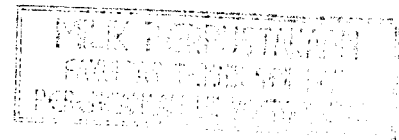


PERPUSTAKAAN FTSP UIN  
HADIAH/BELE  
TGL TERIMA : 14-3-03  
NO. JUDUL : 000363  
NO. INV. : 5120000363001  
NO. FIDEL :

## TUGAS AKHIR

### KONTRAK BERDASARKAN INSENTIF UNTUK PENGHEMATAN WAKTU DAN BIAYA (*INCENTIVE BASED CONTRACTS FOR REDUCING TIME AND COST*)



Disusun oleh :

Nama : Maulisah  
No. Mhs. : 97 511 145  
NIRM : 970051013114120120

Nama : Rusbiyanto  
No. Mhs. : 97 511 397  
NIRM : 970051013114120322

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2002

## **TUGAS AKHIR**

### **KONTRAK BERDASARKAN INSENTIF UNTUK PENGHEMATAN WAKTU DAN BIAYA**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia  
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh  
derajat Sarjana Teknik Sipil**

**Disusun oleh :**

**Nama : Maulisah  
No. Mhs. : 97 511 145  
NIRM : 970051013114120120**

**Nama : Rusbiyanto  
No. Mhs. : 97 511 397  
NIRM : 970051013114120322**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2002**

**Lembar Pengesahan**

**TUGAS AKHIR**

**KONTRAK BERDASARKAN INSENTIF UNTUK  
PENGHEMATAN WAKTU DAN BIAYA**

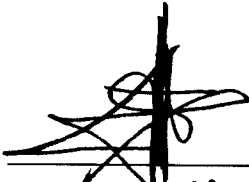
**Disusun oleh :**

**Nama : Maulisah**  
**No. Mhs. : 97 511 145**  
**NIRM : 970051013114120120**


**Nama : Rusbiyanto**  
**No. Mhs. : 97 511 397**  
**NIRM : 970051013114120322**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh**

**Ir. Setyo Winarno, MT.**  
**Dosen Pembimbing I**

  
**Tanggal : 16 Nov '02**

**Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D.**  
**Dosen Pembimbing II**

  
**Tanggal : 16 Nov 2002**

## **Motto**

*Be who you want to be*

*uncover your potensial.*

*(Women Empowerment Fund)*

*Kepercayaan itu adalah teman,*

*dan kepercayaan itu mahal harganya.*

*(Element)*

*Kejujuran adalah awal dari satu kreatifitas,*

*kebebasan berimajinasi adalah pintu bagi sebuah karya,*

*ketulusan adalah landasan dalam hidup,*

*dan kesederhanaan adalah gambaran sikap pendewasaan.*

*(Element)*

*By Ayoh*

## MOTTO

*Bacalah dengan menyebut nama Tuhan-Mu Yang menciptakan mu*

*Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah*

*Bacalah, dan Tuhan-Mulahi Yang Maha Pemurah*

*Yang mengajarkan manusia dengan perantara kalam*

*Dia yang mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya ( Al-Alaq 1-5)*

*Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan orang-orang yang diberi ilmu*

*pengetahuan beberapa derajat (Al- Mujaadilahi 11)*

*Kegagalan itu adalah lumrah dalam pencapaian tujuan ini namun putus asa adalah bentuk*

*lain dari bencana dan kebodohan diri*

## *Lembar Persembahan*

“ Ayoh”

*Kupersembahkan karyaku ini kepada :*

Abah dan mamaku tercinta,

*..... yang selalu memberikan do'a, motivasi, dan kasih-sayang.*

Saudara-saudaraku tersayang,

*..... yang tidak henti-hentinya memberikan semangat dalam hidupku.*

Teman-temanku Komunitas D 97,

*..... kita pernah melewati masa-masa sulit dan menyenangkan,*

Teman-temanku (Ijo, Nurul, Ayati, U,un, Wiwi, Eka, Yuning, Evi),

*..... thank's atas persahabatannya selama ini,*

Rosi, Umi, dan Yuyun,

*.....bahagia selalu ya,*

Rusbi

*..... partner TA-ku yang OK,*

BYJ,

*..... thank's, kau yang selalu membuatku tersenyum,*

*mampu bangkitkan aku saat aku terpuruk.*

KUPERSEMBAHKAN KEPADA :

ALLAH S.W.T YANG TELAH MENCIPTAKAN MANUSIA DENGAN AKAL,  
PIKIRAN GUNA BERPIKIR DAN BERSYUKUR AKAN NIKMAT YANG ADA  
DI BUMI DAN DI LANGIT  
AYAHNDA DAN IBUNDA YANG TERCINTA YANG MEMBERIKAN DOA DAN  
SEMANGAT KEPADA ANANDA  
YUK YA DAN MAS WAHYU YANG SELALU MEMBERIKAN BIMBINGAN  
SELAMA SAYA KULIAH DI UII  
CACAK KIKI, YUK KIS, YUK YATIK, RAHMA DAN RAHMAT YANG SELALU  
MEMBERIKAN DUKUNGAN UNTUKKU  
PHARDIN & BROTHERS TERIMA KASIH ATAS KOMPUTERNYA DAN  
BANTUANNYA  
MY PARTNER AYOH TERIMA KASIH ATAS KERJASAMA DAN  
PENGERTIANNYA KAMU MEMANG PARTNER YANG NGETOP

## Abstrak :

*Kontrak yang dibutuhkan pada proyek konstruksi adalah kontrak yang bisa menjamin kepentingan pemilik dan kontraktor. Untuk beberapa proyek terkadang risikonya belum bisa diperhitungkan dengan akurat, contohnya proyek pelabuhan. Hal ini disebabkan oleh kondisi alam (badai, gempa, gelombang, dll). Untuk proyek seperti ini, diperlukan perjanjian kontrak lump-sum berdasarkan insentif. Insentif diharapkan akan memacu kontraktor untuk melakukan tugasnya, dan dapat melakukan penghematan dari segi waktu dan biaya.*

*Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan insentif kontrak dengan simulasi Monte Carlo pada sebuah proyek konstruksi. Diharapkan dengan penelitian ini dapat memberikan masukan bagi pemilik dan kontraktor dalam menyusun dokumen kontrak.*

*Pada penulisan Tugas Akhir ini, data proyek berupa data sekunder yang disadur dari Jaafari (1996). Data yang diketahui adalah mean dan deviasi standar untuk waktu dan biaya. Data tersebut disimulasi dengan simulasi Monte Carlo. Hasil simulasi tersebut digunakan untuk membuat grafik distribusi probabilitas kumulatif waktu dan biaya. Dari grafik tersebut dapat ditentukan nilai karakteristik untuk waktu dan biaya. Di mana nilai karakteristik tersebut dapat digunakan untuk menghitung besarnya bonus/denda yang diterima kontraktor, dan besarnya biaya yang harus dikeluarkan pemilik.*

*Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan kontrak lump-sum dengan insentif merupakan pemecahan yang adil bagi pemilik dan kontraktor. Denda akan dialami kontraktor, jika waktu dan biaya aktual melebihi batas waktu dan biaya rencana. Bonus akan didapat jika waktu dan biaya aktual kurang dari waktu dan biaya rencana.*



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. W.*

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir dengan judul "KONTRAK BERDASARKAN INSENTIF UNTUK PENGHEMATAN WAKTU DAN BIAYA" ini diajukan sebagai syarat guna memperoleh derajat Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam masa penyusunan dan penyelesaian laporan ini, penyusun telah mendapatkan banyak bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penyusun mengucapkan banyak terima kasih dan menyatakan penghargaan kepada :

1. Ir. Widodo, MSCE, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Ir. H. Munadhir, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
3. Ir. Setyo Winarno, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan kepada penyusun selama masa Tugas Akhir dan penyusunan laporan,
4. Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D selaku Dosen Pembimbing II,
5. Ir. H. Tadjuddin BMA, MT, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir,

6. seluruh Staf Pengajar di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
7. keluarga besar penyusun yang telah memberikan dorongan semangat dan doa,
8. teman-teman komunitas D 97 dan C 97 yang telah memberikan dorongan semangat dan bantuan,
9. anak-anak kost Studio 92 yang telah banyak memberikan bantuan, dan
10. pihak lain yang turut membantu terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT, membalas semua bantuan yang telah diberikan kepada penyusun dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

*Wassalamu'alikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, November 2002

Penyusun

Maulisah

Rusbiyanto

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I       PENDAHULUAN.....	1
1.1     Latar Belakang Masalah.....	1
1.2     Perumusan Masalah.....	5
1.3     Tujuan Penelitian.....	5
1.4     Manfaat Penelitian.....	5
1.5     Batasan penelitian.....	6
1.6     Metode Penelitian.....	6
1.7     Keaslian.....	8
1.8     Sistematika Penulisan.....	8
BAB II     TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1     Kontrak.....	9

	2.1.1	Dokumen Kontrak.....	10
	2.1.2	Isi Kontrak.....	11
	2.1.3	Jenis-Jenis Kontrak.....	12
	2.2	Manajemen Risiko Proyek.....	32
	2.3	Model Simulasi.....	35
BAB III		LANDASAN TEORI.....	37
	3.1	Pengertian Simulasi <i>Monte Carlo</i> .....	37
	3.2	Distribusi Normal.....	37
	3.3	Contoh Penggunaan Simulasi <i>Monte Carlo</i> .....	39
BAB IV		DATA DAN ANALISIS.....	44
	4.1	Konsep Dasar.....	44
	4.2	Data Proyek.....	45
	4.3	Pendekatan Untuk Kriteria Risiko Proyek.....	46
	4.4	Kriteria Manajemen Insentif Waktu Konstruksi.....	48
	4.5	Kriteria Manajemen Insentif Biaya konstruksi.....	48
	4.6	Analisis Terhadap Waktu.....	49
	4.7	Analisis Terhadap Biaya.....	53
BAB V		PEMBAHASAN.....	60
	5.1	Skema Insentif Waktu.....	60
	5.2	Skema Insentif Biaya.....	63
	5.3	Akurasi-Akurasi Distribusi Yang Disimulasi.....	67

BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	70
6.1	Kesimpulan.....	70
6.2	Saran.....	71

PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Distribusi probabilitas dari pemesanan susu .....	39
Tabel 3.2 Tabel bilangan random (r) .....	41
Tabel 3.3 Bilangan random yang dibangkitkan .....	42
Tabel 3.4 Pembangkitan bilangan random untuk 15 minggu .....	42
Tabel 4.1 Data proyek .....	46
Tabel 4.2 Kriteria manajemen waktu konstruksi .....	48
Tabel 4.3 Kriteria penilaian <i>performance</i> berdasarkan <i>actual cost (AC)</i> .....	49
Tabel 4.4 Kriteria manajemen biaya konstruksi .....	49
Tabel 4.5 Distribusi probabilitas normal untuk waktu .....	50
Tabel 4.6 Hasil simulasi <i>Monte Carlo</i> untuk waktu .....	51
Tabel 4.7 Distribusi probabilitas normal untuk biaya .....	53
Tabel 4.8 Hasil simulasi <i>Monte Carlo</i> terhadap biaya .....	54
Tabel 5.1 Skema insentif waktu .....	61
Tabel 5.2 Hitungan untuk skema insentif waktu .....	62
Tabel 5.3 Skema insentif biaya .....	64
Tabel 5.4 Perhitungan skema insentif biaya aktual .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bagan Alir Metode Penelitian .....	7
Gambar 2.1	Kedudukan Pihak-Pihak Yang Terlibat Dalam Kontrak <i>Traditional Procurement</i> .....	21
Gambar 2.2	Kedudukan Dan Hubungan Pihak-Pihak Yang Terlibat Pada <i>Tipe Project Management</i> .....	24
Gambar 3.1	Grafik Dari Distribusi Normal (Ang dan Tang, 1987) .....	38
Gambar 3.2	<i>Roulette</i> Untuk Permintaan Susu .....	40
Gambar 4.1	Cara Menentukan Nilai Karakteristik Untuk Waktu .....	46
Gambar 4.2	Histogram Distribusi Probabilitas Waktu Sebelum Simulasi <i>Monte Carlo</i> .....	56
Gambar 4.3	Grafik Distribusi Probabilitas Kumulatif Waktu Sebelum Simulasi <i>Monte Carlo</i> .....	56
Gambar 4.4	Histogram Distribusi Probabilitas Waktu Sesudah Simulasi <i>Monte Carlo</i> .....	57
Gambar 4.5	Grafik Distribusi Probabilitas Kumulatif Waktu Sesudah Simulasi <i>Monte Carlo</i> .....	57
Gambar 4.6	Histogram Distribusi Probabilitas Biaya Sebelum Simulasi <i>Monte Carlo</i> .....	58
Gambar 4.7	Grafik Distribusi Probabilitas Kumulatif Biaya Sebelum Simulasi <i>Monte Carlo</i> .....	58

Gambar 4.8	Histogram Distribusi Probabilitas Biaya Sesudah Simulasi <i>Monte Carlo</i> .....	59
Gambar 4.9	Grafik Distribusi Probabilitas Kumulatif Untuk Biaya Setelah Simulasi <i>Monte Carlo</i> .....	59
Gambar 5.1	Grafik Distribusi Insentif Terhadap Waktu .....	68
Gambar 5.2	Grafik Distribusi Insentif Terhadap Biaya .....	68
Gambar 5.3	Grafik Distribusi Biaya Yang Akan Dikeluarkan Oleh Kontraktor .....	69
Gambar 5.4	Grafik Distribusi Biaya Yang Dikeluarkan Dan Diterima Kontraktor .....	69



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Kartu Peserta Tugas Akhir
- Lampiran 2. Catatan Konsultasi
- Lampiran 3. *Flowchart* Simulasi *Monte Carlo* Terhadap Waktu
- Lampiran 4. *Flowchart* Simulasi *Monte Carlo* Terhadap Biaya
- Lampiran 5. Contoh 1 Hasil Simulasi Waktu
- Lampiran 6. Contoh 2 Hasil Simulasi Waktu
- Lampiran 7. Contoh 1 Hasil Simulasi Biaya
- Lampiran 8. Contoh 2 Hasil Simulasi Biaya

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, metode penelitian, keaslian, dan sistematika penulisan.

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Bila kita melihat hasil proyek berupa bangunan gedung pencakar langit atau instalasi industri yang besar, tanggapan pertama akan mengarah kepada bayangan kecanggihan teknologi yang digunakan, arsitek yang merancang, ketrampilan kontraktor yang membangun, atau jumlah dana yang dipakai. Hal yang sering terlepas dari perhatian adalah bagaimana lika-liku negosiasi transaksi komersial, kontrak, dan pengaturan kerjasama antara kontraktor dan pemilik, sedangkan hal tersebut sama pentingnya untuk memungkinkan semua itu terjadi. Dalam penyelenggaraan proyek, kesepakatan yang dicapai dari hasil perundingan dan negosiasi di atas, dinyatakan dan dituangkan dalam suatu dokumen kontrak. Di sini kriteria, spesifikasi dan serangkaian harapan, dirumuskan dan dijabarkan yang selanjutnya akan mengikat para penandatangan kontrak. Dokumen ini menjadi landasan pokok yang memuat peraturan tentang hubungan kerja, hak, kewajiban dan tanggung jawab masing-masing pihak, serta penjelasan-penjelasan

perihal lingkup kerja, dan syarat-syarat lain yang berkaitan dengan implementasi proyek.

Namun demikian, hendaknya disadari mengingat kompleksnya kegiatan proyek, bagaimanapun lengkapnya suatu dokumen kontrak, tidak mungkin merumuskan dan menuliskan semua kegiatan, prosedur dan persyaratan yang diperlukan. Oleh karena itu harus diperhatikan aspek yang dapat dikendalikan, dan bagaimana mengendalikan secara efektif, kemudian memberikan rumusan perlindungan terhadap kejadian risiko atau aspek yang di luar jangkauan. Dari gambaran di atas, maka kontrak yang lengkap dan baik merupakan prasyarat lancarnya penyelenggaraan proyek. Dalam pada itu, karena sifat keterbatasan yang tidak dapat dihindari, maka diperlukan dukungan yang besar serta itikad yang positif dari pihak-pihak yang bersangkutan, untuk bersama-sama berusaha mengatasi segala persoalan yang timbul apabila tidak tercantum dalam dokumen kontrak.

Pada dasarnya setiap kontrak harus bersifat wajar (*fair*) terhadap kedua belah pihak, dan tidak bermaksud untuk mengambil keuntungan sepihak dengan cara merugikan pihak lain. Jadi wajar apabila pemilik menginginkan hasil yang sesuai dengan harapannya. Sedangkan kontraktor di samping mendapatkan laba, juga menghendaki untuk meringankan arus kas agar pembayaran diatur sesuai kemajuan proyek. Keduanya menginginkan perlindungan terhadap pembatalan perjanjian yang dilakukan secara sepihak. Dengan latar belakang pemikiran tersebut, maka pada kontrak proyek yang lengkap, akan mengandung hal-hal sebagai berikut.

1. Adanya pasal-pasal yang melindungi kepentingan pemilik proyek terhadap kemungkinan tidak tercapainya sasaran proyek, disebabkan oleh sesuatu yang menjadi tanggung jawab kontraktor.
2. Adanya pasal-pasal yang memperhatikan hak-hak kontraktor.
3. Memberikan keleluasaan kepada pemilik untuk dapat meyakini tercapainya sasaran-sasaran proyek tanpa mencampuri tanggung jawab kontraktor. Hal ini dijelaskan dengan memberikan kesempatan pemantauan dan pengawasan yang luas sewaktu proyek sedang berjalan, seperti laporan berkala, pengetesan, uji coba, dan lain-lain.
4. Penjabaran yang jelas akan segala sesuatu yang diingini oleh pemilik, misalnya definisi lingkup ruang kerja, spesifikasi material dan peralatan, serta syarat dan kondisi aspek komersial

Bertitik tolak dari pemikiran bahwa akan banyak dijumpai permasalahan dan kesulitan dalam proses pelaksanaan kegiatan proyek, yang berarti akan mempertinggi risiko, maka dalam suatu kontrak yang baik, akan dilengkapi dengan mekanisme yang efektif dan alat yang ampuh untuk menghadapi dan mengendalikannya. Alat pengendalian dalam dokumen kontrak bentuknya bermacam-macam, sebagai contoh pada pihak pemilik adalah sebagai berikut.

- a. Jaminan pelaksanaan (*performance bond*).
- b. Garansi dan pertanggungjawaban (*warranty*).
- c. Pembayaran berdasarkan kemajuan pekerjaan (*progress payment*).
- d. Hak untuk mengadakan inspeksi dan tes.
- e. Hak mendapatkan laporan berkala.

- f. Hak melaksanakan penjaminan mutu (*quality control*).

Akhir-akhir ini begitu banyak bermunculan tipe-tipe kontrak konstruksi, yang umumnya disesuaikan dengan sistem pembiayaannya. Banyaknya corak ragam tersebut merupakan hasil kreasi para pelaku dalam bisnis konstruksi itu sendiri. Produk-produk baru di bidang kontrak konstruksi tersebut ada yang merupakan kombinasi dari beberapa pola tradisional, tetapi banyak pula yang merupakan produk yang baru sama sekali. Tipe-tipe kontrak kontrak konstruksi seperti, *build operate transfer (BOT)*, *build operate own (BOO)*, dan lain-lain itu merupakan model-model yang dahulunya belum pernah ada.

Maka karena itu, organisasi-organisasi yang menyibukkan dirinya untuk membuat *draft-draft* kontrak konstruksi tersebut akhirnya harus terus-menerus membuat model-model kontrak yang baru, atau setidaknya menyesuaikan model yang sudah ada dengan perkembangan-perkembangan baru dalam bisnis konstruksi tersebut. Misalnya *FIDIC*, yang merupakan institusi yang cukup populer di bidang konstruksi, juga terus-menerus memantau perkembangan bisnis konstruksi ini, untuk kemudian ditransformasikan ke dalam model-model kontrak konstruksi yang sudah ada ataupun menciptakan model-model kontrak yang baru.

Untuk beberapa proyek terkadang risikonya belum bisa diperhitungkan dengan akurat, misalnya proyek pelabuhan yang berkaitan erat dengan kondisi alam. Untuk proyek seperti ini diperlukan perjanjian kontrak yang *fleksibel*, misalnya kontrak berdasarkan insentif. Insentif di sini dapat berupa bonus ataupun denda. Di mana diharapkan dengan insentif akan memacu kontraktor

untuk melakukan tugasnya, dan dapat melakukan penghematan baik biaya maupun waktu yang pada akhirnya akan memperoleh bonus.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Adanya tipe perjanjian kontrak dengan insentif memuat aturan kompensasi bagi kontraktor akan dapat berimplikasi pada pekerjaan konstruksi bila tepat waktu akan mendapatkan bonus atau bila pekerjaan konstruksi terlambat akan mendapatkan denda.

Insentif juga akan mempengaruhi biaya total proyek dan keberhasilan dari kontrak. Beberapa kendala yang menghambat keberhasilan proyek akan dihilangkan semaksimal mungkin. Sedemikian rupa sehingga keberhasilan proyek tidak hanya tergantung pada selang waktu proyek dan kualitas pekerjaan, tetapi juga dari pengurangan biaya.

Uraian tentang adanya insentif yang diatur dalam dokumen kontrak di atas menimbulkan pemikiran untuk mengkaji penerapannya dengan sebuah simulasi.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan metode insentif kontrak dengan simulasi *Monte Carlo* pada proyek konstruksi.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan masukan bagi pihak kontraktor dan pemilik atas penggunaan insentif dalam penyusunan dokumen kontrak.

## 1.5 Batasan Penelitian

Sehubungan dengan banyaknya faktor-faktor terkait dalam penelitian ini, maka penelitian ini dibatasi dengan uraian sebagai berikut.

- a. Metode kontrak yang digunakan adalah *lump-sum* dengan insentif.
- b. Metode simulasi yang digunakan adalah simulasi *Monte Carlo*, dengan distribusi datanya yang berupa distribusi normal.
- c. Insentif berpengaruh terhadap 2 aspek saja, yaitu waktu dan biaya.
- d. Data penelitian ini diambil dari data sekunder sebuah *Journal of Management in Engineering*, dengan judul *Twinning Time And Cost In Incentive-Based Contracts* (Jaafari, 1996).

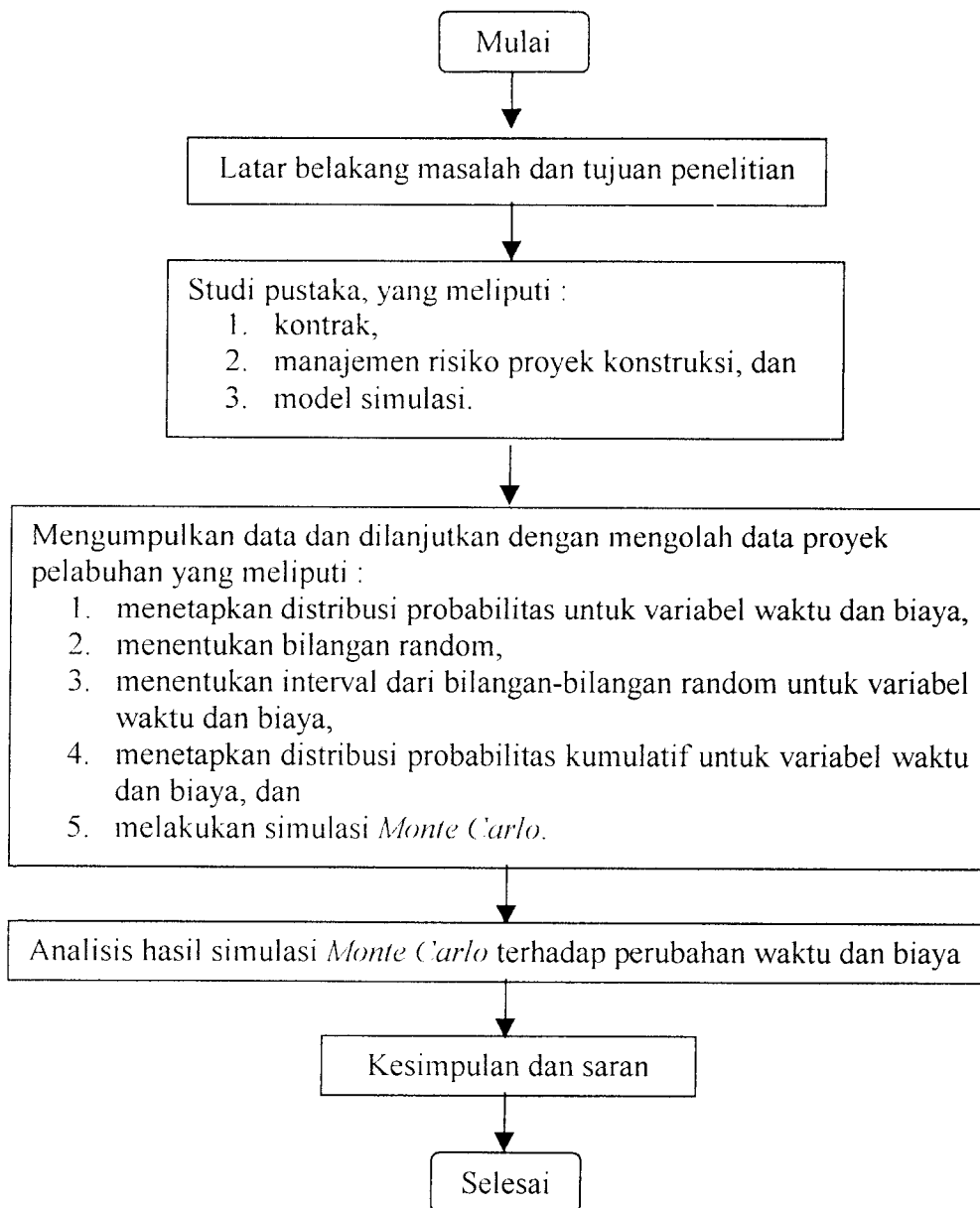
## 1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut ini.

- a. Menetapkan latar belakang masalah dan tujuan penelitian.
- b. Melakukan studi pustaka, meliputi : teori tentang kontrak, manajemen risiko, dan model simulasi.
- c. Mengumpulkan data proyek pelabuhan dan dilanjutkan dengan pengolahan data yang meliputi :
  1. menetapkan distribusi probabilitas untuk variabel waktu dan biaya,
  2. pembangkitan bilangan-bilangan random,
  3. menentukan interval dari bilangan-bilangan random untuk setiap variabel,
  4. menetapkan distribusi probabilitas kumulatif untuk variabel waktu dan biaya, dan

5. melakukan simulasi *Monte Carlo*.
- d. Melakukan analisis terhadap hasil simulasi untuk menentukan besarnya perubahan biaya dan waktu proyek.
- e. Menarik kesimpulan.

Bagan alir metode penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1** Bagan alir metode penelitian



### **1.7 Keaslian**

Sepanjang pengetahuan penulis, Tugas Akhir dengan judul Kontrak Berdasarkan Insentif Untuk Penghematan Waktu Dan Biaya belum pernah dilakukan. Adapun penelitian tentang kontrak pernah dilakukan oleh Mayfrini (2002), di mana penelitian tersebut difokuskan pada 3 sampel bidang konstruksi yang berbeda, yaitu untuk pekerjaan jembatan, jalan, dan gedung. Tujuan dari penelitian tersebut untuk menemukan kesesuaian kontrak kerja konstruksi yang dilaksanakan di Yogyakarta dengan standar kontrak yang dikeluarkan oleh FIDIC (*Federation Internationale Des Ingenieurs-Conceils*). Sedangkan Tugas Akhir ini lebih difokuskan pada model kontrak untuk konstruksi pelabuhan, di mana penelitian ini bersifat melengkapi penelitian yang sudah ada, khususnya tentang permasalahan kontrak kerja konstruksi.

### **1.8 Sistematika Penulisan**

Laporan ini terdiri dari 6 bab, yaitu pada Bab I mengenai pendahuluan, Bab II mengenai tinjauan pustaka, Bab III mengenai landasan teori, Bab IV mengenai data dan analisis, Bab V mengenai pembahasan, Bab VI mengenai kesimpulan dan saran, dan lampiran-lampiran yang akan berisikan *flowchart* proses simulasi *Monte Carlo* terhadap waktu dan biaya, beberapa contoh simulasi terhadap waktu dan biaya, kartu peserta Tugas Akhir, dan catatan konsultasi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan tentang kontrak, manajemen risiko proyek, dan model simulasi.

#### **2.1 Kontrak**

Kontrak adalah perjanjian tertulis yang berlandaskan hukum, antara pihak yang satu dengan pihak yang lain untuk mewujudkan tujuan perjanjian yang telah disepakati. Kontrak harus bersifat wajar terhadap kedua belah pihak, dan tidak bermaksud untuk mengambil keuntungan sepihak dengan cara merugikan pihak lain (Soeharto, 1995).

Unsur-unsur yang ada dalam perjanjian (Muhni, 2002), yaitu :

1. ada pihak-pihak yang berjanji, sedikitnya dua orang,
2. ada persetujuan antara pihak-pihak tersebut,
3. ada tujuan yang ingin dicapai,
4. adanya kewajiban yang harus dipenuhi oleh pihak-pihak yang terlibat dalam perjanjian, yang harus dilaksanakan,
5. ada bentuk tertentu dari perjanjian, dan
6. ada syarat-syarat tertentu yang merupakan isi perjanjian

Syarat sahnya suatu perjanjian (Muhni, 2002) adalah :

1. ada kesepakatan dari pihak-pihak yang melakukan ikatan perjanjian,

2. pihak-pihak yang melakukan ikatan perjanjian, memiliki kecakapan untuk membuat perjanjian,
3. adanya pokok-pokok persoalan tertentu, yang dijadikan sebagai obyek perjanjian, dan
4. ada suatu sebab yang tidak dilarang.

Untuk tahap pelaksanaan konstruksi yang dimaksud dengan kontrak adalah perjanjian pemborongan pekerjaan antara pihak pemberi tugas dengan kontraktor. Kedua belah pihak harus tunduk dan melaksanakan ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam kontrak, meliputi kewajiban, tanggung jawab, dan wewenang masing-masing (Djojowiriono, 2000).

#### **2.1.1 Dokumen Kontrak**

Pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi, selain ikatan kontrak, masih diperlukan beberapa dokumen kontrak sebagai kelengkapan dari syarat teknis dan administrasi secara yuridis formal. Bagian-bagian tersebut termasuk kontrak, secara keseluruhan disebut dokumen kontrak yang merupakan suatu kesatuan keterangan. Dokumen kontrak terdiri dari beberapa bagian yang akan diterangkan sebagai berikut ini.

1. Surat Perintah Kerja (SPK).
2. Fotocopy jaminan pelaksanaan.
3. Surat perjanjian pekerjaan pemborongan/kontrak.
4. Surat keputusan penetapan pemenang lelang.
5. Surat pengumuman pemenang pemilihan langsung.
6. Surat kesanggupan untuk melaksanakan pekerjaan.

7. Surat persetujuan penetapan pemenang.
8. Surat pengusulan penetapan pemenang.
9. Berita acara pembukaan penawaran, berita acara hasil penelitian (administrasi, teknis, dan harga penawaran) dan lampiran surat penawaran dan lampiran-lampirannya.
10. Rencana kerja dan syarat-syarat (termasuk gambar-gambar rencana).
11. Berita acara penjelasan pekerjaan.
12. Fotocopy surat keputusan pengangkatan panitia pelelangan.
13. Fotocopy daftar isian proyek.

### **2.1.2 Isi Kontrak**

Isi kontrak pada umumnya tergantung pada jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan dan berpedoman pada peraturan dan syarat-syarat umum kontrak, dan risalah penjelasan pekerjaan. Secara garis besar kontrak ini memuat pokok uraian sebagai berikut.

1. Kedudukan dan status pemberi tugas dan kontraktor.
2. Macam pekerjaan yang akan dilaksanakan.
3. Ketentuan peraturan yang berlaku sebagai dasar pelaksanaan pekerjaan.
4. Tenaga kerja dan upah.
5. Pelaksana pihak kedua.
6. Jangka waktu pelaksanaan.
7. Keadaan memaksa.
8. Masa pemeliharaan.
9. Jaminan pelaksanaan dan jaminan uang muka.

10. Harga borongan.
11. Cara pembayaran.
12. Kenaikan harga pekerjaan.
13. Pekerjaan bertambah atau berkurang.
14. Pengamanan pekerja dan tempat kerja.
15. Laporan-laporan.
16. Sanksi dan denda.
17. Risiko.
18. Penyelesaian perselisihan.
19. Pembatalan surat perjanjian.
20. Biaya materai dan pajak-pajak.
21. Tempat dan kedudukan hukum.
22. Lain-lain.
23. Penutup.

### **2.1.3 Jenis-Jenis Kontrak**

Menurut Soeharto (1997) kontrak terdiri dari dua golongan besar, yaitu kontrak dengan harga tetap dan harga tidak tetap.

#### **a. Kontrak harga tetap (*lump-sum fixed price*)**

Pada kontrak jenis ini pihak kontraktor setuju untuk melaksanakan semua pekerjaan proyek yang dicantumkan dalam kontrak dengan jumlah biaya tetap. Kontraktor menanggung semua risiko kemungkinan kenaikan biaya yang tidak dapat diduga, atau diramalkan selama proyek berlangsung. Kenaikan biaya dapat berasal dari kenaikan harga material keperluan proyek, kenaikan gaji atau keadaan

cuaca yang tidak mendukung. Sebaliknya kontraktor akan memperoleh keuntungan sepenuhnya bila penggunaan biaya proyek kurang dari harga yang tercantum dalam kontrak. Di samping itu pemilik mengharapkan proyek selesai pada waktunya, dengan biaya yang telah ditentukan terlepas dari berapa biaya yang harus dikeluarkan oleh kontraktor. Jenis kontrak ini biasanya diterapkan pada pekerjaan-pekerjaan yang definisinya telah lengkap dicantumkan di dalam dokumen kontrak, atau pekerjaan-pekerjaan yang mempunyai risiko rendah atau risiko yang dapat diperkirakan dengan hasil yang tidak jauh menyimpang.

Kontrak dengan harga tetap terdiri dari dua jenis yang akan dijelaskan sebagai berikut ini.

1. Harga tetap dengan tambahan bonus

Dalam hal ini kontraktor akan mendapat tambahan harga yang telah disetujui formulanya sebagai bonus, misalnya bila kontraktor dapat menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu rencana.

2. Kontrak dengan satuan harga tetap (*unit price*)

Kontrak tipe ini sering dijumpai dalam keadaan bilamana pekerjaan dan spesifikasinya dapat secara jelas ditentukan, sedangkan jumlah atau besarnya pekerjaan belum dapat diketahui secara tetap. Contohnya pada pekerjaan pembuatan jalan raya, kontrak dapat disusun berdasarkan harga satuan per kubik tanah yang dipindahkan, atau per meter kubik aspal yang harus dikerjakan.

b. Kontrak dengan harga tidak tetap (*cost plus*)

Pada kontrak tipe ini, pemilik membayar semua biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan proyek yang diatur dalam kontrak ditambah sejumlah uang dalam bentuk bonus (*fee*). Dipihak lain kontraktor berjanji melakukan usaha sebaik-baiknya untuk melaksanakan proyek sesuai sasaran yang ditentukan. Kontrak ini memberikan keluwesan yang besar bagi pemilik, karena dapat menentukan pekerjaan-pekerjaan yang perlu dan tidak perlu dilakukan, menyetujui atau menolak harga yang diajukan oleh kontraktor dalam pembelian barang tertentu. Dalam pada itu, pemilik menanggung risiko seluruhnya atas beban biaya proyek, termasuk hal-hal yang belum diketahui sewaktu penandatanganan kontrak, misalnya *eskalasi*, perubahan nilai tukar mata uang, dan lain-lain.

Kontrak harga tidak tetap terdiri dari empat jenis yang akan dijelaskan sebagai berikut ini.

(1). Harga tidak tetap dengan upah tetap (*cost-plus fixed fee*)

Kontraktor menerima pembayaran yang jumlahnya sama dengan pengeluaran ditambah *fee* dengan jumlah tetap. Jenis kontrak ini sesuai untuk pekerjaan yang definisinya belum lengkap, atau lingkup kerjanya masih umum.

(2). Kontrak harga tidak tetap ditambah bonus

Pertama-tama diadakan persetujuan bersama mengenai sasaran biaya proyek dan jumlah *fee* yang diterima kontraktor. Bila pada akhir proyek ternyata biaya proyek yang sesungguhnya berada di bawah sasaran, maka jumlah *fee* akan

naik, demikian pula sebaliknya, tetapi di sini kontraktor tidak dikenakan denda karena pemilik akan membayar semua biaya proyek.

(3). Harga tidak tetap dengan suatu batas maksimum

Pemilik membayar semua biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor untuk menyelesaikan proyek ditambah *fee*, sampai pada batas maksimum. Pengeluaran di atas batas maksimum menjadi tanggungan kontraktor.

(4). Harga tidak tetap dengan risiko ditanggung bersama

Pada kontrak jenis ini, jumlah *fee* akan naik sesuai penghematan yang dihasilkan, tetapi akan mendapat hukuman denda sesuai dengan jumlah kelebihan biaya yang terjadi atas sasaran.

Selain pengklasifikasian kontrak konstruksi seperti yang telah disebutkan di atas, maka dalam perkembangannya semakin lama semakin banyak ragam dari tipe kontrak konstruksi ini, seiring dengan perkembangan bisnis konstruksi itu sendiri. Paling tidak dalam praktek ada 26 macam tipe kontrak konstruksi, yang tentunya satu sama lain terkadang saling *overlapping* atau bahkan dalam satu proyek dapat digunakan kombinasi dari dua atau lebih tipe kontrak konstruksi tersebut. Untuk lebih jelasnya tentang pengklasifikasian tersebut akan diuraikan sebagai berikut (Fuady, 1998).

#### 1. Tipe Tradisional

Ini merupakan tipe yang konvensional dari suatu kontrak konstruksi. Untuk pembangunan proyek secara tradisional dan sederhana sering menggunakan sistem seperti ini, di mana tidak banyak pihak yang terlibat. Umumnya yang ada hanyalah pihak *bouwheer* dan pihak kontraktor (ditambah



*supplier*). Sementara fungsi-fungsi lainnya, seperti fungsi desainer dilakukan sendiri oleh pihak kontraktor atau oleh pihak *bowwheer* atau fungsi *engineer*, *controller*, *contract administrator*, *quality surveyor* yang dilakukan sendiri oleh pihak *bowwheer*.

## 2. Tipe Kontrak *Turnkey*

Kontrak konstruksi ini menempatkan pihak kontraktor untuk melakukan segala-galanya dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut, mulai dari permulaan mendesain proyek sampai dengan penyerahan proyek yang bersangkutan. Untuk beberapa proyek, tugas kontraktor bahkan termasuk juga pencarian lahan sebelum masuk ke pembuatan desainnya. Bahkan ada juga kontrak *turnkey* di mana kontraktor juga diberi tugas untuk melakukan *long term maintenance work*. Dengan demikian, seluruh pekerjaan dilakukan atau dibebankan tanggung jawabnya kepada kontraktor.

## 3. Tipe Kontrak *Design And Build*

Berbeda dengan sistem *traditional procurement* di mana pada prinsipnya pihak kontraktor hanya bertugas melakukan pekerjaan yang diberikan kepadanya sesuai kontrak konstruksi yang bersangkutan, maka dalam sistem *turnkey* maupun tipe *design and build*, pihak kontraktor bertanggung jawab juga untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan (sebagian atau seluruh) yang berhubungan dengan desain, sehingga pada tipe ini tidak dikenal pihak yang disebut tim desain.

## 4. Tipe *Build Operate Transfer (BOT)*

Tipe kontrak *build operate transfer* adalah kontrak di mana pihak kontraktor menyerahkan bangunan yang sudah dibangunnya itu setelah masa

transfer, sementara sebelum proyek tersebut diserahkan, ada masa tenggang waktu bagi pihak kontraktor (misalnya 20 tahun) yang disebut dengan masa *konsesi* untuk mengoperasikan proyek dan memungut hasilnya sebagai imbalan dari jasa membangun proyek yang bersangkutan. Dengan demikian proyek yang cocok untuk menggunakan sistem ini adalah proyek-proyek yang menghasilkan *revenue* yang cepat. Dan semakin cepat penerimaan *revenue*, semakin cepat pula masa operasi oleh pihak kontraktor dalam sistem *build operate transfer* tersebut, sebelum proyek yang bersangkutan diserahkan kepada pihak *bowheer*.

#### 5. Tipe *Build Operate Own (BOO)*

Berbeda dengan sistem *build operate transfer*, pada tipe ini setelah selesai pembangunan proyek tersebut, maka kepemilikan proyek yang bersangkutan justru beralih kepada pihak kontraktor, sementara pada masa operasi, pihak kontraktor wajib membayar semacam sewa kepada pihak *bowheer*. Dengan demikian pihak *bowheer* hanya menerima imbalan sewa tersebut pada masa operasi sebagai satu-satunya imbalan atas penyerahan proyek yang bersangkutan untuk kemudian bahkan kepemilikannya diserahkan kepada pihak kontraktor.

#### 6. Tipe *Build Own Operate Transfer (BOOT)*

Tipe ini merupakan perpaduan antara tipe *build operate transfer* dengan tipe *build operate own*. Dengan sistem ini, pihak kontraktor juga mempunyai masa tertentu setelah selesainya pembangunan proyek untuk mengoperasikan sambil memungut hasil sebagai imbalan atas jasanya dalam membangun proyek yang bersangkutan. Berbeda dengan sistem *build operate transfer*, pada sistem ini kedudukan pihak kontraktor pada masa operasi tidak hanya sebagai operator saja,

melainkan sudah merupakan pemilik dari proyek yang bersangkutan, walaupun nantinya kepemilikan dan penguasaan atas proyek tersebut setelah masa operasi diserahkan kembali kepada pihak *bouwheer*.

Dengan demikian, pada masa operasi kedudukan pihak kontraktor lebih kuat dari kedudukannya pada sistem *build operate transfer*, karena pada saat itu, kontraktor sudah merupakan pemilik dari proyek yang bersangkutan.

#### 7. Tipe *Build Own Transfer*

Tipe ini mirip dengan *build operate transfer*, hanya pada tipe ini lebih ditekankan pada unsur kepemilikan dari pihak kontraktor sebelum proyek yang bersangkutan diserahkan kepada pihak *bouwheer*, maka kontraktor yang bersangkutan bebas untuk menggunakan proyek tersebut, termasuk menjadikannya sebagai jaminan hutang atau menyerahkan proyek yang bersangkutan untuk dioperasikan oleh pihak ketiga, atau bahkan mengalihkan proyek tersebut kepada pihak ketiga selama masa proyek tersebut belum ditransfer kembali kepada pihak *bouwheer*.

#### 8. Tipe *Build And Transfer (BT)*

Pada tipe ini, kedudukan kontraktor hanya membangun proyek tersebut. Setelah selesai dibangunnya proyek tersebut, maka proyek yang bersangkutan diserahkan kembali kepada pihak *bouwheer* tanpa hak kontraktor untuk mengelola hasil dari proyek tersebut. Sebaliknya sebagai imbalan untuk membangun proyek tersebut, pihak *bouwheer* memberikan imbalan tertentu sesuai dengan kesepakatan, biasanya dihitung dengan *cost-plus fee* atau dengan cara *lump-sum*.

#### 9. Tipe *Build Transfer Operate (BTO)*

Tipe ini sebenarnya merupakan variasi dari sistem *build operate transfer*. Pada *build transfer operate*, begitu selesai pembangunan proyek tersebut, langsung saja proyek yang bersangkutan diserahkan kepada pihak *bouwheer*. Dengan demikian segala risiko yang timbul setelah penyerahan tersebut menjadi tanggung jawab sepenuhnya pihak *bouwheer*, kemudian pihak *bouwheer* mempersilakan pihak kontraktor untuk mengoperasikan proyek tersebut termasuk memungut hasil dari proyek tersebut untuk jangka waktu tertentu, yang merupakan imbalan dari pelaksanaan pembangunan proyek tersebut.

#### 10. Tipe *Build Lease Transfer (BLT)*

Tipe ini merupakan pengembangan dari tipe *build operate transfer*. Pada tipe ini, sama dengan sistem *build operate transfer*, pihak kontraktor juga menyerahkan proyek tersebut kepada pihak *bouwheer* setelah berakhirnya masa hak operasi dari pihak kontraktor, misalnya setelah lewat 20 tahun, akan tetapi selama masa operasi, pihak kontraktor tidak mengoperasikan sendiri proyek tersebut, tetapi justru diserahkan (secara sewa) hak operasi tersebut kepada pihak *bouwheer*. Dengan demikian, selama masa operasi, pihak kontraktor akan menerima bayaran sewa proyek, yang akan menjadi imbalan jasanya dalam membangun proyek tersebut.

#### 11. Tipe *Joint Operation (JO)*

Di Indonesia tipe kontrak ini dilakukan jika pemerintah sebagai *bouwheer*, sehingga dilakukanlah kontrak *joint operation* dengan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) binaan departemen di mana proyek tersebut berada. Pada prinsipnya,

tipe ini melakukan operasi proyek secara bersama-sama antara *bouwheer* dengan kontraktor, dengan hasil dibagi di antara kedua belah pihak. Apabila pihak *bouwheer* harus menaruh *equity*-nya, maka dibentuk suatu *joint ventury company*, sehingga yang terbentuk adalah usaha patungan, sementara hasil akan dibagi sesuai dengan perannya masing-masing dalam perusahaan patungan tersebut, misalnya dalam bentuk *dividen*. Biasanya setelah terbentuk perusahaan patungan, maka perusahaan patungan ini akan mencari dana berupa pinjaman yang akan dipakai sebagai dana untuk membangun proyek yang bersangkutan. Pinjaman tersebut akan dibayar oleh perusahaan patungan tersebut yang diambil dari hasil operasi proyek yang bersangkutan. Jadi, pada sistem ini, pihak kontraktor dapat hanya berfungsi sebagai pemilik modal, atau berfungsi sebagai pemilik modal dan kontraktor, atau hanya bertindak sebagai kontraktor saja. Tentu alternatif apapun yang dipergunakan, kontraktor tetap bersama-sama dengan pihak *bouwheer* untuk mengoperasikan bersama-sama proyek yang bersangkutan sekaligus membagi hasil proyek tersebut.

#### 12. Tipe *Production Sharing*

Tipe ini merupakan tipe khusus dari kontrak konstruksi pada proyek tertentu. Tipe ini lebih sering digunakan untuk suatu proses pembangunan industri yang akan menghasilkan sesuatu. Hasil yang di dapat tersebut dibagi antara *owner* dengan pemborong.

Di Indonesia ada keharusan menggunakan tipe ini terhadap hal-hal yang berkaitan dengan proyek Pertamina dalam rangka pelaksanaan tugas swasta yang berkenaan dengan hasil minyak dan gas bumi. Untuk kontrak tipe ini diperlukan

persetujuan dari Presiden RI, dan presiden wajib melaporkan seluruh kontrak yang telah disetujui kepada DPR.

### 13. Tipe Kontrak Karya

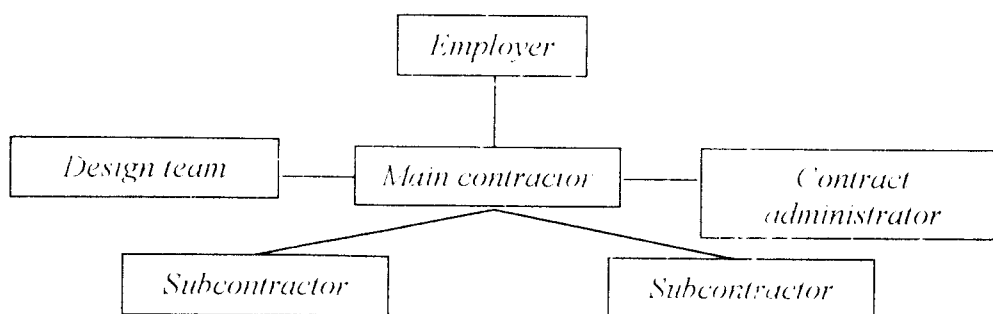
Dengan tipe kontrak karya ini, pihak swasta yang akan bertindak dengan pihak *owner*/pemerintah untuk membuat kontrak. Dalam hal ini ada bagian-bagian tertentu yang harus diserahkan kepada pemerintah.

Prosedur yang diperlukan untuk kontrak karya berbeda dengan prosedur untuk kontrak *production sharing*. Untuk kontrak karya, di samping harus disetujui oleh presiden, harus pula disetujui oleh DPR.

Pada prinsipnya hubungan antara kontraktor dengan *owner* adalah bersama-sama melakukan pekerjaan untuk pemerintah dengan membagi hasil yang diperoleh.

### 14. Tipe *Traditional Procurement*

Pada tipe *traditional procurement*, pihak-pihak yang terlibat dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Kedudukan pihak-pihak yang terlibat dalam kontrak *traditional procurement*

Dari Gambar 2.1 terlihat bahwa salah satu pihak yang sering dipakai pada tipe ini adalah keberadaan pihak yang disebut *design team* dalam suatu proses pemborongan pekerjaan. Dengan demikian pekerjaan desain tidak lagi dikerjakan oleh pihak kontraktor seperti pada sistem tradisional biasa, tetapi dilakukan oleh suatu tim, yang anggotanya bervariasi tergantung pada jenis pekerjaan yang dilakukan, tetapi biasanya terdiri dari sarjana sipil/arsitek.

Seperti terlihat pada Gambar 2.1, *contract administrator* yang biasanya terdiri dari seorang/organisasi/tim yang bertanggung jawab untuk melakukan supervisi terhadap pelaksanaan pekerjaan dan bertindak atas nama *bouwheer*. Pada tipe ini, hampir semua pihak berhubungan langsung dengan pihak kontraktor. Alur tanggung jawab masing-masing pihak juga mengikuti alur hubungan tersebut.

#### 15. Tipe *Package Deal*

Pada tipe ini, pihak *bouwheer* minta pihak kontraktor untuk membangun suatu proyek tertentu, di mana pihak *bouwheer* tersebut hanya memilih salah satu model dari katalog ataupun dari salah satu proyek yang sudah pernah ada. Jadi pihak *bouwheer* akan menyediakan tempat untuk dibangun dan memberikannya kepada kontraktor *user requirements*. Bahkan tipe ini sering dipakai oleh seorang arsitek untuk memberikan *advies* berkenaan dengan tipe bangunan atau untuk mengawasi pembangunan.

#### 16. Tipe *Management Contract*

Pada kontrak tipe ini, *main contractor* menyediakan keahlian manajemen yang diperlukan dalam pembangunan proyek dan untuk itu akan diberikan *fee*

tertentu. Perjanjian seperti ini dimaksudkan agar pihak kontraktor dapat ditempatkan dalam kapasitas profesional, sehingga kontraktor yang bersangkutan dapat menyediakan *management skill* dan *practical building ability*, dan sebagai imbalannya dia akan mendapatkan *fee*, karena *management contract* melakukan tugas-tugas yang berkenaan dengan manajemen, maka dibebankan tanggung jawab untuk mengawasi pekerjaan di lapangan.

#### 17. Tipe *Construction Management*

Pada tipe ini, pihak *bouwheer* berhubungan kontraktual langsung dengan semua *specialist* dan *trade contractors*. Agar dapat mengkoordinasikan dengan baik, maka pihak *bouwheer* mempekerjakan pihak manajer konstruksi yang akan bertindak dan berperan sebagai konsultan. Jadi pada tipe ini, pihak *bouwheer* menunjuk *construction management contractor*, dan *construction management contractor* ini kemudian menunjuk *design team*.

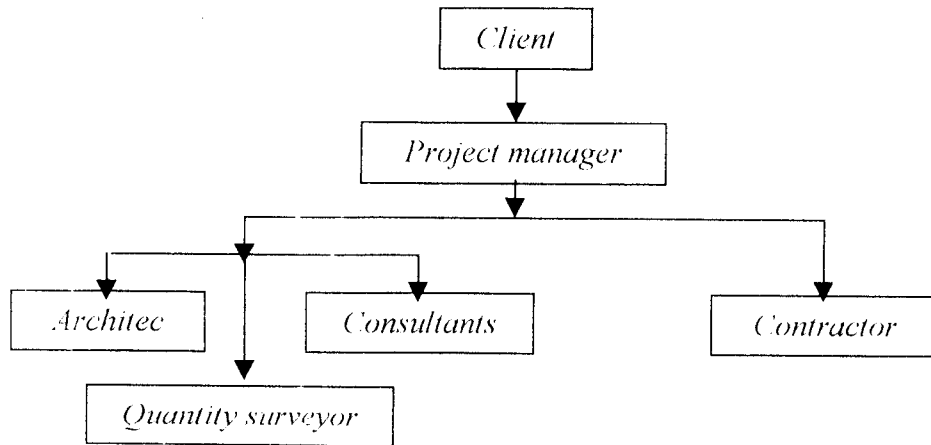
#### 18. Tipe *Project Management*

Pada tipe ini, pihak *bouwheer* menunjuk *professional advisor*. *Professional advisor* ini kemudian menunjuk pihak *design consultant* yang cocok, dan mengangkat pihak kontraktor untuk mengerjakan pekerjaan tersebut.

Tipe ini sesuai untuk proyek-proyek gedung dan *engineering* yang besar. Fungsi *project manager* dalam hal ini adalah mengorganisir dan mengkoordinasikan program desain dan program konstruksi.

Untuk jelasnya, pihak-pihak yang terlibat pada tipe kontrak *project management* dapat dilihat pada Gambar 2.2.





**Gambar 2.2** Kedudukan dan hubungan pihak-pihak yang terlibat pada tipe *project management*

#### 19. Tipe *Management Fee Contract*

Tipe ini merupakan tipe kontrak konstruksi di mana pihak kontraktor setuju untuk mengerjakan proyek, dan sebagai imbalannya pihak *bowwheer* akan membayar *fee* ditambah biaya-biaya yang telah dikeluarkan oleh pihak kontraktor tersebut ditambah insentif apabila kontraktor dapat melakukannya dengan mencapai target tertentu.

#### 20. Tipe *Fast Tracking*

Tipe ini biasanya digunakan untuk proyek berskala besar, misalnya kontrak dibagi menurut fase masing-masing dari pembangunan. Ada kontrak untuk pembangunan pondasi saja, kemudian dilanjutkan dengan kontrak lain untuk melaksanakan pembangunan selanjutnya untuk proyek yang bersangkutan. Jadi, misalnya yang satu tahap sedang didesain tetapi tahap yang lain bahkan sudah selesai atau sedang dibangun. Keuntungan dari tipe kontrak ini adalah dapat

menghemat waktu pelaksanaan pembangunan, tetapi dengan tipe ini akan mempertaruhkan efisiensi dari segi biaya dan waktu.

#### 21. Tipe *Measured Term*

Tipe ini dapat diterapkan untuk pembangunan sejumlah bangunan yang berbeda-beda, dan biasanya digunakan dalam hal pembangunan *maintenance work*. Setelah pekerjaan dirampungkan, maka dilakukan pembayaran dengan menggunakan *rate* dari *schedule* yang telah disetujui.

#### 22. Tipe Serial Tender

Sebagaimana kita ketahui pemenang tender berhak untuk membangun proyek yang dimenangkan tersebut, akan tetapi dalam tipe serial tender ditentukan bahwa jika ada proyek yang serupa dikemudian hari, pemenang tender tersebut juga berhak tanpa melalui tender baru. Tentu dengan penyesuaian-penyesuaian, seperti penyesuaian harga karena *inflasi*. Dapat juga ditentukan dalam kontrak bahwa pembangunan proyek selanjutnya tidak diberikan seandainya *performance* dari pemborong dalam pekerjaan pertamanya tidak memuaskan pihak *bowwheer*.

#### 23. Tipe *Bulk Purchase Agreement*

Tipe *bulk purchase agreement* ini merupakan kontrak di mana ditentukan bahwa pembelian bahan-bahan bangunan yang sudah standar dilakukan dengan pihak *supplier* tertentu dengan harga yang sudah ditentukan (biasanya dengan diskon). Pihak *bowwheer* melakukan negosiasi dengan pihak *supplier* untuk memesan barang-barang tertentu yang sudah standar bila diperlukan nantinya dalam proses pembangunan proyek yang bersangkutan. Biasanya tipe ini

dipergunakan untuk proyek-proyek industri yang banyak menggunakan komponen yang sudah standar.

#### 24. Tipe *Measurement Contract*

Pada tipe kontrak seperti ini, maka kontraktor dibayar untuk pekerjaan yang dilakukannya dengan mengukur pekerjaan yang telah dilakukan, misalnya dilakukan dengan cara mengukur terhadap jumlah pekerjaan yang telah dilakukan dikalikan dengan *rate* seperti yang tercantum dalam perjanjian. Pelaksanaan pengukuran dapat dilakukan baik oleh *quantity surveyor*, oleh *surveyor* dari pihak kontraktor, ataupun oleh estimator.

#### 25. Tipe *Cost Reimbursement*

Pada kontrak tipe ini, pihak kontraktor akan mendapat bayaran berdasarkan penggantian biaya yang dikeluarkan ditambah *fee*. Oleh sebab itu kontrak model ini tidak dapat dilakukan dengan suatu tender, karena tidak diketahui sebelumnya berapa pengeluaran seluruhnya. Ini merupakan kelemahan dari tipe ini, di samping kemungkinan akan borosnya biaya, karena pihak kontraktor tidak begitu berkepentingan dengan masalah penghematan biaya.

Ternyata dalam prakteknya terdapat beberapa metode untuk menghitung *cost reimbursement*, yang akan dijelaskan sebagai berikut.

##### a. *Cost-plus fixed fee*

Pada tipe ini, kontraktor juga akan menerima kembali seluruh biaya yang telah dikeluarkan ditambah dengan *fee*, yang telah ditetapkan dengan angka pasti sebelum proyek berlangsung.

*b. Cost-plus percentage*

Pada tipe ini, kepada kontraktor dibayar sejumlah biaya yang telah dikeluarkan ditambah *fee* yang dihitung dari persentase tertentu dari jumlah biaya tersebut. Jika tipe ini digunakan, maka perhitungan uang yang harus dibayar kepada pemborong relatif lebih mudah, tetapi sistem ini mempunyai kelemahan utama berupa kecenderungan bagi pemborong untuk melakukan *mark-up* terhadap biaya yang telah dikeluarkan oleh pihak kontraktor. Dengan demikian pemborong akan mendapat penggantian biaya yang lebih besar di samping angka riil dari persentase tersebut juga menjadi semakin besar.

*c. Cost-plus variable fee*

Pada tipe ini, di samping akan dibayar seluruh biaya-biaya yang telah dikeluarkan oleh pihak pemborong, dibayar juga *fee* untuk kontraktor yang terbagi ke dalam dua bagian, yaitu *fixed amount* dan *variable amount* yang sangat bergantung kepada hubungan antara target biaya dengan biaya aktual.

*d. Incentive contract*

Sistem insentif ini menyediakan insentif tertentu seperti bonus, bagi kontraktor yang dapat menyelesaikan proyeknya dengan biaya lebih rendah dari target biaya, misalnya *saving* yang timbul sebagai akibat dari perbedaan antara target biaya dengan biaya aktual tersebut akan dibagi setengah-setengah. Demikian juga sebaliknya jika biaya aktual lebih besar dari target biaya, maka dikenakan sanksi tertentu bagi pihak kontraktor.

Menurut Finchum (1972), insentif kontrak terdiri dari dua tipe yang akan dijelaskan sebagai berikut.

### 1. *Fixed-price incentive*

Pada tipe kontrak ini, pemilik akan memberikan kontraktor sejumlah pembayaran berdasarkan insentif. Besarnya insentif tergantung dari persentase target upah, di mana profit dari pekerjaan akan didapat bila dapat mencapai target biaya. Bila proyek ini biayanya lebih rendah, diartikan bahwa kontraktor mencapai prestasi kerja yang bagus, dan akan menerima pembayaran insentif. Jika hasil kerja kontraktor melebihi biaya kontrak, tetapi dapat diselesaikan tepat waktu, maka kontraktor akan membayar disinsentif yang besarnya sama dengan insentif standar di luar kontrak. Hal ini adalah bentuk pertanggungjawaban maksimal dari kontraktor.

### 2. *Cost-plus incentive fee*

Pada kontrak tipe ini yang akan dibicarakan adalah batas maksimum insentif yang diterima kontraktor apabila biaya lebih rendah, dan pembayaran minimum kontraktor apabila biayanya lebih mahal. Dalam hal ini kontraktor merupakan jaminan dari kelalaian pekerjaan.

Tipe insentif yang lain adalah *cost-reimbursamble plan*, yaitu kontrak di mana risiko ditanggung oleh pemilik apabila biaya melebihi biaya kontrak (Stukhart, 1984).

### e. *Guaranteed maximum cost*

Sebagaimana diketahui bahwa motif digunakannya sistem *cost-plus contract* adalah karena tidak mungkin biaya proyek ditentukan secara akurat sebelum diselesaikannya proyek yang bersangkutan. Agar memberikan kepastian mengenai biaya tersebut, maka dapat dibuat apa yang disebut *guaranteed*

*maximum cost*. Dengan tipe ini, kontraktor harus menjamin bahwa biaya proyek tersebut tidak melebihi nilai maksimum dari seluruh biaya yang akan dikeluarkan. Jika ternyata biaya aktual melebihi batas maksimum, maka akan dikenakan denda bagi kontraktor, misalnya kelebihan biaya akan ditanggung sendiri oleh kontraktor. Dan dapat juga dilakukan sebaliknya bahwa jika ternyata biaya tersebut dapat ditekan di bawah nilai maksimum, *saving* tersebut misalnya dibagi antara kontraktor dengan *bowheer* secara *fifty-fifty*.

## 26. Tipe Kontrak *Lump-sum*

Pada kontrak tipe ini, *bowheer* akan meminta kontraktor (lewat tender atau negosiasi) untuk mengerjakan proyek tersebut dengan imbalan pembayaran sejumlah uang pasti kepada pihak pemborong. Karena harga yang ditawarkan dapat menyimpang dari yang diantisipasi, maka biasanya digunakan *lump-sum contract*, tetapi kadang-kadang juga menggunakan *unit-price contract*. Karena dimungkinkan adanya perubahan dalam kontrak, maka pada tipe ini terdapat dua cara penyesuaian terhadap kontrak yang akan dijelaskan sebagai berikut.

### a. *Adjustment of price*

Yang dimaksud dengan *adjustment of price* adalah adanya perubahan dalam biaya karena perubahan dalam konstruksi yang bersangkutan karena sebab-sebab tertentu, misalnya karena digunakannya klausa variasi dari kontrak tersebut, sehingga biaya menjadi berubah.

Mekanisme *adjustment of price* digunakan jika terjadi hal-hal sebagai berikut.

1. Jika ada variasi terhadap konstruksi yang bersangkutan.

2. Jika ternyata data yang disediakan ada yang tidak akurat.
3. Jika kontrak berhadapan dengan hambatan alamiah yang tidak diperkirakan sebelumnya.
4. Jika terjadi perubahan *policy*, kondisi atau *regulasi* yang berisiko terhadap perubahan konstruksi yang bersangkutan.

b. *Revision of cost*

Yang dimaksud dengan *revision of cost* adalah bahwa perubahan biaya tersebut bukan disebabkan oleh adanya perubahan dalam konstruksi yang bersangkutan, tetapi disebabkan oleh perubahan-perubahan lain yang mempengaruhi biaya dari suatu kontrak, sedangkan konstruksinya sendiri tidak berubah, misalnya perubahan biaya karena adanya perubahan *policy* pemerintah di bidang ekonomi, seperti naiknya biaya karena adanya *devaluasi* mata uang, *inflasi*, perubahan di bidang *policy* pajak, tarif, sehingga jelas diperlukan suatu revisi tertentu terhadap kontrak yang bersangkutan.

Mekanisme *revision of cost* dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara, yang akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Dengan menggunakan *index clause*

Dalam hal ini perubahan perhitungan biaya dalam suatu kontrak konstruksi dilakukan dengan berdasarkan pada indeks harga barang dan jasa tertentu, sehingga perubahan harga kontrak disesuaikan dengan adanya perubahan dalam indeks harga barang dan jasa tersebut antara yang terjadi pada saat harga kontrak akan direvisi. Dengan sistem indeks harga barang dan jasa tersebut, tidak

berdasarkan biaya aktual yang terjadi pada konstruksi tersebut, tetapi diasumsikan bahwa perubahan indeks juga mencerminkan perubahan biaya konstruksi.

## 2. Dengan menggunakan *documentary proof method*

Dengan menggunakan *documentary proof method*, revisi harga dilaksanakan sesuai biaya aktual yang terjadi ketika konstruksi sedang berlangsung. Jadi akan direvisi harga kontrak jika terjadi perubahan biaya aktual terhadap perhitungan kontrak, yang terjadi ketika pelaksanaan kontrak, biasanya dilakukan dengan syarat-syarat sebagai berikut.

- a. Dipenuhi unsur *reasonable* dari revisi tersebut.
- b. Asalkan revisi tersebut dilakukan bukan karena adanya perubahan dalam hal material, peralatan, atau servis yang bersangkutan dengan konstruksi tersebut.

Jika revisi harga kontrak dilakukan karena alasan perubahan nilai mata uang, maka dalam kontrak akan dibuat klausa yang menggunakan salah satu diantara dua metode berikut ini.

### (1). *Currency clause*

Dalam hal ini revisi dari nilai konstruksi mengacu kepada *currency* tertentu. Misalnya konstruksi tersebut menggunakan mata uang rupiah, tetapi digunakan mata uang dollar Amerika Serikat untuk referensi, yang akan digunakan sebagai acuan jika akan dilakukan revisi terhadap harga kontrak yang disebabkan karena *inflasi*, *devaluasi* rupiah dan sebagainya.



(2). *Unit of account clause*

Dalam hal ini yang digunakan sebagai acuan terhadap revisi nilai kontrak adalah indeks rata-rata dari beberapa mata uang.

Pada penyusunan laporan ini, metode kontrak yang digunakan adalah perpaduan antara kontrak *lump-sum* dengan menggunakan insentif kontrak. Alasan dipilihnya metode kontrak tersebut adalah karena konstruksi pelabuhan yang akan dikerjakan kondisinya belum bisa diprediksi, karena berkaitan dengan kondisi alam (badai, gelombang, gempa bumi, keadaan dasar laut, dan lain-lain).

## **2.2 Manajemen Risiko Proyek Konstruksi**

Industri konstruksi merupakan salah satu bisnis yang sangat dinamis, penuh risiko, penuh tantangan, dan sekaligus juga merupakan lahan yang menguntungkan. Risiko selalu menyatu dengan setiap proyek konstruksi, umumnya pemilik proyek cenderung mengalihkan akibat risiko tersebut kepada kontraktor dengan kompensasi tertentu (Sudarwibowo, 2002).

Prinsip dasar untuk menentukan apakah risiko tersebut dapat ditransfer kepada pihak lain atau dapat diterima salah satu atau kedua belah pihak membutuhkan keahlian dalam perkiraan risiko untuk mengontrol atau meminimumkan risiko yang terjadi (Kangari, 1995).

Proyek konstruksi memerlukan tindakan manajemen, di mana manajemen risiko dimulai dengan mengidentifikasi risiko, di mana semua risiko yang mungkin timbul dari tahap penetapan tujuan, perencanaan, *staffing*, *directing*, *supervising*, pengendalian diidentifikasi pada masing-masing tahapan untuk analisis bahan selanjutnya.

Setelah tahap identifikasi risiko selanjutnya adalah tahap analisis risiko, yaitu dengan cara membatasi tujuan proyek, menggunakan alternatif metode atau teknologi-teknologi, menggunakan alternatif-alternatif lain untuk mengelola proyek, menambah kekuatan manajerial, mengurangi ketergantungan, menghindari hambatan dengan fleksibilitas.

Tindak lanjut hasil analisis risiko adalah mengurangi risiko dengan cara mentransfer kepada pihak lain, menunda, mengurangi, menerima sebagian risiko yang masih dapat diterima tanpa mengganggu pencapaian tujuan, dan menghindari apabila memungkinkan yang merupakan tindakan respon terhadap risiko.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kangari (1997) yang mengacu pada penelitian *The American Society of Civil Engineer (ASCE)* pada tahun 1995, terdapat 23 jenis risiko proyek konstruksi. Secara umum, berdasarkan kerangka berpikir Raftery (1994) serta Bing dan rekan-rekan (1999) maka risiko pada proyek konstruksi dapat dibagi menjadi tiga bagian, yang akan dijelaskan sebagai berikut.

a. Risiko internal

Risiko internal merupakan risiko yang timbul dari internal proyek konstruksi sendiri, yang akan diuraikan sebagai berikut.

1. *Permits and ordinances.*
2. *Site access right of way.*
3. *Labor, equipment, and material availability.*
4. *Labor and equipment productivity.*

5. *Devective design.*
6. *Change in work.*
7. *Differing site conditions.*
8. *Devective materials.*
9. *Labor disputes.*
10. *Safety.*
11. *Contractor competence.*
12. *Change order negotiations.*
13. *Contract delay resolution.*
14. *Delayed payment on contract.*
15. *Quality of work.*
16. *Financial failure-any party.*
17. *Actual quantities of work.*
18. *Devensive engineering.*

b. Risiko eksternal

Risiko eksternal adalah segala risiko yang disebabkan dari luar atau eksternal proyek, baik yang dipengaruhi oleh kondisi ekonomi, politik, sosial, maupun yang dipengaruhi lingkungan proyek tersebut. Adapun risiko-risiko tersebut akan diuraikan sebagai berikut.

1. *Change in government regulation.*
2. *Inflation.*
3. *Third-party delays.*
4. *Indemtification and hold harmless.*

c. Risiko-risiko lainnya

Risiko-risiko lainnya adalah risiko yang tidak dapat diantisipasi oleh pemilik maupun kontraktor yang biasa disebut dengan *force majeure*.

Manajemen risiko proyek konstruksi dalam arti luas seperti pandangan Bing, dan rekan-rekan (1999) mempunyai tujuan untuk berbagai hal, seperti : melindungi aset, reputasi dan keuntungan-keuntungan *joint venture* dengan mengurangi kemungkinan-kemungkinan kehilangan atau kerugian sebelum terjadi, dan untuk menjamin pendanaan, jaminan penyelesaian pekerjaan dan lainnya. Pengertian ini sesuai dengan esensi dari manajemen, bahwa pada dasarnya sebagai alat kontrol atau pengaturan untuk mendapatkan keuntungan baik yang nyata maupun keuntungan yang tidak nyata. Dengan mengacu kepada pengertian manajemen risiko proyek konstruksi berdasarkan pendapat ini maka lebih fleksibel untuk segala tipe proyek konstruksi.

Manajemen risiko proyek konstruksi dapat dilakukan dengan melakukan tindakan terhadap risiko itu sendiri. Raftery (1994) dalam bukunya *Risk Analysis in Project Management* menegaskan kembali pandangan Perry Haynes bahwa manajemen risiko proyek konstruksi dapat dilakukan dengan melakukan identifikasi risiko, menganalisis risiko, serta merespon risiko.

### **2.3 Model Simulasi**

Simulasi adalah proses penyelidikan dalam usaha mempelajari karakteristik suatu sistem dengan menggunakan model dari suatu sistem tersebut (Meredith, dan rekan-rekan; 1992). Model yang digunakan dalam simulasi dapat

berupa model ikonik, model analog, atau model matematika selama dapat menggambarkan karakteristik sistem yang dipelajari.

Simulasi dapat digunakan untuk melakukan analisis suatu sistem yang sudah ada maupun untuk menyusun suatu sistem baru. Bila simulasi dari sebuah sistem yang dipelajari telah terbentuk, model tersebut dapat digunakan untuk menganalisis maupun menyusun sistem baru (Lav dan Kelton, 1991).

Dalam menganalisis suatu sistem, model yang menggambarkan sistem tersebut telah ditentukan terlebih dahulu dan nilai komponen sistem maupun nilai hubungan antara komponen sistem dianggap tetap. Tujuan analisis dengan menggunakan metode simulasi adalah menentukan tanggapan/keluaran sistem tersebut terhadap berbagai variasi harga masukan (Bathmyr dan Chalid, 2000).

Sedangkan penyusunan sistem baru, tujuannya menentukan hubungan antara komponen-komponen sistem dan menentukan harga komponen sistem tersebut agar sistem tersebut memberikan keluaran yang diinginkan terhadap suatu harga masukan tertentu. Umumnya penggunaan metode simulasi digunakan dalam menganalisis suatu sistem bila metode yang lain tidak dapat memberikan hasil yang memuaskan.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini pengertian simulasi yang dimaksud adalah simulasi *Monte Carlo* terhadap model matematika dengan menggunakan bantuan komputer.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

Bab ini akan menjelaskan tentang pengertian simulasi *Monte Carlo*, distribusi normal, dan contoh penggunaan simulasi *Monte Carlo*.

#### 3.1 Pengertian Simulasi *Monte Carlo*

Simulasi *Monte Carlo* adalah simulasi terhadap model matematika yang menggunakan bilangan random dengan distribusi probabilitas tertentu (Pilcher, 1976; Lav dan Kelton, 1991). Salah satu fungsi pada simulasi ini adalah membangkitkan bilangan random yang digunakan untuk menggambarkan suatu kejadian proses secara numerik.

#### 3.2 Distribusi Normal

Distribusi probabilitas kontinu ada tiga macam, yaitu :

1. distribusi seragam kontinu,
2. distribusi eksponensial, dan
3. distribusi normal.

Pada penyusunan laporan Tugas Akhir ini, jenis distribusi yang digunakan adalah distribusi normal. Distribusi normal mempunyai 2 buah parameter yaitu  $\mu$  = *mean*, dan  $\sigma$  = *standar deviasi* (Dixon dan Massey, 1983).

Apabila ingin membentuk kurva distribusi normal yang mempunyai luas sama dengan suatu histogram, maka persamaan 3.1 dapat digunakan.

$$f(x) = \frac{N_i}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-0,5\{(x-\mu)/(\sigma)\}^2}; -\infty \leq x \leq +\infty \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

$\pi = 3.1416$

$e = 2.7183$

$\mu$  = mean

$\sigma$  = deviasi standar

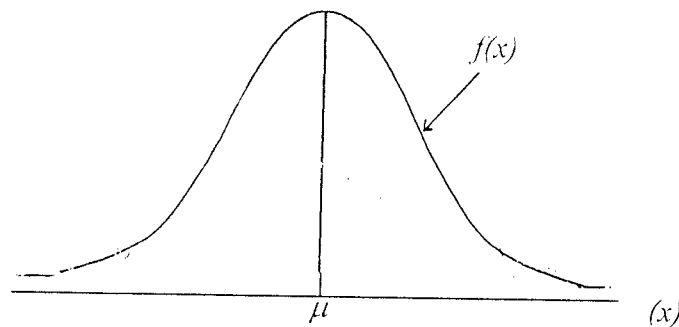
$x$  = absis pengukuran atau skor yang diletakan pada sumbu datar

$f(x)$  = ordinat tinggi kurva yang sebanding dengan nilai  $x$  tertentu

$N$  = banyak hal yang diamati

$i$  = panjang selang kelas untuk menggambarkan histogram

Untuk lebih jelasnya tentang distribusi normal akan diperlihatkan grafik distribusinya pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Grafik dari distribusi normal (Ang dan Tang, 1987)

Distribusi normal mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.

1. Absis yang terletak di tengah menunjukkan nilai  $\mu$ .
2. Bentuknya simetris terhadap absis tengah.

3. Kemiringan grafik distribusi ditentukan oleh nilai  $\sigma$  semakin kecil nilai  $\sigma$  maka grafik distribusinya semakin miring, dan semakin besar nilai  $\sigma$  maka grafik distribusinya akan semakin landai.

### 3.3 Contoh Penggunaan Simulasi *Monte Carlo*

Proses simulasi *Monte Carlo* adalah memilih bilangan random berdasarkan pada distribusi probabilitas yang akan dijelaskan dengan menggunakan contoh berikut (Taylor III, 1996).

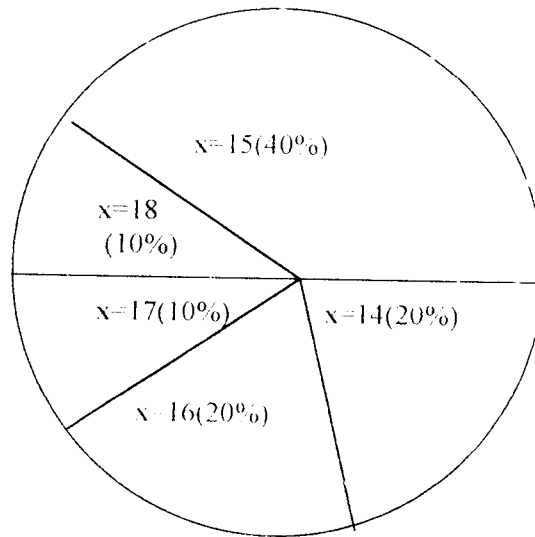
Seorang manajer dari Supermarket Big T harus memutuskan berapa banyak permintaan susu setiap minggu. Di mana satu-satunya hal yang harus dipertimbangkan manajer tersebut adalah jumlah kasus permintaan susu setiap minggu. Jumlah dari kasus permintaan susu adalah bilangan random yang akan kita definisikan sebagai  $x$  yang dibatasi dari 14 sampai 18 permintaan per minggu berdasarkan data terdahulu. Berdasarkan distribusi frekuensi, distribusi probabilitas dari permintaan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Distribusi probabilitas dari pemesanan susu

Jumlah permintaan susu per minggu	Frekuensi dari permintaan susu	Probabilitas dari permintaan susu $P(x)$
14	20	0.20
15	40	0.40
16	20	0.20
17	10	0.10
18	10	0.10
	$\Sigma$ 100	$\Sigma$ 1



Dalam proses simulasi *Monte Carlo* nilai untuk bilangan random dibangkitkan dengan menggunakan nilai dari distribusi probabilitas, seperti pada putaran permintaan *roulette* yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** *Roulette* untuk permintaan susu

Luas permukaan *roulette* adalah berdasarkan probabilitas dari setiap nilai permintaan setiap minggu. Nilai permintaan terjadi secara acak untuk kemudian disimulasi permintaannya per minggu. Apabila putaran roda berhenti mengindikasikan permintaan tiap minggu. Kemudian ambil bilangan random 39, 73, 72, 75, 37, 02, 87, 98, 10, 47, 93, 21, 95, 97, dan 69 dari Tabel 3.2, ternyata 39 terletak dalam batas 20-59, di mana menunjukkan nilai permintaan susu sebanyak 15 kasus. Untuk lebih jelasnya tentang batas bilangan random, dan pembangkitan bilangan random untuk 15 minggu dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4.

**Tabel 3.2** Tabel bilangan random (r)

---

39 65 76 45 45	19 90 69 64 61	20 26 36 31 62	58 24 97 14 97	95 06 70 99 00
73 71 23 70 90	65 97 60 12 11	31 56 34 19 19	47 83 75 51 33	30 62 38 20 46
72 18 47 33 84	51 67 47 97 19	98 40 07 17 66	23 05 09 51 80	59 78 11 52 49
75 12 25 69 17	17 95 21 78 58	24 33 45 77 48	69 81 84 09 29	93 22 70 45 80
37 17 79 88 74	63 52 06 34 30	01 31 60 10 27	35 07 79 71 53	28 99 52 01 41
02 48 08 16 94	85 53 83 29 95	56 27 09 24 43	21 78 55 09 82	72 61 88 73 61
87 89 15 70 07	37 79 49 12 38	48 13 93 55 96	41 92 45 71 51	09 18 25 58 94
98 18 71 70 15	89 09 39 59 24	00 06 41 41 20	14 36 59 25 47	54 45 17 24 89
10 83 58 07 04	76 62 16 48 68	58 76 17 14 86	59 53 11 52 21	66 04 18 72 87
47 08 88 86 13	59 71 74 17 32	48 38 75 93 29	73 37 32 04 05	60 82 29 20 25
93 90 31 03 07	34 18 04 52 35	74 13 39 35 22	68 95 23 92 35	36 36 70 35 33
21 05 11 47 99	11 20 99 45 18	76 51 94 84 86	13 79 93 37 55	98 16 04 41 67
95 89 94 06 97	27 37 83 28 71	79 57 95 13 91	09 61 87 25 21	56 20 11 32 44
97 18 31 55 73	10 65 81 92 59	77 31 61 95 46	20 44 90 32 64	26 99 76 75 63
69 08 88 86 13	59 71 74 17 32	48 38 75 93 29	73 37 32 04 05	60 82 29 20 25
41 26 10 25 03	87 63 93 95 17	81 83 83 04 49	77 45 85 50 51	79 88 01 97 30
91 47 14 63 62	08 61 74 51 69	92 79 43 89 79	29 18 94 51 23	14 85 11 47 23
80 94 54 18 47	08 52 85 08 40	48 40 35 94 22	72 65 71 08 86	50 03 42 99 36
67 06 77 63 99	89 85 84 46 06	64 71 06 21 66	89 37 20 70 01	61 65 70 22 12
59 72 24 13 75	42 29 72 23 19	06 94 76 10 08	81 30 15 39 14	81 33 17 16 35
63 62 06 34 41	79 53 36 02 95	94 61 09 43 62	20 21 14 68 86	84 95 48 46 45
78 47 23 53 90	79 93 96 38 63	34 85 52 05 09	85 43 01 72 73	11 93 87 81 40
87 68 62 15 43	97 48 72 66 48	53 16 71 13 81	59 97 50 99 52	24 62 20 42 31
47 60 92 10 77	26 97 05 73 51	88 46 38 03 58	72 68 49 29 31	75 70 16 08 24
56 88 87 59 41	06 87 37 78 48	65 88 69 58 39	88 02 84 27 83	85 81 56 39 38
22 17 68 65 84	87 02 22 57 51	68 69 80 95 44	11 29 01 95 80	49 34 35 36 47
19 36 27 59 46	39 77 32 77 09	79 57 92 36 59	89 74 39 82 15	08 58 94 34 74
16 77 23 02 77	28 06 24 25 93	22 45 44 84 11	87 80 61 65 31	09 71 91 74 25
78 43 76 71 61	97 67 63 99 61	30 45 67 93 82	59 73 19 85 23	53 33 65 97 21
03 28 28 26 08	69 30 16 09 05	53 58 47 70 93	66 56 45 65 79	45 56 20 19 47
04 31 17 21 56	33 73 99 19 87	26 72 39 27 67	53 77 57 68 93	60 61 97 22 61
61 06 98 03 91	87 14 77 43 96	43 00 65 98 50	45 60 33 01 07	98 99 46 50 47
23 68 35 26 00	99 53 93 61 28	52 70 05 48 34	56 65 05 61 86	90 92 10 70 80
15 39 25 70 99	93 86 52 77 65	15 33 59 05 28	22 87 26 07 47	86 96 98 29 06
58 71 96 30 24	18 46 23 34 27	85 13 99 24 44	49 18 09 79 49	74 16 32 23 02
93 22 53 64 39	07 10 63 76 35	87 03 04 79 88	08 13 13 85 51	55 34 57 72 69
78 76 58 54 74	92 38 70 96 92	52 06 79 79 45	82 63 18 27 44	69 66 92 19 09
61 81 31 96 82	00 57 25 60 59	46 72 60 18 77	55 66 12 62 11	08 99 55 64 37
42 88 07 10 05	24 98 65 63 21	47 21 61 88 32	27 80 30 21 60	10 92 35 36 12
77 94 30 05 39	28 10 99 00 27	12 73 73 99 12	49 99 57 94 82	96 88 37 17 91

---

**Tabel 3.3** Bilangan random yang dibangkitkan

Jumlah permintaan	Range dari bilangan random (r)
14	0-19
15	20-59 ← r=39
16	60-79
17	80-89
18	90-99

**Tabel 3.4** Pembangkitan bilangan random untuk 15 minggu

Minggu	r	Permintaan (x)
1	39	15
2	73	16
3	72	16
4	75	16
5	37	15
6	02	14
7	87	17
8	98	18
9	10	14
10	47	15
11	93	18
12	21	15
13	95	18
14	97	18
15	69	16
		$\Sigma=241$

Dari Tabel 3.4 bisa ditentukan hitungan nilai rata-rata permintaan per minggu, yaitu  $241/15=16.1$  kasus per minggu. Meskipun sangat mudah untuk mengilustrasikan bagaimana simulasi bekerja, permintaan rata-rata seharusnya lebih mendekati hitungan analisis dengan menggunakan rumus untuk nilai yang diharapkan, atau rata-rata untuk satu permintaan untuk setiap minggu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$E(x) = \sum_{i=1}^n P(x) \cdot x_i \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

$x_i$  = nilai permintaan  $i$

$P(x_i)$  = probabilitas dari permintaan

$n$  = bilangan yang berbeda dari nilai permintaan yang berbeda

Selanjutnya dihitung dengan cara berikut.

$$\begin{aligned} E(x) &= (0.2 \times 14) + (0.4 \times 15) + (0.2 \times 16) + (0.1 \times 17) + (0.1 \times 18) \\ &= 15.5 \text{ kasus per minggu.} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas terlihat adanya selisih sebesar 0.6. Selisih ini disebabkan oleh kurang tepatnya dalam melakukan *trial* simulasi *Monte Carlo*. Untuk mencapai nilai yang betul-betul mendekati disarankan untuk melakukan *trial* simulasi > 300 kali.

## BAB IV

### DATA DAN ANALISIS

Bab ini berisi konsep dasar, data proyek, pendekatan untuk risiko proyek, kriteria manajemen waktu konstruksi, kriteria manajemen insentif biaya konstruksi, analisis terhadap waktu, dan analisis terhadap biaya.

#### 4.1 Konsep Dasar

Untuk membantu mengilustrasikan konsep dasar dalam menggunakan variabel waktu dan biaya sebagai variabel manajemen risiko yang utama, sebuah proyek contoh akan dijelaskan terlebih dahulu. Misalnya sebuah proyek pelabuhan membutuhkan pembangunan sejumlah *onshore, offshore elements*, termasuk *breakwater, the dredging of basin*, konstruksi *jetty* untuk mengakomodasi beban muatan. Pemilik menetapkan waktu 30 bulan untuk melaksanakan pembangunan. Perusahaan konsultan telah dilibatkan sebelum pekerjaan dijalankan. Para konsultan telah mempersiapkan konsep desain untuk fasilitas terhadap informasi geoteknis dasar laut yang terbatas.

Konsultan telah menaksir biaya yang digunakan adalah sebesar 550 juta (biaya dalam \$ Australia). Pemilik mendapatkan persetujuan dari dewan direksi untuk melanjutkan pekerjaan tersebut dengan batas anggaran 550 juta, dan batas waktu selama 30 bulan. Sesuai dengan keadaan tersebut para kontrakter telah

diundang untuk mengajukan penawaran atas pekerjaan tersebut sesuai dengan desain yang sudah ditentukan pemilik.

Pemilik menerima 5 tawaran, namun cukup mengejutkan ketika mengetahui bahwa tak satupun tawaran yang mendekati biaya tersebut. *Mean value* tawaran yang diajukan oleh 5 kontraktor adalah 667 juta dan *deviasi standar* 28 juta.

Pemilik menyerahkan persoalan kepada konsultan independen, dengan meminta laporan atas masalah, serta rekomendasi-rekomendasi yang tepat untuk memperbaiki kesenjangan antara tawaran-tawaran dengan biaya yang disediakan oleh pemilik. Konsultan independen mengetahui bahwa para kontraktor telah mempertimbangkan banyak ketidakpastian dalam hal kondisi alam (gempa, gelombang, dll), keamanan, dan kemampuan kontraktor (sumber daya, peralatan, sistem manajemen, pengalaman menangani proyek sejenis, dan lain-lain). Akhirnya konsultan independen menyarankan pemilik menggunakan strategi kontrak alternatif untuk menangani waktu dan biaya dengan cara yang fleksibel. Strategi kontrak alternatif yang digunakan adalah kontrak *lump-sum* dengan insentif.

#### **4.2 Data Proyek**

Data proyek pada kasus ini berupa data sekunder yang disadur dari (Jaafari, 1996), sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 4.1. Pada kasus ini, dicapai kesepakatan antara pemilik dan kontraktor dalam menentukan parameter untuk skema waktu yang berdasarkan nilai karakteristik (NK) yang terjadi pada 50% dan 90%, dan pada nilai 25%, 50%, dan 90% untuk skema biaya.



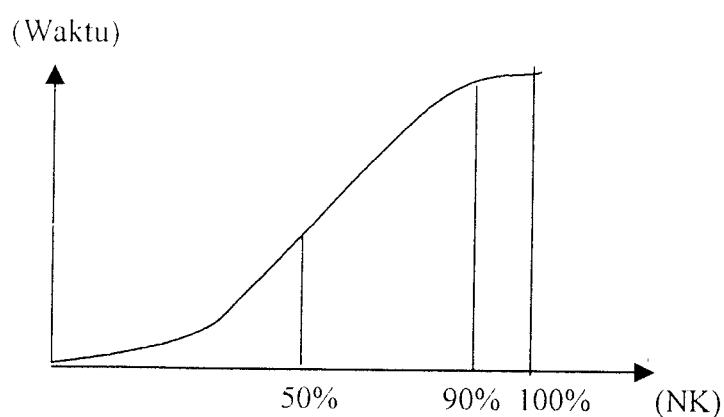
**Tabel 4.1 Data proyek**

Data	Waktu (bulan)	Biaya (\$ Australia x juta)
<i>Mean</i>	30	550
<i>Deviasi standar</i>	3.5	35

### 4.3 Pendekatan Untuk Kriteria Risiko Proyek

Secara lebih khusus pemilik merekomendasikan pendekatan yang digunakan untuk kriteria risiko proyek yang akan dijelaskan sebagai berikut.

- a. Direkomendasikan agar pemilik menunjuk konsultan independen untuk menurunkan kurva distribusi probabilitas untuk waktu dan biaya proyek, termasuk identifikasi dari 50% dan 90% nilai-nilai karakteristik (NK) untuk waktu proyek, dan 25%, 50%, dan 90% NK untuk biaya aktual. NK adalah nilai yang didapat dari nilai distribusi probabilitas kumulatif yang merupakan hasil dari simulasi *Monte Carlo*. Untuk lebih jelasnya, dengan mengambil contoh NK untuk waktu dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Cara menentukan nilai karakteristik (NK) untuk waktu

- b. Tingkat denda keterlambatan direkomendasikan untuk dihubungkan dengan tingkat bonus penyelesaian lebih cepat. Tingkat bonus dan denda yang akan ditetapkan terlepas dari biaya konstruksi, dan semata-mata berhubungan dengan kegunaan proyek bagi pemilik, yaitu rugi pendapatan sewa pada proyek ditambah biaya tambahan.
- c. Sistem insentif untuk waktu dan biaya konstruksi sebaiknya dijalankan berdasarkan pada kontraktor yang memiliki pengajuan yang pantas pada penawarannya tanpa ancaman denda dari pemilik
- d. Kurva distribusi probabilitas untuk waktu konstruksi akan digunakan oleh konsultan independen untuk menurunkan kurva distribusi probabilitas yang terkait biaya pembangunan, yang memperhitungkan bukan hanya pengaruh waktu, namun juga biaya yang berhubungan dengan sumber daya, material atau bahan, harga, cuaca, dsb. Kategori-kategori biaya tersebut akan diperlakukan sebagai variabel tak pasti pada biaya keseluruhan.
- e. 50% NK dan 90% NK dari waktu, dan 25% NK, 50% NK, dan 90% NK dari biaya aktual akan diberikan dari kurva distribusi probabilitas. Pemilik menyediakan biaya maksimal sebesar 90% NK, dan kontraktor menjamin bahwa biaya tidak lebih dari 90% NK. Besarnya biaya untuk kontrak *lump-sum* terjadi pada saat 50% NK.

Pada laporan Tugas Akhir ini, proses simulasi *Monte Carlo* menggunakan program *Microsoft Excel*, dan pembangkitan bilangan random sebanyak 100 bilangan. Pada proses simulasi dicapai kesepakatan antara kontraktor dengan



pemilik untuk menurunkan kurva distribusi terhadap waktu dan biaya, dengan memperbesar nilai *deviasi standar* untuk waktu menjadi 7 bulan, dan biaya menjadi 70 juta. *Flowchart* simulasi *Monte Carlo* terhadap waktu dan biaya dapat dilihat pada Lampiran 3 dan 4.

#### 4.4 Kriteria Manajemen Insentif Waktu Konstruksi

Berdasarkan pada kesepakatan bersama antara pemilik dan kontraktor, besarnya bonus/denda yang terkait waktu dalam kasus ini ditetapkan sebesar 10 juta per bulan bersih. Seperti yang telah dikemukakan, angka ini ditetapkan dengan mempertimbangkan biaya ketidakpastian dan juga pendapatan bersih potensial pada waktu akan datang karena penundaan dan faktor-faktor lain yang relevan. Kriteria untuk manajemen waktu aktual (*actual duration = AD*) konstruksi hasil kesepakatan antara kontraktor pemilik dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Kriteria manajemen waktu konstruksi

Kondisi waktu konstruksi	Kriteria
$AD < 50\% NK$	Dapat bonus terbagi rata
$50\% NK \geq AD \leq 90\% NK$	Tidak ada bonus/denda
$AD > 90\% NK$	Dapat denda

#### 4.5 Kriteria Manajemen Insentif Biaya Konstruksi

Konsep ini mengenali risiko-risiko dan ketidakpastian yang dihadapi oleh kontraktor ketika sedang mencoba untuk menetapkan harga penawaran. Konsep ini memberikan penilaian terhadap *performance* berdasarkan kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Kriteria penilaian *performance* berdasarkan *actual cost* (AC)

Kondisi biaya	Kriteria
$AC \leq 25\% NK$	Sangat bagus
$25\% NK < AC \leq 50\% NK$	Bagus
$50\% NK < AC \leq 90\% NK$	Buruk
$AC > 90\% NK$	Sangat buruk

Skema insentif untuk manajemen biaya konstruksi hasil kesepakatan antara kontraktor dengan pemilik dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Kriteria manajemen biaya konstruksi

Kondisi	Kriteria
$AC \leq 25\% NK$	Bonus penuh = $0.1 (90\% NK - 50\% NK)$
$25\% NK < AC < 50\% NK$	Bonus = $\{(AC - 50\% NK) / (25\% NK - 50\% NK)\} \{0.1(90\% NK - 50\% NK)\}$
$AC = 50\% NK$	Tidak ada bonus/denda
$50\% NK < AC < 90\% NK$	Denda = $\{(AC - 50\% NK) / (90\% NK - 50\% NK)\} \{0.1(90\% NK - 50\% NK)\}$
$AC = 90\% NK$	Denda penuh = $\{0.1(90\% NK - 50\% NK)\}$
$AC > 90\% NK$	Membayar kelebihan biaya di atas 90% NK ditambah denda penuh = $\{0.1(90\% NK - 50\% NK) + AC - 90\% NK\}$

#### 4.6 Analisis Terhadap Waktu

Dengan diketahui *mean* dan *deviasi standar* maka akan dihasilkan nilai probabilitas dari distribusi waktu dengan mengasumsikannya mengikuti distribusi probabilitas normal, seperti yang terlihat pada Tabel 4.5. Sedangkan untuk

histogram dan grafik distribusi probabilitas kumulatif sebelum simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan 4.3.

**Tabel 4.5** Distribusi probabilitas normal untuk waktu

Waktu (bulan)	Distribusi $f(x)$	Distribusi kumulatif	Distribusi probabilitas	Distribusi probabilitas kumulatif
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)/ $\Sigma$ (2)	(5)
14	1.6730	1.6730	0.0169	0.0169
18	5.2461	6.9191	0.0529	0.0698
22	11.8676	18.7867	0.1197	0.1895
26	19.3677	38.1544	0.1954	0.3849
30	22.8025	60.9569	0.2301	0.6150
34	19.3677	80.3246	0.1954	0.8104
38	11.8676	92.1922	0.1197	0.9301
42	5.2461	97.4383	0.0529	0.9830
46	1.6730	99.1113	0.0169	1
	$\Sigma=99.1113$			

Dari data di atas kemudian dilakukan simulasi *Monte Carlo* untuk waktu. Hasil simulasi *Monte Carlo* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6. Hasil tersebut didapat dari nilai simulasi yang *mean*-nya paling mendekati dan lebih besar dari 30 bulan. Beberapa contoh simulasi untuk waktu dapat dilihat pada Lampiran 5 dan 6. Dan untuk histogram dan grafik distribusi probabilitas kumulatif sesudah simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan 4.5. Dari Gambar 4.5 didapat nilai untuk 50% NK = 31.6 bulan, dan 90% NK = 40.5 bulan.

**Tabel 4.6** Hasil simulasi *Monte Carlo* untuk waktu (bulan)

No	Bilangan random	Variabel waktu	No	Bilangan random	Variabel waktu
1	90	38	28	83	38
2	2	18	29	98	46
3	7	22	30	18	22
4	38	30	31	97	42
5	14	22	32	50	30
6	88	38	33	20	26
7	32	26	34	59	30
8	0	14	35	3	18
9	40	30	36	85	38
10	37	26	37	21	26
11	18	22	38	95	42
12	61	30	39	86	38
13	89	38	40	81	34
14	30	26	41	19	26
15	38	30	42	87	38
16	92	38	43	57	30
17	24	26	44	99	46
18	45	30	45	60	30
19	93	42	46	88	38
20	82	38	47	72	34
21	91	38	48	59	30
22	39	30	49	78	34
23	94	42	50	47	30
24	97	42	51	67	34
25	84	38	52	89	38
26	12	22	53	95	42
27	44	30	54	23	26

Tabel 4. 6 Lanjutan

No	Bilangan random	Variabel waktu
55	38	30
56	63	34
57	53	30
58	96	42
59	67	34
60	90	38
61	11	22
62	94	42
63	56	30
64	68	34
65	80	34
66	93	42
67	36	26
68	65	34
69	92	38
70	58	30
71	20	26
72	9	22
73	68	34
74	31	26
75	35	26
76	70	34
77	62	34

No	Bilangan random	Variabel waktu
78	34	26
79	5	18
80	60	30
81	32	26
82	39	30
83	77	34
84	53	30
85	10	22
86	79	34
87	67	34
88	1	14
89	51	30
90	80	34
91	37	26
92	34	26
93	79	34
94	99	46
95	75	34
96	33	26
97	98	46
98	8	22
99	49	30
100	74	34
		$\mu = 31.6$

#### 4.7 Analisis Terhadap Biaya

Dengan diketahui *mean* dan *deviasi standar* maka akan dihasilkan nilai probabilitas dari distribusi biaya dengan mengasumsikannya mengikuti distribusi probabilitas normal, seperti yang terlihat pada Tabel 4.7. Sedangkan untuk histogram dan grafik distribusi probabilitas kumulatif sebelum simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan 4.7.

**Tabel 4.7** Distribusi probabilitas normal untuk biaya

Biaya (\$ Australia x juta)	Distribusi $f(x)$	Distribusi kumulatif	Distribusi probabilitas	Distribusi probabilitas kumulatif
(1)	(2)	(3)	(4) $\frac{(2)}{\sum(2)}$	(5)
400	2.8694	2.8694	0.0290	0.0290
450	10.2739	13.1433	0.1038	0.1328
500	22.0853	35.2286	0.2232	0.3560
550	28.5031	63.7317	0.2880	0.6440
600	22.0853	85.8170	0.2232	0.8672
650	10.2739	96.0909	0.1038	0.9710
700	2.8694	98.9603	0.0290	1
	$\Sigma=98.9603$		1	

Dari data tersebut kemudian dilakukan simulasi, di mana hasil simulasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.8. Hasil tersebut didapat dari simulasi yang *mean*-nya paling mendekati dan lebih kecil dari nilai 550 juta. Beberapa contoh untuk simulasi terhadap biaya dapat dilihat pada Lampiran 7 dan 8. Dan untuk histogram dan distribusi probabilitas kumulatif sesudah simulasi dapat dilihat

pada Gambar 4.8 dan 4.9. Dari Gambar 4.9 didapat nilai untuk 25% NK = 495 juta, 50% NK = 535 juta, dan 90% NK = 615 juta.

**Tabel 4.8** Hasil simulasi *Monte Carlo* untuk biaya (\$ Australia x juta)

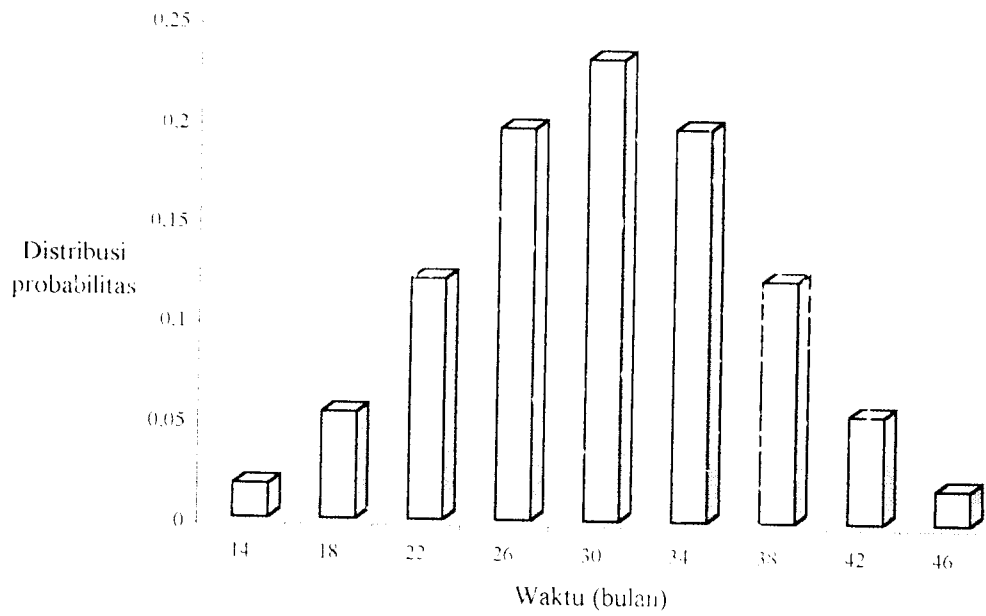
No	Bilangan random	Variabel biaya
1	85	600
2	94	650
3	6	450
4	97	700
5	59	550
6	6	450
7	52	550
8	5	450
9	1	400
10	56	550
11	99	700
12	10	450
13	79	600
14	45	550
15	33	500
16	48	550
17	94	650
18	85	600
19	16	500
20	17	500
21	61	550
22	36	550
23	35	500
24	9	450
25	50	550
26	8	450
27	80	600
28	64	550
29	92	650
30	32	500
31	12	450
32	67	600
33	66	600
34	33	500
35	44	550
36	6	450
37	40	550
38	12	450
39	6	450
40	58	550
41	81	600
42	21	500
43	38	550
44	81	600
45	45	550
46	59	550
47	4	450
48	14	500

Tabel 4.8 Lanjutan

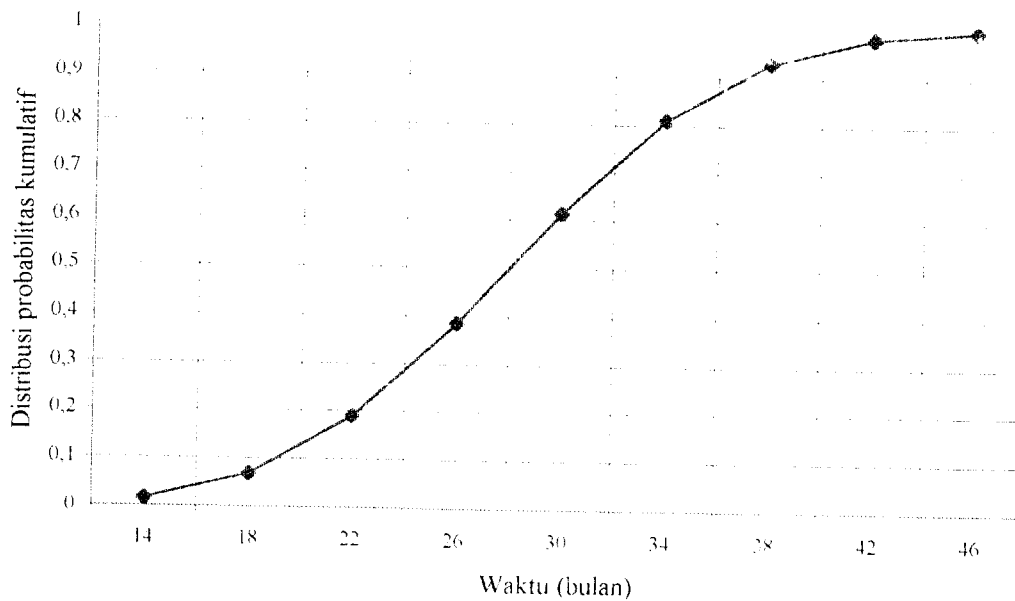
No	Bilangan random	Variabel biaya
49	55	550
50	37	550
51	57	550
52	26	500
53	33	500
54	45	550
55	56	550
56	25	500
57	81	600
58	7	450
59	23	500
60	19	500
61	61	550
62	78	600
63	53	550
64	77	600
65	28	500
66	13	500
67	27	500
68	55	550
69	13	500
70	82	600
71	0	400
72	82	600
73	80	600
74	77	600
75	16	500

No	Bilangan random	Variabel biaya
76	17	500
77	37	550
78	14	500
79	22	500
80	3	450
81	62	550
82	21	500
83	69	600
84	85	600
85	79	600
86	25	500
87	1	400
88	10	450
89	95	650
90	60	550
91	14	500
92	88	650
93	10	450
94	42	550
95	62	550
96	28	500
97	40	550
98	34	500
99	43	550
100	77	600
		$\mu = 535$

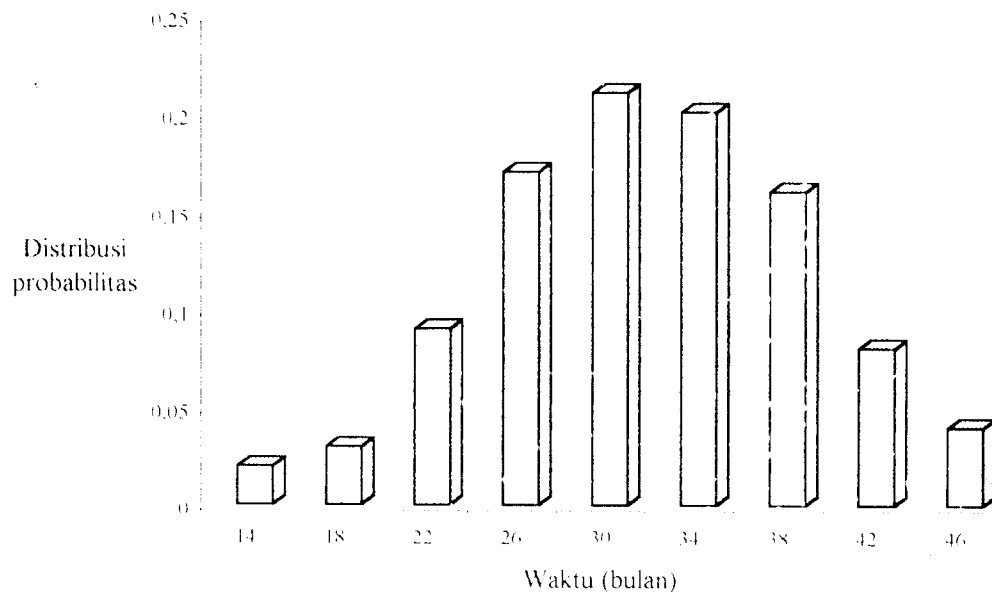




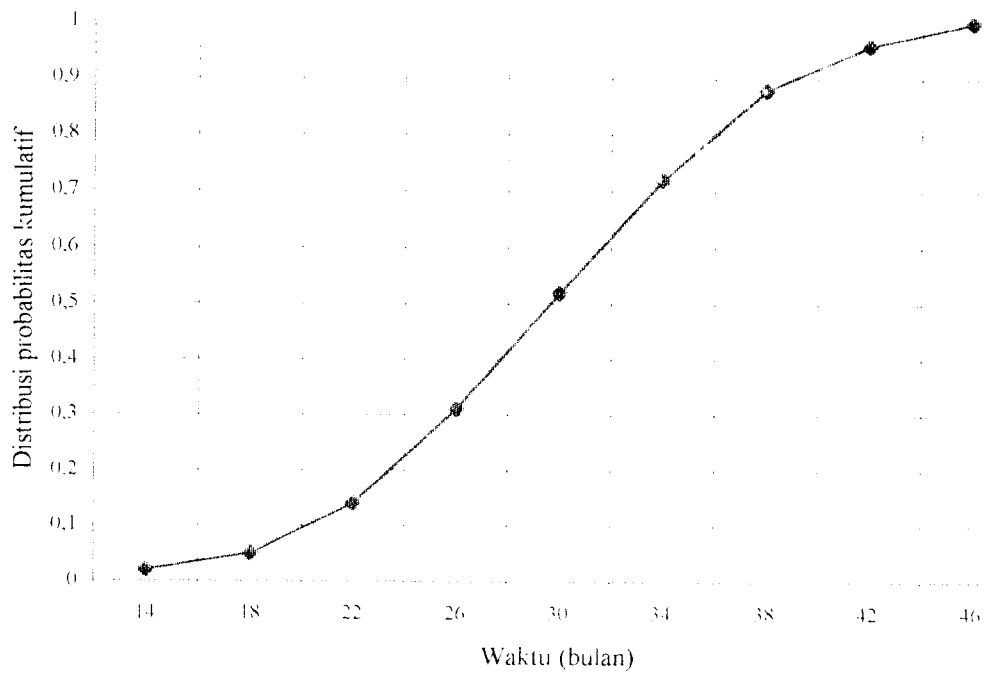
**Gambar 4.2** Histogram distribusi probabilitas waktu sebelum simulasi *Monte Carlo*



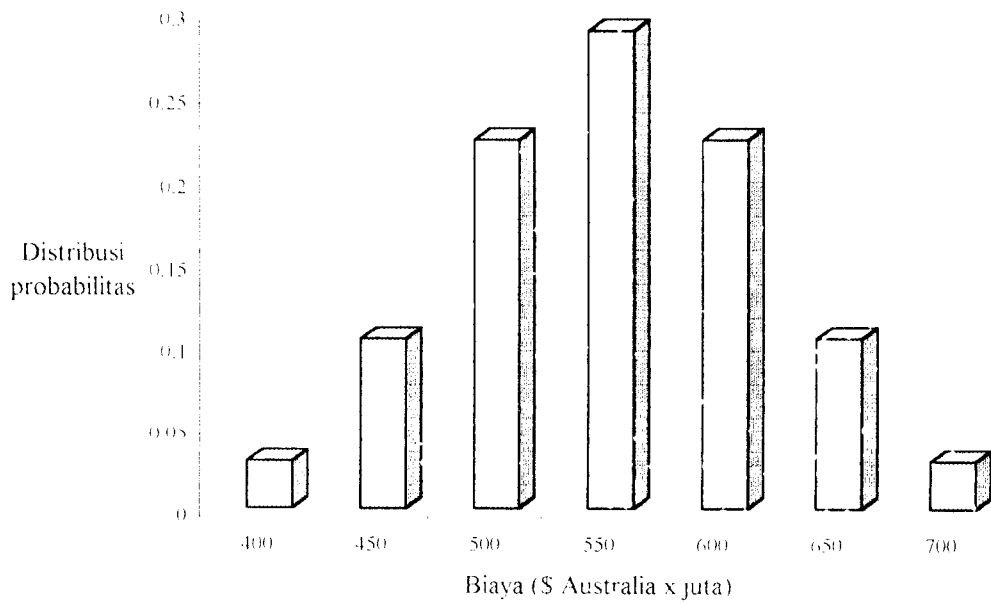
**Gambar 4.3** Grafik distribusi probabilitas kumulatif waktu sebelum simulasi *Monte Carlo*



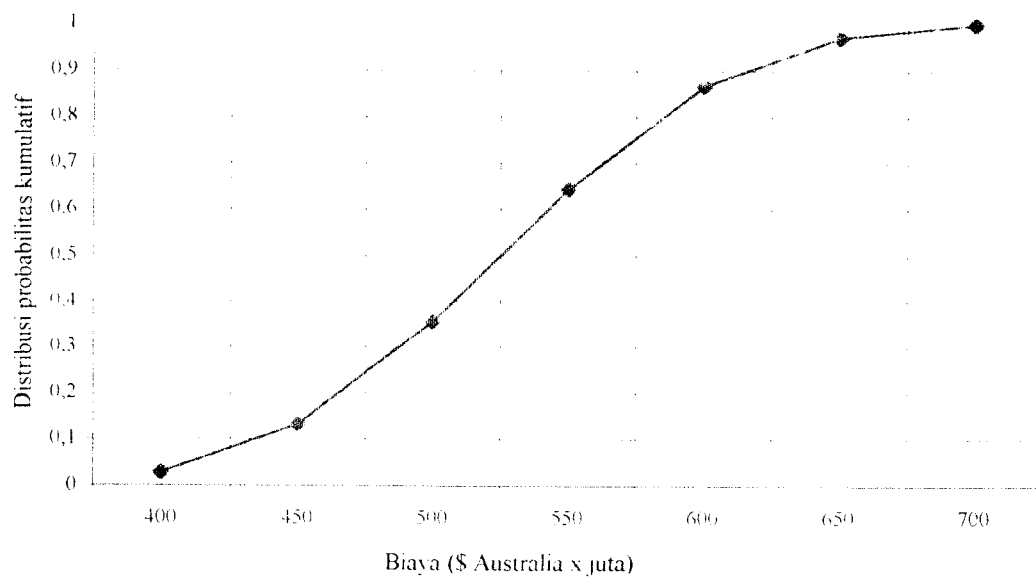
**Gambar 4.4** Histogram distribusi probabilitas waktu sesudah simulasi *Monte Carlo*



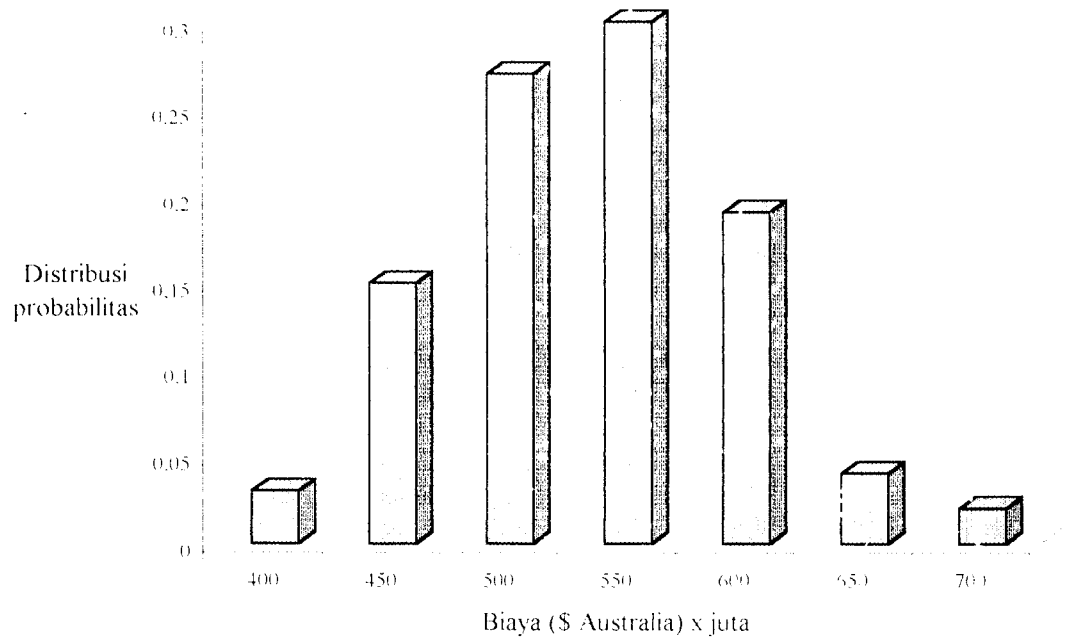
**Gambar 4.5** Grafik distribusi probabilitas kumulatif waktu sesudah simulasi *Monte Carlo*



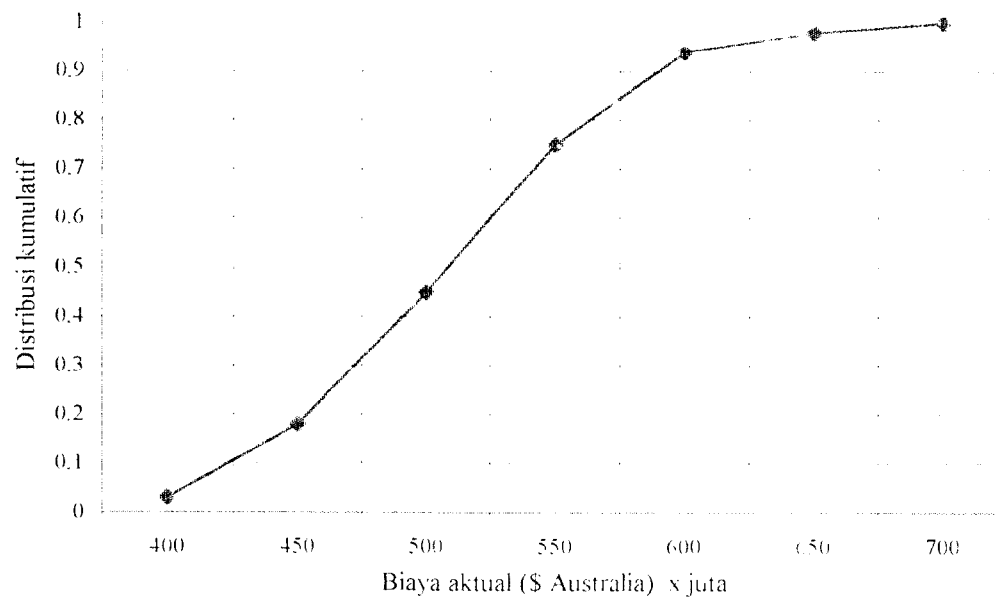
**Gambar 4.6** Histogram distribusi probabilitas biaya sebelum simulasi *Monte Carlo*



**Gambar 4.7** Grafik distribusi probabilitas kumulatif biaya sebelum simulasi *Monte Carlo*



**Gambar 4.8** Histogram distribusi probabilitas biaya sesudah simulasi *Monte Carlo*



**Gambar 4.9** Grafik distribusi probabilitas kumulatif biaya sesudah simulasi *Monte Carlo*

## BAB V

### PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai skema insentif terhadap waktu, skema insentif terhadap biaya, dan akurasi distribusi-distribusi yang disimulasi.

#### 5.1 Skema Insentif Waktu

Pihak pemilik menghendaki target waktu penyelesaian selama 30 bulan. Sedangkan dari penawaran kontraktor terdistribusi dengan *mean* 31.6 bulan. Dengan demikian maka secara realistis, pemilik seharusnya telah mempersiapkan biaya untuk membayar bonus 1.6 bulan sebesar 10 juta per bulan, atau total 16 juta agar proyek menghasilkan durasi target 30 bulan seperti yang ia kehendaki.

Cara pembayaran seperti ini dapat dibenarkan pada proyek ini, karena untuk mencapai durasi 30 bulan banyak aktivitas yang harus dijalankan dengan perubahan-perubahan ganda atau dengan men-*setup front-front* kerja tambahan yang membutuhkan peralatan dan tenaga kerja tambahan, yang cenderung akan menaikkan biaya-biaya atas operasi optimal.

Tujuan strategi manajemen risiko yang sukses atas proyek tidak secara akurat menentukan besarnya biaya pada masa mendatang dan durasi konstruksi, karena tak ada kepastian pembuatan prospek dasar dan perencanaan sebelumnya dapat menghilangkan risiko dan ketidakpastian secara bersamaan. Maka, strategi manajemen risiko yang berhasil adalah *win-win solution* bagi kedua pihak yang

mengadakan kontrak, yang menciptakan kemitraan sebenarnya untuk *performance* optimal dan pencapaian sasaran-sasaran proyek. Meskipun strategi yang dianjurkan penulis tidak menjamin target durasi 30 bulan dan biaya 550 juta, namun harus dijalankan demi keuntungan pemilik, dengan memberikan motivasi bagi kontraktor untuk mengerjakan tugas. Untuk lebih jelasnya skema insentif waktu dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1** Skema insentif waktu

Kondisi (bulan)	Kriteria
$AD \leq 31.6$	Bonus terbagi rata 10 juta per bulan
$31.6 < AD \leq 40.5$	Tidak ada bonus/denda
$AD > 40.5$	Denda 10 juta per bulan atau dibagi rata untuk setiap keterlambatan

Apabila proyek tersebut dapat diselesaikan selama 30 bulan, maka kontraktor akan mendapat bonus sebesar 16 juta. Bonus 16 juta didapat dari perhitungan  $(31.6-30)$  bulan = 1.6 bulan, sedangkan bonus per bulan adalah 10 juta. Bila proyek diselesaikan dalam waktu 35 bulan, maka kontraktor tidak akan mendapat bonus/denda. Sedangkan apabila proyek selesai selama 42 bulan, maka kontraktor akan mendapat denda sebesar 15 juta, dengan perhitungan  $(42-40.5)$  bulan = 1.5 bulan, sedangkan denda per bulan sebesar 10 juta. Hitungan dan grafik distribusi untuk skema insentif waktu dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Gambar 5.1.

**Tabel 5.2** Hitungan untuk skema insentif waktu

Waktu (bulan)	Bonus/denda (\$ Australia x juta)	Biaya yang dikeluarkan oleh pemilik apabila biaya aktual 535 (\$ Australia x jutaan)
(1)	(2)	(3) = 535 + (2)
14	+ 176	711
16	+ 156	691
18	+ 136	671
20	+ 116	651
22	+ 96	631
24	+ 76	611
26	+ 56	591
28	+ 36	571
30	+ 16	551
31.6	0	535
32	0	535
34	0	535
36	0	535
38	0	535
40	0	535
40.5	0	535
42	- 15	520
44	- 35	500
46	- 55	480

Keterangan :

+ Bonus

- Denda

## 5.2 Skema Insentif Biaya

Skema ini menyatakan bahwa, karena pemilik menerima risiko besar penggantian biaya konstruksi sampai dengan 90% nilai karakteristik (NK), pemilik seharusnya mendapatkan banyak keuntungan dari penghematan-penghematan yang dibuat, jadi pemilik mengambil 90% bagian dari setiap penghematan yang dibuat. Kontraktor benar-benar menjamin (mencapai 90% kemungkinan) terhadap segala kerugian dan memberikan sekitar 10% dari semua risiko. Jadi upah kontraktor akan menjadi lebih rendah.

Dapat dinyatakan bahwa dalam teori, akan sulit bagi kontraktor untuk mendapatkan bonus penyelesaian awal dan bonus penghematan biaya, karena penyelesaian awal proyek mungkin membutuhkan perubahan jadwal konstruksi besar-besaran yang akan cenderung mendorong biaya-biaya naik. Dalam praktek ini hanya akan benar jika proses konstruksi telah efisien dan optimal dengan tak ada ruang untuk perbaikan selain dari aktivitas yang didorong secara besar-besaran. Untuk memperoleh kedua tipe bonus dalam konstruksi kehidupan nyata, kontraktor biasanya perlu mencapai *performance* yang lebih baik daripada rata-rata yang secara realistis tidak dapat dicapai pada kebanyakan proyek. Jadi perubahan jadwal secara besar-besaran tidak dapat diterapkan, selain jika durasi-durasi sangat pendek ditetapkan. Lokasi konstruksi yang berjalan baik dan direncanakan dengan baik, di mana semua ukuran yang layak untuk menghindari penundaan dan penutupan biaya dijalankan, seharusnya mendapatkan kedua tipe bonus tersebut.



Seperti dijelaskan sebelumnya, skema ini dirancang sebagai pelengkap dan sebagai bagian pokok dari strategi pembuatan kontrak. Skema ini akan memberikan penutupan biaya konstruksi sebagian untuk menutup risiko-risiko dari kontraktor.

Meski dengan skema insentif waktu dan biaya yang disebutkan di depan, peluang-peluang untuk menghasilkan proyek ini dengan durasi 30 bulan dan biaya 550 juta nampaknya rendah. Seperti yang dinyatakan dan dengan mengasumsikan *mean* distribusi probabilitas waktu dan biaya sebagai angka-angka dasar, durasi 30 bulan seharusnya menjalankan biaya ekstra 16 juta sebagai pembayaran bonus, sehingga biaya total 551 juta (535 juta + 16 juta) seharusnya telah dibayarkan. Perlu diingatkan bahwa kita dapat menerima rata-rata *performance* atas biaya sebesar 535 juta dan membayar premi 16 juta untuk perpendekan waktu konstruksi untuk 30 bulan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.3** Skema insentif biaya

Kondisi	Kriteria (\$ Australia x juta)
$AC \leq 25\% NK$	Bonus penuh = $\{0.1(615 - 535)\} = 8$
$25\% NK < AC < 50\% NK$	Bonus terbagi rata
$AC = 50\% NK$	Tidak ada bonus/denda
$50\% NK < AC < 90\% NK$	Denda terbagi rata
$AC = 90\% NK$	Denda penuh
$AC > 90\%$	Denda penuh + biaya lebihnya dari 90% NK

Apabila proyek tersebut dapat diselesaikan dengan biaya 400 juta, maka kontraktor akan mendapatkan bonus maksimal yaitu sebesar 8 juta. Dan apabila proyek diselesaikan dengan menghabiskan biaya 500 juta, maka kontraktor akan

menerima bonus sebesar  $= \{(500-535) / (495 - 535)\} \{0.1(615-535)\} = 7$  juta. Bila biaya yang dihabiskan 620 juta, maka kontraktor akan kena denda sebesar  $= \{(600-535) / (615-535)\} \{0.1(615-535)\} = 6.5$  juta. Apabila biaya proyek diketahui sebesar 650 juta, maka kontraktor akan dikenakan denda sebesar  $= \{0.1(615-535) + 650 - 615\} = 43$  juta. Hitungan untuk skema insentif biaya aktual dapat dilihat pada Tabel 5.4, dan grafik distribusi probabilitasnya dapat dilihat pada Gambar 5.2.

**Tabel 5.4** Perhitungan skema insentif biaya aktual

Biaya aktual (\$ Australia x juta)	Bonus/ denda (\$ Australia x juta)	Biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor (\$ Australia x juta)	Biaya yang diterima oleh kontraktor (\$ Australia x juta)	Selisih (\$ Australia x juta)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (4) - (3)
400	8 (*)	400	543 (#)	+ 143
425	8 (*)	425	543 (#)	+ 118
450	8 (*)	450	543 (#)	+ 93
475	8 (*)	475	543 (#)	+ 68
495	8 (*)	495	543 (#)	+ 48
500	7 (*)	500	542 (#)	+ 41
525	2 (*)	525	537 (#)	+ 6
535	0	535	535	0
550	1.5 (**)	551.5	551.5 (##)	0
575	4 (**)	579	579 (##)	0
600	6.5 (**)	606.5	606.5 (##)	0
615	8 (**)	623	623 (###)	0

Tabel 5.4 Lanjutan

Biaya aktual (\$ Australia x juta)	Bonus/ denda (\$ Australia x juta)	Biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor (\$ Australia x juta)	Biaya yang diterima oleh kontraktor (\$ Australia x juta)	Selisih (\$ Australia x juta)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(4)-(3)
650	43 (***)	693	623 (###)	- 70
675	68 (***)	743	623 (###)	-120
700	93 (***)	793	623 (###)	-170

Keterangan :

- \* Bonus
- \*\* Denda
- \*\*\* Denda + sisa biaya konstruksi
- # 50% NK (nilai kontrak harga tetap) + bonus
- ## Biaya aktual + denda
- ### 90% NK + denda

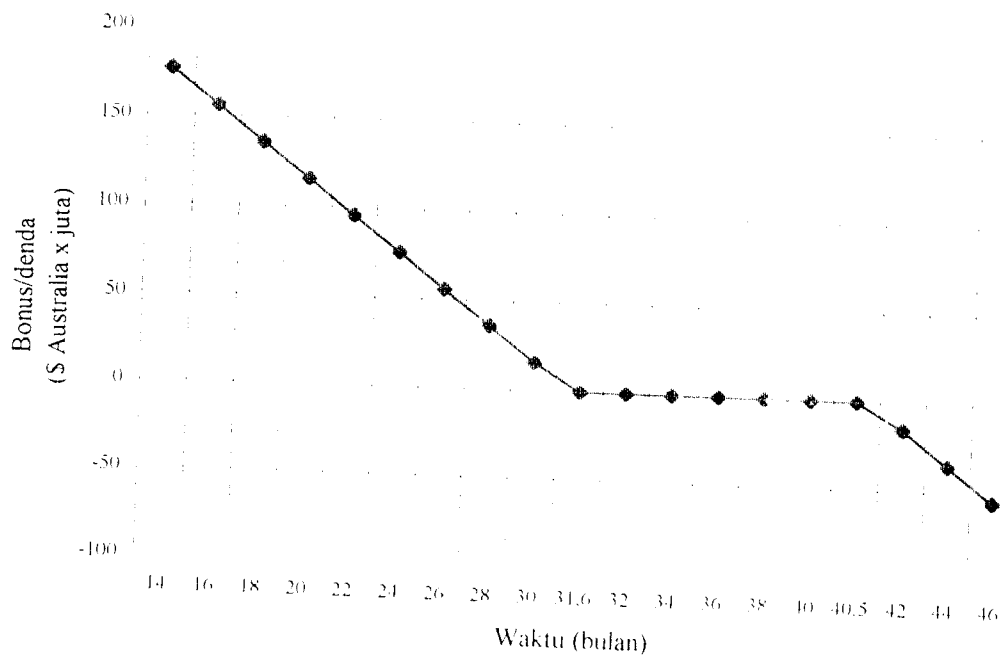
Grafik untuk distribusi biaya yang akan dikeluarkan oleh kontraktor dapat dilihat pada Gambar 5.3, dan grafik perbandingan antara biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor dan yang diterima oleh kontraktor dapat dilihat pada Gambar 5.4.

### 5.3 Akurasi Distribusi-Distribusi Yang Disimulasi

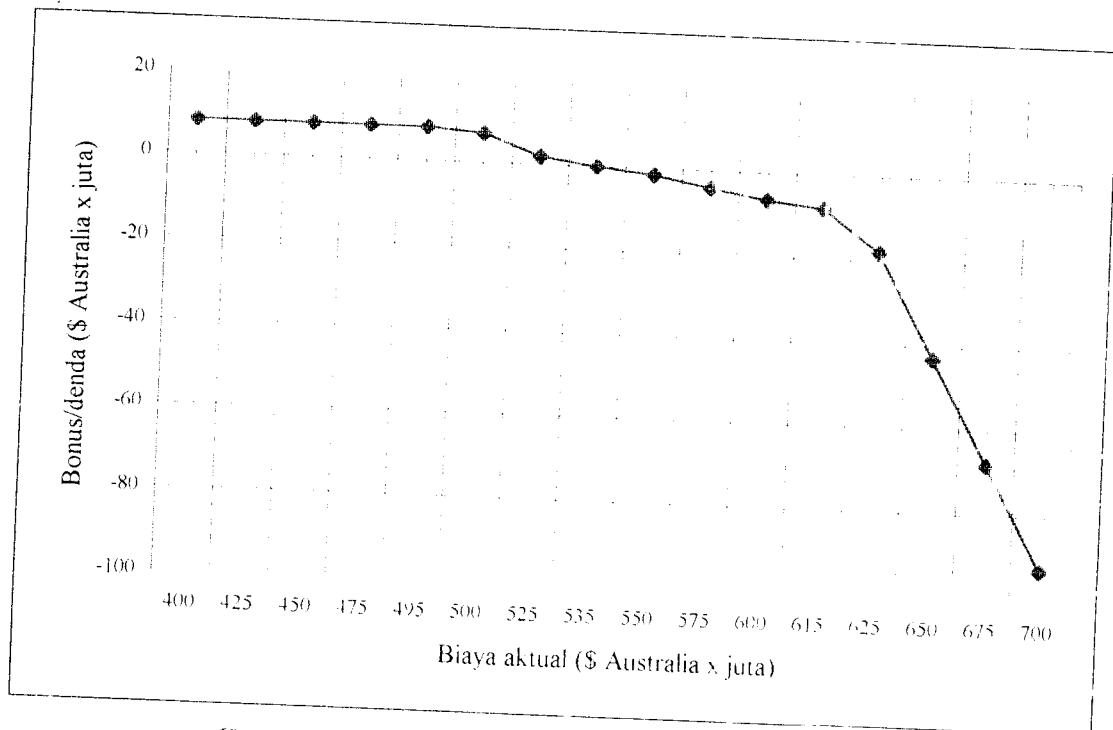
Pada laporan Tugas Akhir ini, harus diingat bahwa distribusi yang dihasilkan hanya merupakan representasi-representasi distribusi nyata yang disimulasi. Hal ini cukup akurat untuk memprediksi variabel-variabel yang relevan, karena hasil distribusi-distribusi yang disimulasi akan mendekati distribusi-distribusi nyata.

Sesuai dengan *Limit Theorema Central*, jika fungsi obyektif terdiri dari penjumlahan aljabar variabel-variabel independen, masing-masing dengan distribusinya sendiri, dan memberikan sejumlah besar nilai yang diambil, kemudian distribusi yang disimulasi cenderung untuk mendekati distribusi normal, yang *mean*-nya akan mendekati jumlah aljabar *mean* dari variabel-variabel yang mewakili.

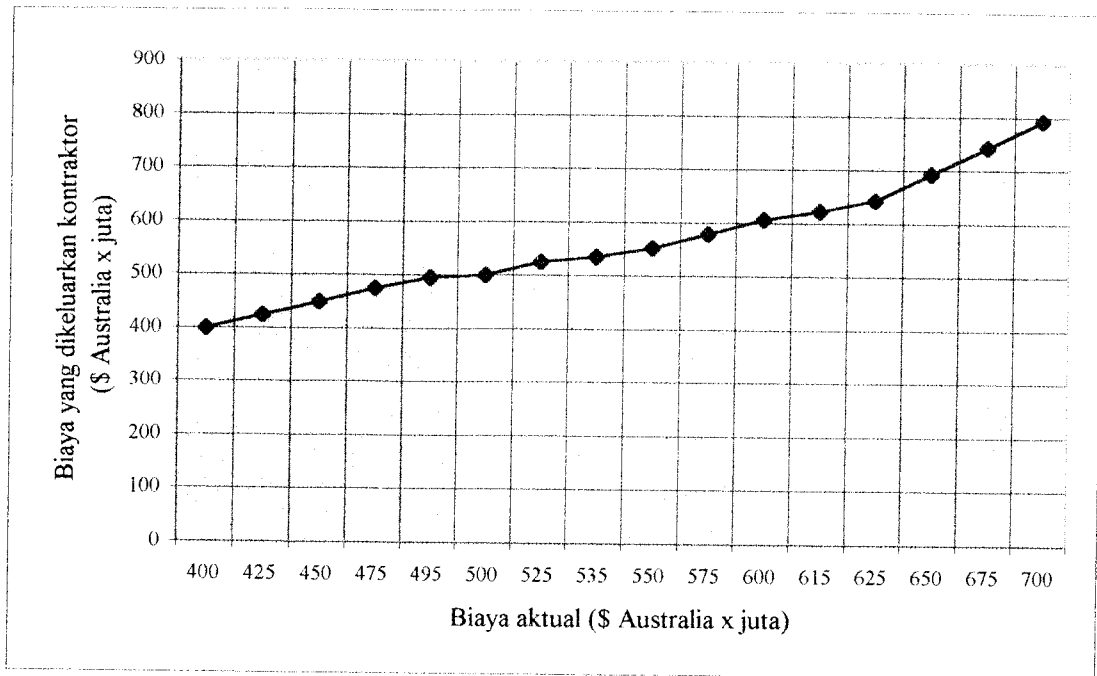
Skema insentif fleksibel yang digunakan pada laporan ini, memperlihatkan strategi kontrak yang praktis dan memberikan keuntungan dalam penggunaan kontrak *lump-sum*. Melalui sistem insentif ini juga dijelaskan, kemungkinan untuk kontraktor tetap menjalankan pekerjaannya dan termotivasi, dan pada saat bersamaan dapat menurunkan risiko-risiko keterlambatan waktu dan penambahan biaya proyek yang besar, tanpa merusak proyek. Penerapan strategi kontrak ini membutuhkan kontrol risiko waktu dan biaya proyek yang sedang berjalan, sehingga tindakan antisipasi dapat diambil untuk melancarkan *performance* pembangunan.



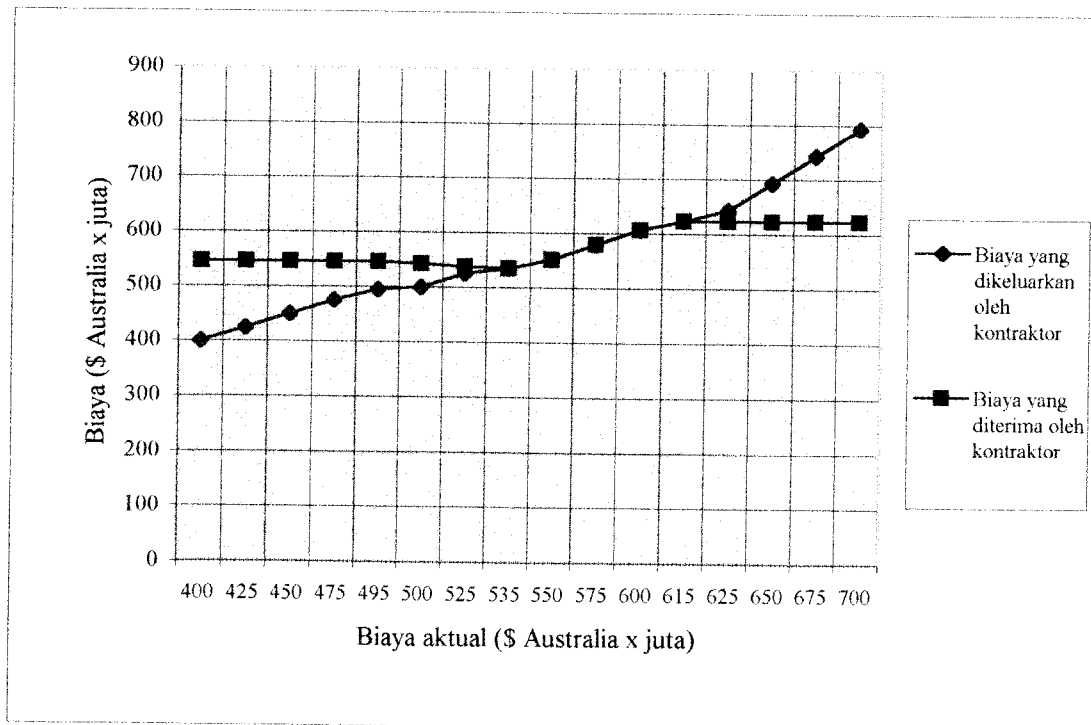
Gambar 5.1 Grafik distribusi insentif terhadap waktu



Gambar 5.2 Grafik distribusi insentif terhadap biaya



**Gambar 5.3** Grafik distribusi biaya yang akan dikeluarkan oleh kontraktor



**Gambar 5.4** Grafik distribusi biaya yang dikeluarkan dan diterima oleh kontraktor

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan saran yang dapat dirangkum dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 6.1 Kesimpulan

Kelangsungan kontrak antara pemilik dan kontraktor harus mengetahui *performance* konstruksi pada saat-saat tertentu, dengan memasukkan waktu peramalan yang dibutuhkan untuk penyelesaian dan biaya yang ditaksir pada tahap akhir proyek. Untuk itu dibutuhkan dua tujuan yang akan dijelaskan sebagai berikut.

- a. Untuk mengukur kemajuan dan mengambil tindakan yang tepat jika *performance* jauh dari yang diharapkan.
- b. Agar mampu melakukan pembayaran-pembayaran sementara kepada kontraktor.

Dari penelitian ini ternyata penggunaan insentif sebagai strategi kontrak cukup realistis bagi pemilik dan kontraktor. Misalnya insentif ditinjau dari waktu aktual, apabila waktu proyek lebih cepat 2 bulan dari hasil kesepakatan pemilik dan kontraktor, maka kontraktor akan mendapatkan bonus 20 juta, demikian juga apabila pekerjaan terlambat 2 bulan, kontraktor akan mendapat denda sebesar 20 juta. Dari segi biaya apabila biaya aktual kurang dari biaya

hasil simulasi, maka kontraktor akan mendapatkan bonus. Di mana besarnya bonus ditentukan oleh nilai karakteristik (NK). Apabila biaya aktual kurang dari 25% NK (400 juta-495 juta), maka kontraktor akan mendapatkan bonus sebesar 8 juta. Hal ini berbeda apabila biaya aktual antara 25% NK-50% NK (antara 495 juta sampai dengan 535 juta), di mana bonus disesuaikan dengan besarnya biaya aktual. Dan apabila biaya aktual lebih dari 50% NK (lebih dari 535 juta), maka kontraktor akan mendapat denda yang besarnya juga bervariasi tergantung dari biaya aktual. Demikian juga halnya apabila biaya aktual sama dengan 90% NK (615 juta), maka kontraktor akan mendapat denda penuh sebesar 8 juta. Dan apabila biaya aktual lebih dari 90% NK, maka kontraktor di samping harus membayar denda penuh juga harus membayar sisa biaya dari 90% NK. Sedangkan bagi pemilik apabila target waktu dan biaya tidak tercapai, maka sebagian dari biaya tersebut akan ditanggung oleh kontraktor dengan denda yang diterimanya. Apabila waktu aktual lebih awal dari waktu rencana, dan biaya proyek lebih kecil biaya rencana, pemilik juga diuntungkan karena dapat segera mengelola proyek tersebut, walaupun harus membayar sejumlah bonus.

## **6.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan penyusun adalah sebagai berikut.

1. Proses pengambilan nilai-nilai dari distribusi harus dikontrol, untuk menghindari nilai yang tidak mewakili.
2. Tes segera dilakukan untuk memeriksa frekuensi dari semua contoh yang diambil sebelumnya dan memasukkan satu nilai yang seimbang dengan



distribusi kemungkinan yang relevan. Jika kondisi ini dipenuhi, maka nilai yang memenuhi akan digunakan.

3. Pada saat pemantauan risiko, harus ditetapkan variabel yang tepat untuk tujuan pemantauan risiko. Pada laporan ini, telah ditetapkan sebuah variabel kelompok risiko, yang merupakan perbedaan antara nilai karakteristik 50% dan 90% pada waktu, dan 25%, 50%, dan 90% NK pada biaya.
4. Meluasnya kelompok risiko yang tidak diperkirakan selama berjalannya pembangunan akan membutuhkan pengawasan untuk menghindari perbuatan curang dari kontraktor.

## PENUTUP

*Alhamdulillah*, dengan mengucapkan puji syukur kehadirat *Allah SWT*, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir beserta laporannya.

Dalam penyusunan laporan ini, penyusun telah berusaha menyajikan dengan sebaik-baiknya, namun disadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan dan keterbatasan, sehingga laporan ini jauh dari sempurna. Untuk itu dengan senang hati penyusun menerima kritik dan saran dari pembaca agar laporan ini dapat lebih disempurnakan.

Penyusun berharap kiranya laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak pada umumnya, dan bagi rekan-rekan yang sedang memperdalam ilmu teknik sipil pada khususnya.

Akhirnya, penyusun mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu hingga tersusunnya laporan ini. Semoga amal baiknya diberikan balasan dari-Nya. *Amin*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ang, A. H. S., dan W. H. Tang, 1987, **KONSEP-KONSEP PROBABILITAS DALAM PERENCANAAN DAN PERANCANGAN**, Penerjemah Binsar, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Bing, L., R. L. Kong, W. W. Fan, dan D. A. S. Chew, 1999, **RISK MANAGEMENT IN INTRENATIONAL CONSTRUCTION JOINT VENTURES**, *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, New York, 25(4), 277-284.
- Bathmyr I., dan A. Chalid, 2000, **MODEL SIMULASI OPERASI ANTARA LOADER DENGAN TRUK DALAM PEKERJAAN PEMINDAHAN TANAH YANG BERJARAK TETAP**, Laporan Tugas Akhir Program Sarjana Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Dixon, W. J., dan F. J. Massey, Jr, **INTRODUCTION TO STATISTICAL ANALYSIS**, Cetakan keempat, Mcgraw-Hill Book Co. London.
- Djojowiriono, S., 2001, **MANAJEMEN KONSTRUKSI 1**, Cetakan ketiga, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Finchum, J. A. Jr., 1972, **EXPECTATION OF CONTRACT INCENTIVES**, *Naval Res. Logistics Q.*, A(2), 389-397.
- Fuady, M., 1998, **KONTRAK PEMBORONGAN MEGA PROYEK**, Cetakan pertama, PT. Citra Aditya Bakti, Bandung.
- Jaafari, A., 1996, **TWINNING TIME AND COST IN INCENTIVE-BASED CONTRACTS**, *Journal of Management in Engineering*, ASCE.
- Kangari, R., 1995, **RISK MANAGEMENT PERCEPTIONS AND TRENDS OF U.S. CONSTRUCTION**, *Journal of Contruction Engineerring and Management*, member ASCE, New York, 16(1), 59-68.
- Lav, A. M., dan W. D. Kelton, 1991, **SIMULATION MODELLING AND ANALYSIS**, Mcgraw-Hill, Inc., Singapore.
- Muhni, A. W., 2002, **PROCUREMENT AND LEGAL ASPECT**, Hand out kuliah manajemen konstruksi, Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

- Meredith, D. D., R. W. Wong, dan R. H. Wortmar, 1992, **DESIGN AND PLANNING OF ENGINEERING SYSTEM**, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Nur, R. M. A., 2002, **KAJIAN KONTRAK KERJA KONSTRUKSI DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**, Laporan Tesis Program Studi Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Pilcher, R., 1976, **PRINCIPLES OF CONSTRUCTION MANAGEMENT**, McGraw-Hill Book Co. London.
- Raftery, J., 1994, **RISK ANALYSIS IN PROJECT MANAGEMENT**, E & FNSPON, London.
- Soeharto, I., 1997, **MANAJEMEN PROYEK DARI KONSEPTUAL SAMPAI OPERASIONAL**, Cetakan kedua, Erlangga, Jakarta.
- Sudarwibowo, A., 2002, **PENERAPAN TEORI UTILITAS SEBAGAI ALAT BANTU DALAM ANALISIS RISIKO BIAYA PEKERJAAN KONTRAKTOR UNTUK PENGAMBILAN KEPUTUSAN PENAWARAN**, Tesis Program Studi Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Stukhart, G., 1984, **CONTRACTUAL INCENTIVES**, *Journal Construction Engineering and Management*, ASCE, 110(1), 34-32.
- Taylor III, B. W., 1996, **INTRODUCTION TO MANAGEMENT SCIENCE**, Cetakan kelima, Prentice-Hall International, Inc.,

# ***Lampiran-*** ***lampiran***

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	NAMA	NIM	STAF
1.	.....	97511317	.....
2.	.....	97511349	.....

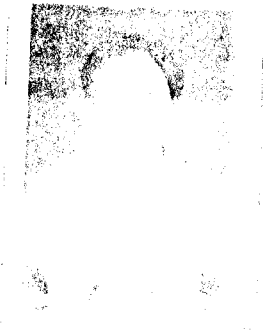
JUDUL PENELITIAN :

INERDIKUM BERACAL STRATEGI KONTRAK USAN PENGUNJAN DAN WAKTU

**PERIODE IV : JUNI - NOPEMBER  
TAHUN : 2001 / 2002**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :				GPK	No.
		Jun.	Jul.	Aug.	Sep.		
1.	Pemb...						
2.	Pemb...						
3.	Pemb...						
4.	Semb...						
5.	Kemb...						
6.	Semb...						
7.	Pemb...						



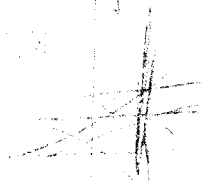
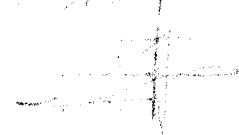


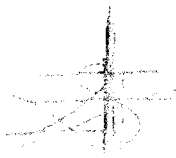
DOSIR : ..... : IR. SEIYO WINARNO, MT.  
DOSIR : ..... : IR. H. SARWIDI, MSCE, PhD.



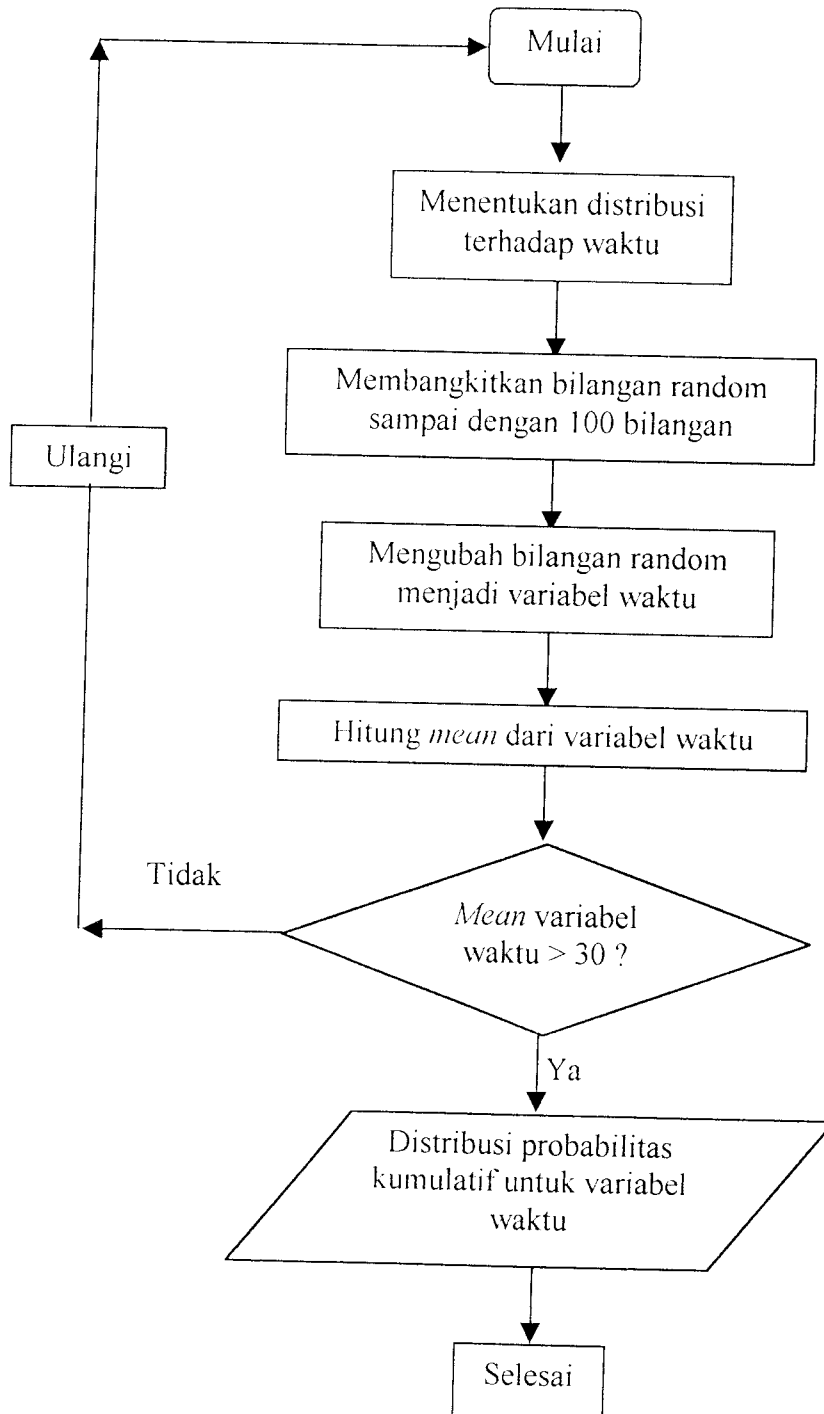
Yogyakarta, 27 JULI 2002  
a.n. Dekan.  
*[Signature]*  
IR. H. MURZAHAN, MS.

.....  
.....  
.....

**CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR**

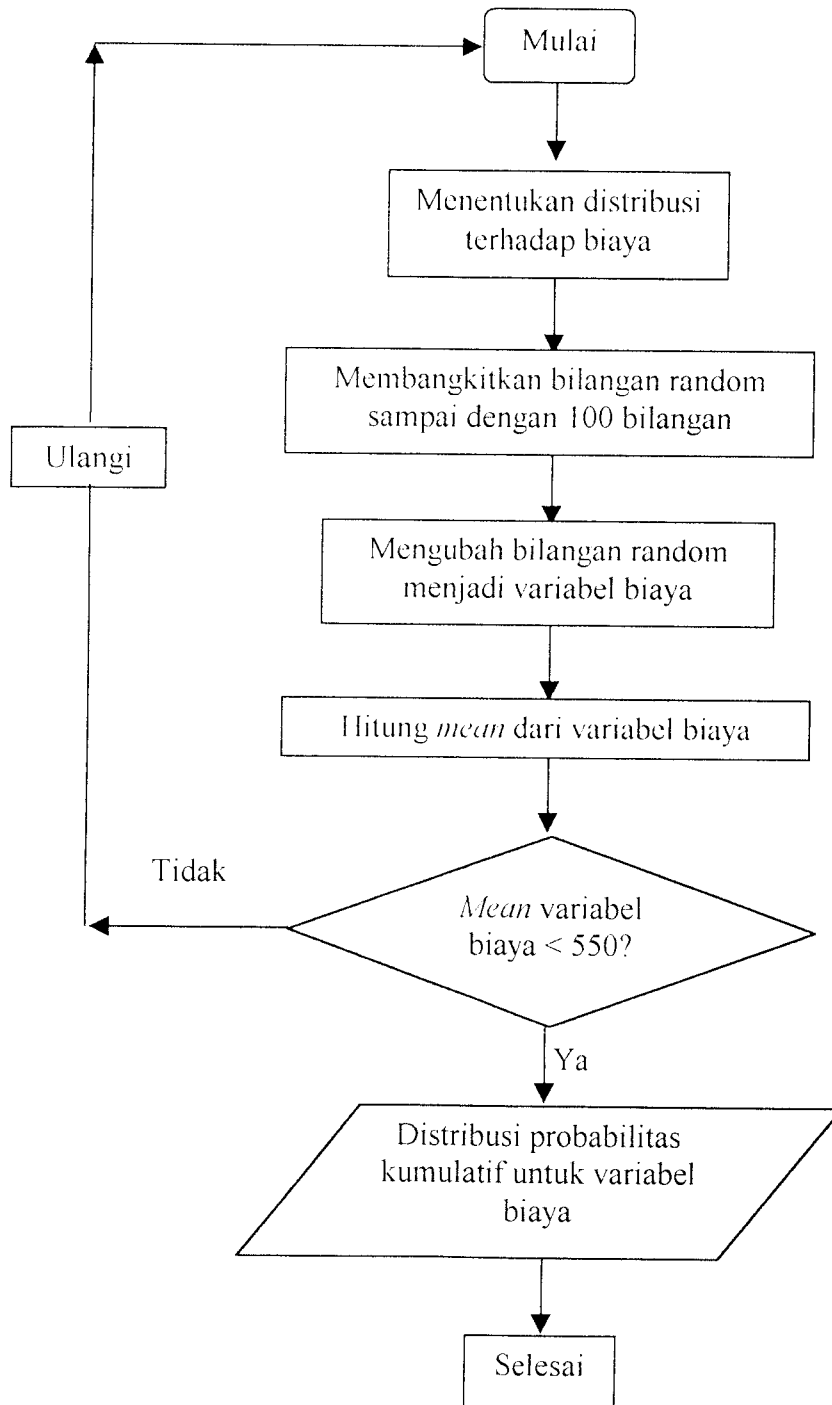
NO	TANGGAL	MATERI KONSULTASI	TANDA TANGAN
1	14/9/02	- ... ... ... ... ... - ... - ...	
2	21/9/02	- ... - ... - ...	9/10/02 
3	23/9/02	- ... - ...	
4	30/9/02	- ... - ...	
5	30/9/02	- ... - ...	
6	30/9/02	- ... - ...	
7	30/9/02	- ... - ...	

FLOWCHART SIMULASI MONTE CARLO TERHADAP WAKTU





FLOWCHART SIMULASI MONTE CARLO TERHADAP BIAYA



Contoh 1 Hasil simulasi waktu (bulan)

No	Bilangan random	Variabel waktu
1	21	26
2	7	22
3	80	34
4	48	30
5	9	22
6	35	26
7	80	34
8	25	26
9	65	34
10	72	34
11	25	26
12	23	26
13	52	30
14	58	30
15	64	34
16	70	34
17	3	18
18	81	34
19	12	22
20	85	38
21	64	34
22	54	30
23	56	30
24	38	30
25	99	46
26	62	34
27	57	30
28	44	30
29	19	26
30	93	42
31	39	30
32	27	26
33	31	26
34	37	26
35	91	38
36	14	22
37	7	22
38	57	30
39	57	30
40	87	38
41	31	26
42	82	38
43	70	34
44	85	38
45	51	30
46	74	34
47	60	30
48	21	26
49	92	38

50	58	30
51	37	26
52	72	34
53	83	38
54	45	30
55	8	22
56	0	14
57	79	34
58	81	34
59	50	30
60	74	34
61	71	34
62	45	30
63	86	38
64	49	30
65	34	26
66	40	30
67	18	22
68	73	34
69	59	30
70	93	42
71	44	30
72	58	30
73	69	34
74	53	30
75	61	30
76	98	46
77	87	38
78	89	38
79	35	26
80	85	38
81	17	22
82	20	26
83	80	34
84	37	26
85	9	22
86	35	26
87	51	30
88	99	46
89	41	30
90	56	30
91	95	42
92	85	38
93	21	26
94	74	34
95	56	30
96	10	22
97	45	30
98	10	22
99	34	26
100	47	30
		$\mu = 29.3$

Contoh 2 Hasil simulasi waktu (bulan)

No	Bilangan random	Variabel waktu
1	29	26
2	79	34
3	27	26
4	41	30
5	82	38
6	85	38
7	3	14
8	46	30
9	19	26
10	68	34
11	93	42
12	6	18
13	72	34
14	62	34
15	51	30
16	34	26
17	87	38
18	80	34
19	94	42
20	57	30
21	7	22
22	30	26
23	52	30
24	59	30
25	70	34
26	73	34
27	77	34
28	87	38
29	92	38
30	54	30
31	89	38
32	70	34
33	9	22
34	87	38
35	57	30
36	65	34
37	83	38
38	46	30
39	10	22
40	75	34
41	84	38
42	1	14
43	14	22
44	37	26
45	71	34
46	29	26
47	41	30
48	92	38
49	89	38

50	57	30
51	19	26
52	10	22
53	44	30
54	16	22
55	32	26
56	78	34
57	83	38
58	4	14
59	78	34
60	71	34
61	75	34
62	53	30
63	57	30
64	74	34
65	91	38
66	36	26
67	40	30
68	18	22
69	37	26
70	10	22
71	9	22
72	63	34
73	61	30
74	32	26
75	19	26
76	61	30
77	64	34
78	47	30
79	72	34
80	28	26
81	96	42
82	24	26
83	95	42
84	44	30
85	60	30
86	87	38
87	8	22
88	68	34
89	50	30
90	26	26
91	11	22
92	21	26
93	39	30
94	77	34
95	17	22
96	43	30
97	33	26
98	39	30
99	89	38
100	42	30
		$\mu = 29,8$

Contoh 1 Hasil simulasi biaya (juta)

No	Bilangan random	Variabel biaya
1	19	500
2	66	550
3	71	550
4	82	600
5	43	550
6	34	550
7	65	550
8	27	550
9	6	500
10	24	550
11	62	550
12	47	550
13	29	550
14	15	550
15	20	500
16	48	550
17	99	550
18	76	550
19	41	500
20	48	500
21	60	600
22	29	550
23	11	550
24	7	550
25	93	600
26	46	500
27	38	550
28	39	550
29	85	500
30	6	550
31	54	550
32	32	450
33	14	500
34	63	550
35	23	550
36	2	450
37	4	500
38	50	550
39	78	600
40	28	550
41	27	550
42	49	550
43	14	500
44	61	550
45	94	600
46	15	500
47	93	600
48	34	550

49	42	550
50	19	500
51	5	500
52	0	450
53	38	550
54	12	500
55	31	550
56	78	600
57	18	500
58	50	550
59	60	550
60	49	550
61	89	600
62	58	550
63	26	550
64	3	500
65	8	500
66	25	550
67	1	450
68	32	550
69	13	500
70	54	550
71	91	600
72	5	500
73	47	550
74	33	550
75	51	550
76	2	450
77	83	600
78	36	550
79	4	500
80	43	550
81	21	500
82	82	600
83	86	600
84	64	550
85	37	550
86	45	550
87	85	600
88	85	600
89	62	550
90	80	600
91	17	500
92	5	500
93	79	600
94	68	550
95	45	550
96	50	550
97	65	550
98	83	600
99	4	500
100	0	450
		$\mu = 543$

Contoh 2 Hasil simulasi biaya (juta)

No	Bilangan random	Variabel biaya
1	56	550
2	13	500
3	46	550
4	37	550
5	31	500
6	20	500
7	57	550
8	0	450
9	47	550
10	58	550
11	84	600
12	11	500
13	4	450
14	17	500
15	4	450
16	4	450
17	0	450
18	23	500
19	46	550
20	69	600
21	98	700
22	78	600
23	7	450
24	7	450
25	28	500
26	13	500
27	41	550
28	82	600
29	4	450
30	15	500
31	94	650
32	82	600
33	19	500
34	72	600
35	22	500
36	37	550
37	20	500
38	93	650
39	36	550
40	34	550
41	47	550
42	59	550
43	14	500
44	47	550
45	39	550
46	94	650
47	31	500
48	25	500
49	89	650

50	61	550
51	3	450
52	59	550
53	78	600
54	81	600
55	40	550
56	5	450
57	66	600
58	16	500
59	7	450
60	4	450
61	40	550
62	83	600
63	61	55
64	10	450
65	13	500
66	13	500
67	0	450
68	48	550
69	40	550
70	25	500
71	30	500
72	90	650
73	8	450
74	49	550
75	8	450
76	61	550
77	41	550
78	95	650
79	23	500
80	99	700
81	32	500
82	8	450
83	69	600
84	8	450
85	68	600
86	33	500
87	51	550
88	32	500
89	11	500
90	98	700
91	56	550
92	58	550
93	88	650
94	39	550
95	82	600
96	34	550
97	74	600
98	78	600
99	92	650
100	78	600
		$\mu = 540$