

**SKRIPSI**

**ESTIMASI DURASI DAN BIAYA PEKERJAAN  
STRUKTUR MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE  
CARLO PADA PROYEK HOTEL GREAT  
DIPONEGORO SURABAYA**



**EVAN VALENO  
NPM: 2014410036**

**PEMBIMBING : Yohanes Lim Dwi Adianto, Ir., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JUNI 2018**



**SKRIPSI**

**ESTIMASI DURASI DAN BIAYA PEKERJAAN  
STRUKTUR MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE  
CARLO PADA PROYEK HOTEL GREAT  
DIPONEGORO SURABAYA**



**EVAN VALENO  
NPM: 2014410036**

**BANDUNG, 28 JUNI 2018**

**PEMBIMBING:**

**Yohanes Lim Dwi Adianto, Ir., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JUNI 2018**



## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Evan Valeno

NPM : 2014410036

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: Estimasi Durasi Dan Biaya Pekerjaan Struktur Menggunakan Simulasi Monte Carlo Pada Proyek Hotel Great Diponegoro Surabaya adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Juni 2018



Evan Valeno

2014410036



# **ESTIMASI DURASI DAN BIAYA PEKERJAAN STRUKTUR MENGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO PADA PROYEK HOTEL GREAT DIPONEGORO SURABAYA**

**Evan Valeno  
NPM: 2014410036**

**Pembimbing: Yohanes Lim Dwi Adiando, Ir., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JUNI 2018**

## **ABSTRAK**

Perencanaan yang akurat dan matang sangatlah penting dalam proses konstruksi suatu proyek. Namun pada kenyataannya, di lapangan banyak faktor yang dapat menghambat kinerja proyek sehingga menyebabkan ketidakpastian terhadap durasi dan biaya. Oleh karena itu dibutuhkan analisis lebih lanjut agar dapat mencegah dan mengantisipasi ketidakpastian tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode simulasi Monte Carlo.

Simulasi Monte Carlo menggunakan distribusi probabilitas dalam menentukan nilai-nilai yang mengandung ketidakpastian. Metode ini melakukan iterasi dalam sejumlah skenario dengan mengambil nilai acak secara berulang-ulang dari sebuah distribusi probabilitas. Dalam penelitian ini digunakan program *@Risk* untuk melakukan simulasi Monte Carlo.

Pada penelitian ini dilakukan simulasi terhadap satu proyek konstruksi sebagai objek penelitian. Hasil dari simulasi adalah rentang waktu selesainya pekerjaan struktur proyek yaitu antara tanggal 5 Oktober 2018 (192 hari) sampai 20 Oktober 2018 (207 hari), serta rentang biaya material pekerjaan struktur proyek yaitu antara Rp. 4.090.000.000 dan Rp. 4.371.000.000.

Kata kunci: perencanaan, ketidakpastian, simulasi Monte Carlo, *@Risk*



# **ESTIMATION OF DURATION AND COST OF STRUCTURE WORK USING MONTE CARLO SIMULATION IN GREAT DIPONEGORO SURABAYA HOTEL PROJECT**

**Evan Valeno  
NPM: 2014410036**

**Advisor: Yohanes Lim Dwi Adianto, Ir., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
CIVIL ENGINEERING  
(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JUNE 2018**

## **ABSTRACT**

Accurate and mature planning is crucial in the construction process of a project. But in reality on the field, many factors can hinder the performance of the project causing uncertainty about the duration and cost. Therefore further analysis is needed in order to prevent and anticipate the uncertainty. One method that can be used is Monte Carlo simulation method.

Monte Carlo simulations uses probability distributions to determine values that contain uncertainty. This method iterates a number of scenarios by retrieving the random value repeatedly from a probability distribution. In this research, @Risk program is used to do the Monte Carlo simulation.

In this study a simulation of a construction project was conducted as a study object. The result of the simulation is the time range of completion of the project structure between October 5, 2018 (192 days) and October 20, 2018 (207 days) and the material cost range of the project structure is between Rp. 4.090.000.000 dan Rp. 4.371.000.000.

Keywords: planning, uncertainty, Monte Carlo simulation, @Risk



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yesus Kristus atas anugerah dan kasih karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Estimasi Durasi Dan Biaya Pekerjaan Struktur Menggunakan Simulasi Monte Carlo Pada Proyek Hotel Great Diponegoro Surabaya*. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

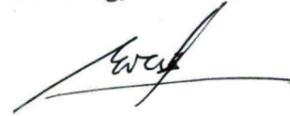
Dalam proses penyusunan karya tulis ilmiah ini penulis melalui berbagai kesulitan dan hambatan Namun berkat bantuan, saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Yohanes Lim Dwi Adianto, M.T., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, ilmu pengetahuan, saran, dan kritik kepada penulis.
2. Bapak Andreas F. V. Roy, Ph.D., selaku Ketua Komunitas Bidang Ilmu Manajemen dan Rekayasa Konstruksi yang telah memberikan bimbingan, ilmu pengetahuan, saran, dan kritik kepada penulis.
3. Bapak Dr. A. Anton Soekiman, Bapak Dr. Felix Hidayat, Ibu Dr. Eng. Mia Wimala, Bapak Adrian Firdaus, S.T., M.Sc., Ibu Ir. Theresita Herni S., M.T., Bapak Ir. Aloysius Tjia Iwan, M.T, dan Bapak Ir. Zulkifli Bachtiar Sitompul, MSIE yang telah memberikan bimbingan, ilmu pengetahuan, saran, dan kritik kepada penulis.
4. Orangtua, cicik, dan keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan dan doa.
5. Yosua Eka, Bryan Berlian, Christian Halim, Freddy Liandy, dan Yoel Iman sebagai teman seperjuangan skripsi.
6. Bapak Sentot dan Bapak Kukuh yang sudah berkenan memberikan data-data yang dibutuhkan.
7. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014 yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam memberikan doa dan dukungan.

Penulis berharap skripsi yang jauh dari sempurna ini dapat bermanfaat bagi orang-orang yang membacanya.

Bandung, Juni 2018



Evan Valeno

2014410036

# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah .....	1-3
1.5 Metode Penelitian .....	1-3
1.6 Sistematika Penulisan .....	1-3
BAB 2 STUDI PUSTAKA .....	2-1
2.1 Manajemen Proyek Konstruksi .....	2-1
2.2 Penjadwalan Proyek Konstruksi .....	2-3
2.3 Metode Penjadwalan Proyek Konstruksi .....	2-5
2.3.1 Metode <i>Bar Chart</i> .....	2-6
2.3.2 Metode Jalur Kritis ( <i>Critical Path Method</i> ) .....	2-6
2.3.3 <i>Precedence Diagram Method</i> (PDM) .....	2-7
2.3.4 <i>Project Evaluation Review Technique</i> (PERT) .....	2-10
2.3.5 Simulasi Monte Carlo .....	2-13
2.4 <i>@Risk</i> .....	2-16
2.4.1 Tahapan Simulasi Monte Carlo Menggunakan <i>@Risk</i> .....	2-17
BAB 3 METODE PENELITIAN .....	3-1
3.1 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data .....	3-1
3.2 Data Penelitian .....	3-2
3.2.1 Durasi Pekerjaan Proyek .....	3-2

3.2.2 Biaya Material Proyek .....	3-4
3.3 Prosedur Penelitian.....	3-5
BAB 4 ANALISIS DATA.....	4-1
4.1 Analisis Resiko Durasi Proyek.....	4-1
4.1.1 Pengolahan Data Durasi Proyek .....	4-1
4.1.2 Hasil Simulasi Durasi Proyek .....	4-3
4.2 Analisis Resiko Biaya Material Proyek.....	4-4
4.2.1 Pengolahan Data Biaya Material Proyek .....	4-5
4.2.2 Hasil Simulasi Biaya Material Proyek .....	4-5
BAB 5 SARAN DAN KESIMPULAN .....	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	5-1
DAFTAR PUSTAKA.....	xiv

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

a	= Waktu optimistik
AOA	= <i>Activity On Arrow</i>
AON	= <i>Activity On Node</i>
b	= Waktu pesimistik
c	= Waktu <i>most likely</i>
CDF	= <i>Cumulative Density Function</i>
CPM	= <i>Critical Path Method</i>
F	= <i>Finish</i>
FF	= <i>Finish to Finish</i>
FS	= <i>Finish to Start</i>
m	= Waktu yang paling mungkin
PDF	= <i>Probability Density Function</i>
PDM	= <i>Precedence Diagram Method</i>
PERT	= <i>Program Evaluation and Review Technique</i>
s	= Standar deviasi kegiatan
S	= <i>Start</i>
SF	= <i>Start to Finish</i>
SS	= <i>Start to Start</i>
te	= <i>Mean</i> durasi kegiatan yang diharapkan
v	= Varians kegiatan
WBS	= <i>Work Breakdown Structure</i>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Triple Constraint</i> (Soeharto, 1999) .....	2-3
Gambar 2.2 Ilustrasi Urutan Kegiatan .....	2-4
Gambar 2.3 Ilustrasi <i>Activity on Arrow</i> .....	2-5
Gambar 2.4 Ilustrasi <i>Activity on Node</i> .....	2-5
Gambar 2.5 Contoh <i>Bar Chart</i> .....	2-6
Gambar 2.6 Contoh Diagram Jaringan CPM .....	2-7
Gambar 2.7 Contoh Diagram Jaringan PDM.....	2-8
Gambar 2.8 <i>Finish to Start</i> (FS).....	2-8
Gambar 2.9 <i>Finish to Finish</i> (FF) .....	2-9
Gambar 2.10 <i>Start to Start</i> (SS).....	2-9
Gambar 2.11 <i>Start to Finish</i> (SF).....	2-10
Gambar 2.12 Kurva Distribusi Beta.....	2-11
Gambar 2.13 PDF Distribusi <i>Triangle</i> .....	2-14
Gambar 2.14 CDF Distribusi <i>Triangle</i> .....	2-15
Gambar 2.15 <i>Menu add-in @Risk</i> dalam <i>Microsoft Excel</i> .....	2-16
Gambar 2.16 Contoh <i>Distribution Fit</i> .....	2-17
Gambar 2.17 Contoh Distribusi <i>Triangle</i> .....	2-18
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian.....	3-6
Gambar 4.1 Kurva PDF Selesainya Pekerjaan Struktur.....	4-3
Gambar 4.2 Kurva CDF Selesainya Pekerjaan Struktur .....	4-3
Gambar 4.3 Diagram Tornado Durasi Pekerjaan Struktur .....	4-4
Gambar 4.4 Kurva PDF Biaya Material Pekerjaan Struktur.....	4-6
Gambar 4.5 Kurva CDF Biaya Material Pekerjaan Struktur .....	4-6
Gambar 4.6 Diagram Tornado Biaya Material Pekerjaan Struktur.....	4-7



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Durasi Pekerjaan Kolom .....	3-2
Tabel 3.2 Durasi Pekerjaan Kolom (Lanjutan) .....	3-3
Tabel 3.3 Durasi Pekerjaan Balok & Plat Lantai .....	3-3
Tabel 3.4 Hubungan Kerja Pekerjaan Struktur .....	3-3
Tabel 3.5 Hubungan Kerja Pekerjaan Struktur (Lanjutan) .....	3-4
Tabel 3.6 Data Harga-harga Material Pekerjaan Struktur.....	3-5
Tabel 4.1 Durasi Pesimistik, <i>Most Likely</i> , dan Optimistik Pekerjaan Kolom.....	4-2
Tabel 4.2 Durasi Pesimistik, <i>Most Likely</i> , dan Optimistik Pekerjaan Balok & Plat Lantai.....	4-2



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 .....	L1-1
LAMPIRAN 2 .....	L2-1



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Permasalahan**

Proyek konstruksi di seluruh dunia membutuhkan manajemen yang baik agar proyek dapat berjalan sesuai rencana. Manajemen proyek 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 yang penting untuk mencapai keberhasilan proyek konstruksi. Dengan penjadwalan yang disusun dengan matang, diharapkan proyek konstruksi dapat selesai tepat waktu. Akan tetapi, walaupun penjadwalan sudah direncanakan dengan matang, terdapat beberapa kemungkinan yang terjadi diluar rencana yang memungkinkan proyek tidak selesai sesuai dengan rencana dan membuat durasi proyek tidak dapat ditentukan secara pasti. Oleh karena itu, dibutuhkan analisis untuk mengatasi ketidakpastian dari durasi proyek konstruksi. Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah ketidakpastian pada penjadwalan adalah dengan menganalisis penjadwalan proyek secara probabilistik menggunakan metode PERT. PERT atau *Program Evaluation Review Technique* merupakan suatu metode yang bertujuan untuk (semaksimal mungkin) mengurangi adanya penundaan kegiatan (proyek, produksi, dan teknik) maupun rintangan dan perbedaan-perbedaan, mengkoordinasikan dan menyelaraskan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesainya proyek-proyek. PERT pada dasarnya menentukan besarnya peluang proyek dapat selesai sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. 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 bersifat subjektif dan tergantung pada asumsi.

Untuk mengatasi hal tersebut, terdapat metode alternatif yang dapat digunakan, yaitu simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo adalah metode perhitungan matematika yang umumnya digunakan untuk menganalisis resiko dengan menggunakan pendekatan distribusi probabilitas. Simulasi Monte Carlo menggunakan data yang sudah ada/ *historical data*. Simulasi Monte Carlo mengiterasi sejumlah skenario dari sejumlah model dengan mengambil secara acak dan berulang-ulang nilai dari distribusi probabilitas yang merupakan variabel tidak pasti. Dengan simulasi ini, dapat dilakukan banyak sekali skenario yang diinginkan. Pada sebuah skenario akan diambil sebuah nilai acak dari kemungkinan yang ada. Nilai ini diambil dari rentang yang telah ditetapkan dan dibentuk sesuai distribusi probabilitasnya. Proses pemilihan secara acak dilakukan berulang kali yang menciptakan sejumlah skenario.

## **1.2 Inti Permasalahan**

Berdasarkan uraian latar belakang, inti permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah melakukan analisis penjadwalan dan estimasi biaya konstruksi menggunakan simulasi Monte Carlo.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian skripsi ini antara lain:

1. Menentukan rentang waktu selesainya proyek pada objek penelitian
2. Menentukan rentang biaya material proyek pada objek penelitian

#### 1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Studi kasus dilakukan pada satu proyek konstruksi
2. Studi kasus dilakukan pada proyek Hotel Great Diponegoro, Surabaya
3. Analisis jadwal dan biaya dilakukan pada pekerjaan struktur
4. Biaya yang ditinjau adalah biaya material
5. Metode yang digunakan adalah simulasi Monte Carlo
6. Analisis dibantu dengan program *@Risk*

#### 1.5 Metode 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, dan 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 karya tulis ilmiah ini adalah sebagai berikut:

##### BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai teori-teori yang digunakan sebagai pedoman untuk menunjang penelitian yang didapat dari berbagai sumber.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai metode yang digunakan dalam penelitian dan data-data yang digunakan dalam penelitian.

## BAB 4 ANALISIS DATA

Bab ini berisi tentang proses pengolahan data dan pembahasannya sehingga tujuan penelitian tercapai.

## BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapat dari hasil analisis dan juga saran untuk penelitian-penelitian kedepannya mengenai topik skripsi ini.