

SKRIPSI

**ESTIMASI BIAYA DAN PENJADWALAN PADA
PROYEK JALAN AKSES GEDEBAGE MENGGUNAKAN
SIMULASI MONTE CARLO**



**FRANDY ISWARA KING
NPM : 2012410180**

PEMBIMBING: Ir. Zulkifli B. Sitompul, MSIE

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARI 2017**

SKRIPSI

**ESTIMASI BIAYA DAN PENJADWALAN PADA
PROYEK JALAN AKSES GEDEBAGE MENGGUNAKAN
SIMULASI MONTE CARLO**



FRANDY ISWARA KING

NPM : 2012410180

Bandung, 10 Januari 2017

PEMBIMBING:

Ir. Zulkifli B. Sitompul, MSIE

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

(Terakreditasi berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JANUARI 2017

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Frandy Iswara King

NPM : 2012410180

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : ESTIMASI BIAYA DAN PENJADWALAN PADA PROYEK JALAN AKSES GEDEBAGE MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari ditemukan plagiarism dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 10 Januari 2017



Frandy Iswara King

2012410180

ESTIMASI BIAYA DAN PENJADWALAN PADA PROYEK JALAN AKSES GEDEBAGE MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO

**Frandy Iswara King
NPM : 2012410180**

Pembimbing : Ir. Zulkifli B. Sitompul, MSIE

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**

**BANDUNG
JANUARI 2017
ABSTRAK**

Dalam tahap estimasi biaya dan penjadwalan hasil yang diperoleh merupakan total durasi dan total biaya proyek dalam keadaan optimal, yaitu segala sesuatu berjalan dengan lancar dan tanpa kendala. Namun, pada kenyataannya di lapangan banyak faktor yang dapat membuat terhambatnya kineja proyek sehingga menyebabkan ketidakpastian durasi dan biaya. Oleh karena itu dibutuhkan analisis lebih lanjut agar dapat mencegah keterlambatan proyek dan pembengkakan biaya. Dalam penelitian ini digunakan metode Simulasi Monte Carlo untuk menganalisis ketidakpastian tersebut.

Simulasi Monte Carlo menggunakan distribusi probabilistik dalam menentukan nilai-nilai yang memiliki ketidakpastian tinggi seperti durasi proyek dan biaya pengeluaran proyek. Dalam metode ini dilakukan iterasi dalam sejumlah skenario dengan mengambil nilai acak berulang-ulang dari distribusi probabilitas tersebut. Analisis data akan dibantu program *@Risk for Project* untuk melakukan simulasi.

Pada penelitian ini diambil satu proyek konstruksi sebagai objek penelitian. Hasil dari simulasi akan didapat rentang waktu selesainya proyek, rentang biaya material proyek, dan rentang harga sewa alat berat. Untuk rentang waktu selesainya proyek didapatkan antara tanggal 3 Januari 2016 sampai 27 Februari 2016. Rentang biaya material proyek didapatkan antara Rp. 40.760.861.627 sampai Rp. 52.775.579.786. Rentang harga sewa alat berat didapatkan antara Rp. 556.497.187 sampai Rp. 1.129.487.168.

Kata kunci: simulasi Monte Carlo, *@Risk for Project*, penjadwalan, ketidakpastian

SCHEDULE AND COST ESTIMATING ON GEDEBAGE 2 ACCESS ROAD USING MONTE CARLO SIMULATION

**Frandy Iswara King
NPM : 2012410180**

Adviser : Ir. Zulkifli B. Sitompul, MSIE

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**
(Accredited by SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

**BANDUNG
JANUARY 2017**

ABSTRACT

On scheduling and cost estimating phase, the results are total duration and total cost of the project in optimal condition, that is everything is according to plan and with no obstacles. But, in reality on the field there are a lot of factor that can cause the project progress to slow down resulting in uncertainty of cost and duration. Therefore further analysis is required to prevent project delay and cost bloating. In this research Monte Carlo Simulation is used to analyze the uncertainty.

Monte Carlo Simulation used a probabilistic distribution on determining the value that have a high level of uncertainty like project duration and project expenses. In this method iteration is done on several scenario by picking a random value over and over again from the probabilistic distribution. @Risk for Project program will be used to help and do the simulation.

In this research one project is used as the reasearch object. The result of the simulation is span of project completion time, span of project material cost, and span of heavy equipment rental price. The span of project completion time is between 3 January 2016 to 27 February 2016. The span of project material cost is between Rp. 40.760.861.627 to Rp. 52.775.579.786. The span of heavy equipment rental price is between Rp. 556.497.187 sampai Rp. 1.129.487.168.

Keyword: Monte Carlo Simulation, @Risk for Project, scheduling, uncertainty

s

PRAKATA

Puji dan syukur saya panjatkan kepada ALLAH SWT atas anugerah dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat saya selesaikan dengan baik. Skripsi yang berjudul ESTIMASI BIAYA DAN PENJADWALAN PADA PROYEK JALAN AKSES GEDEBAGE MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO Ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Keberhasilan saya dalam menyelesaikan skripsi ini berkat adanya bantuan, kritik, dan saran serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu saya dengan hormat menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Zulkifli B. Sitompul, MSIE., selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan dukungan yang sangat berarti untuk penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Dr. A. Anton Soekiman, Ir., MT., M.Sc., selaku Koordinator Komunitas Bidang Ilmu Manajemen dan Rekayasa Konstruksi.
3. Bapak Andreas F. V. Roy, Ph.D., Ibu Ir. Theresita Herni Setiawan, MT., Bapak Ir. Yohanes L.D. Adianto, MT., Bapak Felix Hidayat, ST., MT., selaku dosen penguji.
4. Papa, Mama, Faldy yang sangat saya cintai, yang memberikan dukungan dan doa.
5. Albirra Dito, Windy Surjana, Roben, dan Dodo yang rela diajak keliling Bandung untuk proses pengambilan data.
6. Raynaldo Andhika, Septian Budhy, Billy Prayogi dan Andrew Dwiarto yang dalam kesulitan mengerjakan skripsi membantu meringankan beban dengan bermain dota.
7. Adi Chakti, Anton Sutedja, Freddy Sitorus, Maria Febriana, dan Reynaldi Kainde sebagai teman seperjuangan skripsi.

8. Teman-teman dalam grup Revolutioner; Adi, Ahiap, Andrew, Anton, Billy P., Billy S., Ija, Dito, Dodo, Edo, Freddy, Jessy, Joshua, Hess, Lisa, Marco, Maria, Tanu, Kainde, Ricky, Budhy, Sherly, Windy, dan Roben.
9. Seluruh teman-teman Sipil angkatan 2012 yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
10. Bapak Tory, Staff Bidang Teknik Bina Marga Provinsi yang sudah memberikan arahan tentang proses pengambilan data.
11. Bapak Ari, Staff Balai Pengelolaan Jalan Wilayah III Bandung, yang sudah memberikan data yang dibutuhkan.

Saya berharap skripsi yang jauh dari sempurna ini dapat bermanfaat bagi saya sendiri dan semua pihak yang membutuhkan.

Bandung, Januari 2017



Frandy Iswara King

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Inti Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Manajemen Proyek Konstruksi.....	5
2.2 Penjadwalan Proyek Konstruksi.....	7
2.3 Metode Penjadwalan Proyek Konstruksi.....	10
2.3.1 Metode <i>Bar Chart</i>	10
2.3.2 Metode Jalur Kritis (<i>Critical Path Method</i>).....	11
2.3.3 Precedence Diagram Method (PDM).....	12
2.3.4 Project Evaluation and Review Technique (PERT).....	14
2.3.5 Simulasi Monte Carlo.....	18
2.4 @Risk for Project.....	21
2.5 Hipotesis Penelitian.....	22

BAB 3 DATA PENELITIAN	23
3.1 Metode Penelitian	23
3.2 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data	23
3.3 Data Penelitian	24
3.3.1 Durasi pekerjaan Proyek	24
3.3.2 Biaya Material Proyek	25
3.3.3 Harga Sewa Alat Berat.....	28
3.4 Prosedur Penelitian	28
BAB 4 ANALISIS DATA	30
4.1 Volume Pekerjaan.....	30
4.2 Penjadwalan Dengan Microsoft Project.....	31
4.3 Analisis Dengan Bantuan <i>@Risk for Project</i>	32
4.3.1 Analisis Resiko Untuk Durasi Proyek	32
4.3.2 Pengolahan Data Durasi Proyek.....	33
4.3.3 Tahapan Pembuatan Distribusi Pada <i>@Risk</i>	34
4.3.4 Hasil Simulasi Durasi Proyek	37
4.3.5 Analisis Resiko Untuk Biaya Material Proyek	40
4.3.6 Pengolahan Data Harga Material Proyek.....	41
4.3.7 Hasil Simulasi Harga Material Proyek.....	42
4.3.8 Analisis Resiko Untuk Harga Sewa Alat Berat Proyek	45
4.3.9 Pengolahan Data Harga Sewa Alat Berat Proyek	46
4.3.10 Hasil Simulasi Harga Sewa Alat Berat Proyek	47
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Simpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	53
LAMPIRAN 1.....	54
LAMPIRAN 2.....	55
LAMPIRAN 3.....	56

LAMPIRAN 4.....	57
LAMPIRAN 5.....	58
LAMPIRAN 6.....	59

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

te	= <i>mean</i> durasi kegiatan yang diharapkan
a	= waktu optimistik
m	= waktu yang paling mungkin
b	= waktu pesimistik
s	= standar deviasi kegiatan
v	= varian kegiatan
c	= waktu <i>most likely</i>
CDF	= <i>Cumulative density function</i>
PDF	= <i>Probability density function</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Triple Constraint</i>	7
2.2 Ilustrasi Urutan Kegiatan.....	8
2.3 AOA.....	9
2.4 AON.....	9
2.5 Contoh <i>Bar Chart</i>	11
2.6 Contoh Diagram Jaringan CPM.....	12
2.7 Contoh Diagram Jaringan PDM.....	12
2.8 <i>Finish to Start (FS)</i>	13
2.9 <i>Start To Start (SS)</i>	13
2.10 <i>Finish to Finish (FF)</i>	14
2.11 <i>Start to Finish (SF)</i>	14
2.12 Kurva Distribusi Beta.....	16
2.13 PDF Distribusi <i>Triangle</i>	19
2.14 CDF Distribusi <i>Triangle</i>	20
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
4.1 Contoh Penjadwalan Dengan Microsoft Project.....	31
4.2 Contoh Data Durasi yang Telah Diolah.....	33
4.3 Diagram Alir Analisis Data Durasi Proyek.....	34
4.4 Distribusi Probabilitas Durasi <i>Most Likely</i> Pembersihan Tempat Kerja...	35
4.5 Distribusi Probabilitas Durasi Optimistik, Durasi <i>Most Likely</i> , dan Durasi Pesimistik Beton Struktur Kelas B1.....	36
4.6 Distribusi Probabilitas Waktu Selesaiannya Proyek.....	38
4.7 Distribusi Kumulatif Waktu Selesaiannya Proyek.....	38
4.8 Grafik Tornado Berdasarkan Analisis Sensitivitas Untuk Durasi Proyek...	39
4.9 Diagram Alir Analisis Data Harga Material.....	41
4.10 Distribusi Probabilitas Harga Besi Beton.....	41
4.11 Contoh Tabel Perhitungan Biaya Material Proyek.....	42

4.12	Distribusi Probabilitas Biaya Material Proyek.....	43
4.13	Distribusi Kumulatif Biaya Material Proyek.....	43
4.14	Grafik Tornado Berdasarkan Analisis Sensitivitas Untuk Biaya Material Proyek.....	44
4.15	Diagram Alir Analisis Harga Sewa Alat Berat.....	46
4.16	Distribusi Probabilitas Harga Sewa Dump Truck.....	46
4.17	Contoh Tabel Perhitungan Harga Sewa Alat Berat.....	47
4.18	Distribusi Probabilitas Harga Sewa Alat Berat.....	48
4.19	Distribusi Kumulatif Harga Sewa Alat Berat.....	48
4.20	Grafik Tornado Berdasarkan Analisis Sensitivitas Untuk Harga Sewa Alat Berat.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
3.1	Data Survey Harga Material	25
3.2	Data Survey Harga Beton Readymix	26
3.3	Data survey harga Tiang Pancang Beton Precast Diameter 60 cm 9.....	27
3.4	Data Survey Harga Aspal.....	27
3.5	Data Survey Harga U-Ditch dan Pipa Gorong-gorong beton Diameter 100 cm	28
4.1	Volume Pekerjaan Drainase.....	30
4.2	Volume Pekerjaan Perkerasan.....	30
4.3	Volume Pekerjaan Tulangan.....	31
4.4	Volume Pekerjaan Tiang Pancang.....	31
4.5	Volume Pekerjaan Beton.....	31
4.6	Output Tanggal Selesaiannya Proyek Untuk Setiap Percentile.....	39
4.7	<i>Output</i> Biaya Material Proyek Setiap <i>Percentile</i>	44
4.8	<i>Output</i> Harga Sewa Alat Berat Proyek Setiap <i>Percentile</i>	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
LAMPIRAN 1 DATA UMUM PROYEK.....	53
LAMPIRAN 2 PENJADWALAN DENGAN <i>MICROSOFT PROJECT</i>	54
LAMPIRAN 3 DATA HARGA SEWA ALAT BERAT.....	55
LAMPIRAN 4 DURASI PEKERJAAN.....	56
LAMPIRAN 5 TABEL PERHITUNGAN HARGA MATERIAL.....	57
LAMPIRAN 6 TABEL PERHITUNGAN HARGA SEWA ALAT BERAT.....	58

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semua proyek konstruksi membutuhkan manajemen yang baik agar dapat berjalan sesuai rencana. Manajemen proyek menurut Ervianto (2005:21) adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu. Tiga kendala dalam manajemen atau Triple Constraint yaitu waktu, biaya dan mutu merupakan sasaran setiap proyek. Oleh karena itu, dibutuhkan penjadwalan proyek yang matang.

Penjadwalan merupakan salah satu bagian terpenting untuk mencapai keberhasilan proyek konstruksi. Dengan penjadwalan yang disusun dengan teliti diharapkan proyek konstruksi dapat selesai tepat waktu seperti yang direncanakan. Akan tetapi, walaupun penjadwalan sudah direncanakan dengan matang terdapat beberapa hal yang terjadi diluar rencana yang memungkinkan proyek tidak selesai sesuai dengan jadwal dan membuat durasi proyek tidak dapat ditentukan secara pasti. Oleh karena itu, dibutuhkan analisis untuk mengatasi ketidakpastian dari durasi proyek tersebut.

Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah ketidakpastian pada penjadwalan adalah dengan menganalisis penjadwalan proyek secara periodik menggunakan metode PERT. PERT atau *Program Evaluation Review Technique* pada dasarnya menentukan besarnya peluang proyek dapat selesai sesuai dengan waktu yang telah ditargetkan. Metode PERT menganggap bahwa kurun waktu kegiatan tergantung pada banyak faktor. Oleh karena itu dalam metode PERT dihitung tiga durasi bagi setiap aktivitas, yaitu durasi optimistik, durasi yang paling mungkin, dan durasi pesimistik. Namun metode ini memiliki kekurangan. Kekurangan yang utama terkait keakuratan estimasi durasi optimistik, durasi yang

paling mungkin, dan durasi pesimistik yaitu perkiraan atas waktu yang dibutuhkan masing-masing kegiatan tergantung pada asumsi. Kekurangan yang lainnya adalah dengan semakin banyak jalur yang paralel dengan jalur dominan, maka tingkat kesalahan akan semakin tinggi.

Untuk mengatasi hal tersebut, terdapat metode alternatif yang digunakan, yaitu simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo adalah metode matematika yang umumnya digunakan untuk menganalisa resiko dengan menggunakan pendekatan distribusi probabilitas. Simulasi Monte Carlo menggunakan data yang sudah ada / historical data (Kakiay, 2004). Pada sebuah skenario akan diambil sebuah nilai *random* dari kemungkinan yang ada. Nilai ini diambil dari *range* yang telah ditetapkan dan dibentuk sesuai distribusi probabilitasnya. Proses pemilihan secara acak dilakukan berulang kali yang menciptakan sejumlah skenario.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah melakukan analisis penjadwalan dan estimasi biaya proyek konstruksi menggunakan simulasi Monte Carlo. Dalam penjadwalan proyek akan dicari probabilitas durasi yang paling mungkin terjadi. Dalam estimasi biaya akan dicari probabilitas biaya material dan biaya peralatan yang paling mungkin dan dicari peralatan dan material yang paling mempengaruhi biaya proyek.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan rentang waktu selesainya proyek
2. Menentukan rentang biaya material
3. Menentukan rentang biaya sewa alat berat

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Studi kasus dilakukan pada satu proyek konstruksi

2. Studi kasus dilakukan pada proyek Jalan Akses Gedebage
3. Analisis biaya yang dihitung adalah biaya material dan alat berat
4. Jenis material yang akan dianalisis adalah seluruh material kecuali *Rubber Bearing, Anchor Bar, Expansion Joint* tipe 40 cm, dan rambu dan marka jalan
5. Metode yang digunakan adalah Simulasi Monte Carlo
6. Penjadwalan dilakukan dengan Microsoft Project
7. Analisis dibantu dengan program *@risk for project*

1.5 Metodologi Penelitian

Pengumpulan data-data pada skripsi ini diperoleh dengan cara:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka yang dilakukan selama penelitian dimaksudkan untuk memberikan acuan terhadap penelitian ini. Adapun ruang lingkup dari studi pustaka yang dilakukan mencakup pemahaman konsep tentang penjadwalan dan manajemen proyek, penggunaan simulasi Monte Carlo dalam proyek konstruksi, penggunaan program *@risk* untuk membantu analisis penelitian, penggunaan *Microsoft Project* untuk penjadwalan. Sumber studi pustaka meliputi buku-buku referensi, jurnal yang berkaitan dengan penelitian, internet, dan penelitian lain yang berkaitan.

2. Studi Lapangan

Studi lapangan yang dilakukan adalah dengan cara pengambilan data di lapangan dan wawancara dengan narasumber yang berkaitan dengan penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan dibahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Dalam bab ini akan dibahas teori-teori yang dipakai sebagai acuan dasar penyusunan skripsi ini. Meliputi teori tentang manajemen proyek, penjadwalan proyek, simulasi Monte Carlo, *Microsoft Project*, dan penggunaan software *@Risk*.

BAB 3 PENGUMPULAN DATA

Dalam bab ini akan dibahas penggunaan metode yang dipakai dalam penelitian dan data-data yang digunakan.

BAB 4 ANALISIS DATA

Dalam bab ini dibahas proses pengolahan data sampai didapat tujuan dari penelitian ini.

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini dibahas kesimpulan dari hasil analisis data serta saran-saran untuk penelitian masa depan.