

**Analisis Risiko Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis*  
(FMEA) dan Simulasi Monte Carlo**

**(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Mall Pelayanan Publik  
Kabupaten Banjarnegara)**

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Diajukan Oleh :

Nama : Lalu Muhammad Shofyan Tsauri

NIM : 18106060051

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
**PROGAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2023**

# Surat Pengesahan Tugas Akhir



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2355/Un.02/DST/PP.00.9/08/2023

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Risiko Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis dan Simulasi Monte Carlo

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : LALU MUHAMMAD SHOFYAN TSAURI  
Nomor Induk Mahasiswa : 18106060051  
Telah diujikan pada : Rabu, 23 Agustus 2023  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

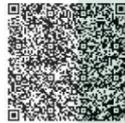
### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Ir. Arya Wirabhuana, S.T. M.Sc, IPM, ASEAN Eng.  
SIGNED

Valid ID: 64e7e0cf39656



Penguji I

Syaeful Arief, S.T., M.T.  
SIGNED

Valid ID: 64e764ba5e9e9



Penguji II

Gunawan Budi Susilo, M.Eng.  
SIGNED

Valid ID: 64e7b3cb1a06



Yogyakarta, 23 Agustus 2023  
UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 64e86912c008

## Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Yth Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Setelah membaca dan meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara :

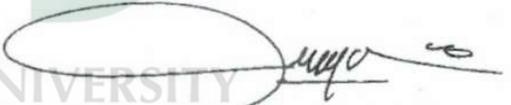
Nama : Lalu Muhammad Shofyan Tsauri  
NIM : 18106060051  
Judul Skripsi : Analisis Risiko Dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan Simulasi Monte Carlo

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Industri

Dengan ini kami mengharakan agar skripsi tugas akhir saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

7 Agustus 2023  
Dosen Pembimbing Skripsi

  
Ir. Arya Wirabhuna, S.T. M.Sc. IPM, ASEAN Eng.  
NIP 19770127 200501 1 002

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## Surat Keaslian Skripsi

### SURAT KEASLIAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan di Bawah ini :

Nama : Lalu Muhammad Shofyan Tsauri

NIM : 18106060051

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Analisis Risiko Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Mall Pelayanan Publik Kabupaten Banjarnegara)” adalah hasil karya pribadi yang tidak mengandung plagiarisme dan berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penulis ambil dengan tata cara yang dibenarkan secara ilmiah.

Jika terbukti pernyataan ini tidak benar, maka penulis siap untuk mempertanggungjawabkan sesuai dengan hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 7 Agustus 2023

Yang Menyatakan,



Lalu Muhammad Shofyan Tsauri

NIM. 18106060051

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## MOTTO

اقبيل الا ناوميز امان وا يئاباوجار يه وا يننا لي كوللي سياين اكهير

(Hadapi segala tantangan zaman dengan semangat tegar. Sesungguhnya segala sesuatu akan berakhir)

Kitab Idhotun Nasyi'in – Syekh Musthafa Al-Ghulayain

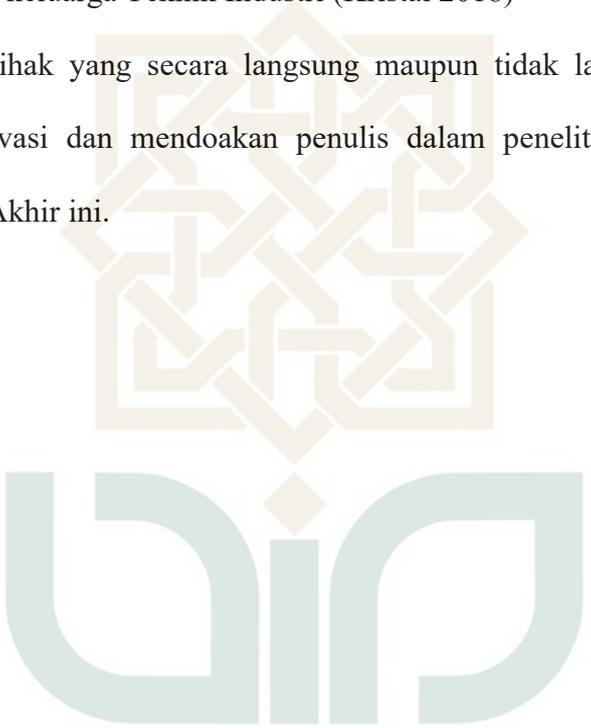


STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Berikut penulis persembahkan Tugas Akhir untuk :

1. Keluarga yaitu Ibu Umi Mubarakah, Bapak Lalu Muliadi, Baiq Syifa Us' Sholihah dan Baiq Afifah Hanum yang selalu mendukung dan mendoakan penulis pada penelitian Tugas Akhir ini.
2. Seluruh keluarga Teknik Industri (Kristal 2018)
3. Pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung mendukung, memotivasi dan mendoakan penulis dalam penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum. Wr. Wb.*

Alhamdulillah, Puji syukur kepada Allah yang telah memberikan nikmat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat mengerjakan dan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Risiko Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* dan Simulasi Monte Carlo” Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Mall Pelayanan Publik Kabupaten Banjarnegara. Sholawat dan salam tak lupa penulis haturkan kepada Baginda Nabi Agung Nabi Muhammad Shollahu Alaihi Wasallam beserta keluarga dan para sahabat-sahabatnya yang telah membawa manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman islamiyah ini. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat yang dibutuhkan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri.

Proyek Pembangunan Gedung Mall Pelayanan Publik ini merupakan salah satu tender yang diikuti oleh perusahaan CV. Pandu Karya Utama yang dalam proses pelaksanaannya masih belum memperhatikan risiko-risiko yang menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi risiko yang berkemungkinan terjadi serta menganalisis rancangan anggaran biaya yang digunakan dan memberikan pilihan antisipasi dan pemilihan opsi rancangan anggaran biaya untuk mengoptimalkan kinerja agar tidak menyebabkan kerugian bagi perusahaan CV. Pandu Karya Utama.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan

saran yang bermanfaat untuk penyempurnaan lebih lanjut. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

*Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.*

Yogyakarta, 18 Agustus 2023

Penulis,



Lalu Muhammad Shofyan Tsauri

NIM. 18106060051



## UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak yang telah banyak memberikan bantuan, pengetahuan, bimbingan, arahan, koreksi, saran dan motivasi. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis, Lalu Muliadi dan Umi Mubarakah yang selalu mendukung, mendoakan, mendorong, menyemangati dan masih banyak lagi yang mungkin tidak cukup diungkapkan dengan kata-kata. Dan juga kepada adik-adik kandung penulis, Baiq Syifa Us' Sholihah dan Baiq Afifah Hanum yang juga selalu menyemangati dan mendoakan untuk kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Arya Wirabhuana, S.T., M.Sc, IPM, ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang banyak memberikan arahan dan bimbingan pada penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Alm. Dr. Eng. Ir. Cahyono Sigit Pramudyo, S.T., M.T, IPM, ASEAN Eng. selaku Kepala Progam Studi Teknik Industri yang telah banyak memberikan dukungan, arahan dan motivasi kepada penulis pada penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Yandra Rahadian Perdana, ST., MT selaku Sekretaris Progam Studi Teknik Industri yang telah banyak membantu dan memberikan arahan kepada penulis pada penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Syaeful Arief, S.T., M.T dan Bapak Gunawan Budi Susilo, M.Eng selaku Dosen Teknik Industri sekaligus Dosen penguji sidang Tugas Akhir

- penulis yang telah banyak memberikan arahan dan saran kepada penulis pada penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh teman sebinginan pak Arya Wirabhuana yang telah mengajak penulis untuk berangkat bimbingan.
  7. Seluruh civitas akademik Progam Studi Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
  8. Untuk Pak Luthfi Ali selaku Direktur CV. Pandu Karya Utama yang telah bersedia membantu dan mengarahkan pada saat pengambilan data di perusahaannya.
  9. Teman-teman Industri Angkatan 18 (Kristal) yang telah membantu penulis dalam mendorong, mengarahkan, dan memberikan motivasi pada penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.
  10. Tak lupa juga kepada Dwi Kristanto yang telah membantu, berdiskusi dan bertukar pikiran terkait dengan metode Monte Carlo dan semoga dilancarkan tesisnya.
  11. Tak lupa untuk “Pencipta Kampus Bar-Bar”. Syamsul yang sudah berkeluarga dan sebentar lagi mempunyai momongan, Farhan yang dalam waktu dekat nyaleg, Iqma yang dalam waktu dekat akan menikah dan Ulul yang masih berjuang dalam menyusun Tugas Akhir.
  12. Tak lupa pula kepada “Perkopian Duniawi” teman-teman seperjuangan penulis ketika masih berkuliah di Jurusan Teknik Elektro STTNAS Yogyakarta, Angga, Reza, Fajar, Dani, Arman, Fahrul, Majid, Sodikin,

Anjas, Novendra dan Miko yang telah menyemangati dan mendorong untuk penulis menyelesaikan Tugas Akhir.

13. Kepada sahabat-sahabat Korp Arjuna 2017 yang mendorong dan menyemangati penulis untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini dan wisuda bersama-sama.

14. Kepada rekan-rekanita PAC IPNU-IPPNU Kemantren Gondokusuman dan PC IPNU-IPPNU Kota Yogyakarta yang juga banyak membantu, mendorong dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Dan pihak-pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga Allah SWT memberi balasan berupa kesehatan, keselamatan dan dapat dimudahkan dalam segala urusannya



## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Surat Pengesahan Tugas Akhir .....	ii
Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir .....	iii
Surat Keaslian Skripsi .....	iv
MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK.....	xviii
<i>ABSTRACT</i> .....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Batasan .....	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Penelitian Terdahulu .....	10
2.2 Landasan Teori.....	18
2.2.1 Proyek.....	18
2.2.2 Manajemen Risiko.....	19
2.2.3 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	22
2.2.4 Simulasi Monte Carlo.....	25
BAB III METODE PENELITIAN .....	28

3.1	Objek Penelitian .....	28
3.2	Metode Pengumpulan Data .....	28
3.3	Validitas/Realibilitas .....	29
3.4	Variabel Penelitian .....	30
3.5	Model Penelitian .....	30
3.6	Diagram Alir Penelitian .....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		33
4.1	Pengumpulan Data .....	33
4.1.1	Deskripsi Perusahaan .....	33
4.1.2	Deskripsi Objek Penelitian.....	33
4.1.3	Struktur Organisasi Proyek .....	36
4.2	Pengolahan Data.....	36
4.2.1	Identifikasi Risiko .....	37
4.2.2	Hasil Metode <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) .....	41
4.2.3	Hasil Simulasi Monte Carlo .....	46
4.3	Pembahasan Hasil Analisis .....	57
4.3.1	Hasil Analisis <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	57
4.3.2	Hasil Analisis Simulasi Monte Carlo .....	59
BAB V PENUTUP.....		62
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....		66
LAMPIRAN.....		L-69

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu .....	10
Tabel 2.2 Severity (Keparahan) .....	24
Tabel 2.3 Occurance (Kemungkinan) .....	25
Tabel 2.4 Detection (Deteksi) .....	25
Tabel 4.1 Rancangan Anggaran Biaya Asli .....	37
Tabel 4.2 Penentuan Risiko.....	38
Tabel 4.3 Daftar Responden.....	39
Tabel 4.4 Validasi Penentuan Risiko .....	40
Tabel 4.5 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> .....	41
Tabel 4.6 <i>Ranking Priority Number</i> (RPN) .....	43
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan RPN dan <i>Ranking</i> Tiap Risiko .....	45
Tabel 4.8 Rancangan Anggaran Biaya Min dan Max .....	47
Tabel 4.9 Total Min dan Max .....	49
Tabel 4.10 Hasil Simulasi Monte Carlo Variabel Biaya.....	50
Tabel 4.11 Waktu Pelaksanaan Optimis dan Pesimis .....	51
Tabel 4.12 Hasil Simulasi Monte Carlo Variabel Waktu Perhari.....	53
Tabel 4.13 Hasil Simulasi Monte Carlo Variabel Waktu Perminggu.....	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	31
Gambar 4.1 Deskripsi Proyek .....	33
Gambar 4.2 Peta Proyek Pembangunan Gedung MPP .....	34
Gambar 4.3 Gambar DED Gedung MPP .....	34
Gambar 4.4 Struktur Organisasi Proyek .....	36
Gambar 4.5 Diagram Pareto Risiko .....	46



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Penentuan Risiko Direktur.....	L-70
Lampiran 1.2 Penentuan Risiko Admin Proyek.....	L-71
Lampiran 1.3 Penentuan Risiko Pelaksana Lapangan .....	L-72
Lampiran 1.4 Cause and Effect Responden 1 .....	L-73
Lampiran 1.5 Cause and Effect Responden 2 .....	L-75
Lampiran 1.6 Cause and Effect Responden 3 .....	L-77
Lampiran 1.7 Validasi Responden 1 .....	L-79
Lampiran 1.8 Validasi Responden 2 .....	L-80
Lampiran 1.9 Validasi Responden 3 .....	L-81
Lampiran 1.10 Validasi Responden 4 .....	L-82
Lampiran 1.11 Validasi Responden 5 .....	L-83
Lampiran 1.12 Validasi Responden 6 .....	L-84
Lampiran 1.13 Validasi Responden 7 .....	L-85
Lampiran 1.14 Validasi Responden 8 .....	L-86
Lampiran 1.15 Validasi Responden 9 .....	L-87
Lampiran 1.16 Rank Priority Number Responden 1 .....	L-88
Lampiran 1.17 Rank Priority Number Responden 2.....	L-89
Lampiran 1.18 Rank Priority Number Responden 3.....	L-90
Lampiran 2.1 Rancangan Anggaran Biaya .....	L-92
Lampiran 2.2 Hasil Running Pekerjaan 1 .....	L-96
Lampiran 2.3 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 2 .....	L-97
Lampiran 2.4 Hasil Running Pekerjaan 3 .....	L-98
Lampiran 2.5 Hasil Running Pekerjaan 4 .....	L-99
Lampiran 2.6 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 5 .....	L-100
Lampiran 2.7 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 6 .....	L-101
Lampiran 2.8 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 7 .....	L-102
Lampiran 2.9 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 8 .....	L-103
Lampiran 2.10 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 9 .....	L-104
Lampiran 2.11 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 10 .....	L-105
Lampiran 2.12 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 11 .....	L-106
Lampiran 2.13 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 12 .....	L-107

Lampiran 2.14 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 13 .....	L-108
Lampiran 2.15 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 14 .....	L-109
Lampiran 2.16 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 15 .....	L-110
Lampiran 2.17 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 16 .....	L-111
Lampiran 2.18 Hasil <i>Running</i> Pekerjaan 17 .....	L-112
Lampiran 2.19 Time Schdule.....	L-113
Lampiran 2.20 Hasil Running Time Schdule Perhari .....	L-116
Lampiran 2.21 Hasil Running Time Schdule Perminggu .....	L-117
Lampiran 3.1 Surat Keterangan Penelitian .....	L-119



## ABSTRAK

Manajemen risiko mencakup serangkaian langkah yang dimulai dengan konsultasi risiko, identifikasi risiko, analisis risiko, penilaian risiko, dan mengarah pada perawatan dan alat untuk mengendalikan risiko tersebut. Tujuan dari manajemen risiko ini adalah untuk menganalisis peristiwa yang mungkin berdampak positif atau negatif pada proyek, menganalisis dan memprioritaskan pekerjaan, menyesuaikan siklus keuangan untuk memastikan pelaksanaan yang efisien, dan mengelola jadwal untuk menghindari keterlambatan Risiko yang terkait dengan desain ini tidak dapat dihindari. Metode manajemen risiko ini sangat bermanfaat dan dapat diterapkan pada perusahaan khususnya kegiatan proyek. Manajemen risiko mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, dan mengendalikan risiko yang terkait dengan proyek atau aktivitas bisnis sesuai dengan aturan dan metode tertentu. Berdasarkan hasil analisis *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut: Terdapat 3 risiko yang kemungkinan akan terjadi pada proyek pembangunan Gedung Mall Pelayanan Publik, berikut 3 risiko dan Nilai *Rank Priority Number* (RPN): Perubahan desain sebesar (62), Keterlambatan beberapa pekerjaan sebesar (58) dan Kontrol kualitas rendah sebesar (56). Dari hasil simulasi Monte Carlo RAB Minimum dan Maksimum yang ada menghasilkan prakiraan yang relatif akurat dari segi ukuran statistik dan jumlah replikasi yang dihasilkan 86 kali untuk setiap pekerjaan, total 1462 data. Perseroan kemudian memperoleh nilai RAB sebesar Rp2.688.574.035. Hal ini memberikan probabilitas sebesar 0,31395 dan tingkat kepercayaan terbaik adalah 76,74%, sehingga dapat dijadikan pilihan. Berdasarkan hasil rapat, kami akan menghitung harga satuan yang dibutuhkan per meter persegi dari CV. PKU dengan menggunakan hasil simulasi Monte Carlo ini menghasilkan selisih sebesar 5,15% yang berarti Rp 138.574.035,39. Waktu tertinggi selama 147,65 atau 148 hari dengan frekuensi 26 dan presentase kepercayaan sebesar 85,60%. Kemudian berdasarkan dengan hasil dari wawancara yang didapatkan untuk waktu pelaksanaan Optimis yang digunakan untuk menyelesaikan proyek pembangunan gedung tersebut oleh pihak CV. PKU yaitu selama 135 hari. Hasil dari perhitungan waktu dari pihak CV. PKU dengan hasil *running* dengan simulasi Monte Carlo ini terdapat selisih 13 hari atau jika dibulatkan dalam minggu sebanyak 2 minggu. Selanjutnya dari hasil tersebut dapat dijadikan opsi untuk mengatasi risiko-risiko yang telah ditentukan dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

**Kata kunci :** Manajemen Risiko, FMEA, Monte Carlo

## **ABSTRACT**

*Risk management includes a series of steps that start with risk consultation, risk identification, risk analysis, risk assessment, and lead to treatments and tools to control those risks. The purpose of this risk management is to analyze events that may have a positive or negative impact on the project, analyze and prioritize work, adjust financial cycles to ensure efficient execution, and manage schedules to avoid delays. The risks associated with this design are unavoidable. This risk management method is very useful and can be applied to companies, especially project activities. Risk management identifies, analyzes, evaluates and controls risks associated with projects or business activities according to certain rules and methods. Based on the results of the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) analysis in this study, it can be concluded as follows: There are 3 risks that are likely to occur in the Public Service Mall Building construction project, the following 3 risks and the Priority Rating Number (RPN): Design change of ( 62), delays in some jobs (58) and low quality control (56). From the results of the existing Minimum and Maximum RAB Monte Carlo simulations, the predictions are relatively accurate in terms of statistical size and the number of replications generated 86 times for each job, a total of 1462 data. The company then obtained an RAB value of IDR 2,688,574,035. This gives a probability of 0.31395 and the best confidence level is 76.74%, so it can be used as an option. Based on the results of the meeting, we will calculate the required unit price per square meter from CV. PKU using the Monte Carlo simulation results produces a difference of 5.15%, which means IDR 138,574,035.39. The highest time is 147.65 or 148 days with a frequency of 26 and a confidence percentage of 85.60%. Then based on the results of the interviews obtained for the Optimist implementation time used to complete the building construction project by the CV. PKU is for 135 days. The results of the time calculation from the CV. PKU with the results of running with this Monte Carlo simulation there is a difference of 13 days or if it is rounded up in weeks as much as 2 weeks. Furthermore, these results can be used as an option to overcome the risks that have been determined using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method.*

**Keywords :** Risk Management, FMEA, Monte Carlo

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang. Dalam rangka untuk menyejahterakan masyarakat, negara ini melakukan pembangunan secara masif dari tahun ke tahun. Tentu pembangunan ini pada prosesnya perlu manajemen yang terkontrol untuk mendapatkan hasil yang berkualitas. Manajemen yang baik sangat dibutuhkan pada proyek pembangunan, seperti perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian. Ketiga hal tersebut merupakan sebuah manajemen yang baik untuk keberlangsungan proyek pembangunan. Perencanaan ini merupakan langkah awal dari segala proses yang dilakukan untuk mengukur jauh kedepan agar proyek pembangunan dapat berjalan dengan lancar dan sesuai dengan perencanaan yang sudah dilakukan. Penjadwalan ini merupakan langkah setelah dilakukannya perencanaan yang memberikan sebuah gambaran terkait dengan jadwal rencana dan progress pekerjaan dan didalamnya meliputi material, tenaga kerja, biaya dan estimasi waktu pekerjaan dapat diselesaikan. Pengendalian ini merupakan upaya untuk mengendalikan rencana-rencana yang sudah ditetapkan yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan perencanaan dan penjadwalan tersebut.

Dalam 10 tahun kedepan Indonesia akan menjadi negara maju, tentunya akan banyak pembangunan yang akan dilakukan oleh pihak pemerintah maupun swasta seperti gedung perkantoran, hotel, pabrik, jalan dan sarana prasarana lainnya. Konstruksi merupakan pekerjaan yang sering menimbulkan risiko dan bahaya. Perkembangan infrastruktur harus berdampingan manajemen dan aturan yang dapat menjamin kenyamanan. (Wahidin et al., 2014). Kegiatan jasa konstruksi

pembangunan ini memberikan kontribusi besar dalam perkembangan dan pertumbuhan ekonomi di dunia termasuk Indonesia, baik yang diselenggarakan oleh pemerintah maupun swasta. (Suraji, 2003)

Definisi proyek menurut Project Management Institute (PMI) (Pujiyono Bambang, 2017) adalah *“a temporary endeavor undertaken to create a unique product or service”* arti dari kalimat tersebut menjelaskan bahwa proyek merupakan sebuah kegiatan temporer yang bisa dikerjakan untuk menghasilkan produk atau jasa yang unik sifatnya. Bentuk dari proyek beragam, mulai dari proyek pembangunan produk, proyek pembangunan restrukturisasi, proyek pembangunan gedung, pembangunan rumah hunian dan pembangunan gedung-gedung. Dapat diambil sebuah contoh proyek pembangunan puskesmas pembantu untuk digunakan sebagai sarana pendukung dalam menyejahterakan masyarakat dalam hal kesehatan. Pembangunan puskesmas tersebut perlu aktifitas yang kompleks dan memerlukan aktifitas pengelolaan, pengawasan dan pengendalian yang ketat dan terstruktur. Aktifitas pengelolaan dan pengawasan pada sebuah proyek ini diawali dengan sebuah perencanaan yang sudah matang dan perencanaan yang detail dari segi manajemen proyek, penjadwalan, pengontrolan dan lama rencana eksekusi, yang harapannya dalam peaksanaannya tidak timbul masalah yang berdampak buruk ketika jalannya sebuah proyek. (Husen, 2009)

Pada tahapan dalam perencanaan proyek, tentu perlu adanya perhitungan terkait dengan risiko yang akan terjadi pada proyek tersebut. Risiko-risiko tersebut merupakan hal yang dapat mengganggu proses berjalannya proyek, tentu hal tersebut perlu dipertimbangkan untuk mencapai keberhasilan proyek yang sudah direncanakan. Untuk menunjang terciptanya proyek konstruksi yang optimal maka

perlu adanya sebuah sistem yang menjadi gambaran nyata dan menjadikan hal tersebut menjadi fokus permasalahan yang sedang diteliti. Perlu adanya sebuah tindakan yang secara terstruktur untuk merubah sebuah hal yang sebelumnya buruk menjadi sebuah hal baik yang bisa dilakukan dengan cara manajemen risiko.

Manajemen risiko tentu mempunyai sebuah langkah-langkah mulai dari mengkonsultasikan risiko, mengidentifikasi risiko, menganalisis risiko dan mengevaluasi risiko yang kemudian nantinya akan menjadi sebuah penanganan atau alat untuk mengontrol risiko-risiko tersebut (Mitikie et al., 2017). Seperti pengamatan dan dampak risiko yang ditunjukkan dari literatur menunjukkan status identifikasi risiko, penilaian, pemantauan dan pembagian risiko saat ini tidak dipraktikkan dan dimodelkan. Namun praktik manajemen risiko masa depan harus dikembangkan dari praktik manajemen risiko. Ini adalah identifikasi risiko secara tepat waktu, penilaian risiko, pemantauan dan pengendalian untuk meminimalkan dampak risiko bahkan risiko proyek konstruksi tidak dapat diabaikan, tetapi dapat dikelola, diminimalkan, dibagi, dialihkan atau diterima (Mitikie et al., 2017). Adapun tujuan dari manajemen risiko ini adalah untuk menganalisis kejadian yang bisa berdampak positif maupun negatif pada sebuah proyek, menganalisis dan mengutamakan sebuah pekerjaan, mengatur sirkulasi keuangan sehingga dapat berjalan secara efisien, dan manajemen waktu agar dapat menghindari keterlambatan dalam sebuah pekerjaan (Vaughan, 2008). Risiko yang terjadi pada konstruksi ini bukan sebuah hal yang dapat diprediksi kapan terjadi, maka dari itu perlu adanya peramalan terkait dengan risiko bahaya dan penyakit akibat aktifitas kerja pada lapangan kerja, dengan memberikan peramalan tentang risiko-risiko yang berbahaya.

CV. Pandu Karya Utama merupakan sebuah perusahaan pengadaan jasa konstruksi yang pada penelitian ini perusahaan CV. PKU melakukan pembangunan gedung mall pelayanan publik di Kabupaten Banjarnegara, pembangunan ini dilakukan dengan tujuan agar pemerintah Kabupaten Banjarnegara ini dapat menjangkau seluruh elemen masyarakat (Petrov & Geraskina , 2017). Tidak jarang CV. PKU ini melakukan sebuah proyek dan mendapatkan masalah yang bisa menyebabkan kerugian bagi perusahaan, hal tersebut tentu memberikan efek buruk. Seperti hal nya, banyak materia yang telat daam prses pengiriman, perubahan desain yang membuat pekerjaan menjadi terhambat dan ketidak sesuaian gambar dengan kondisi dilapangan karena komunikasi yang buruk antara pekerja dengan pelaksana/admin dilapangan. Risiko-risiko tersebut merupakan risiko yang dapat mengakibatkan pembengkakan biaya dan kemunduran waktu proyek, tetapi pada kenyataannya dilapangan perusahaan CV. PKU belum melakukan analisis lebih lanjut untuk meakukan evaluasi dan antisipasi terkait dengan risiko-risiko tersebut.

Dalam proses pengerjaan proyeknya, CV. PKU dalam menentukan tingkat keoptimalan atau keberhasilan sebuah proyek hanya berdasarkan pengalaman yang sudah dilakukan, tidak pernah menghitung risiko-risiko yang akan terjadi dalam setiap proyeknya. Perencanaan proyek adalah tahap yang sangat penting dalam mengamankan keberhasilan suatu proyek (Shofa et al., 2017). Dengan perencanaan yang matang, semua risiko dan ketidakpastian yang mungkin muncul selama pelaksanaan proyek dapat diidentifikasi dan diperhitungkan sebelumnya. Ini memungkinkan tim proyek untuk menghadapi tantangan dengan lebih baik dan mengambil tindakan pencegahan atau penyesuaian yang tepat.

Penting untuk menjadwalkan proyek dengan hati-hati dan efisien, karena waktu adalah aset berharga dalam manajemen proyek (Santony, 2020). Penjadwalan yang baik akan membantu tim proyek untuk mengatur sumber daya secara tepat, menghindari tumpang tindih, dan memastikan bahwa setiap tugas dapat diselesaikan dalam waktu yang ditetapkan (Pradiani & Nurhasanah, 2021). Tujuan akhir dari perencanaan proyek adalah untuk membantu tim proyek mencapai penyelesaian proyek dalam batas-batas yang ditentukan, seperti anggaran dan waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Hal ini juga membantu dalam menentukan sasaran proyek yang realistis dan memahami apa yang harus dicapai selama proyek berlangsung (Syahrin et al., 2018).

Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian ini dilakukan untuk menghitung risiko-risiko yang kemungkinan muncul maka dari itu dibutuhkan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang merupakan sebuah metode untuk menganalisis kegagalan yang terjadi serta mengevaluasi prioritas risiko yang dapat menimbulkan kerugian dan juga untuk mengambil langkah yang efektif dalam proses pelaksanaannya (Ririh et al., 2018). Metode simulasi yang sering digunakan untuk menentukan nilai risiko dengan menggunakan cara menghitung probabilitas dampak ketidakpastian dengan menggunakan data/nilai acak yang berdasarkan pada pendistribusian karakteristik data yang dianalisis (Nadinastiti, 2011). Simulasi biaya membantu mengidentifikasi potensi risiko yang dapat mempengaruhi biaya proyek atau operasional, dan simulasi ini membantu untuk mengembangkan strategi pengendalian biaya yang efektif. Dengan mempertimbangkan kemungkinan fluktuasi biaya, dapat menetapkan penyangga biaya yang tepat, mengidentifikasi area di mana biaya dapat dikurangi, dan

mengelola biaya dengan lebih efektif. Simulasi biaya proyek memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat, meminimalkan ketidakpastian, dan menangani perubahan variabel dengan lebih baik. Namun, hasil simulasi hanyalah perkiraan dan tidak dapat memprediksi hasil sebenarnya dari proyek secara andal. Simulasi Monte Carlo ini adalah metode dengan cara mengumpulkan data berupa angka yang dapat diartikan sebagai simulasi statistik yang kemudian data tersebut dianalisis dengan berdasarkan data-data secara acak (Geni et al., 2019). Hasil yang diperoleh dari analisis tersebut adalah sebuah probabilitas statistik yang kemudian akan digunakan untuk menentukan dan memahami kejadian ketidakpastian. Ketidak pastian atau dampak yang terjadi secara natural dalam melakukan sebuah aktifitas kerja ini perlu ditinjau pada setiap aspek yang kemudian nantinya dapat dijadikan sebuah evaluasi yang valid (Santony, 2019).

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini dapat diambil sesuai berdasarkan latar belakang maka didapatkan rumusan masalah yaitu

1. Risiko yang berpotensi pada pelaksanaan proyek pembangunan ini ?
2. Berapa nilai RPN dari analisis yang menggunakan metode FMEA ?
3. Berapa *range* Rancangan Anggaran Biaya dan *Time Schdule* perusahaan untuk meminimalisir risiko kerugian pada proyek pembangunan gedung mall pelayanan publik ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui risiko yang berkemungkinan terjadi pada proyek pembangunan gedung mall pelayanan publik dan mengetahui nilai RPN dari masing-masing risiko tersebut.
2. Mengetahui *range* Biaya yang dirancang oleh perusahaan dan mengetahui nilai yang memiliki nilai probabilitas dan presentase kepercayaan tinggi untuk meminimalkan risiko kerugian.
3. Mengetahui *range* Waktu Pelaksanaan yang dirancang oleh perusahaan dan mengetahui nilai yang memiliki nilai probabilitas dan presentase kepercayaan tinggi untuk meminimalkan risiko kerugian.

Dengan menggunakan metode FMEA dan simulasi Monte Carlo pada penelitian ini.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

##### **1. Peneliti**

Manfaat yang diperoleh bagi peneliti yaitu wawasan keilmuan yang sudah diperoleh di universitas dan dapat diterapkan secara langsung untuk memenuhi tugas akhir Teknik Industri.

##### **2. Universitas**

Hasil penelitian ini manfaatnya dapat digunakan untuk bahan atau informasi penelitian selanjutnya dan sebagai referensi tambahan di perpustakaan.

##### **3. Perusahaan**

Manfaat yang diperoleh bagi perusahaan adalah rekomendasi untuk menjadi bahan pertimbangan dalam mengendalikan risiko-risiko yang akan terjadi pada aktifitas pekerjaan konstruksi.

## 1.5 Batasan

Batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan mall pelayanan publik yang pelaksanaan proyeknya dilakukan pada tahun 2023.
2. Data penelitian didapatkan dengan cara wawancara kepada Direktur CV. Pandu Karya Utama dan beberapa staff ahli pada bidangnya pada proyek pembangunan gedung mall pelayanan publik Kabupaten Banjarnegara.
3. Model analisis yang digunakan adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan simulasi Monte Carlo.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini diuraikan pada bab satu hingga bab lima. Bab satu yang berisikan latar belakang masalah yang didapatkan berdasarkan pengamatan dilapangan kemudian menguraikan tentang rumusan masalah dan didapatkan tujuan penelitian, manfaat penelitian serta menetapkan batasan masalah pada penelitian ini agar selaras dengan latar belakang yang ada dan yang terakhir adalah sistematika penulisan. Bab dua menampilkan hasil penelitian terdahulu kemudian masuk ke landasan teori yang didalamnya terdapat pengertian tentang Proyek, Manajemen Risiko, Metode FMEA dan Simulasi Monte Carlo yang berfungsi sebagai alat untuk menganalisis data pada penelitian ini. Bab tiga berisikan tentang objek penelitian, data yang akan diambil, waktu pengambilan data, teknik analisis yang akan dilakukan dan terakhir yaitu diagram alir penelitian. Objek dan tempat pada penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan gedung mall pelayanan publik yang dilakukan pada tahun 2023. Bab empat berisikan deskripsi singkat tentang perusahaan dan proyek, hasil data yang diolah atau dianalisis dengan menggunakan

metode FMEA dan simulasi Monte Carlo. Bab lima yaitu berisikan kesimpulan yang didapatkan berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan kemudian saran dan rekomendasi yang berguna untuk bahan pertimbangan atau mengendalikan risiko yang terjadi akibat pekerjaan konstruksi.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil analisis pada penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Terdapat 17 risiko yang berkemungkinan terjadi pada proyek pembangunan Gedung Mall Pelayanan Publik, berikut merupakan 17 risiko tersebut dan nilai RPN nya :  
Perubahan desain sebesar (62), Penundaan beberapa pekerjaan sebesar (58), Kontrol kualitas rendah sebesar (56), Kualitas bahan dan alat yang buruk sebesar (51), Sering ketidakhadiran pekerja sebesar (50), Waktu kerja yang tidak sesuai prosedur sebesar (48), Ketidaktepatan dalam penyusunan anggaran/perencanaan anggaran sebesar (43), Kerusakan pada konstruksi sebesar (40), Ketidakberhasilan dari pihak kontraktor sebesar (38), Keterlambatan dalam pengiriman bahan baku & material sebesar (38), Persetujuan desain yang terlambat sebesar (34), Kenaikan harga bahan material dan peralatan sebesar (29), Kualitas pekerja yang buruk sebesar (28), Tidak adanya kebijakan yang mengikat sebesar (26), Kesalahan perhitungan dalam pemesanan material sebesar (25), Kurangnya keamanan pada lokasi proyek sebesar (23) dan Komunikasi yang gagal antara pekerja konstruksi sebesar (21). Didapatkan 3 risiko tertinggi yaitu risiko sebagai berikut : Perubahan desain sebesar (62),

Penundaan beberapa pekerjaan sebesar (58) dan Kontrol kualitas rendah sebesar (56).

2. Dari hasil simulasi Monte Carlo terhadap RAB Minimal dan Maksimal yang ada menghasilkan peramalan yang relatif akurat dilihat dari ukuran statistik dan jumlah replikasi yang dihasilkan sebanyak 86 kali pada masing-masing pekerjaan yang totalnya 1462 data. Kemudian perusahaan mendapatkan nilai RAB yaitu sebesar Rp. 2.688.574.035 yang dapat digunakan sebagai pilihan karena mendapatkan probabilitas 0,31395 dan presentase kepercayaan sebesar 76,74% yang bisa dikatakan paling baik. Berdasarkan nilai RAB minimal dan maksimal. Dihasilkan *range* biaya untuk RAB minimal yaitu sebesar Rp. 2.606.083.978 dengan frekuensi 1 dan presentase kepercayaan sebesar 1,16%, kemudian didapatkan *range* biaya maksimal sebesar Rp. 2.688.574.035 dengan frekuensi 27 dan presentase kepercayaan sebesar 76,74%. Kemudian berdasarkan dengan hasil dari wawancara yang didapatkan untuk harga per m<sup>2</sup> yang dikalkulasi oleh pihak CV. PKU yaitu sebesar Rp. 3.400.000,00 dengan total anggaran keseluruhan Rp. 2.550.000.000,00. Hasil dari perhitungan harga dari pihak CV. PKU dengan hasil *running* dengan simulasi Monte Carlo ini terdapat selisih 5,15% yaitu sebesar Rp. 138.574.035,39. Selanjutnya dari hasil tersebut dapat dijadikan opsi untuk mengatasi risiko-risiko yang telah ditentukan dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

3. Dari hasil simulasi Monte Carlo terhadap Waktu Pelaksanaan Optimis dan Pesimis yang ada menghasilkan peramalan yang relatif akurat dilihat dari ukuran statistik dan jumlah replikasi yang dihasilkan sebanyak 125 kali. Untuk waktu simulasi perhari didapatkan nilai waktu yaitu selama 147,65 hari atau dibulatkan menjadi 148 hari yang dapat digunakan sebagai pilihan karena mendapatkan probabilitas 0,208 dan presentase kepercayaan sebesar 85,60% yang bisa dikatakan paling baik. Dan untuk hasil simulasi waktu perminggu mendapatkan hasil dari perhitungan simulasi Monte Carlo yaitu sebesar 19,720 minggu atau dibulatkan menjadi 20 minggu dengan mendapatkan nilai probabilitas 0,208 dan presentase kepercayaan 86,40%. Kemudian berdasarkan dengan hasil dari wawancara yang didapatkan untuk waktu pelaksanaan Optimis yang digunakan untuk menyelesaikan proyek pembangunan gedung tersebut oleh pihak CV. PKU yaitu selama 135 hari atau 18 minggu pekerjaan. Hasil dari perhitungan waktu dari pihak CV. PKU dengan hasil *running* dengan simulasi Monte Carlo ini terdapat selisih 13 hari atau jika dibulatkan dalam minggu sebanyak 2 minggu. Selanjutnya dari hasil tersebut dapat dijadikan opsi untuk mengatasi risiko-risiko yang telah ditentukan dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

## 5.2 Saran

Dari kesimpulan diatas dapat ditarik saran sebagai berikut :

1. Perusahaan CV. Pandu Karya Utama dapat melakukan pekerjaan berdasarkan hasil dari analisis FMEA dan simulasi Monte Carlo sehingga didapatkan risiko-risiko, nilai biaya Minimal - Maksimal dan Waktu Optimis – Pesimis sehingga perusahaan dapat meminimalisir kerugian dan keterlambatan waktu pada proses pelaksanaan proyek pembangunan gedung MPP tersebut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, W. Y. (2021). *Analisis Risiko Proyek Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus Proyek Renovasi Oleh CV. Daulat Adil Sejati)*. Universitas Islam Indonesia.
- Amelia, A. (2022). *Manajemen Resiko K3 dengan Metode HIRARC pada Pembukaan Lahan Perkebunan FKM Kawasan Embuh Taman Firdaus*. Universitas Sriwijaya.
- Apriyan, J., Setiawan, H., & Ervianto, W. I. (2017). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Pembangunan Gedung dengan Metode FMEA. *Muara*, 1, 115–123.
- Bastori, I., & Nurlaila. (2019). Analisis Risiko Proyek PLTN dengan Pendekatan Kuantifikasi Monte Carlo . *Prosiding Seminar Nasional Infrastruktur Energi Nuklir*.
- Gebremeskel, N. H., & Gebregziabher, H. F. (2021). Developing Guideline for Risk Management of Tunnel Construction in Ethiopia. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 11(04), 171–183. <https://doi.org/10.4236/ojsst.2021.114012>
- Geni, B. Y., Santony, J., & Sumijan. (2019). Prediksi Pendapatan Terbesar pada Penjualan Produk Cat dengan Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 1(4), 15–20. <https://doi.org/10.37034/infeb.v1i4.5>
- Gunawan, C. V., & Tannady, H. (2016). Analisis Kinerja Proses Dan Identifikasi Cacat Dominan Pada Pembuatan Bag Dengan Metode Statistical Proses Control (Studi Kasus : Pabrik Alat Kesehatan Pt.Xyz, Serang, Banten). *Jurnal Teknik Industri*, XI.
- Hardiansah, Sukmono, Y., & Saptaningtyas, W. W. (2023). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) (Studi Kasus: Bengkel Dinamis). *Jurnal Teknik Industri*, 1.
- Maddeppungeng, A., Ujianto, R., & Fella, M. (2018). PENERAPAN METODE SIMULASI MONTE CARLO TERHADAP RISIKO FINANSIAL PROYEK KONSTRUKSI (Studi Kasus : Apartemen X di Cipulir). *Jurnal Fondasi*, 7.
- Mitikie, B. B., Lee, J., & Lee, T. S. (2017). The Impact of Risk in Ethiopian Construction Project Performance. *OALib*, 04(12), 1–7. <https://doi.org/10.4236/oalib.1104233>
- Naim, M. A., & Donoriyanto, D. S. (2020). Pengendalian Persediaan Obat Di Apotek Prima Farma Dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo. *JUMINTEN*, 1(2), 1–11. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i2.11>

- Norken, I. N., Astana, I. N. Y., & Manuasri, L. K. A. (2012). Manajemen Risiko Pada Proyek Konstruksi Di Pemerintah Kabupaten Jembrana. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 16.
- Pradiani, A. D., & Nurhasanah, N. (2021). Analisis Faktor Keterlambatan COD Proyek PLN UIP Kalbagtim dengan Metode Analytical Hierarchy Process dan Fault Tree Analysis. *JURNAL AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 6(1), 34. <https://doi.org/10.36722/sst.v6i1.639>
- Prawita, R., Sumijan, & Nurcahyo, G. (2021). Simulasi Metode Monte Carlo dalam Menjaga Persediaan Alat Tulis Kantor. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 3, 72–77.
- Putra, B. (2020). Simulasi Monte Carlo dalam Memprediksi Tingkat Pendapatan Advertising. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 2, 80–85.
- Rahmawati, R., Rusgiyono, A., Hoyyi, A., & Maruddani, D. A. I. (2019). EXPECTED SHORTFALL UNTUK MENGUKUR RISIKO KERUGIAN PETANI JAGUNG. *MEDIA STATISTIKA*, 12(1), 117. <https://doi.org/10.14710/medstat.12.1.117-128>
- Ramanda, G. P., & Vikaliana, R. (2019). Analisis Pemilihan Supplier Alat Tulis Kantor Dengan Metode Analytical Hierarchy Process Pada PT. Bank XYZ Kantor Pusat. *Jurnal Logistik Indonesia*, 3(2), 111–124. <https://doi.org/10.31334/logistik.v3i2.617>
- Ririh, K. R., Sundari, A. S., & Wulandari, P. (2018). Analisis Risiko Pada Area Finishing Menggunakan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Di Pt. Indokarlo Perkasa . *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Pancasila*.
- Santony, J. (2019). Prediksi Pajak Mineral Non Logam dan Batuan dengan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informasi & Teknologi*, 32–37. <https://doi.org/10.37034/jidt.v2i1.33>
- Santony, J. (2020). Simulasi Penjadwalan Proyek Pembangunan Jembatan Gantung dengan Metode Monte Carlo . *Jurnal Informasi & Teknologi*, 2, 30–35.
- Scannell, T., Curkovic, S., & Wagner, B. (2013). Integration of ISO 31000:2009 and Supply Chain Risk Management. *American Journal of Industrial and Business Management*, 03(04), 367–377. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2013.34043>
- Shofa, W. N., Soejanto, I., & Ristyowati, T. (2017). PENJADWALAN PROYEK DENGAN PENERAPAN SIMULASI MONTE CARLO PADA METODE PROGRAM EVALUATION REVIEW AND TECHNIQUE (PERT). *OPSI*, 10(2), 150. <https://doi.org/10.31315/opsi.v10i2.2110>
- Stojcetovic, B., Lazarevic, D., Prlincevic, B., Stajcic, D., & Miletic, S. (2014). Project Management: Cost, Time and Quality. *International Quality*

*Conference, Center for Quality, Faculty of Engineering, University of Kragujevac .*

- Syahputra, H., Abdillah, W., Widodo, S., & Anwar, S. (2022). Manajemen Risiko Proyek Berdasarkan Paduan Body Of Knowledge Manajemen Proyek 2017. *Jurnal Bisnis Dan Manajemen, 2*, 01–13.
- Syahrin, E., Santony, J., & Na'am, J. (2018). Pemodelan Penjualan Produk Herbal Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal KomtekInfo, 33–41*.
- Syahputra, A., & Eirlangga, Y. (2022). Prediksi Tingkat Kunjungan Pasien dengan Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informasi Dan Teknologi, 4*, 97–102.
- Tajuddin, T., & Junaedi, A. (2021). Usulan Pengendalian Kualitas Pelayanan Pada Pt. Pegunungan Cartenz Papua Menggunakan Metode Statistical Processing Control. *Jurnal Teknik Industri, 7*, 1–17.
- Wahidin, Soenyoto, S., & Hasan, A. (2014). PENERAPAN K3 PADA PELAKSANAAN PROYEK NEW SFB DI CIKARANG YANG DILAKSANAKAN PT. DWI TUNGGAL SURYA JAYA. *Progam Studi Teknik Sipil Universitas Islam 45 Bekasi*.
- Wijaya, F. S., & Sulistio, H. (2019). PENERAPAN METODE MONTE CARLO PADA PENJADWALAN PROYEK SERPONG GARDEN APARTMENT. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil, 2(3)*, 189. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i3.5828>
- Yusmaity, Julius Santony, & Yuhandri. (2019). Simulasi Monte Carlo untuk Memprediksi Hasil Ujian Nasional (Studi Kasus di SMKN 2 Pekanbaru). *Jurnal Informasi & Teknologi, 1(4)*, 1–6. <https://doi.org/10.37034/jidt.v1i4.21>

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA