	0.22	0.40	0.32	0.38	0.24	0.56	0.34							
P <sub>4</sub>	0.12	0.05	0.10	0.12	0.08	0.07	0.15	0.12	0.05	0.10	0.12	0.08	0.07	0.15							
P <sub>5</sub>	0.12	0.30	0.24	0.22	0.03	0.25	0.14	0.12	0.30	0.24	0.22	0.03	0.25	0.14							
P <sub>6</sub>	0.12	0.12	0.48	0.25	0.18	0.08	0.14	0.12	0.12	0.40	0.25	0.18	0.08	0.14							
P <sub>7</sub>	0.10	0.08	0.08	0.10	0.20	0.22	0.24	0.10	0.08	0.08	0.10	0.20	0.22	0.24							

Lampiran 29

Perhitungan Operasi Komposisi Cum-Min Untuk Kemungkinan Terburuk CV. Handayani

$Q(P_i, C_m) = \text{sum-min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$																					
$\text{min}[S(P_i, R_k), F(R_k, C_m)]$																					
Kemungkinan buruk																					
C <sub>6</sub>								C <sub>7</sub>							C <sub>8</sub>						
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>
P <sub>1</sub>	0.08	0.04	0.06	0.03	0.05	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06	0.03	0.05	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06	0.03	0.05	0.05	0.06
P <sub>2</sub>	0.04	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01	0.04	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01	0.04	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01
P <sub>3</sub>	0.05	0.04	0.06	0.03	0.07	0.04	0.07	0.05	0.04	0.06	0.03	0.07	0.04	0.07	0.05	0.04	0.06	0.03	0.07	0.04	0.07
P <sub>4</sub>	0.24	0.14	0.20	0.20	0.13	0.12	0.20	0.24	0.14	0.20	0.20	0.13	0.12	0.20	0.24	0.14	0.20	0.20	0.13	0.12	0.20
P <sub>5</sub>	0.19	0.07	0.06	0.11	0.18	0.10	0.03	0.19	0.07	0.06	0.11	0.18	0.10	0.03	0.19	0.07	0.06	0.11	0.18	0.10	0.03
P <sub>6</sub>	0.10	0.07	0.13	0.11	0.18	0.06	0.06	0.10	0.07	0.13	0.11	0.18	0.06	0.06	0.10	0.07	0.13	0.11	0.18	0.06	0.06
P <sub>7</sub>	0.10	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.07	0.10	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.07	0.10	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.07
C <sub>9</sub>								C <sub>10</sub>													
P <sub>i</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>	R <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>D</sub>	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>	R <sub>G</sub>							
P <sub>1</sub>	0.08	0.04	0.06	0.03	0.05	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06	0.03	0.05	0.05	0.06							
P <sub>2</sub>	0.04	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01	0.04	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01							
P <sub>3</sub>	0.05	0.04	0.06	0.03	0.07	0.04	0.07	0.05	0.04	0.06	0.03	0.07	0.04	0.07							
P <sub>4</sub>	0.24	0.14	0.20	0.20	0.13	0.12	0.20	0.24	0.14	0.20	0.20	0.13	0.12	0.20							
P <sub>5</sub>	0.19	0.07	0.06	0.11	0.18	0.10	0.03	0.19	0.07	0.06	0.11	0.18	0.10	0.03							
P <sub>6</sub>	0.10	0.07	0.13	0.11	0.18	0.06	0.06	0.10	0.07	0.13	0.11	0.18	0.06	0.06							
P <sub>7</sub>	0.10	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.07	0.10	0.04	0.03	0.04	0.02	0.05	0.07							

Lampiran 30

Penjumlahan dan Pormalisasian Operasi Komposisi Cum-Min CV. Handayani

	Sum {min[S(P <sub>i</sub> ,R <sub>k</sub> ),F(R <sub>k</sub> ,C <sub>m</sub> )]}									
	Kemungkinan baik					Kemungkinan buruk				
P <sub>i</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>
P <sub>1</sub>	1.90	2.07	2.07	2.07	2.07	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
P <sub>2</sub>	1.39	1.41	1.41	1.41	1.41	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
P <sub>3</sub>	2.24	2.46	2.46	2.46	2.46	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
P <sub>4</sub>	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
P <sub>5</sub>	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
P <sub>6</sub>	1.38	1.38	1.38	1.38	1.30	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
P <sub>7</sub>	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
ΣQ(P,C)	9.91	10.33	10.33	10.33	10.25	3.93	3.93	3.93	3.93	3.93
Σ Q(P,C)/ ΣwP	1.98	2.07	2.07	2.07	2.05	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97
Normalisasi	0.96	1.00	1.00	1.00	0.99	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95