

TUGAS AKHIR

**PENERAPAN METODE MONTE CARLO PADA PENGARUH
RESIKO PENAMBAHAN BIAYA KONSTRUKSI PROYEK
PEMBANGUNAN PUSKESMAS WERABUR**

***APPLICATION OF MONTE CARLO METHOD TO THE
EFFECT OF THE RISK OF ADDITIONAL CONSTRUCTION
COSTS FOR THE WERABUR HEALTH CENTER***

**EVA DESMYRA
D111 15 016**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**PENERAPAN METODE MONTE CARLO PADA PENGARUH RESIKO
PENAMBAHAN BIAYA KONSTRUKSI PROYEK PEMBANGUNAN PUSKESMAS
WERABUR**

Disusun dan diajukan oleh:

EVA DESMYRA

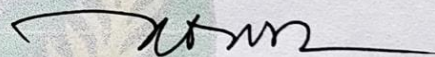
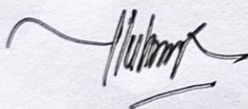
D111 15 016

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 08 Maret 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. M. Asad Abdurrahman, ST, M.Eng.PM
NIP. 197303061998021001

Suharman Hamzah, ST, MT, Ph.D, HSE Cert.
NIP. 197605032002121001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wijardi Tjaronge, ST, M.Eng
Nip. 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Eva Desmyra, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Penerapan Metode Monte Carlo Pada Pengaruh Resiko Penambahan Biaya Konstruksi Proyek Pembangunan Puskesmas Werabur**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 8 Maret 2022

Yang membuat pernyataan,



Eva Desmyra

NIM: D111 15 016

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Penerapan Metode Monte Carlo Pada Pengaruh Resiko Penambahan Biaya Konstruksi Proyek Pembangunan Puskesmas Werabur”** guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik program studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga selama masa perkuliahan hingga dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis telah banyak dibantu oleh berbagai pihak dalam bentuk bimbingan, kerjasama, nasehat, doa, dan bantuan moril serta material, sehingga segala tantangan dan rintangan yang dihadapi selama menyusun Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta, H. Abd. Kadir (Alm.) dan Hj. Mastura (Almh.), tante tersayang Hj. Siti Aminah yang sudah seperti ibu kandung saya sendiri, beserta adik saya satu-satunya Alfandi Dwi Putra. Terima kasih untuk setiap doa dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis. Semoga Allah menyatukan kita kembali di Syurga-Nya kelak. Aamiin.
2. Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Suharman Hamzah, ST., MT., Ph.D., HSE Cert., selaku Kepala Laboratorium Manajemen Konstruksi Jurusan Teknik Sipil .
4. Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Bapak Dr. M. Asad Abdurahman, ST., M.Eng.PM., selaku dosen pembimbing pertama dan Bapak Suharman Hamzah, ST., MT., Ph.D., HSE Cert., selaku dosen pembimbing kedua. Terima kasih untuk setiap waktu yang telah diluangkan dan kesabaran dalam memberikan bimbingan, arahan, saran, dan ilmu yang sangat berharga kepada penulis selama menyusun Tugas Akhir ini.
5. Dosen penguji Tugas Akhir, Bapak Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latif, MT., dan Ibu Evi Aprianti, ST., Ph.D. Terima kasih untuk ilmu, arahan dan masukan yang sangat berharga yang diberikan kepada penulis sebagai penyempurnaan penulisan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu. Terima kasih atas segala ilmu pengetahuan, bimbingan dan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis selama masa perkuliahan.
7. Seluruh staf kepegawaian dan tata usaha Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu. Terima kasih atas bantuan dalam pengurusan kelengkapan berkas-berkas dan administratif selama perkuliahan hingga penyelesaian perkuliahan penulis.
8. Terima kasih untuk yang tersayang Ahmad Rosadhy Ardi yang selalu berjuang dan memotivasi, memberikan dukungan, bantuan, semangat, dan menemani penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman sipil angkatan 2015 (PATRON 2016), terima kasih atas waktu, kebersamaan, dukungan, bantuan, dan rasa persaudaraan yang begitu erat selama memulai perkuliahan hingga penyelesaian perkuliahan penulis.
10. Semua pihak yang namanya belum sempat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah membantu selama penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini, terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan, dukungan dan doa yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan bernilai positif tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca dan pihak yang membutuhkan. Mari terus berkarya, semoga apa yang dilakukan selama ini senantiasa mendapat berkah dari Tuhan Yang Maha Esa.

Gowa, 8 Maret 2022

Eva Desmyra

ABSTRAK

Estimasi biaya merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk memprediksikan biaya total yang dibutuhkan kontraktor untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi. Salah satu risiko yang dapat terjadi saat dilapangan adalah kesalahan dalam pengistimiasian biaya sehingga mengakibatkan kerugian bagi perusahaan kontruksi. Manajemen resiko akhir-akhir ini mulai mendapat perhatian di bidang manajemen konstruksi, khususnya bidang manajemen proyek. Salah satu ketidakpastian yang mungkin dialami di sebuah proyek ialah masalah biaya proyek. Metode yang kerap digunakan oleh manajer proyek dalam proses analisa resiko adalah simulasi Monte Carlo. Tulisan ini membahas aplikasi simulasi Monte Carlo dalam mengestimasi biaya sebuah proyek dengan menggunakan program Microsoft Excel dan Software Oracle Crystall Ball dengan mengambil contoh sebuah proyek sederhana. Oleh sebab itu penelitian dengan simulasi *Monte Carlo* perlu dilakukan dengan harapan akan menghasilkan alternatif dalam pengestimasiian biaya yang mungkin dapat dipakai dan membantu dalam pengambilan keputusan dan penanganan risiko biaya pekerjaan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai maksimum dan minimum proyek berdasarkan harga satuan bahan dan upah, serta mengetahui adanya deviasi biaya terhadap proyek rencana.

Penelitian ini menggunakan metode analitis dan deskriptif korelasional. Pada penelitian ini dilakukan analisa untuk mendapatkan harga satuan minimum, harga satuan maksimum dan harga satuan paling disukai atau nilai tengah dari Rencana Anggaran Biaya proyek itu sendiri. Selanjutnya dilakukan simulasi Monte Carlo dengan menggunakan software Oracle Crystal Ball. Sehingga simulasi akan menghasilkan distribusi probabilitas nilai estimasi biaya yang lebih realistis.

Dari hasil penelitian diperoleh nilai minimum senilai Rp. 1.006.567.198,94, nilai maksimum senilai Rp. 1.253.939.226,12 dan nilai kontrak Rencana Anggaran Biaya proyek senilai Rp. 1.073.682.554,51. Dengan persentase probabilitas kepastian keberhasilan pelaksanaan proyek sebesar 95%, didapatkan bahwa adanya deviasi biaya terhadap proyek rencana. Proyek perlu melakukan penambahan biaya dengan kemungkinan total biaya proyek yang akan digunakan sekitar Rp. 1.089.091.007,72 hingga mencapai Rp. 1.135.488.657,74 dan dengan kemungkinan terbesarnya yaitu sebesar Rp. 1.111.396.326,53.

Kata Kunci : Manajemen Resiko, Estimasi Biaya, Simulasi Monte Carlo.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah	5
F. Sistematika Penulisan	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Beberapa Literatur Yang Menunjang Penelitian.....	7
B. Rencana Anggaran Biaya	24
B.1. Definisi.....	24
B.2. Tujuan Penyusunan RAB.....	26

B.3. Data Yang Diperlukan Dalam Pembuatan RAB	27
B.4. Harga Satuan Pekerjaan.....	28
C. Kurva S	29
C.1. Pengertian Kurva S.....	29
C.2. Kegunaan Kurva S.....	31
C.3. Tahapan Pembuatan Kurva S.....	32
D. Metode Monte Carlo.....	35
D.1. Pengertian Metode Monte Carlo	35
D.2. Tahapan Simulasi <i>Monte Carlo</i>	40
E. Oracle Crystall Ball.....	44
F. Analisa Statistik Deskriptif	50
F.1. Rata-rata (<i>Mean</i>)	50
F.2. Modus	50
F.3. Median	51
F.4. Persentil.....	51
F.5. Deviasi Standar/Simpangan Baku	52
F.6. Varians.....	52
F.7. Skewness	52
F.8. Kurtosis.....	53
G. Ketidakpastian dan Risiko	53

BAB 3. METODE PENELITIAN.....	58
A. Tinjauan Proyek Penelitian.....	58
B. Metode penelitian	58
C. Rancangan Penelitian	59
C.1. Studi Pendahuluan	59
C.2. Pengumpulan Data	60
D. Analisa Data	61
D.1. Metode Analisa Data.....	61
D.2. Tahapan Analisa Data	62
E. Penarikan Kesimpulan dan Saran	64
F. Bagan Alir Penelitian	65
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	67
A. Gambaran Umum Proyek.....	67
B. Tahapan Simulasi RAB Proyek	69
B.1. Pengumpulan Serta Pengolahan Data RAB	69
B.2. Simulasi Monte Carlo.....	73
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	83
A. Kesimpulan	83
B. Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sasaran proyek yang juga merupakan tiga kendala proyek...	11
Gambar 2. Harga Satuan Pekerjaan.....	29
Gambar 3. Kurva S	35
Gambar 4. Tampilan Software Oracle Crystal Ball.....	49
Gambar 5. Tampilan toolbar Software Oracle Crystal Ball.....	49
Gambar 6. Lokasi Proyek Puskesmas Werabur	58
Gambar 7. Flowchart Proses Simulasi	63
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian.....	66
Gambar 9. Input data dan asumsi pada software Crystall Ball	75
Gambar 10. Input data dan asumsi pada software Crystall Ball.....	76
Gambar 11. Memasukkan nilai maksimum, minimum, dan most likely.....	76
Gambar 12. Memasukkan nilai Iterasi.....	77
Gambar 13. Proses simulasi sedang berlangsung dan dilakukan.....	77
Gambar 14. Hasil simulasi Monte Carlo dengan 1.000 iterasi	78
Gambar 15. Grafik Probability dari hasil simulasi crystal ball.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai RAB Maksimum dan Minimum.....	41
Tabel 2. Bangkitan nilai acak dengan <i>Microsoft Excel</i>	42
Tabel 3. Perbandingan Risiko dan Ketidakpastian.....	56
Tabel 4. Data Umum Proyek.....	67
Tabel 5. Data Teknis Proyek.....	68
Tabel 6. RAB Minimum.....	70
Tabel 7. Contoh hasil perhitungan jumlah iterasi pada RAB.....	74
Tabel 8. Rangkuman Hasil Simulasi Monte Carlo.....	78

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perencanaan dan pelaksanaan suatu proyek konstruksi melibatkan beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dan diperhitungkan meliputi biaya, mutu dan waktu. Proyek merupakan suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya terencana dan dengan tujuan untuk menghasilkan produk dengan kriteria mutu yang telah direncanakan dengan jelas sebelumnya. Bidang konstruksi selalu mengalami perkembangan dari waktu ke waktu. Hal tersebut dikarenakan terus berkembangnya kemajuan teknologi. Peralatan yang semakin canggih menjadikan pekerjaan di bidang konstruksi menjadi lebih efisien. Namun berkembangnya teknologi tidak menjadikan resiko yang didapat semakin kecil pula. Masih banyak resiko yang dapat terjadi di dalam dunia konstruksi. Hal tersebut dikarenakan sifat dari bidang konstruksi yang dinamis dan penuh ketidakpastian. Di dalam dunia konstruksi, resiko yang mungkin terjadi diantaranya adalah keterlambatan kontraktor dalam menyelesaikan suatu proyek.

Estimasi biaya proyek merupakan suatu bagian integral dari perencanaan proyek. Estimasi biaya merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk memprediksikan biaya total yang dibutuhkan kontraktor untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi. Salah satu risiko yang dapat terjadi saat dilapangan adalah kesalahan dalam pengistimasian

biaya sehingga mengakibatkan kerugian bagi perusahaan konstruksi. Kesalahan pengestimasian ini biasanya terjadi karena kurang telitinya dalam menyusun rencana anggaran biaya (RAB), bahkan pada penentuan harga bahan dan upah sehingga mengakibatkan kesalahan pada perhitungan biaya.

Manajemen resiko akhir-akhir ini mulai mendapat perhatian di bidang manajemen konstruksi, khususnya bidang manajemen proyek. Hal tersebut dikarenakan banyaknya ketidakpastian yang dapat terjadi di dalam sebuah proyek. Salah satu ketidakpastian yang mungkin dialami di sebuah proyek ialah masalah biaya proyek. Metode yang kerap digunakan oleh manajer proyek dalam proses analisa resiko adalah simulasi Monte Carlo. Metode ini sudah lama digunakan dalam berbagai macam aplikasi matematika dan sains, dan juga disebutkan dalam *A Guide to the Project Management Body of Knowledge* (Project Management Institute, 2004). Meskipun demikian, dalam praktiknya simulasi Monte Carlo ini belum umum digunakan oleh praktisi manajemen proyek dibandingkan metode-metode yang lain, seperti CPM dan PERT misalnya. Kondisi yang ada pada saat ini, simulasi Monte Carlo hanya sering digunakan dalam batas dunia akademik yang membahas aspek resiko dalam manajemen proyek. Tulisan ini membahas aplikasi simulasi Monte Carlo dalam mengestimasikan biaya sebuah proyek dengan menggunakan program Microsoft Excel dan Software Oracle Crystall Ball dengan mengambil contoh sebuah proyek sederhana. Penerapan simulasi *Monte Carlo* belum mendapat tumpuan

yang kuat pada dunia manajemen proyek, oleh sebab itu penelitian dengan simulasi *Monte Carlo* perlu dilakukan dengan harapan akan menghasilkan alternatif dalam pengestimasian biaya yang mungkin dapat dipakai dan membantu dalam pengambilan keputusan dan penanganan risiko biaya pekerjaan.

Berdasarkan latar belakang di atas, pada proyek pembangunan Puskesmas Werabur perlu dilakukan suatu penelitian guna menganalisis pembangunan gedung tersebut sehingga mendapat perkiraan biaya yang optimal. Penggunaan simulasi *Monte Carlo* diharapkan memberikan kemudahan dalam menjalankan proyek konstruksi, terutama dalam hal perencanaan dan pengestimasian biaya.

B. Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Berapa nilai maksimum dan nilai minimum proyek yang didapatkan dari RAB proyek?
2. Berapa kemungkinan deviasi biaya terhadap proyek rencana?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui nilai maksimum dan nilai minimum proyek yang didapatkan dari RAB proyek pembangunan Puskesmas Werabur.
2. Untuk mengetahui kemungkinan deviasi biaya terhadap proyek rencana.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Ilmu Pengetahuan
Hasil penelitian ini merupakan pengembangan dari teori-teori yang ada dihubungkan dengan kenyataannya di lapangan. Dari hasil ini dapat ditarik suatu kesimpulan baru yang pada waktu yang akan datang dapat dikembangkan lebih lanjut.
2. Bagi Perusahaan Kontraktor
Penelitian ini dapat menjadi informasi dan rekomendasi kepada pihak-pihak yang terlibat dalam pembangunan konstruksi.
3. Bagi Peneliti
Sebagai sarana bagi peneliti untuk menambah wawasan tentang berbagai metode yang mungkin digunakan dalam proses perencanaan khususnya dalam hal estimasi biaya,

sehingga dapat menjadi bekal untuk terjun dalam dunia kerja nantinya..

E. Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat dalam penulisan tugas akhir ini yaitu :

1. Lokasi penelitian adalah Proyek Pembangunan Puskesmas Werabur di Kabupaten Teluk Wondama, Provinsi Papua Barat.
2. Penelitian ini hanya menganalisis Rencana Anggaran Biaya yang meliputi biaya pekerjaan persiapan, pekerjaan struktural atas dan pekerjaan arsitektur dengan metode Monte Carlo.
3. Nilai maksimum dan minimum pada harga satuan upah dan bahan berdasarkan hasil diskusi dengan dosen pembimbing.
4. Software yang digunakan dalam perhitungan adalah Microsoft Excel dan Crystal Ball.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Pendahuluan memuat suatu gambaran secara singkat dan jelas tentang latar belakang mengapa penelitian ini perlu dilaksanakan. Dalam pendahuluan ini juga memuat rumusan masalah yang hendak dipecahkan oleh peneliti dengan maksud dan tujuan yang ingin dicapai, manfaat

penelitian yang akan didapatkan, batasan masalah untuk mempersempit lingkup agar lebih terfokus dan sistematika penulisan tugas akhir yang disusun secara sistematis agar mudah dipahami.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan mengenai konsep teori yang relevan dan memberikan gambaran mengenai metode pemecahan masalah yang akan digunakan pada penelitian ini.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metodologi dalam melakukan dan menyelesaikan tugas akhir ini, seperti menyajikan lokasi penelitian, jenis penelitian, prosedur dan teknik pengumpulan data, metode pengolahan dan analisis data yang akan dipakai dalam penelitian ini.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan tentang pengolahan serta analisis data penelitian ini.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup dari keseluruhan penulisan tugas akhir yang berisi tentang kesimpulan yang disertai dengan saran-saran mengenai keseluruhan penelitian maupun untuk penelitian yang akan datang.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Beberapa Literatur Yang Menunjang Penelitian

Dasar penelitian yang kami lakukan tidak lepas dari literatur-literatur yang sudah ada mengenai manajemen konstruksi. Literatur-literatur yang menunjang penelitian adalah sebagai berikut :

1. Peneliti : Zetta Rasullia Kamandang (2014)
Judul : Penilaian Risiko Finansial dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo
2. Peneliti : Firdani Ananta (2015)
Judul : Estimasi Biaya Tahap Konseptual pada Proyek Pelebaran Jalan di Aceh Tamiang
3. Peneliti : Muhammad Akbar (2016)
Judul : Penerapan Metode Monte Carlo untuk Alokasi Kontigensi Biaya pada Pembangunan Gedung Kantor Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kecamatan Pacitan.

B. Pengertian Proyek

Proyek merupakan suatu tugas yang perlu dirumuskan untuk mencapai suatu sasaran yang dinyatakan secara konkrit serta harus diselesaikan dalam periode waktu tertentu dengan menggunakan tenaga manusia dan alat-alat terbatas dan begitu kompleks sehingga dibutuhkan kerja sama yang berbeda dari yang biasanya digunakan. Menurut DI

Clelaand dan Wr. King (1987) dikutip dalam Armaini (1994 : 1) bahwasanya proyek merupakan gabungan dari berbagai sumber daya yang dihimpun dalam organisasi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Sedangkan menurut Syah (2004 : 12) proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang terencana dan dilaksanakan secara berurutan serta menggunakan banyak jenis sumberdaya dan dibatasi oleh biaya, mutu, dan waktu. Tujuan dari kegiatan proyek ialah untuk mewujudkan gagasan yang timbul dari naluri manusia. Sehingga dapat dikatakan bahwa suatu proyek memiliki sifat dan ciri yang khas dan berbeda dengan aktivitas lainnya.

Menurut Soeharto (1995 : 1) ciri-ciri pokok proyek jika dilihat dari pengertian proyek itu sendiri adalah :

1. Pekerjaan proyek memiliki tujuan yang khusus serta memiliki hasil kerja akhir.
2. Jumlah biaya, sasaran jadwal, dan kriteria mutu dalam mencapai tujuan telah ditentukan
3. Umurnya hanya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir pekerjaan telah ditentukan dengan jelas.
4. Jenis intensitas pekerjaan berubah-ubah sepanjang proyek berlangsung.

B.1. Syarat-Syarat Proyek

Menurut Armaini (1994 : 1) sebuah pekerjaan proyek didasari oleh beberapa persyaratan. Syarat-syarat tersebut antara lain adalah :

1. Adanya pemberian kekuasaan dari yang berwenang untuk membuat batasan proyek.
2. Mengajukan usulan waktu dan faktor produksi.
3. Mendapatkan persetujuan dari yang berwenang.
4. Memperoleh kesediaan untuk kerja sama.
5. Pimpinan proyek disertai tugas yang terbatas dan wewenang yang sah.
6. Adanya alat pengawan dan ruangan.

B.2. Sifat Proyek

Proyek mempunyai beberapa sifat yang membuat pekerjaan tersebut berbeda dari kegiatan lainnya. Syah (2004 : 12) menjelaskan bahwa terdapat 4 sifat utama kegiatan proyek, yaitu :

1. Ciri khasnya menonjol. Setiap pelaksana proyek biasanya telah memiliki tujuan dan pekerjaan yang jelas seperti yang tertulis pada proyek yang bersangkutan. Dan pekerjaan proyek satu dengan lainnya berbeda karena adanya perbedaan tujuan, proses dan bentuk dari masing-masing proyek yang dikerjakan.

2. Siklus kehidupannya khas. Setiap proyek memiliki suasana pelaksanaan yang khas karena pelaksanaannya yang selalu berbeda.
3. Peranan manajer dominan. Agar tujuan proyek dapat tercapai sesuai rencana, maka manajer proyek harus bisa memberi pengarahan kepada anggota proyek tersebut.
4. Adanya upaya pendekatan yang menguntungkan, yang artinya setiap adanya perubahan di dalam proyek tersebut haruslah memenuhi kriteria yang lebih tinggi dari nilai sebelumnya.

B.3. Tolak Ukur Kesuksesan Pengelolaan Proyek

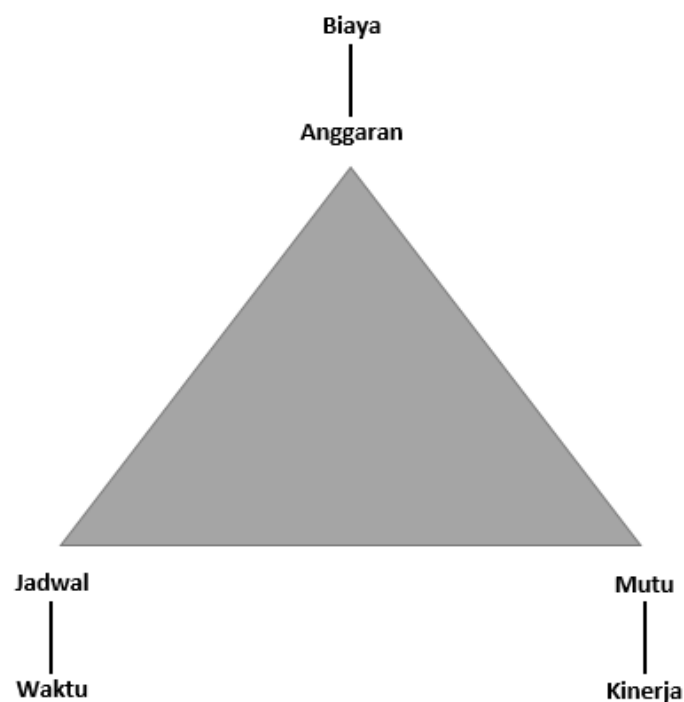
Di dalam sebuah kegiatan proyek selalu diungkapkan bahwa dalam pelaksanaannya proyek tersebut harus memenuhi 3 (tiga) kriteria, yaitu :

1. Biaya Proyek tidak boleh melebihi batas yang telah direncanakan sebelumnya.
2. Mutu pekerjaan harus memenuhi standar tertentu sesuai dengan perencanaan di dalam kontrak pekerjaan.
3. Waktu penyelesaian harus memenuhi batas waktu yang telah disepakati dalam dokumen kontrak pekerjaan.

B.4. Sasaran Proyek

Soeharto (1995 : 1) menjelaskan di dalam bukunya bahwa tiap-tiap pekerjaan proyek memiliki tujuan khusus misalnya rumah tinggal, pembangunan jembatan, pabrik, dan sebagainya. Dapat pula hasil yang

didapatkan dari pekerjaan proyek tersebut berupa produk hasil dari pengembangan dan penelitian. Di dalam proses mencapai tujuan tersebut telah ditetapkan batasan-batasan yaitu biaya yang akan dialokasikan, mutu yang harus dipenuhi dalam proses pengerjaan proyek, serta jadwal pengerjaan kegiatan proyek. Ketiga batasan tersebut disebut juga dengan tiga kendala proyek. Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1. bahwa ketiga hal tersebut merupakan parameter proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek.



Gambar 1. Sasaran proyek yang juga merupakan tiga kendala proyek

Sumber : Iman Soeharto, *Manajemen Konstruksi dari Konseptual Sampai Operasional*, 1995 : 2

- Anggaran

Proyek haruslah diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran yang telah direncanakan. Untuk proyek yang melibatkan dana yang besar dan jadwal yang bertahun-tahun anggarannya bukan hanya ditentukan untuk total proyek saja namun dipecah-pecah sesuai dengan periode pengerjaan yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan. Dengan demikian maka penyelesaian pekerjaan harus dapat memenuhi sasaran anggaran per periode.

- Jadwal

Proyek haruslah dikerjakan sesuai dengan kurun waktu yang telah ditentukan. Apabila pekerjaan proyek mengalami keterlambatan, maka akan berdampak pada anggaran. Apabila proyek mengalami keterlambatan maka akan dikenakan denda yang kemudian jumlah anggaran pembangunan dapat melebihi dari biaya yang telah direncanakan sebelumnya.

- Mutu

Hasil dari kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang telah disyaratkan. Memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan.

C. Manajemen Proyek

C.1. Pengertian Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan suatu usaha meliputi merencanakan, mengorganisir, mengarahkan, mengkoordinasi, dan mengawasi kegiatan dalam sebuah proyek dengan sedemikian rupa sehingga sesuai dengan jadwal waktu dan anggaran yang telah ditetapkan. Suatu studi oleh H. Kurzner (1982) dikutip dalam Armaini (1994 : 5) menyimpulkan bahwa manajemen proyek adalah merencanakan, menyusun organisasi, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

Keberhasilan proyek-proyek besar semakin menuntut diperlukannya manajemen yang lebih baik. Tidak hanya untuk para pembangun dan subkontraktor, tapi juga untuk semua sumberdaya yang terlibat di dalamnya. Seringkali buruh-buruh dari beberapa perusahaan kontraktor berbeda disatukan untuk mengerjakan satu macam pekerjaan pada suatu saat. Maka dari itulah manajemen yang baik diharapkan dapat mengorganisir dan mengkoordinasi sumberdaya yang terlibat agar pembangunan proyek berjalan lancar.

Manajemen proyek konstruksi ialah penerapan fungsi-fungsi manajemen pada suatu proyek dengan menggunakan sumber daya efektif dan efisien agar tujuan dapat tercapai. Menurut Ervianto (2002), Manajemen konstruksi meliputi cara bagaimana agar sumber daya yang

terlibat dapat diaplikasikan oleh manajer proyek secara tepat. Sumber daya yang dimaksud disini ialah meliputi *manpower*, *material*, *machine*, *money*, dan *method*. Menurut Suharto (1995 : 18), Manajemen proyek ialah bagaimana cara merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

Proyek dari rekayasa sipil sendiri memiliki ciri yang unik, tunggal, dan dinamis dimana sifat dan tujuan dari tiap-tiap proyek tidak ada yang sama. Manajemen di dalam dunia proyek akan terus tumbuh dan berkembang mengikuti teknologi dan perkembangan zaman. Maka dari itu diperlukan teknik pengerjaan dan manajemen proyek yang fleksibel agar dapat diaplikasikan pada proyek manapun.

Manajemen Konstruksi meliputi mutu fisik konstruksi, biaya dan waktu. Manajemen tenaga kerja dan manajemen material akan lebih ditekankan dalam suatu pekerjaan konstruksi. Hal tersebut dikarenakan pekerjaan pelaksanaan seperti pengendalian biaya dan waktu proyek lebih banyak berperan ketimbang manajemen perencanaan.

Dalam manajemen proyek, pemimpin organisasi proyek akan mengelola dan mengarahkan perangkat dan sumber daya yang terlibat didalamnya agar dapat mencapai suatu pencapaian yang maksimal dan sesuai dengan standar kinerja proyek dalam hal mutu, waktu, biaya, dan keselamatan kerja. Agar mencapai hasil yang maksimal, kegiatan proyek

haruslah disusun dengan detail dan akurat untuk menghindari penyimpangan-penyimpangan yang mungkin dapat terjadi.

Setiap perusahaan konstruksi memerlukan sistem pengelolaan proyek yang terkonsep dikarenakan suatu proyek pastinya memiliki beberapa keterbatasan sehingga menghambat pencapaian tujuan akhir proyek tersebut. Manajemen proyek yang dilakukan dengan baik akan dapat meminimalisir resiko-resiko akibat dari keterbatasan tersebut. Beberapa hal yang dapat dikelola agar pengelola dapat mencapai tujuan akhir proyek secara maksimal diantaranya waktu, kualitas, biaya, keselamatan kerja, lingkungan, sumber daya, sistem informasi, dan resiko selama pengerjaan.

C.2. Fungsi Dasar Manajemen Proyek

Soeharto (1995 : 48) menjelaskan di dalam bukunya bahwa manajemen proyek diharuskan memenuhi fungsi dasarnya. Fungsi dasar manajemen proyek dikelompokkan menjadi 4 (empat), yaitu :

1. Pengelolaan Lingkup Proyek

Lingkup proyek adalah total kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan produk yang diinginkan. Dalam lingkup proyek, batasan-batasan yang memuat kuantitas, kualitas, dan spesifikasi merupakan hal yang perlu diperhatikan agar dalam pelaksanaannya tidak menimbulkan implementasi-implementasi yang salah antara pihak-pihak yang berkepentingan.

2. Pengelolaan waktu dan Jadwal

Dalam pelaksanaan proyek, waktu dan jadwal merupakan sasaran utama dari kegiatan tersebut. Keterlambatan akan mengakibatkan kerugian-kerugian misalnya penambahan biaya. Pengelolaan waktu meliputi perencanaan, penyusunan, dan pengendalian jadwal.

3. Pengelolaan Biaya

Pengelolaan biaya meliputi segala aspek yang berkaitan antara dana dan kegiatan proyek. Agar pengelolaan dapat efektif, maka disusun berbagai metode dan teknik seperti penyusunan anggaran biaya, konsep nilai hasil, dan sebagainya.

4. Mengelola Kualitas dan Mutu

Agar kegiatan proyek tersebut dapat memenuhi syarat yang telah direncanakan, maka diperlukan proses yang panjang mulai dari mengkaji syarat-syarat pelaksanaan, menjabarkan persyaratan tersebut menjadi spesifikasi, dan menuangkannya menjadi gambar kerja.

D. Manajemen Resiko dalam Proyek Konstruksi

Permasalahan yang sering dihadapi di dalam sebuah proyek adalah tidak dapat teridentifikasinya faktor-faktor resiko. Hal tersebut mengakibatkan kendala dalam pencapaian tujuan sebuah proyek. Secara umum, resiko didefinisikan sebagai aktivitas yang cenderung menimbulkan

dampak negatif terhadap proyek, kualitas, kinerja, waktu, dan biaya. Proyek dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang kompleks, tidak rutin, dan dikerjakan pada waktu yang dibatasi oleh sumber daya, waktu, dan anggaran. Resiko dapat pula ditafsirkan sebagai bentuk suatu keadaan yang akan terjadi nantinya dengan keputusan yang diambil berdasarkan berbagai pertimbangan pada saat ini. Sedangkan manajemen resiko adalah proses penilaian resiko serta pengembangan strategi pengelolaannya.

Resiko merupakan akibat yang terjadi secara tidak terduga walaupun telah direncanakan dengan sangat baik. Hal tersebut dikarenakan adanya unsur ketidakpastian di dalam suatu kegiatan proyek konstruksi. Resiko pada proyek bagaimanapun tidak dapat dihilangkan tetapi dapat dikurangi. Apabila resiko terjadi maka akan berdampak kepada terganggunya kinerja keseluruhan proyek. Hal tersebut dapat mengakibatkan kerugian terhadap waktu, biaya, dan sumber daya. Sedangkan menurut Wideman (1992), resiko adalah efek kumulasi dari peluang-peluang kejadian yang bersifat tidak pasti yang dapat mempengaruhi tercapainya tujuan suatu proyek. Manajemen resiko yang baru pertama kali dilaksanakan dan belum mempunyai pengalaman tentang manajemen resiko tersebut akan lebih sulit penanganannya dibandingkan dengan resiko yang sudah pernah terjadi dalam suatu proyek.

Manajemen resiko diharuskan untuk dilakukan pada seluruh siklus proyek dimulai dari tahap awal hingga tahap akhir. Ketidakpastian pada pekerjaan proyek tidak dapat sepenuhnya dihilangkan tetapi dapat dikurangi dengan metode Analisis Resiko Sistematis (*Systematic Risk Analysis*). Dalam pengertian global, manajemen resiko adalah suatu proses untuk memastikan bahwa semua yang dapat dilakukan akan dilakukan untuk mencapai tujuan dari proyek namun tetap dalam batas-batas proyek. (Clark, Pledger dan Needier 1990 dalam *Construction Risk Management*).

D.1. Tujuan Manajemen Resiko

Tujuan dari analisis manajemen resiko adalah untuk membantu menghindari kegagalan dan memberikan gambaran-gambaran tentang apa yang akan terjadi apabila pembangunan yang dilakukan tidak sesuai dengan rencana. Menurut Godfrey (1996), analisis resiko dapat digunakan untuk :

1. Identifikasi dan menilai resiko secara jelas.
2. Memusatkan perhatian pada resiko utama.
3. Meminimalkan potensi kerusakan apabila timbul keadaan yang terburuk.
4. Memperjelas keputusan tentang batasan kerugian.
5. Menegaskan peranan setiap orang/badan yang terlibat dalam sebuah manajemen resiko.

Apabila resiko yang timbul sudah teridentifikasi, maka upaya selanjutnya adalah mengurangi resiko yang muncul. Tindakan tersebut dinamakan *Risk Mitigation*.

D.2. Manfaat Manajemen Resiko

Manajemen resiko merupakan suatu aplikasi dari manajemen umum yang mencoba untuk mengidentifikasi , mengukur, dan menangani sebab dan akibat dari ketidakpastian pada suatu kegiatan organisasi. (William, 1995). Manajemen resiko sangat tepat apabila dimanfaatkan dalam suatu kegiatan konstruksi mengingat kegiatan konstruksi memiliki sifat yang tidak pasti.

Menurut Darmawi (2005), manfaat yang diperoleh dengan menerapkan manajemen resiko antara lain :

1. Manajemen resiko mungkin dapat mencegah perusahaan dari kegagalan.
2. Manajemen resiko menunjang secara langsung peningkatan laba.
3. Memungkinkan pembuat keputusan untuk menghadapi resiko dan ketidakpastian dalam keadaan nyata.

D.3. Klasifikasi Resiko

Secara umum resiko dapat diklasifikasikan tergantung dari kebutuhan dalam penanganannya (Rahayu, 2001) :

1. Resiko Murni dan Resiko Spekulatif

Resiko ini dianggap sebagai ketidakpastian yang dikaitkan dengan adanya suatu kerugian. Contoh dari resiko murni adalah kecelakaan kerja dalam proyek. Sedangkan resiko spekulatif mengandung dua luaran yaitu kerugian dan keuntungan. Resiko spekulatif biasa dikenal sebagai resiko dinamis. Contoh resiko spekulatif adalah asuransi. Apabila resiko yang dijamin asuransi terjadi maka perusahaan asuransi akan menanggung kerugian penjamin, apabila tidak terjadi maka perusahaan akan mendapatkan keuntungan.

2. Resiko terhadap Benda dan Manusia

Resiko ini terjadi terhadap benda dan manusia. Terhadap benda contohnya kebocoran rumah, mobil hilang, dan sebagainya. Sedangkan resiko terhadap manusia contohnya sakit, resiko hari tua, dan lainnya.

3. Resiko Fundamental

Resiko fundamental adalah resiko yang kemungkinan dapat terjadi pada sebagian besar masyarakat dan tidak dapat disalahkan kepada seseorang atau beberapa orang sebagai penyebabnya. Contoh resiko fundamental ini adalah bencana alam dan peperangan.

4. Resiko Khusus

Resiko khusus adalah resiko yang berasal dari peristiwa mandiri dimana sifat dari resiko ini tidak selalu bersifat bencana, bisa

dikendalikan, dan dapat diasuransikan. Contohnya seperti kecelakaan.

D.4. Jenis-jenis Resiko

Resiko yang terdapat pada proyek konstruksi sangatlah banyak dan tidak dapat di prediksi. Oleh karena itu, pihak-pihak di dalam proyek perlu memberikan prioritas lebih pada resiko-resiko yang dapat mempengaruhi keuntungan proyek. Resiko resiko tersebut adalah (Wideman, 1992) :

1. External, tidak dapat diprediksi :
 - a) Perubahan undang-undang
 - b) Bencana alam
 - c) Perusakan dan sabotase
 - d) Pengaruh lingkungan dan sosial
2. External, dapat diprediksi (tidak dapat dikontrol) :
 - a) Resiko pasar
 - b) Operasional
 - c) Pengaruh lingkungan dan social
 - d) Perubahan mata uang
 - e) Inflasi
 - f) Pajak
3. Internal non-teknik (umunya dapat dikontrol) :
 - a) Manajemen
 - b) Jadwal yang terlambat

- c) Pertambahan biaya
 - d) Cash flow
 - e) Potensi kehilangan manfaat dan keuntungan
4. Teknik (dapat dikontrol) :
- a) Perubahan teknologi
 - b) Hak paten
 - c) Hal-hal tidak terduga

D.5. Resiko dalam Proyek Konstruksi

Menurut Flanagan (1993), resiko dalam proyek konstruksi adalah :

1. Penyelesaian yang gagal dari penetapan waktu yang ditentukan.
2. Kegagalan desain konstruksi.
3. Kondisi tanah yang tidak terduga.
4. Cuaca buruk.
5. Kenaikan harga material yang tidak terduga.
6. Pemogokan tenaga kerja.
7. Kecelakaan kerja.
8. Kerusakan pada struktur akibat kualitas kerja yang jelek.
9. Kejadian tidak terduga.
10. Kegagalan proyek akibat budget.

Sedangkan sumber – sumber resiko menurut Flanagan (1993) antara lain :

1. Timbulnya inflasi.
2. Kondisi tanah yang tidak terduga.
3. Keterlambatan material.
4. Desain yang salah.
5. Kontraktor utama yang bangkut.
6. Tidak adanya koordinasi.

D.6. Penanganan Resiko Proyek

Penanganan resiko bertujuan agar nilai dan jenis resiko yang terjadi dapat dihitung dan ditangani sehingga penanggung jawab resikonya dapat ditentukan. Ada beberapa cara menentukan penanganan resiko berdasarkan klasifikasi resiko yang terjadi, yaitu :

1. Resiko yang dapat diterima, yaitu resiko yang dampaknya dapat ditanggulangi oleh individu atau perusahaan karena konsekuensinya yang kecil.
2. Resiko yang direduksi, merupakan bentuk resiko yang dapat ditangani dengan cara menangani suatu tindakan alternatif yang apabila dilakukan maka konsekuensinya akan kecil. Contohnya musim penghujan pada masa pengecoran diantisipasi dengan mempercepat waktu pengecoran.

3. Resiko yang dikurangi, yaitu bentuk resiko yang dampak dari resiko tersebut dapat dikurangi dengan memperkecil kemungkinan kejadian yang akan ditimbulkan. Contohnya pekerjaan ulang akibat kesalahan berulang pada beberapa pengalaman proyek dicari solusinya dan kemudian dilakukan pelatihan-pelatihan pada karyawan.
4. Resiko yang dipindahkan, yaitu bentuk resiko yang dapat dipindahkan ke pihak lain secara sebagian atau keseluruhan. Misalnya untuk program keselamatan dan kesehatan kerja, perusahaan menjamin karyawan dan perusahaan pada perusahaan asuransi dengan membayar sejumlah uang.

Hasil dari penanganan resiko yang akan dilakukan akan diklarifikasi terlebih dahulu dengan melakukan evaluasi dan kajian sebelum ditetapkan sebagai penanganan resiko yang paling baik. Hal ini dilakukan agar penanganan resiko dapat dilakukan dengan lebih objektif sesuai dengan karakter resikonya, sehingga penanganan dapat memenuhi persyaratan-persyaratan yang telah ditetapkan.

E. Rencana Anggaran Biaya

E.1. Definisi

Menurut Jhon W Niron dalam bukunya Pedoman Praktis Anggaran dan Borongan (Rencana Anggaran Biaya Bangunan) 1990, definisi Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah sebagai berikut :

- Rencana : Himpunan Planing termasuk detail/penjelasan dan tata cara pelaksanaan pembuatan sebuah bangunan.
- Anggaran : Perkiraan/perhitungan biaya suatu bangunan berdasarkan bastek dan gambar bastek.
- Biaya : Jenis atau besarnya pengeluaran yang ada hubungannya dengan borongan yang tercantum dalam persyaratan yang terlampir.

Sedangkan menurut Sugeng Djojowiriono (1991) rencana anggaran biaya merupakan perkiraan/perhitungan yang diperlukan untuk tiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sehingga akan diperoleh biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Berdasarkan beberapa pendapat diatas, dapat di definisikan bahwa Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah merencanakan suatu bangunan dalam bentuk dan faedah penggunaannya, beserta besar biaya yang diperlukan dan susunan dalam bidang administrasi maupun pelaksanaan kerja dalam bidang teknik.

Anggaran biaya suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan analisis, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Biaya adalah jumlah dari masing-masing hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan.

Anggaran biaya merupakan harga bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbedah-bedah dimasing-masing daerah, disebabkan perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. Penaksiran anggaran biaya adalah proses perhitungan volume pekerjaan harga dari berbagai macam bahan dan pekerjaan yang akan terjadi pada suatu konstruksi.

E.2. Tujuan Penyusunan RAB

Tujuan penyusunan atau pembuatan RAB adalah :

1. Bagi Pemilik Proyek

- a. Sebagai patokan untuk penyediaan dana
- b. Mengetahui kelayakan proyek tersebut dari segi keuangan atau ekonomi
- c. Sebagai bahan evaluasi proyek
- d. Sebagai dasar pembandingan dalam proyek
- e. Penentuan besarnya pajak dan asuransi

2. Bagi Perencana Atau Konsultan Manajemen Proyek

- a. Sebagai bahan perencanaan lebih lanjut
- b. Pemeliharaan alternatif proyek (luasnya atau batasan penggunaan tipe dan kualitas bahan)

3. Bagi Kontraktor

- a. Sebagai dasar untuk mengikuti pelelangan atau pengajuan penawaran

- b. Dasar perkiraan modal atau dana yang harus disediakan
- c. Sebagai dasar dalam penyediaan bahan, alat, tenaga, serta waktu untuk pelaksanaan

Rencana anggaran biaya dibuat sebelum proyek dilaksanakan, jadi masih merupakan anggaran biaya perkiraan, bukan anggaran biaya yang sebenarnya berdasarkan pelaksanaan (*actual cost*). rencana anggaran biaya biasanya dibuat oleh :

- 1) Dinas / instansi pemerintahan,
- 2) Perencana,
- 3) Kontraktor.

E.3. Data Yang Diperlukan Dalam Pembuatan RAB

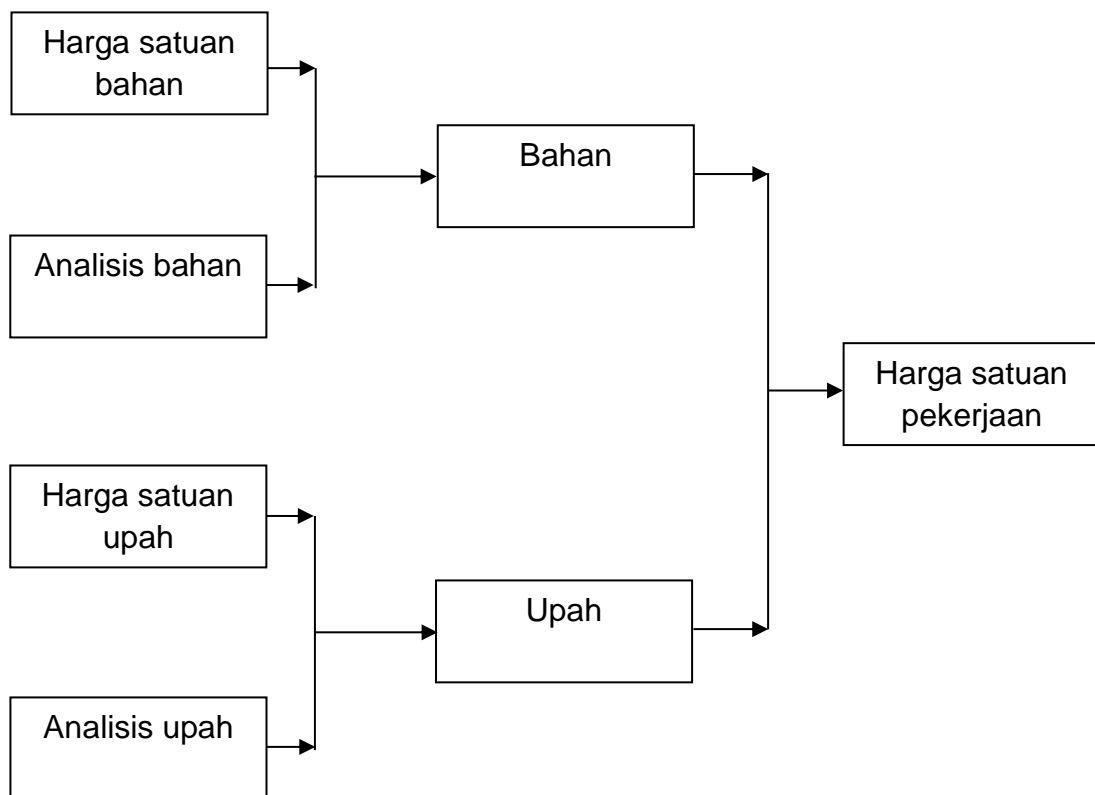
Pengumpulan aliansi penerbitan dan penarikan kembali informasi harga dan biaya merupakan hal yang sangat penting bagi sektor dalam industri konstruksi. Sehingga ada harga terbitan yang sering digunakan sebagai acuan dalam penyusunan Rencana Anggaran Biaya di tiap daerah. Dalam penyusunan / pembuatan RAB data yang diperlukan adalah :

- 1. Gambar-gambar rencana arsitek dan struktur gambar (gambar bestek)
- 2. Peraturan dan syarat-syarat (bestek / RKS)
- 3. Berita acara penjelasan pekerjaan,
- 4. Peraturan – peraturan nasional yang terkait,

5. Peraturan / spesifikasi bahan dari pabrik,
6. Daftar harga bahan yang digunakan di daerah tersebut,
7. Daftar upah untuk daerah tersebut,
8. Daftar upah borongan tiap pekerjaan,
9. Peraturan pemerintah daerah yang berkaitan dengan pembangunan,
10. Daftar volume pekerjaan.

E.4. Harga Satuan Pekerjaan

Menurut Bachtiar Ibrahim di dalam bukunya *Rencana Dan Estimate Real Of Cost, 1991*, mendefinisikan bahwa harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Analisis adalah merupakan perumusan guna menetapkan harga dan upah masing-masing dalam bentuk satuan. Harga bahan di dapat dipasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan bahan. Upah tenaga kerja didapatkan dilokasi, dikumpulkan dan dicatat dalam daftar yang dinamakan daftar harga satuan upah tenaga kerja.



Gambar 2. Harga Satuan Pekerjaan

Sumber : Bachtiar Ibrahim, *Rencana dan Estimate Real Of Cost*, Jakarta, 1991.

F. Kurva S

F.1. Pengertian Kurva S

Menurut Husen (2009) Kurva S atau *Hanumm curve* adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi dari kurva S

dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan antara Kurva S rencana dengan realisasi. Untuk membuat Kurva S, jumlah persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu periode di antara durasi proyek diplotkan terhadap sumbu vertikal sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis akan membentuk kurva yang berbentuk huruf S. Bentuk demikian terjadi karena volume kegiatan pada bagian awal proyek biasanya masih sedikit, kemudian pada bagian pertengahan meningkat dalam jumlah cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil. Kurva S adalah suatu kurva yang disusun untuk menunjukkan hubungan antara nilai kumulatif biaya atau jam-orang (*man hours*) yang telah digunakan atau persentase (%) penyelesaian pekerjaan terhadap waktu. Dengan demikian pada Kurva S dapat digambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang berlangsungnya proyek atau pekerjaan dalam bagian dari proyek. Dengan membandingkan kurva tersebut dengan kurva yang serupa yang disusun berdasarkan perencanaan, maka akan segera terlihat dengan jelas apabila terjadi penyimpangan. Oleh karena kemampuannya yang dapat diandalkan dalam melihat penyimpangan-penyimpangan dalam pelaksanaan proyek, maka pengendalian proyek dengan memanfaatkan Kurva S sering kali digunakan dalam pengendalian suatu proyek. Pada Kurva S, sumbu mendatar menunjukkan waktu kalender, dan sumbu vertikal menunjukkan nilai kumulatif biaya atau jam-orang atau persentase penyelesaian

pekerjaan. Kurva yang berbentuk huruf “S” tersebut lebih banyak terbentuk karena kelaziman dalam pelaksanaan proyek yaitu:

- Kemajuan pada awal-awalnya bergerak lambat.
- Kemudian diikuti oleh kegiatan yang bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama.
- Pada akhirnya kegiatan menurun kembali dan berhenti pada suatu titik akhir.

F.2. Kegunaan Kurva S

Didalam suatu proyek konstruksi Kurva S memiliki beberapa kegunaan, yaitu:

1. Sebagai jadwal pelaksanaan kegiatan proyek, disitu akan terlihat kapan proyeknya dimulai dan kapan akan berakhir, juga pekerjaan apa saja yang harus dikerjakan pada tanggal tertentu.
2. Sebagai dasar untuk manajemen keuangan proyek, dengan adanya *Kurva S* maka akan terlihat perkiraan besarnya presentase progress yang akan diraih pada tanggal tertentu, seorang manajer keuangan dapat memperkirakan berapa dana yang akan tersedia serta kapan akan menagih pembayaran ke owner dengan besaran sekian rupiah dihitung dari progress proyek.

3. Untuk melihat pekerjaan yang masuk kedalam lintasan kritis, yaitu item yang harus segera selesai agar pekerjaan lain yang berkaitan dapat segera dikerjakan.
4. Untuk menghitung prestasi pekerjaan proyek, di *Kurva S* terdapat rencana progress mingguan proyek, dan ada perhitungan progress realisasi pelaksanaan, dari perbandingan antara rencana dan realisasi akan diketahui seberapa besar prestasi pekerjaan, apakah lebih cepat atau terlambat dari jadwal.
5. Sebagai pedoman manajer proyek untuk mengambil kebijakan agar pelaksanaan pekerjaan bias selesai sesuai batas waktu kontrak, atau lebih cepat lebih baik.
6. Untuk manajemen pengendalian material, tenaga dan peralatan proyek sesuai dengan jenis kegiatan yang akan dikerjakan setiap tanggalnya.
7. Sebagai bahan pelaporan proyek dari kontraktor kepada manajemen konstruksi, konsultan pengawas, atau owner sebagai pemilik proyek.

F.3. Tahapan Pembuatan Kurva S

Beberapa tahapan prosedur dalam pembuatan *Kurva S* Rencana, yaitu:

1. Menuliskan item pekerjaan seperti yang ada di *Time Schedule*

2. Menentukan bobot persen dari tiap item pekerjaan berdasarkan perincian harga pada tiap item pekerjaan terhadap harga total dari semua item pekerjaan
3. Membagi bobot persen pekerjaan dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan tersebut sesuai dengan *Time Schedule*. Misalnya jika direncanakan pekerjaan itu dapat diselesaikan dalam 4 minggu maka bobot persen pekerjaan itu dibagi 4 untuk tiap minggunya. Seyogianya bobot pekerjaan diratakan, untuk mempermudah penyediaan material, tenaga kerja, dan biaya.
4. Menjumlahkan bobot persen pekerjaan persatuan waktu
5. Membuat table kumulatif dari persen pekerjaan persatuan waktu yang direncanakan sampai dengan waktu dari proyek tersebut.
6. Memplot grafik hubungan antara kumulatif dari persen pekerjaan dengan waktu. Grafik inilah yang disebut *Kurva S* rencana.

Prosedur pembuatan *Kurva S* Realisasi. Pembuatan kurva S ini berhubungan dengan prestasi pekerjaan Kontraktor yang dicatat dalam *Time Schedule*. Prestasi pekerjaan ini dinilai dari beberapa persen dari tiap item/ jenis pekerjaan yang telah diselesaikan Kontraktor di lapangan, sesuai dengan jadwal yang direncanakan.

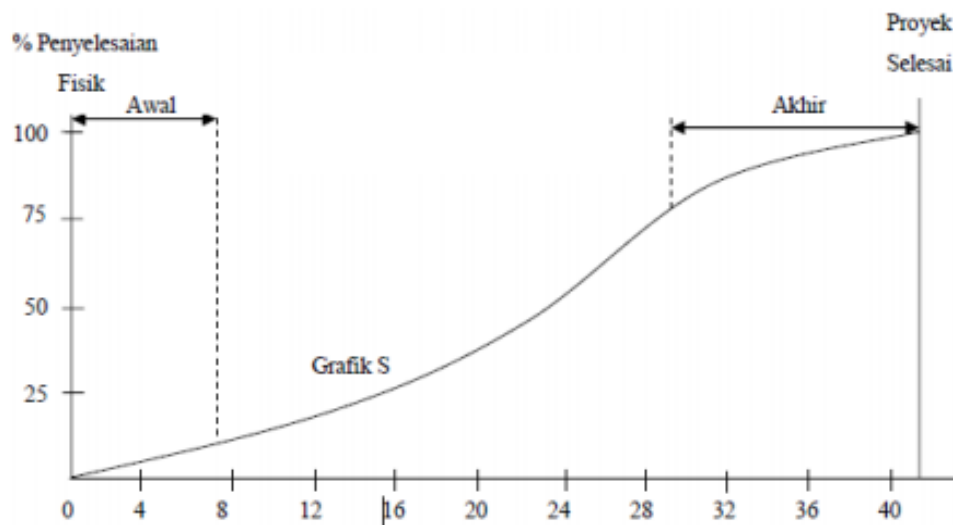
Adapun tahap-tahap pembuatannya adalah :

1. Penilaian prestasi kerja kontraktor diplot dalam *Time Schedule* persatuan waktu tersebut.
2. Menjumlahkan prestasi kerja kontraktor untuk seluruh item/jenis pekerjaan yang dikerjakan persatuan waktu tersebut.
3. Membuat table kumulatif dari prestasi kerja yang diselesaikan Kontraktor sampai dengan waktu tersebut.
4. Memplot grafik hubungan antara kumulatif dari prestasi kerja dengan waktu. Grafik inilah yang disebut *Kurva S* realisasi.

Adapun fungsi kurva S adalah sebagai berikut:

1. Menentukan waktu penyelesaian proyek.
2. Menentukan waktu penyelesaian bagian proyek.
3. Menentukan besarnya biaya pelaksanaan proyek.
4. Menentukan waktu untuk mendatangkan material dan alat yang akan dipakai.

Kurva S sangat berguna untuk dipakai sebagai bulanan dan laporan kepada pimpinan proyek maupun pimpinan perusahaan karena grafik ini dapat dengan jelas menunjukkan kemajuan proyek maupun pimpinan perusahaan karena grafik ini dapat dengan jelas menunjukkan kemajuan proyek.



Gambar 3. Kurva S

Sumber : (Khalid, 2008)

G. Metode Monte Carlo

G.1. Pengertian Metode Monte Carlo

Metode *Monte Carlo* adalah metode dasar untuk semua algoritma dari metode simulasi yang didasarkan pada pemikiran untuk menyelesaikan suatu masalah untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan cara memberi nilai sebanyak-banyaknya untuk mendapatkan nilai ketelitian lebih tinggi. Sedangkan simulasi adalah suatu solusi analitis dari sebuah sistem yang digunakan untuk memecah masalah dalam kehidupan nyata yang penuh ketidakpastian. Simulasi merupakan bentuk dari analisa alternatif yang digunakan untuk memecahkan masalah yang kompleks. Simulasi dapat digunakan untuk memecahkan berbagai macam persoalan yang mengandung ketidakpastian di dunia nyata. Ketika solusi matematis

tidak memadai dalam memecahkan suatu masalah, maka solusinya yaitu diselesaikan dengan menggunakan metode tertentu yang lebih ditekankan dengan penggunaan komputer.

Simulasi *Monte Carlo* adalah sebuah metode analisis yang dibangun berdasarkan nilai data-data acak yang melahirkan sebuah statistik probabilitas yang selanjutnya digunakan untuk memahami dampak dari sebuah ketidakpastian. Penggunaan *Monte Carlo* sendiri sudah sangat berkembang dalam bidang evaluasi proyek, manajemen proyek, analisis biaya, dan lainnya.

Menurut Taha (1997), simulasi *Monte Carlo* merupakan semua teknik sampling statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif dimana model yang dibangun berdasarkan sistem yang sebenarnya. Selanjutnya setiap variabel dalam model tersebut memiliki nilai yang memiliki probabilitas yang berbeda, yang ditunjukkan oleh distribusi probabilitas dari setiap variabel. *Monte Carlo* mensimulasikan sistem tersebut berulang kali bahkan sampai ribuan kali tergantung sistem yang ditinjau, dengan cara memilih nilai random untuk tiap variabel dari distribusi probabilitasnya.

Metode penjadwalan yang umum digunakan yaitu dengan metode CPM (*Critical Path Method*) ataupun PDM (*Precedence Diagram Method*). Namun kedua metode tersebut kurang akurat apabila diaplikasikan karena metode tersebut mengestimasi durasi proyek secara pasti. Padahal di dunia nyata, pekerjaan proyek merupakan pekerjaan dengan resiko

ketidakpastian yang tinggi. Maka dari itu, simulasi *Monte Carlo* dapat menjadi jawaban atas permasalahan ketidakpastian dalam pekerjaan proyek.

Pada umumnya literatur-literatur manajemen proyek menempatkan simulasi *Monte Carlo* dibawah topik manajemen resiko. Terkadang diletakkan di dalam topik manajemen waktu dan manajemen biaya. Suatu studi oleh *Project Management Institute* (2004), dikutip dalam jurnal Yung Hoon Kwak dan Lisa Ingall (2007), menerapkan sebuah pendekatan standar manajemen resiko yang meliputi enam proses yaitu perencanaan manajemen resiko, identifikasi resiko, kualifikasi resiko, kuantifikasi resiko, perencanaan respon resiko, dan evaluasi resiko. Simulasi *Monte Carlo* sendiri ditempatkan sebagai bagian dari proses kuantifikasi resiko. Simulasi ini sangat bermanfaat apabila diaplikasikan di dalam bidang manajemen proyek, simulasi jadwal, dan simulasi peralatan sumber daya. Namun dalam praktiknya, simulasi ini belum banyak digunakan oleh para manajer proyek kecuali disyaratkan oleh perusahaan atau organisasinya.

Keuntungan penggunaan simulasi *Monte Carlo* ini ialah simulasi ini merupakan perangkat yang cermat dalam menganalisa kemungkinan ketidakpastian yang sering terjadi di dalam proyek. Dengan adanya keuntungan tersebut, diharapkan dapat menjadikan proyek berjalan dengan optimal baik di sisi waktu, sumber daya, maupun biaya.

Dengan keuntungan besar dari simulasi ini untuk optimalnya sebuah proyek, namun dalam praktiknya metode ini belum banyak

digunakan. Hal tersebut dikarenakan karena kurangnya pemahaman terhadap statistika dan metode *Monte Carlo*. Banyak yang menganggap metode ini sebagai beban karena kurangnya pemahaman tersebut.

G.2. Sejarah Metode Monte Carlo

Ide pertama dicetuskan Enrico Fermi di tahun 1930an. Pada saat itu para fisikawan di Laboratorium Sains Los Alamos sedang memeriksa perlindungan radiasi dan jarak yang akan neutron tempuh melalui beberapa macam material. Namun data yang didapatkan tidak dapat membantu untuk memecahkan masalah yang ingin mereka selesaikan karena ternyata masalah tersebut tidak bisa diselesaikan dengan penghitungan analitis. Lalu John von Neumann dan Stanislaw Ulam memberikan ide untuk memecahkan masalah dengan memodelkan eksperimen di komputer. Metode tersebut dilakukan secara untung-untungan. Takut hasil karyanya dicontek orang, metode tersebut diberi kode nama Monte Carlo.

Nama Monte Carlo kemudian akhirnya menjadi populer oleh Enrico Fermi, Stanislaw Ulam, dan rekan-rekan mereka sesama peneliti fisika. Nama Monte Carlo merujuk kepada sebuah kasino terkenal di Monako. Di sanalah paman dari Stanislaw Ulam sering meminjam uang untuk berjudi. Kegunaan dari ketidakteraturan dan proses yang berulang memiliki kesamaan dengan aktivitas di kasino. Hal yang berbeda dari simulasi Monte Carlo adalah ia membalikkan bentuk simulasi yang umum. Metode

ini akan mencari kemungkinan terlebih dahulu sebelum memahami permasalahan yang ada. Sementara umumnya menggunakan simulasi untuk menguji masalah yang sebelumnya telah dipahami. Walaupun pendekatan terbalik ini sudah ada sejak lama, namun baru setelah metode Monte Carlo populer pendekatan ini diakui.

Penggunaan metode paling awal diketahui digunakan oleh Enrico Fermi di tahun 1930. Pada waktu itu beliau menggunakan metode acak untuk menghitung sifat dari neutron yang baru ditemukan. Baru setelah komputer pertama diperkenalkan sekitar tahun 1945 metode Monte Carlo mulai dipelajari lebih lanjut. Metode ini telah digunakan di bidang fisika, kimia fisika, dan lain-lain. Rand Corporation dan U.S. Air Force merupakan sponsor utama dalam pengembangan metode Monte Carlo pada waktu itu dan metode ini semakin berkembang di berbagai bidang.

Penggunaan metode Monte Carlo membutuhkan sejumlah besar angka acak sehingga seiring dengan berkembangnya metode ini, berkembang pula pseudorandom number generator yang ternyata lebih efektif digunakan daripada tabel angka acak yang telah sebelumnya sering digunakan untuk pengambilan sampel statistik. Metode Monte Carlo memiliki banyak penerapan di berbagai bidang. (Adytia, 2013)

Penerapan metode Monte Carlo antara lain dalam bidang:

1. Grafis. Digunakan untuk penjejukan sinar.
2. Biologi. Mempelajari jaringan biologi.

3. Keuangan Dalam bidang ini, Monte Carlo digunakan untuk menilai dan menganalisis modelmodel finansial.
4. Fisika. Cabang-cabang fisika yang menggunakan antara lain fisika statistik dan partikel. Dalam fisika partikel, digunakan untuk eksperimen. Dalam ilmu nuklir metode ini juga banyak diterapkan.
5. Ilmu probabilitas dan statistik. Digunakan untuk mensimulasikan dan memahami efek keberagaman.
6. Ilmu komputer. Misalnya Algoritma Las Vegas dan berbagai permainan komputer.
7. Kimia. Digunakan untuk simulasi yang melibatkan kluster-kluster atomik.
8. Ilmu lingkungan.

G.3. Tahapan Simulasi Monte Carlo

Jika suatu sistem mengandung elemen yang mengikutsertakan kemungkinan, maka model yang digunakan adalah model Monte Carlo. Istilah Monte Carlo dianggap sama dengan simulasi probabilistik. Namun sebenarnya, Monte Carlo merupakan simulasi yang lebih tegas karena pada Monte Carlo dipilih angka-angka secara acak dari distribusi probabilitas untuk menjalankan simulasi.

Metode Monte Carlo merupakan sebuah teknik simulasi yang menggunakan unsur acak di saat terdapat peluang. Dasar simulasi Monte

Carlo adalah percobaan pada unsur peluang dengan menggunakan pengambilan sampel secara acak. Metode simulasi ini terbagi dalam lima tahapan, yaitu :

1. Membuat distribusi kemungkinan untuk variabel penting.
Ide dasar simulasi ini adalah untuk membangkitkan nilai untuk variabel pada model yang sedang diuji. Salah satu cara untuk membuat distribusi kemungkinan untuk satu variabel adalah memperhitungkan hasil di masa lalu.
2. Membangun distribusi kemungkinan kumulatif untuk tiap-tiap variabel.

Sebagai contohnya ialah pada gambar tabel dibawah ini. Pada tabel ini distribusi kemungkinan didapatkan dari hasil wawancara RAB proyek.

Tabel 1. Nilai RAB Maksimum dan Minimum

	Minimum	Maksimum
Aktifitas		
A	15.000	20.000
B	15.000	17.500
C	17.500	25.000
D	5.700	6.800
E	19.000	26.000
F	7.500	9.500
Total	79.700	104.800

Sumber : Jurnal SMARTEK "Aplikasi Simulasi Monte Carlo dalam Estimasi Biaya Proyek" oleh Adnan Fajar

3. Menentukan interval angka random.

Setelah distribusi probabilitas yang akan digunakan dalam simulasi sudah diterapkan, maka diberikan serangkaian angka random yang dapat mewakili setiap nilai. Pada dasarnya, angka random adalah serangkaian angka yang telah terpilih oleh sebuah proses yang teracak secara sempurna, yaitu sebuah proses dimana setiap angka acak memiliki peluang yang sama untuk terpilih.

Tabel 2. Bangkitan nilai acak dengan *Microsoft Excel*

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Aktifitas	A	B	C	D	E	F	Total
2	Minimum	15.000	15.000	17.500	5.700	19.000	7.500	79.700
3	Maksimum	20.000	17.500	25.000	6.800	26.000	9.500	104.800
4	Iterasi 1	18.037	16.826	24.375	6.488	24.718	9.281	99.725
5	Iterasi 2	16.631	=RAND()*(B3-B2)+B2	.117	2	=SUM(B4:G4)		95.096
6	Iterasi 3	17.736	16.137	17.813	6.606	23.827	8.571	90.689
7	Iterasi 4	15.585	16.707	19.777	6.166	24.101	8.736	91.073
8	Iterasi 5	18.210	15.134	21.059	5.975	23.579	7.798	91.755

Sumber : Jurnal *SMARTeK* "Aplikasi Simulasi Monte Carlo dalam Estimasi Biaya Proyek" oleh Adnan Fajar

Angka *random* dihasilkan dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* menggunakan fungsi *RAND*. Sedangkan perhitungan total dilakukan dengan menggunakan fungsi *SUM*.

4. Membangkitkan angka acak.

Angka acak dapat dihasilkan dengan dua cara. Apabila persoalan yang akan disimulasikan besar dan melibatkan banyak percobaan simulasi, maka dapat digunakan program komputer untuk membangkitkan angka acak. Apabila simulasi

dilakukan dengan perhitungan tangan, angka acak dapat diambil dari tabel angka acak.

5. Membuat simulasi dari rangkaian percobaan.

1.) Menentukan absolute error, Direncanakan absolute error kurang dari 2%.

$$\varepsilon = \left(\frac{\bar{x}}{1} \right)_{0.02} \quad (1)$$

Sumber : Jurnal SMARTEK “Aplikasi Simulasi Monte Carlo dalam Estimasi Biaya Proyek” oleh Adnan Fajar

2.) Menentukan jumlah iterasi dengan menggunakan rumus :

$$N = \left(\frac{3 \times S}{\varepsilon} \right)^2 \quad (2)$$

Sumber : Jurnal SMARTEK “Aplikasi Simulasi Monte Carlo dalam Estimasi Biaya Proyek” oleh Adnan Fajar

Dengan :

N = Jumlah iterasi

S = Standar Deviasi

ε = Absolute Error

3.) Menghitung *True error* setelah simulasi selesai dilakukan.

Perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\varepsilon = \frac{3 \times S \cdot \text{simulasi}}{\sqrt{N}} \quad (3)$$

Sumber : Jurnal SMARTEK “Aplikasi Simulasi Monte Carlo dalam Estimasi Biaya Proyek” oleh Adnan Fajar

Dengan :

N	=	Jumlah iterasi
S	=	Standar Deviasi
ε	=	<i>Absolute Error</i>

G.4. Pentingnya Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo sangat penting dalam fisika komputasi dan bidang terapan lainnya, dan memiliki aplikasi yang beragam mulai dari penghitungan termodinamika kuantum esoterik hingga perancangan aerodinamika. Metode ini terbukti efisien dalam memecahkan persamaan diferensial integral medan radian. Simulasi Monte Carlo digunakan untuk menghitung atau mengiterasi biaya sebuah proyek dengan menggunakan nilai-nilai yang dipilih secara random dari distribusi probabilitas biaya yang mungkin terjadi dengan tujuan untuk menghitung distribusi kemungkinan biaya total dari sebuah proyek. Sehingga dengan adanya keragaman biaya yang tidak menentu, pengestimasian biaya dengan menggunakan software Microsoft Excel akan memiliki indikator lebih dalam keuntungan dan kerugian proyek jika menggunakan metode Monte Carlo. Oleh karena itu, salah satu metode digunakan dalam proses analisis risiko untuk menentukan estimasi biaya, yaitu metode simulasi Monte Carlo.

Dalam manajemen proyek, simulasi Monte Carlo dapat mengukur akibat dari risiko dan ketidakpastian dari pembiayaan proyek. Dalam dunia pekerjaan konstruksi, metode simulasi Monte Carlo masih sangat jarang digunakan, padahal jika menggunakan metode ini bisa banyak memberi

manfaat dan keuntungan bagi perusahaan konstruksi. Keuntungan utama dari penggunaan simulasi Monte Carlo di proyek adalah simulasi Monte Carlo merupakan sebuah perangkat yang cukup kuat/cermat dalam menganalisa, memahami dan mengukur efek potensial dari ketidakpastian dari proyek. Tanpa menggunakan bahan pertimbangan dari ketidakpastian pada anggaran keuangan, manajer proyek menempatkan dirinya pada risiko yang melebihi target proyek. Simulasi Monte Carlo membantu manajer proyek dalam penjumlahan dan pembenaran proyek sesuai kesepakatan, dengan peristiwa risiko itu akan terjadi selama proyek, Williams (2003) mengatakan bahwa keuntungan dari Simulasi Monte Carlo digunakan sebagai cara lain dalam menganalisa proyek dengan menggabungkan ketidakpastian. (Kwak Y dan Inggall L, 2007).

Salah satu software yang sering digunakan untuk melakukan analisis risiko dengan simulasi Monte Carlo adalah Crystal Ball. Penggunaan paket program Crystal Ball dalam analisis risiko mencakup tahapan pemodelan, pengukuran faktor-faktor risiko, korelasi antar faktor risiko, pengukuran dampak / output dan interpretasinya. Beberapa keuntungan/manfaat melakukan simulasi dengan menggunakan Crystal Ball antara lain:

- tersedianya cara yang murah untuk mengevaluasi suatu keputusan sebelum diimplementasikan.
- menunjukkan komponen-komponen penting dalam suatu system.

- tersedianya perangkat lunak (software) yang modern yang memudahkan dalam melakukan simulasi.

H. Oracle Crystall Ball

Microsoft Excel dengan fasilitas-fasilitasnya yang *Ad-Ins* telah memungkinkan program-program *Ad-Ins* tersebut berafiliasi dan dapat digunakan bersamaan dengan *Microsoft Excel* sehingga pengguna dapat melakukan simulasi yang *excel* tidak bisa melakukannya. Salah satu program *Ad-Ins* yang merupakan bagian program dari *Excel* adalah *Crystal Ball*. *Crystal Ball* merupakan *software* simulasi yang hanya bisa dijalankan dengan *excel*.

Oracle Crystal Ball adalah suatu lembar kerja untuk pemodelan prediksi, peramalan, simulasi, dan optimasi. Crystal Ball memberi wawasan tak tertandingi tentang faktor-faktor kritis yang mempengaruhi risiko. Dengan Crystal Ball, dapat membuat keputusan taktis yang tepat untuk mencapai tujuan dan meningkatkan daya saing, bahkan kondisi pasar yang paling tidak menentu.

Dengan lebih dari 4.000 pengguna di seluruh dunia, Crystal Ball digunakan oleh pengguna dari berbagai industri, seperti aerospace, layanan keuangan, manufaktur, minyak dan gas, farmasi dan utilitas. Crystal Ball digunakan di lebih dari 800 universitas dan sekolah-sekolah di seluruh dunia untuk mengajar konsep-konsep analisis risiko.

Aplikasi Crystall Ball meliputi analisis risiko keuangan, penelitian, teknik, Six Sigma, alokasi, portofolio, estimasi biaya, dan manajemen proyek. Crystall ball dengan Oracle Enterprise Performance Management dan Business intelligence (BI) merupakan aplikasi untuk meningkatkan proses pengambilan keputusan strategis. (Adytia, 2013).

Adapun Keuntungan penggunaan Crystal Ball :

1. Meningkatkan data berbasis prediksi Meningkatkan kualitas dan akurasi prakiraan kritis EPM keuangan dan operasional.
2. Mengidentifikasi risiko lebih awal dan mengurangi risiko yang sangat dominan dengan membuat langkah antisipasi.
3. Mengkomunikasikan risiko Menampilkan hasil simulasi melalui grafik, barchart dan laporan statistic untuk mendukung keputusan.
4. Mengurangi waktu peramalan Mudah dalam penggunaannya, sehingga menghemat waktu yang dibutuhkan.

Secara umum, Tahapan untuk menjalankan Crystall Ball, sebagai berikut:

1. Mendefinisikan dugaan (Entering Assumptions) , ramalan (Defining Forecasts) , dan variable keputusan yang sesuai (Defining Decision Variable).
2. Menyesuaikan penampilan dari masing-masing sel.

3. Mengatur setelan dalam menjalankan simulasi, seperti jumlah iterasi dan sebagainya.
4. Mengunci input data dalam simulasi, dengan “Freezing”
5. Menjalankan simulasi.

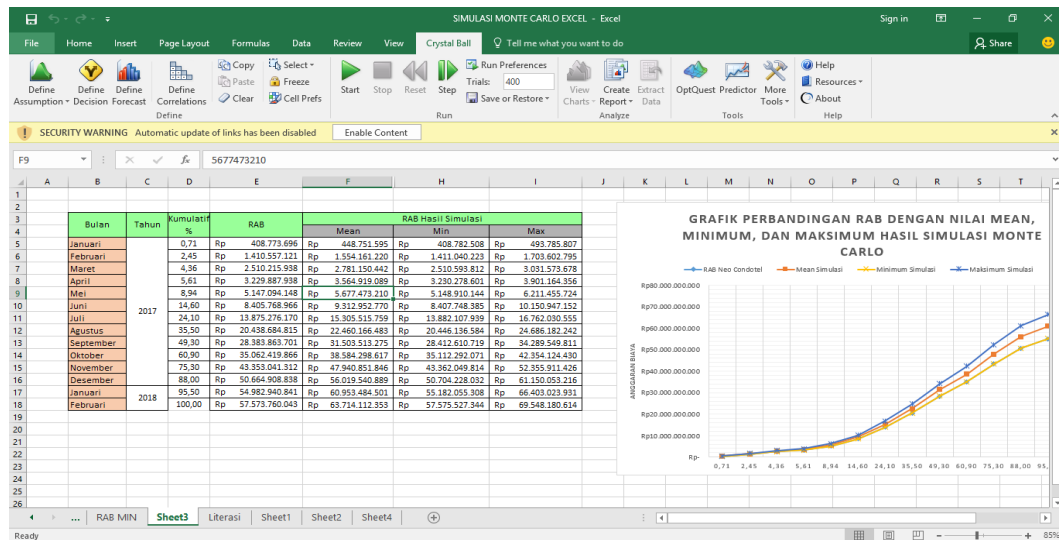
Crystal Ball adalah program yang digunakan untuk mensimulasi data. *Crystal Ball* menyediakan dua jenis simulasi yaitu *Monte Carlo* dan *Latin Hypercube*. Seperti *software* lainnya, *Crystal Ball* sangat mudah dioperasikan karena banyaknya *online tutorial* yang menyertai disamping pilihan *help* pada setiap operasi menu.

Pemahaman awal *Crystall Ball* diawali dengan pemahaman terhadap tiga macam karakteristik sel, yaitu adalah :

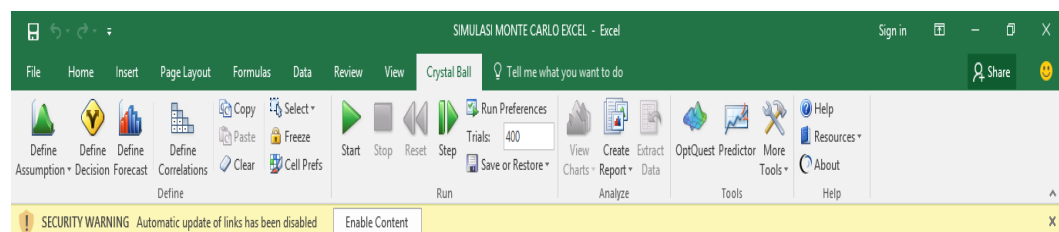
1. *Asumption cells* atau sel asumsi. *Asumption cells* berisikan nilai yang kita tidak yakin atau variabel yang kitatidak tahu pasti di dalam masalah yang akan kita selesaikan. Sel ini harus dimasukkan dalam numerik bukan formula ataupun teks.
2. *Decision cells* atau sel keputusan. *Decision cells* berisikan nilai numerik angka dan bukan formula atau teks serta menjalankan variabel yang memiliki *interval* tertentu dimana kita dapat mengontrolnya dan memperoleh keputusan optimal.
3. *Forecast cells* atau sel peramalan. *Forecast cell* berisikan formula yang berkaitan dengan decision cells atau assumption cells yang digunakan untuk menghasilkan output yang

dikehendaki. Atau sederhananya sel ini merupakan sel target yang sedang dicari.

Dalam pengoperasiannya, *Crystal Ball* dioperasikan melalui *Microsoft Excel*. Yang membedakannya dengan *Microsoft Excel* adalah adanya *toolbar Crystal Ball*. *Toolbar* tersebut berisikan diantaranya *assumption cells*, *decision cells*, *forecast cells*, *start simulation*, dan jumlah *trial*.



Gambar 4. Tampilan Software Oracle Crystal Ball



Gambar 5. Tampilan toolbar Software Oracle Crystal Ball

I. Analisa Statistik Deskriptif

I.1. Rata-rata (*Mean*)

Rata-rata adalah jumlah nilai-nilai dibagi dengan jumlah individu Rata-rata, atau lengkapnya rata-rata hitung, untuk data kuantitatif yang terdapat dalam sejumlah sampel dihitung dengan jalan membagi jumlah nilai data oleh banyaknya data. (Levin & Cahrlles, 1996)

$$\bar{x} = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{n} \quad (4)$$

I.2. Modus

Modus adalah angka yang paling sering muncul. Untuk menyatakan fenomena yang “paling banyak terjadi” atau “paling banyak terdapat” digunakan ukuran modus, disingkat M_o . Modus untuk data kuantitatif ditentukan dengan jalan menentukan frekuaensi terbanyak diantara data itu. Jika data kuantitatif disusun dalam daftar distribusi frekuensi, modulusnya dapat ditentukan dengan rumus:

$$M_o = b + p \left(\frac{b_1}{b_1+b_2} \right) \quad (5)$$

Dengan :

B = batas bawah kelas modal, ialah kelas interval dengan frekuens terbanyak,

p = panjang kelas modal,

b_1 = frekuensi kelas modal dikurangi frekuensi kelas interval dengan tanda kelas yang lebih kecil sebelum tanda kelas modal,

b_2 = frekuensi kelas modal dikurangi frekuensi kelas interval dengan tanda kelas lebih besar sesudah tanda kelas modal.

I.3. Median

Median adalah nilai tengah dari data yang telah diurutkan dari yang terbesar sampai yang terkecil. Median menentukan letak data setelah data itu disusun menurut urutan nilainya. Kalau nilai median sama dengan Me , maka 50% dari data harga- harganya paling tinggi sama dengan Me .

Untuk data yang telah disusun dalam daftar distribusi frekuensi, mediannya dihitung dengan rumus:

$$Me = b + p \left(\frac{\frac{1}{2}n - F}{f} \right) \quad (6)$$

Dengan :

b = batas bawah kelas median, ialah kelas dimana median akan terletak

p = panjang kelas median,

n = ukuran sampel atau banyak data

F = jumlah semua frekuensi dengan tanda kelas lebih kecil dari tanda kelas median

f = frekuensi kelas median.

I.4. Persentil

Persentil adalah nilai-nilai yang membagi suatu jajaran data (*data array*) menjadi seratus bagian.

I.5. Deviasi Standar/Simpangan Baku

Deviasi standart adalah angka yang mengukur seberapa luas penyimpangan nilai data dari nilai rata-ratanya. Deviasi standar atau simpangan baku didefinisikan sebagai berikut:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^K f_i(x_{m,i} - \mu_x)^2}{N}} \quad (7)$$

Dimana:

σ_x = standar deviasi dari suatu populasi

μ_x = mean aritmatika dari suatu populasi

$X_{m,i}$ = nilai tengah dari interval kelas

f_i = frekuensi atau jumlah pengamatan dalam sebuah interval kelas

K = jumlah interval kelas dalam suatu populasi

N = banyaknya data x dalam suatu populasi

I.6. Varians

Varians merupakan kuadrat dari deviasi standar.

I.7. Skewness

Skewness (kemencengan) adalah derajat ketidaksimetrisan atau penyimpangan dari kesimetrisan suatu distribusi.

$$S_{f_x} = \frac{3(\bar{x} - \bar{x}')}{s} \quad (8)$$

Dimana:

Sf_x = faktor/koefisien kemencengan

\bar{x} = mean

\tilde{x} = median

I.8. Kurtosis

Kurtosis adalah derajat keruncingan atau keceperan dari suatu distribusi relative terhadap distribusi normal.

$$K = \frac{Qd}{P90 - P10} \quad (9)$$

J. Ketidakpastian dan Risiko

Berbagai defenisi dapat diberikan kepada kata risiko itu, namun secara sederhana artinya senantiasa ada kena mengena dengan kemungkinan akan terjadinya akibat buruk atau akibat yang merugikan, seperti kemungkinan kehilangan, cedera, kebakaran, dan sebagainya. Tidak ada metode apapun yang bisa menjamin seratus persen bahwa akibat buruk atau akibat buruk itu setiap kali dapat dihindarkan, kecuali kalau kegiatan yang mengandung risiko tidak dilakukan (Darmawi, 1990).

Risiko adalah akibat yang kurang menyenangkan, merugikan dari suatu perbuatan atau tindakan. Sedangkan ketidakpastian adalah keadaan yang tidak diketahui atau tidak pasti. Sedangkan menurut beberapa literatur risiko (*risk*) didefinisikan sebagai suatu kondisi yang akan menimbulkan kerugian, merusakkan atau kehilangan. Sedangkan Bramantyo (2008) mendefinisikan ketidakpastian (*uncertainty*) sebagai

peristiwa-peristiwa yang tidak diketahui, yang tidak dapat diramalkan secara meyakinkan (Djohanputro, 2004).

Risiko merupakan variasi dalam hal-hal yang mungkin terjadi secara alami di dalam suatu situasi . Tak akan ada yang dapat mengetahui kapan risiko akan terjadi. Karena itu risiko dapat diartikan pula sebagai probabilitas kejadian yang muncul selama suatu periode waktu. Dari definisi dan pandangan tersebut maka risiko dapat dikaitkan dengan probabilitas karena risiko tidak pernah diketahui secara pasti keberadaan dan waktu terjadinya (Bramantyo, 2008).

Beberapa definisi risiko menurut Darmawi (1990), adalah sebagai berikut:

1. *Risk is the chance loss* (Risiko adalah kans kerugian).
Chance loss biasanya dipergunakan untuk menunjukkan suatu keadaan dimana terdapat suatu keterbukaan (*exposure*) terhadap kerugian atau suatu kemungkinan kerugian.
2. *Risk is the possibility of loss* (Risiko adalah kemungkinan kerugian).
Istilah "*possibility*" berarti bahwa probabilitas suatu peristiwa berada diantara nol dan satu.
3. *Risk is uncertainty* (Risiko adalah ketidakpastian).
Risiko berhubungan dengan ketidakpastian, yaitu adanya risiko karena adanya ketidakpastian. Pengertian ketidakpastian secara subjektif merupakan penilaian individu terhadap situasi risiko.

4. *Risk is the dispersion of actual from expected results* (Risiko merupakan penyebaran hasil actual dari hasil yang diharapkan).

Ahli statistik sudah sejak lama mendefinisikan risiko sebagai derajat penyimpangan sesuatu nilai disekitar satu posisi sentral atau disekitar titik rata-rata.

5. *Risk is the probability of any outcome different from the one expected* risiko adalah probabilitas sesuatu outcome berbeda outcome yang diharapkan).

Variasi lain dari konsep risiko sebagai suatu penyimpangan yaitu risiko merupakan probabilitas objektif bahwa outcome yang aktual dari suatu kejadian akan berbeda dari outcome yang diharapkan.

Ketidakpastian (*uncertainty*) sering diartikan dengan keadaan di mana ada beberapa kemungkinan kejadian dan setiap kejadian akan menyebabkan hasil yang berbeda. Tetapi, tingkat kemungkinan atau probabilitas kejadian itu sendiri tidak diketahui secara kuantitatif (Djohanputro, 2004).

Perbandingan risiko dan ketidakpastian menurut Djohanputro pada table berikut:

Tabel 3. Perbandingan Risiko dan Ketidakpastian

RISIKO	KETIDAKPASTIAN
Subyek memiliki ukuran kuantitas	Subyek tidak ada ukuran kuantitas
Diketahui tingkat probabilitas kejadiannya	Tidak dapat diketahui tingkat probabilitas kejadiannya
Ada data pendukung mengenai kemungkinan kejadiannya	Tidak ada data pendukung untuk mengukur kemungkinan kejadiannya

Risiko adalah hal yang tidak akan pernah dapat dihindari pada suatu kegiatan / aktivitas yang dilakukan manusia, termasuk aktivitas proyek pembangunan dan proyek konstruksi. Karena dalam setiap kegiatan, seperti kegiatan konstruksi, pasti ada berbagai ketidakpastian (*uncertainty*). Faktor ketidakpastian inilah yang akhirnya menyebabkan timbulnya risiko pada suatu kegiatan.

Wiguna (2007) menjelaskan tentang beberapa faktor penyebab ketidakpastian:

- Ketidacukupan informasi: informasi kualitatif dan informasi kuantitatif yang tidak mencukupi akan menghalangi pembuat keputusan untuk mengenali masalah yang ada dan keputusan *delay* yang efektif.
- Kekurangjelasan masalah struktur: hal ini dapat mengakibatkan kurang percaya diri dalam membuat keputusan karena ada