

**PENGENDALIAN KUALITAS BANGUNAN DENGAN  
METODE *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) DAN *FAILURE  
MODE EFFECTS AND ANALYSIS* (FMEA)  
PADA BANGUNAN APARTEMEN**



**TUGAS AKHIR**

“Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil (S1) Jenjang Pendidikan Strata-1”

Diajukan Oleh:

Michael Simbung

1810107022

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**UNIVERSITAS PRADITA**

**TANGERANG**

**2023**

**PENGENDALIAN KUALITAS BANGUNAN DENGAN  
METODE *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) DAN *FAILURE  
MODE EFFECTS AND ANALYSIS* (FMEA)  
PADA BANGUNAN APARTEMEN**

TUGAS AKHIR  
UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN DARI SYARAT-SYARAT  
GUNA MENCAPAI GELAR SARJANA TEKNIK SIPIL (S1)

Diajukan Oleh:

Michael Simbung

1810107022



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**UNIVERSITAS PRADITA**

**TANGERANG**

**2023**

ii

## PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Nama : Michael Simbung  
NIM : 1810107022  
Program Studi : Teknik Sipil  
Bentuk Tugas Akhir : Skripsi  
Peminatan Tugas Akhir : Manajemen Rekayasa Konstruksi  
Judul Tugas Akhir : Pengendalian Kualitas Bangunan dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode Effects and Analysis* (FMEA) pada Bangunan Apartemen

Diterima dan Disetujui untuk Diujikan

Tangerang, 19 Juni 2023

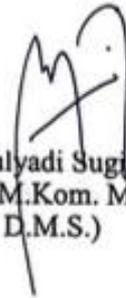
Menyetujui,

Pembimbing I



(Ir. Jason Lim, M.Eng., M.Sc.)

Pembimbing II



(Ir. Mulyadi Sugih D.,  
M.M., M.Kom. M.Th.,  
D.M.S.)

## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

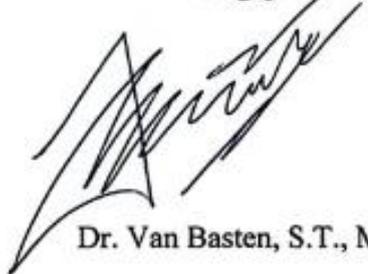
Nama : Michael Simbung  
NIM : 1810107022  
Program Studi : Teknik Sipil  
Bentuk Tugas Akhir : Skripsi  
Peminatan Tugas Akhir : Manajemen Rekayasa Konstruksi  
Judul Tugas Akhir : Pengendalian Kualitas Bangunan dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode Effects and Analysis* (FMEA) pada Bangunan Apartemen

Telah diujikan dan pada hari senin, tanggal 31, bulan Juli, tahun 2023

Dengan dinyatakan lulus

### TIM PENGUJI

Penguji 1



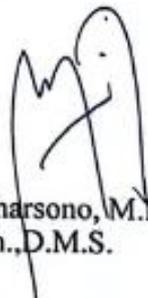
Dr. Van Basten, S.T., M.T.

Penguji 2



Stephen Valentino Lie, S.T., M.T.

Disahkan Oleh  
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Mulyadi Sugih Dharsono, M.M., M.Kom.,  
M.Th., D.M.S.

### **PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir yang telah saya susun ini adalah benar karya ilmiah saya sendiri dan tidak mengandung unsur plagiat dari karya ilmiah orang lain (Sebagian/seluruhnya). Semua karya ilmiah orang lain atau Lembaga lain yang dikutip dalam skripsi ini telah disebutkan sumber kutipannya dan dicantumkan didalam Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan atau penyimpangan baik dalam pelaksanaan maupun penyusunan skripsi, maka saya bersedia untuk mendapatkan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku dan dinyatakan **TIDAK LULUS**

Tangerang, 18 Agustus 2023

Yang menyatakan



Michael Simbung

1810107022

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Dengan ini saya sebagai civitas akademik Universitas Pradita yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Michael Simbung

NIM : 1810107022

Program Studi : Teknik Sipil

Bentuk Tugas Akhir : Skripsi

Untuk meningkatkan pengembangan ilmu pengetahuan, memberikan skripsi/tugas akhir kepada Universitas Pradita Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) dengan judul:

**PENGENDALIAN KUALITAS BANGUNAN DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) DAN *FAILURE MODE EFFECTS AND ANALYSIS* (FMEA) PADA BANGUNAN APARTEMEN**

Beserta dokumen tugas akhir yang ada sesuai ketentuan yang berlaku. Dengan HakBebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) ini, maka Universitas Pradita berhak menyimpan dan mengelola dalam bentuk database, dan mempublikasikan tugas akhir ini dengan tetap mencantumkan nama saya sebagaipenulis tugas akhir ini sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta. Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tangerang, 18 Agustus 2023

Yang Menyatakan



#2883AKX087012811  
Michael Simbung

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-NYA penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul **“PENGENDALIAN KUALITAS BANGUNAN DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) DAN *FAILURE MODE EFFECTS AND ANALYSIS* (FMEA) PADA BANGUNAN APARTEMEN”** sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Universitas Pradita.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan tepat waktu. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Ibu penulis yang selalu mendukung dalam berbagai hal, serta bibi yang telah menjadi wali dari kedua orang tua penulis.
2. Bapak Ir. Jason Lim, M.Eng., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ir. Mulyadi Sugih Dharsono, M.M., M.Kom., D.M.S. selaku Dosen Pembimbing II dan Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pradita.
4. Teman teman mahasiswa program studi Teknik Sipil Angkatan 2018.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan pada penulisan Tugas akhir ini, baik secara penyusunan kata, bahasa, maupun penulisannya. Oleh sebab itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca untuk menyempurnakan Tugas akhir ini. Semoga Tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk meningkatkan pengetahuan dan wawasan bagi para pembaca.

Tangerang, 18 Agustus 2023



Michael Simbung

1810107022

## ABSTRAK

Michael Simbung (1810107022)

### **PENGENDALIAN KUALITAS BANGUNAN DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) DAN *FAILURE MODE EFFECTS AND ANALYSIS* (FMEA) PADA BANGUNAN APARTEMEN**

(xvi+ 82 halaman; 10 gambar; 14 tabel; 4 Lampiran)

Pengendalian kualitas merupakan suatu aspek yang sangat penting untuk di jaga dalam dunia konstruksi. Pengendalian kualitas bertujuan untuk meminimalisir potensi terjadinya kerusakan/cacat pada bangunan konstruksi. Kerusakan/cacat di dalam dunia konstruksi merupakan sebuah fenomena yang sering terjadi, oleh sebab itu penting untuk melakukan pengendalian kualitas dari suatu bangunan. Dengan melakukan pengendalian kualitas, perusahaan konstruksi akan mendapatkan hasil pekerjaan yang baik dan juga dapat meminimalisir biaya perbaikan akibat kerusakan/cacat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pengendalian kualitas bangunan dengan cara melakukan upaya mitigasi terhadap faktor-faktor penyebab kerusakan/cacat pada bangunan. Penelitian ini akan menggunakan dua metode yaitu FTA dan FMEA untuk menganalisa faktor-faktor penyebab kerusakan/cacat pada bangunan apartemen. Perusahaan konstruksi yang akan dijadikan objek penelitian adalah PT.XYZ yang merupakan salah satu *developer* terkemuka di Indonesia. Objek penelitian yang akan diteliti adalah kerusakan/cacat yang terjadi pada 9 tower apartemen PT. XYZ. Hasil analisis dari penelitian ini yaitu mendapatkan 4 cacat dominan pada bangunan apartemen, 21 faktor penyebab cacat dominan, dan 6 akar masalah dari faktor penyebab cacat dominan, serta 5 faktor penyebab cacat dominan yang memiliki tingkat resiko tertinggi. Faktor yang dinilai memiliki tingkat resiko tinggi ini adalah dinding tidak lembab sebelum di plester dan aci, kualitas beton kolom praktis tidak sesuai spesifikasi, cat yang berlapis, pengerjaan acian yang tidak maksimal, dan centerline, elevasi, dan watterpass tidak sesuai gambar kerja. Pada penelitian ini penulis merekomendasikan upaya perbaikan kepada PT.XYZ untuk 5 faktor penyebab cacat dominan yang memiliki tingkat resiko tinggi tersebut.

Kata kunci: Apartemen, cacat dominan, faktor-faktor penyebab cacat, *Fault Tree Analysis*

(FTA), *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA).

Referensi: 17 (1968-2020)

## **ABSTRACT**

Michael Simbung (1810107022)

### **PENGENDALIAN KUALITAS BANGUNAN DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) DAN *FAILURE MODE EFFECTS AND ANALYSIS* (FMEA) PADA BANGUNAN APARTEMEN**

(xvi+ 82 halaman; 10 gambar; 14 tabel; 4 Lampiran)

*Quality control is a crucial aspect to be maintained in the construction industry. The aim of quality control is to minimize the potential occurrence of damages/defects in construction buildings. Damages/defects are common phenomena in the construction world, which is why it is important to implement quality control measures for buildings. By implementing quality control, construction companies can achieve good work results and minimize repair costs due to damages/defects. The objective of this research is to conduct quality control for buildings by mitigating the factors that cause damages/defects in apartment buildings. This study will utilize two methods, namely FTA and FMEA, to analyze the factors causing damages/defects in the apartment. The research object is PT.XYZ, one of the leading developers in Indonesia. The focus of the study is the damages/defects that occurred in 9 apartment towers developed by PT. XYZ. The results of this research revealed four dominant defects in the apartment buildings, 21 dominant factors causing the defects, and six root problems derived from the dominant factors causing the defects, as well as five dominant factors causing the defects with the highest risk level. The factors identified with high-risk levels include insufficiently moistened walls before plastering and rendering, non-compliance of practical concrete column with specifications, multiple uneven layers of paint, subpar rendering work, and inconsistencies in centerline, elevation, and levelling according to the working drawings. Recommendations for improvement are proposed to PT.XYZ for these five dominant factors causing high-risk defects.*

*keywords: Apartment, dominant defects, factors causing defects, Fault Tree Analysis (FTA), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).*

*References: 17 (1968-2020)*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMBUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT</b> .....	v
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Ruang Lingkup Pembahasan.....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
2.1 Bangunan Apartemen.....	8

2.1.1	Definisi Bangunan Apartemen .....	8
2.1.2	Fungsi Bangunan Apartemen .....	9
2.1.3	Klasifikasi Bangunan Apartemen .....	9
2.2	Kerusakan/Cacat .....	12
2.2.1	Definisi Kerusakan/Cacat .....	12
2.2.2	Kategori Kerusakan/Cacat .....	12
2.2.3	Penyebab Kerusakan/Cacat .....	13
2.3	Pengendalian Kualitas .....	15
2.4	Analisa Pareto .....	16
2.5	<i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) .....	16
2.6	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) .....	19
2.7	Penelitian Terdahulu .....	23
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>27</b>
3.1	Kerangka Penelitian .....	27
3.2	Deskripsi Penelitian .....	28
3.3	Metode Pengumpulan Data .....	29
3.4	Metode Analisis Data .....	30
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>34</b>
4.1	Pengumpulan Data .....	34
4.2	Analisa Cacat Dominan pada Bangunan Apartemen dengan Analisa Pareto .....	35
4.3	Identifikasi Faktor Penyebab Cacat Menggunakan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) .....	37
4.3.1	Analisa <i>Fault Tree Analysis</i> pada Cacat Dinding .....	38
4.3.2	Analisa <i>Fault Tree Analysis</i> pada Cacat Keramik .....	42
4.3.3	Analisa <i>Fault Tree Analysis</i> pada	

Cacat Kusen Pintu dan Jendela .....	45
4.3.4 Analisa <i>Fault Tree Analysis</i> pada Cacat Cat .....	50
4.4 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) .....	54
4.4.1 Menentukan Nilai <i>Severity</i> .....	54
4.4.2 Menentukan Nilai <i>Occurrence</i> .....	58
4.4.3 Menentukan Nilai <i>Detection</i> .....	64
4.4.4 <i>Risk Priority Number</i> (RPN) .....	73
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	79
5.1 KESIMPULAN .....	79
5.2 SARAN .....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	81

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>High-Rise Apartments</i> (Pakubuwono Signature).....	10
Gambar 2. 2 <i>Mid-Rise Apartments</i> (Cik Ditiro Apartemen) .....	10
Gambar 2. 3 <i>Walked-Up Apartment</i> (2913 Frederick Douglass Blvd) .....	11
Gambar 2. 4 <i>Garden Apartments</i> (Rainbow Springs Condovillas).....	11
Gambar 3. 1 Kerangka Alur Penelitian.....	27
Gambar 4. 1 Diagram Pareto.....	35
Gambar 4. 2 Analisa <i>Fault Tree Analysis</i> pada Cacat Dinding.....	38
Gambar 4. 3 Analisa <i>Fault Tree Analysis</i> pada Cacat Keramik.....	42
Gambar 4. 4 Analisa <i>Fault Tree Analysis</i> pada Cacat Kusen, Pintu & Jendela....	45
Gambar 4. 5 Analisa <i>Fault Tree Analysis</i> pada Cacat Cat .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Rekapitulasi RAB pada Bangunan Apartemen .....	2
Tabel 1. 2 Cacat/Kerusakan Arsitektur pada Bangunan Apartemen .....	3
Tabel 2. 1 Simbol-Simbol Gerbang Logika <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	17
Tabel 2. 2 Simbol-simbol kejadian <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	18
Tabel 2. 3 Tabel Skala <i>Severity</i> .....	20
Tabel 2. 4 Tabel Skala <i>Occurrence</i> .....	21
Tabel 2. 5 Tabel Skala <i>Detection</i> .....	22
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu.....	24
Tabel 4. 1 Profil Ahli Bidang Teknik Sipil .....	35
Tabel 4. 2 Perhitungan Nilai <i>Severity</i> .....	55
Tabel 4. 3 Perhitungan Nilai <i>Occurrence</i> .....	58
Tabel 4. 4 Perhitungan Nilai <i>Detection</i> .....	64
Tabel 4. 5 Tabel Skala Nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN) .....	73
Tabel 4. 6 Perhitungan Nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN).....	74

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kerusakan/Cacat pada Bangunan Apartemen.....	L-1
Lampiran 2 Hasil Wawancara dengan Ahli.....	L-2
Lampiran 3 Formulir Penilaian <i>Severit, Occurrence, Detection</i> .....	L-3
Lampiran 4 Validasi Data oleh Pakar.....	L-4

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Jumlah populasi penduduk di Provinsi Banten terus bertambah setiap harinya, hal ini mengakibatkan angka kepadatan penduduk di Provinsi Banten akan terus naik. Berdasarkan data sensus tahun 2010-2021, diketahui bahwa angka kepadatan penduduk di Provinsi Banten naik sebesar 12,83% (Badan Pusat Statistik, 2021). Meningkatnya angka kepadatan penduduk ini mengakibatkan lahan permukiman warga akan semakin sempit yang dikarenakan manusia memiliki kebutuhan pokok salah-satunya yaitu tempat tinggal. Pada era modernisasi ini dunia konstruksi terus berkembang, perkembangan konstruksi ini telah memunculkan pembangunan gedung-gedung bertingkat seperti apartemen, gedung perkantoran, rumah sakit, hotel, pusat perbelanjaan, dan lain-lain. Pembangunan gedung bertingkat ini dimaksudkan untuk memaksimalkan penggunaan lahan yang terbatas akibat populasi manusia yang terus bertambah.

Dalam mengerjakan sebuah proyek konstruksi, salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah untuk menjaga kualitas dari suatu bangunan. Pengendalian kualitas dari suatu bangunan ini bertujuan untuk meminimalisir potensi terjadinya kerusakan/cacat pada bangunan. Dengan semakin sedikitnya kerusakan/ cacat suatu bangunan maka bangunan tersebut akan memiliki kualitas yang baik. Sebaliknya apabila banyak kerusakan/cacat di dalam suatu bangunan maka bangunan tersebut memiliki kualitas yang buruk.

Dalam membangun sebuah proyek konstruksi, sangat penting untuk memperhatikan anggaran biaya konstruksi. Biaya konstruksi yang dihitung adalah dari berbagai macam bidang pekerjaan seperti pekerjaan struktur, pekerjaan arsitektur, pekerjaan MEP, dan pekerjaan lain-lain. Biaya dari pekerjaan-pekerjaan yang dihitung tersebut akan dihitung ke dalam rencana anggaran biaya (RAB). Berikut merupakan data rekapitulasi RAB dari salah satu apartemen di Indonesia:

Tabel 1. 1 Rekapitulasi RAB pada Bangunan Apartemen

NO	Bidang Pekerjaan	Jumlah (Rp)
1	Pekerjaan Persiapan	14.838.803.345
2	Pekerjaan Struktur	45.208.397.501
3	Pekerjaan Arsitektur	47.054.916.262
4	Pekerjaan Plumbing	6.605.920.804
5	Pekerjaan Provisional Sum	1.587.091.440
6	Pekerjaan Tambah Kurang	1.204.870.646
SUB TOTAL		116.500.000.000

Sumber: Kartohardjono, A., & Nuridin. (2017).

Pekerjaan arsitektur merupakan salah satu elemen yang dapat menunjang kenyamanan hidup manusia. Berdasarkan data rekapitulasi RAB di atas, diketahui bahwa pekerjaan arsitektur merupakan pekerjaan yang memiliki nilai anggaran yang terbesar yaitu Rp.47.054.916.262 dengan rasio sebesar 40,39% dari total anggaran konstruksi. Oleh sebab itu sangat penting untuk memperhatikan pekerjaan dalam bidang arsitektur dalam mengerjakan konstruksi bangunan apartemen.

Setelah serah terima bangunan apartemen kepada konsumen, perusahaan konstruksi wajib untuk memberikan jaminan kualitas bangunan selama masa yang ditentukan. Selama masa jaminan kualitas ini para konsumen sering kali

menemukan adanya kerusakan/cacat pada bangunan yang dimiliki. Berikut merupakan data kerusakan arsitektur dari salah satu apartemen di Indonesia:

Tabel 1. 2 Cacat/Kerusakan Arsitektur pada Bangunan Apartemen

Month	Number Of Defect					Total of Defect
	Floor Work	Wall Work	Celling Work	Doors Work	Win dows Work	
Jan	7	33	7	11	6	64
Feb	11	26	1	22	6	66
Mar	19	78	6	20	7	130
Apr	28	67	6	25	8	134
May	12	38	11	10	19	90
Jun	19	61	12	20	11	123
Jul	19	65	18	14	20	136
Augts	30	88	17	15	7	157
Sep	21	75	16	13	9	134
Oct	22	49	14	9	6	100
Tot.	188	580	108	159	99	1134
%	16.58%	51.15%	9.52%	14.02%	8.73%	

Sumber: Damayanti, S., & Wiguna, I. P. (2019)

Berdasarkan data kerusakan/cacat arsitektur diatas, dapat diketahui bahwa dominasi cacat pekerjaan arsitektur pada bangunan apartemen yaitu pada pekerjaan dinding, pekerjaan lantai, dan pekerjaan pintu. Penelitian ini bertujuan untuk memperkecil terjadinya kerusakan/cacat pekerjaan arsitektur dengan melakukan pengendalian kualitas pada bangunan apartemen. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*, yang bertujuan untuk meminimalisir kerusakan/cacat pada bangunan dengan cara menganalisis faktor-faktor penyebab cacat dan dampaknya

terhadap bangunan. *Fault Tree Analysis* adalah suatu metode yang efektif untuk menemukan akar penyebab dari sebuah permasalahan. Sedangkan *Failure Mode and Effects Analysis* adalah suatu metode yang efektif untuk mengidentifikasi resiko potensi suatu kegagalan.

Penelitian ini meneliti studi kasus di PT. XYZ yang merupakan salah satu *developer* yang bergerak di bidang konstruksi. PT. XYZ adalah salah satu *developer* konstruksi terkemuka di Indonesia yang telah mengerjakan berbagai macam proyek konstruksi di Indonesia seperti rumah, apartemen, ruko, *mall*, dan kantor. Penulis akan menganalisa kerusakan/cacat arsitektur dalam salah satu proyek apartemen PT. XYZ untuk dijadikan studi kasus.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, dapat di asumsikan bahwa salah satu masalah di dalam sebuah proyek konstruksi adalah kerusakan/cacat. Perlu untuk melakukan identifikasi terhadap faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan/cacat, sehingga dapat dilakukan upaya pencegahan.

- a. Apa saja kerusakan/cacat dominan yang terjadi pada bangunan apartemen di PT. XYZ?
- b. Apa saja faktor-faktor penyebab dan akar masalah dari kerusakan/cacat pada bangunan apartemen di PT. XYZ?
- c. Bagaimana upaya pencegahan yang dapat dilakukan PT. XYZ pada bangunan apartemen terhadap faktor-faktor penyebab cacat dominan dengan metode *Fault Tree Analysis* dan *Failure Mode and Effect Analysis*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi apa saja cacat/kerusakan dominan yang terjadi pada bangunan apartemen.
- b. Melakukan analisa faktor-faktor apa saja yang dapat menjadi penyebab kerusakan/cacat pada bangunan apartemen serta akar pemasalhannya dengan metode FTA.
- c. Melalukan analisis prioritas langkah perbaikan yang mungkin terhadap factor-faktor penyebab cacat dengan metode FMEA.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang ingin dicapai dan diharapkan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Bagi Perusahaan PT. XYZ:

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang berguna untuk PT. XYZ agar dapat meminimalisir terjadinya kerusakan/cacat pada bangunan apartemen dengan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sehingga dapat meningkatkan kualitas bangunan dan mengurangi biaya untuk perbaikan.

- b. Bagi Pembaca:

Penelitian ini dapat menambahkan pengetahuan bagi pembaca yaitu mengetahui apa saja kerusakan/cacat yang dapat terjadi pada bangunan apartemen, dan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kerusakan/cacat pada bangunan apartemen, serta solusi yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kerusakan/cacat pada bangunan apartemen.

## 1.5 Ruang Lingkup Pembahasan

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini dibatasi oleh:

- a. Objek yang akan diteliti adalah kerusakan/cacat pada bangunan apartemen.
- b. Objek yang akan diteliti adalah elemen bangunan berupa pekerjaan Arsitektur pada bangunan apartemen.
- c. Peneliti hanya mengambil informasi tentang data kerusakan/cacat pada 9 tower apartemen PT. XYZ yang telah dihuni.
- d. Pengendalian kualitas bangunan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).
- e. Penelitian ini hanya berfokus kepada pengendalian kualitas bangunan apartemen, sehingga dapat memberikan solusi berupa upaya pencegahan yang dapat meminimalisir kerusakan/cacat pada bangunan apartemen.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini, terdiri dari 5 bagian yaitu:

### BAB I Pendahuluan

Pada bab ini membahas latar belakang mengenai kerusakan/cacat pada bangunan apartemen, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan laporan penelitian.

### BAB I Tinjauan Pustaka

Pada bab ini menjelaskan tentang bangunan apartemen, kerusakan/cacat, pengendalian kualitas, Metode *Fault Tree*

*Analysis* (FTA), Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), serta penelitian terdahulu dari penelitian ini.

### BAB III Metodologi Penelitian

Pada bagian ini akan menyajikan diagram alir mengenai metode penelitian yang digunakan. Mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan data, pembahasan, kesimpulan dan saran.

### BAB IV Analisis dan Pembahasan

Pada bab ini menampilkan data hasil studi literatur dan wawancara kepada pakar konstruksi, serta analisis data kerusakan/cacat pada bangunan apartemen.

### BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab terakhir ini akan disajikan kesimpulan mengenai pengendalian kualitas bangunan apartemen menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Bangunan Apartemen**

##### **2.1.1 Definisi Bangunan Apartemen**

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang pedoman teknis pembangunan rumah susun sederhana bertingkat tinggi, bangunan apartemen adalah sebuah bangunan bertingkat yang dibangun di dalam sebuah lingkungan yang dibagi dalam bagian-bagian yang terstruktur secara fungsional pada arah vertikal maupun horizontal dan merupakan satu-kesatuan yang dapat dimiliki dan digunakan terpisah, dan berfungsi sebagai tempat tinggal, yang dilengkapi dengan fasilitas bersama dan tanah bersama. (Undang Undang No. 16 Tahun 1985 Tentang: Rumah Susun)

Apartemen juga dapat diartikan sebagai sebuah unit untuk tempat tinggal yang berisikan kamar mandi, kamar tidur, dapur, ruang tamu, yang berada di dalam suatu lantai bangunan vertikal dan terbagi menjadi beberapa unit tempat tinggal (Joseph, D. C., & Hancock, J., 1968)

Dari pengertian di atas dapat diartikan bahwa bangunan apartemen adalah sebuah bangunan bertingkat yang terdiri dari beberapa unit hunian di dalam satu lantai bangunan, yang didalamnya berisikan ruangan-ruangan seperti kamar mandi, kamar tidur, dapur, ruang santai serta memiliki fasilitas pendukung yang dapat digunakan bersama.

### **2.1.2 Fungsi Bangunan Apartemen**

Fungsi primer dari sebuah bangunan apartemen adalah sebagai tempat tinggal bagi para penghuni. Tempat tinggal merupakan suatu kebutuhan pokok yang penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Apartemen memiliki ruang-ruang yang dapat menunjang aktifitas manusia seperti tidur, makan, mandi, bekerja, berinteraksi sosial, dan lain-lain.

Fungsi sekunder dari sebuah bangunan apartemen adalah sebagai pendukung kenyamanan bagi para penghuni. Kenyamanan merupakan suatu aspek tambahan yang dibutuhkan manusia untuk dapat beraktifitas dengan baik. Apartemen memiliki layanan-layanan pendukung seperti layanan kesehatan (poliklinik dan apotik), layanan olahraga (kolam renang, pusat kebugaran, aerobik), layanan komersial (salon, minimarket, restoran).

Fungsi tersier dari sebuah bangunan apartemen adalah sebagai pelengkap. Fungsi pelengkap ini dibutuhkan untuk mendukung keberlangsungan dari fungsi primer dan fungsi sekunder. Apartemen memiliki ruang-ruang yang berfungsi sebagai pelengkap seperti ruang keamanan, ruang administrasi, ruang *cleaning service*, dan lain-lain.

### **2.1.3 Klasifikasi Bangunan Apartemen**

Bangunan apartemen dapat di klasifikasikan berdasarkan berbagai aspek, berikut merupakan klasifikasi bangunan apartemen berdasarkan jenis dan besar bangunan :

a. *High-Rise Apartments*

*High-Rise Apartments* adalah bangunan apartemen yang memiliki tingkat lantai bangunan melebihi sepuluh lantai. Jenis apartemen ini dilengkapi dengan *basement*, sistem keamanan, dan sistem perawatan.



Gambar 2. 1 *High-Rise Apartments* (Pakubuwono Signature)

(Sumber: pakubuwonosignature.com)

Apartemen jenis ini memiliki struktur yang kompleks sehingga desain tiap unit apartemen cenderung standar. Jenis apartemen ini banyak dibangun di pusat perkotaan.

b. *Mid-Rise Apartments*

*Mid-Rise Apartments* adalah bangunan apartemen yang memiliki tingkat lantai bangunan enam samapai dengan sepuluh lantai. Jenis apartemen ini banyak dibangun di kota-kota penunjang dari kota besar.



Gambar 2. 2 *Mid-Rise Apartments* (Cik Ditiro Apartemen)

(Sumber: rumah.com)

c. *Walked-Up Apartments*

*Walked-Up Apartments* adalah bangunan apartemen yang memiliki tingkat lantai bangunan tiga sampai dengan lima lantai. Apartemen jenis ini biasanya memiliki lift dan juga tidak memiliki lift. Apartemen jenis ini biasanya diminati oleh keluarga besar.



Gambar 2. 3 *Walked-Up Apartment* (2913 Frederick Douglass Blvd)

(Sumber: [ccmanagers.com](http://ccmanagers.com))

d. *Garden Apartments*

*Garden Apartments* adalah bangunan apartemen yang memiliki tingkat lantai bangunan dua sampai empat lantai. Apartemen jenis ini memiliki halaman dan taman hijau disekitar bangunan. Apartmen jenis ini sangat cocok untuk sebuah keluarga inti yang menyukai tumbuhan dan memiliki anak-anak.



Gambar 2. 4 *Garden Apartments* (Rainbow Springs Condovillas)  
(Sumber: [summareconserpong.com](http://summareconserpong.com))

## **2.2 Kerusakan/Cacat**

### **2.2.1 Definisi Kerusakan/Cacat**

Kerusakan/cacat dapat diartikan sebagai suatu ketidaksempurnaan atau kekurangan (Garner, B. A., 1999). Di dalam dunia konstruksi kerusakan/cacat dapat diartikan sebagai suatu hasil pekerjaan konstruksi yang tidak sesuai dengan spesifikasi pekerjaan atau persyaratan pekerjaan yang telah di sepakati dalam suatu kontrak konstruksi yang disebabkan oleh kesalahan pengguna jasa atau penyedia jasa. Kerusakan/cacat sering kali ditemukan di dalam dunia konstruksi, oleh sebab itu perlu untuk melakukan evaluasi agar kerusakan/cacat dapat diminimalisir.

### **2.2.2 Kategori Kerusakan/Cacat**

Kerusakan/Cacat di dalam dunia konstruksi dapat dikategorikan menjadi dua yaitu cacat yang bersifat paten dan cacat yang bersifat laten (Barret, 2008).

#### **a. Cacat Paten**

Cacat paten adalah jenis kerusakan/cacat pekerjaan yang dapat terlihat langsung secara visual oleh mata. Oleh karena itu kerusan/cacat jenis ini dapat dengan mudah untuk diidentifikasi sehingga mudah untuk diperbaiki.

#### **b. Cacat Laten**

Cacat Laten adalah jenis kerusakan/cacat pekerjaan yang tersembunyi dan sulit untuk diidentifikasi. Karena kerusakan/cacat jenis ini susah untuk diidentifikasi maka perlu untuk melakukan identifikasi lebih lanjut untuk mengetahui kerusakan/cacat yang terjadi.

### **2.2.3 Penyebab Kerusakan/Cacat**

Dalam proses berjalannya sebuah proyek konstruksi, kerusakan/cacat sulit untuk dihindari karena suatu proyek konstruksi memiliki lingkup pekerjaan yang sangat luas yang terdiri dari berbagai sub item pekerjaan. Kerusakan/cacat dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor yang ada di dalam sebuah proyek konstruksi. Dalam penelitian sebelumnya diketahui bahwa kerusakan/cacat pada sebuah konstruksi dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

a. Aspek Desain

Desain merupakan suatu bagian dasar dari pembangunan suatu proyek konstruksi, oleh karena itu desain merupakan aspek yang sangat penting dalam pembangunan sebuah proyek konstruksi. Salah satu faktor yang dapat menyebabkan kerusakan/cacat bangunan adalah kesalahan desain, hal ini dapat mempengaruhi kualitas dari sebuah bangunan. Seringkali juga terjadi perubahan desain pada saat konstruksi sedang berjalan, hal ini juga dapat mempengaruhi kualitas bangunan yaitu dapat menimbulkan kerusakan/cacat pada bangunan.

b. Aspek Proses Konstruksi

Selama proses pembangunan proyek konstruksi, seringkali ditemukan kecacatan pada proses tersebut. Kerusakan/cacat dalam proses konstruksi ini dapat terjadi karena berbagai hal. Pertama ada cacat pada saat pemeriksaan, seringkali pengawas lalai pada saat melakukan pemeriksaan yang mengakibatkan suatu pekerjaan dapat mengalami kerusakan/cacat. Selanjutnya yaitu cacat pada kontraktor, seringkali kontraktor melakukan percepatan pekerjaan untuk mengejar keterlambatan waktu konstruksi yang mengakibatkan pekerjaan yang

dilakukan tidak maksimal dan dapat menimbulkan kerusakan/cacat. Terakhir yaitu cacat pada peralatan, seringkali ditemukan bahwa peralatan yang dipakai selama pembangunan proyek konstruksi kurang jumlahnya yang mengakibatkan pekerjaan tidak dapat dikerjakan secara maksimal.

c. Aspek Material

Dalam pembangunan sebuah proyek konstruksi sangat penting untuk melakukan pemilihan material yang akan digunakan. Bahan yang digunakan harus memenuhi spesifikasi sesuai dengan proyek konstruksi yang dikerjakan. Pemilihan material yang salah atau tidak sesuai dengan kebutuhan suatu proyek konstruksi akan mempengaruhi kualitas dari bangunan tersebut, sehingga dapat menyebabkan suatu kerusakan/cacat pada bangunan. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan pemilihan material yang tepat sesuai kebutuhan proyek konstruksi yang akan dibangun.

d. Aspek Pemeliharaan

Keberhasilan dalam mengerjakan suatu proyek konstruksi, sangat bergantung pada kinerjanya, yang dapat diukur berdasarkan biaya pemeliharaan dan standar kualitas suatu pekerjaan. Oleh karena itu biaya pemeliharaan bisa lebih mahal dari biaya awal jika biaya pemeliharaan tidak dimasukkan selama tahap perencanaan (Femi, O. T., 2014). Pekerjaan pemeliharaan sangat penting karena dapat menjaga kualitas dari suatu proyek konstruksi dan dapat memperkecil biaya pekerjaan. Bila aspek pemeliharaan tidak diperhatikan dengan baik, besar kemungkinan akan terjadi kerusakan/cacat pada pekerjaan.

### 2.3 Pengendalian Kualitas

Setiap pembangunan proyek konstruksi pasti mengalami adanya kerusakan/cacat pada hasil pekerjaan yang dilakukan. Kerusakan/cacat ini pasti akan menimbulkan keresahan bagi semua pihak seperti pemilik proyek, kontraktor, serta konsumen. Oleh karena itu perlu adanya pengendalian kualitas untuk memperkecil terjadinya kerusakan/cacat pada bangunan. Pengendalian kualitas adalah sebuah upaya mengontrol kualitas dalam sebuah pekerjaan yang bertujuan untuk memperoleh kualitas pekerjaan yang baik. Proses pengendalian kualitas dapat diterapkan dengan menggunakan siklus PDCA (*plan – do – check – action*).

a. *Plan* (perencanaan)

Perencanaan adalah hal dasar yang harus dilakukan untuk melakukan pengendalian kualitas. Para pihak yang terlibat harus mengidentifikasi suatu masalah yang ada dan juga merencanakan upaya perbaikan dengan matang agar dapat melakukan pengendalian kualitas dengan baik.

b. *Do* (pelaksanaan)

Setelah melakukan perencanaan pengendalian kualitas, maka langkah berikutnya yaitu melakukan pelaksanaan. Upaya perbaikan yang telah direncanakan akan diimplementasikan dengan melakukan pelaksanaan. Pelaksanaan ini akan dilakukan secara bertahap untuk dilakukan pengujian nantinya.

c. *Check* (pemeriksaan)

Setelah upaya perbaikan tadi dilaksanakan, maka tahap berikutnya yaitu melakukan pemeriksaan. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah

untuk menguji, menganalisis, dan menafsirkan kesimpulan dari upaya perbaikan yang telah dilaksanakan.

d. *Action* (tindakan)

Setelah mendapatkan kesimpulan dari upaya perbaikan yang telah direncanakan, maka akan dilakukan tindakan berdasarkan hasil dari pemeriksaan. Pihak yang terlibat harus menentukan upaya perbaikan apa saja yang dapat dilakukan sesuai dengan hasil pemeriksaan.

## 2.4 Analisa Pareto

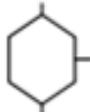
*Seven Tools* merupakan alat atau teknik yang dapat digunakan untuk melakukan pengendalian kualitas. Diagram Pareto merupakan sebuah metode yang dipopulerkan oleh Vilfredo Frederigo Samoso. Beliau adalah seorang peneliti berkebangsaan Italia. Pada akhir abad ke-19 metode ini banyak digunakan untuk menentukan masalah utama melalui sebuah pendekatan sederhana, dengan cara mengurutkan suatu data dari nilai tertinggi hingga terendah yang digambarkan dalam bentuk histogram (Bortiandy Tobing, 2018). Joseph Juran mempopulerkan pekerjaan Pareto dengan menyatakan bahwa 80% permasalahan perusahaan merupakan hasil dari penyebab yang hanya 20%.

## 2.5 *Fault Tree Analysis* (FTA)

FTA dapat diartikan sebagai suatu metode untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sebuah kegagalan. Metode FTA bersifat *top-down*, artinya analisa yang dilakukan pada metode ini diawali dengan asumsi kegagalan dari kejadian puncak (*top event*) selanjutnya mencari penyebab-penyebab kegagalan dari suatu kejadian puncak sampai pada suatu akar permasalahan (*root cause*). Sebuah pohon kesalahan dapat menggambarkan

keadaan antar komponen sistem yaitu *basic event* dan *top event*. Hubungan yang terjadi antara suatu *basic event* dan *top event* dapat disimbolkan dengan gerbang logika (Alijoyo, A., Wijaya, B., & Jacob, I. 2021).

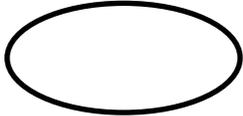
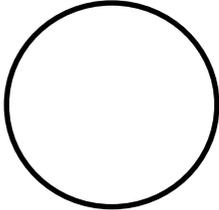
Tabel 2. 1 Simbol-Simbol Gerbang Logika *Fault Tree Analysis* (FTA)

No.	Simbol Gate	Nama dan Keterangan
1.		<i>And gate. Output event terjadi jika semua input event terjadi secara bersamaan.</i>
2.		<i>Or gate. Output event terjadi jika paling tidak satu input event terjadi.</i>
3.		<i>K out of n gate. Output event terjadi jika paling sedikit k output dari n input event terjadi</i>
4.		<i>Exclusive Or gate. Output event terjadi jika satu input event, tetapi tidak terjadi.</i>
5.		<i>Inhibit gate. Input menghasilkan output jika conditional event ada.</i>
6.		<i>Priority And gate. Output event terjadi jika semua input event terjadi baik dari kanan maupun kiri.</i>
7.		<i>Not gate. Output event terjadi jika input event tidak terjadi</i>

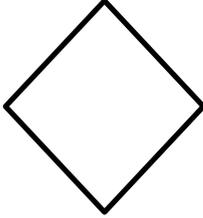
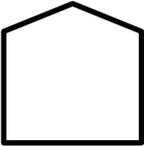
(Sumber: Blanchard, B. S., 2004)

Simbol yang ada pada pohon kesalahan berfungsi untuk menunjukkan sifat dari setiap kejadian yang ada di dalam pohon kesalahan. Adanya simbol-simbol kejadian ini, maka akan lebih mudah untuk mengidentifikasi suatu kejadian. Berikut adalah simbol-simbol diagram yang ada pada pohon kesalahan. Simbol-simbol kejadian FTA dapat di lihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 2 Simbol-simbol kejadian *Fault Tree Analysis* (FTA)

No.	Simbol <i>Gate</i>	Nama dan Keterangan
1.		<i>Ellipse</i> Gambar <i>ellipse</i> menunjukkan kejadian pada level paling atas ( <i>top level event</i> ) dalam pohon kesalahan.
2.		<i>Rectangle</i> Gambar <i>rectangle</i> menunjukkan kejadian pada level menengah ( <i>intermediate fault event</i> ) dalam pohon kesalahan.
3.		<i>Circle</i> Gambar <i>circle</i> menunjukkan kejadian pada level paling bawah ( <i>lowest level failure event</i> ) atau disebut kejadian paling dasar ( <i>basic event</i> ).

Tabel 2. 2 Simbol-simbol kejadian *Fault Tree Analysis* (FTA)(Lanjutan)

No.	Simbol <i>Gate</i>	Nama dan Keterangan
4.		<p><i>Diamond</i></p> <p>Gambar <i>diamond</i> menunjukkan kejadian yang tidak terduga (<i>undeveloped event</i>). Kejadian-kejadian tak terduga dapat dilihat pada pohon kesalahan dan dianggap sebagai kejadian paling awal yang menyebabkan kerusakan.</p>
5.		<p><i>House</i></p> <p>Gambar <i>house</i> menunjukkan kejadian (<i>input event</i>) dan merupakan kegiatan terkendali (<i>signal</i>). Kegiatan ini dapat menyebabkan kerusakan.</p>

(Sumber: Blanchard, B. S., 2004)

## 2.6 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Di dalam proses pengendalian kualitas, salah satu metode yang digunakan untuk menganalisa potensi kegagalan suatu komponen dan pengaruhnya terhadap kinerja suatu sistem tersebut yaitu dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). FMEA adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa potensi terjadinya suatu kegagalan serta dampak yang diberikan terhadap suatu sistem. Dalam menganalisa menggunakan FMEA terdapat tiga variabel utama untuk menilai suatu kegagalan yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

a. *Severity*

*Severity* adalah suatu variabel untuk menilai dampak potensial yang dapat ditimbulkan oleh suatu kegagalan. Dampak dari suatu kegagalan (*severity*) memiliki Skala 1-10. Skala penilaian *Severity* dan kriterianya dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut:

Tabel 2. 3 Tabel Skala *Severity*

<i>Rating</i>	Kriteria
1	<i>Negligible Severity</i> (Pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kualitas produk. Konsumen mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan ini.
2 3	<i>Mild Severity</i> (Pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan akan bersifat ringan, konsumen tidak akan merasakan penurunan kualitas.
4 5 6	<i>Moderate Severity</i> (Pengaruh buruk yang moderate). Konsumen akan merasakan penurunan kualitas, namun masih dalam batas toreransi.
7 8	<i>High Severity</i> (Pengaruh buruk yang tinggi). Konsumen akan merasakan penurunan kualitas yang berada diluar batas toleransi.
9 10	<i>Potential Severity</i> (Pengaruh buruk yang sangat tinggi). Akibat yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap kualitas lain, konsumen tidak akan menerimanya.

(Sumber: Blanchard, B. S., 2004)

b. *Occurrence*

*Occurance* adalah suatu variabel untuk menilai frekuensi kemungkinan terjadinya suatu kegagalan. Frekuensi terjadinya suatu kegagalan *Occurrence* memiliki skala 1-10. Skala penilaian *Occurrence* dan kriterianya dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut:

Tabel 2. 4 Tabel Skala *Occurrence*

<i>Degree</i>	Berdasarkan Frekuensi Kejadian	<i>Rating</i>
<i>Remote</i>	0,001 per 1000 item	1
	0,1 per 1000 item	2
<i>Low</i>	0,5 per 1000 item	3
	1 per 1000 item	4
<i>Moderate</i>	2 per 1000 item	5
	5 per 1000 item	6
<i>High</i>	10 per 1000 item	7
	20 per 1000 item	8
<i>Very High</i>	50 per 1000 item	9
	100 per 1000 item	10

(Sumber: Blanchard, B. S., 2004)

c. *Detection*

*Detection* adalah suatu variabel untuk mencegah terjadinya suatu kegagalan seperti prosedur, tes, control. *Detection* memiliki skala 1-10. Skala penilaian *detection* dan kriterianya dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut:

Tabel 2. 5 Tabel Skala *Detection*

<i>Rating</i>	Kriteria	Berdasarkan Frekuensi Kejadian
1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab mungkin muncul	0,001 per 1000 item
2	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah	0,1 per 1000 item
3	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat moderat.	0,5 per 1000 item
4	Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.	1 per 1000 item
5	Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi.	2 per 1000 item
6	Terjadi masih tinggi.	5 per 1000 item
7	Metode pencegahan kurang efektif. Penyebab masih berulang kembali.	10 per 1000 item
8	Kemungkinan penyebab terjadi masih sangat tinggi	20 per 1000 item
9	. Metode pencegahan tidak efektif.	50 per 1000 item
10		100 per 1000 item

(Sumber: Blanchard, B. S., 2004)

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Dalam upaya meningkatkan kualitas maka diperlukan suatu atau dua metode untuk menganalisis faktor-faktor penyebab kerusakan/cacat. Safira, et al menggunakan metode six sigma dan DMAIC *approach* untuk aplikasi di bidang konstruksi dan menemukan bahwa dinding merupakan pekerjaan yang sering mengalami kerusakan/cacat serta memberi tiga usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas pekerjaan dinding. Hery, et al menggunakan FTA dan FMEA untuk aplikasi di bidang industri dan menemukan bahwa terdapat tiga faktor penyebab cacat pada keramik dan paving serta memberikan tiga usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produksi paving dan keramik. Amalia menggunakan FMEA untuk aplikasi di bidang konstruksi dan menemukan faktor-faktor yang dapat menyebabkan keterlambatan dalam membangun sebuah apartemen. Wiwik, et al menggunakan FTA dan FMEA untuk aplikasi di bidang industri dan menemukan faktor-faktor penyebab kegagalan pada mesin roll dan mesin pemotong pada pabrik atap baja ringan, serta memberikan tiga usulan upaya perbaikan. Rangkuman dari hasil penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut:

Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu

No	Nama Pengarang	Judul Jurnal	Metode	Hasil Penelitian
1.	Safira Damayanti, I Putu Artama Wiguna (2019)	<i>Analysi Of Quality Improvement Of Finishing Work In The Development Of Puncak CBD Surabaya Apartment</i>	<i>Six Sigma dan DMAIC approach</i>	Hasil dari penelitian ini adalah menganalisis cacat pada pekerjaan finishing di bangunan apartemen dan menemukan bahwa dinding adalah item pekerjaan yang sering mengalami kerusakan/cacat.
2.	Hery Sulia ntoro, Arfan Bakhtiar, Joy Irfan Sembiring (2018)	<i>Analysis Of Quality Improvement Of Finishing Work In The Development Of Puncak CBD Surabaya Apartment</i>	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)</i>	Melalui penerapan metode <i>Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)</i> dan <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> penelitian ini mengidentifikasi 3 faktor cacat pada keramik dan paving. Penelitian ini juga menghasilkan usulan untuk ketiga cacat tersebut yaitu dengan membuat SOP yang jelas, melakukan pengawasan yang lebih intens, dan melakukan pembersihan mesin secara teratur.

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Pengarang	Judul Jurnal	Metode	Hasil Penelitian
3.	Amalia Martha Sukmana	Analisis Risiko Keterlambatan Menggunakan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (Studi Kasus: Proyek Apartemen Suncity Sidoarjo)	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	<p>Penelitian ini menemukan faktor-faktor penyebab keterlambatan pada bangunan apartemen yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terlambatnya owner dalam melakukan pembayaran kepada kontraktor maupun pihak terkait</li> <li>• Kurangnya komunikasi pihak owner dengan pihak terkait</li> <li>• Kurangnya kontrol terhadap setiap pekerjaan</li> <li>• Terjadinya kecelakaan kerja</li> <li>• Permasalahan dengan warga sekitar proyek</li> </ul> <p>Upaya perbaikan yaitu berupa empat usulan perbaikan kepada pihak perusahaan.</p>

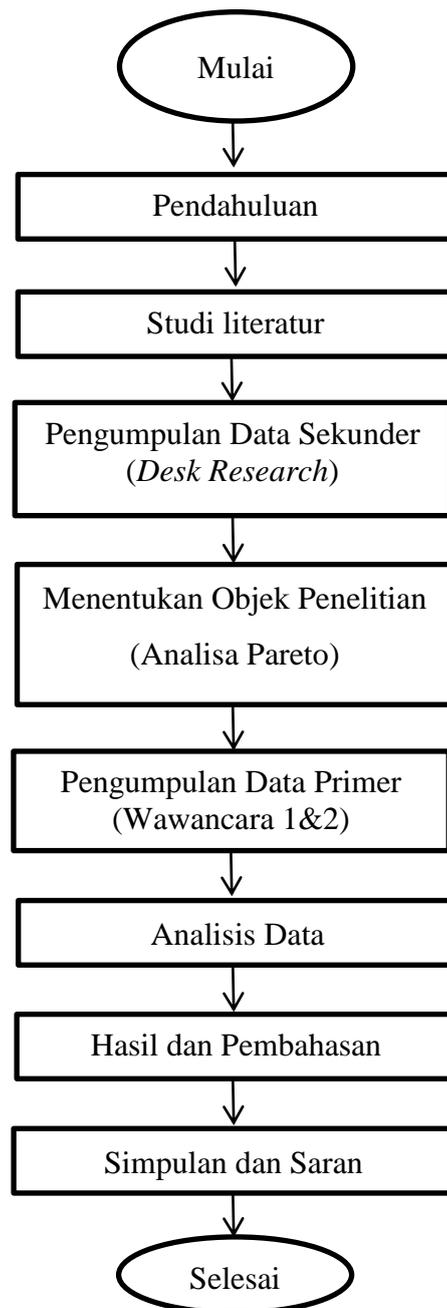
No	Nama Pengarang	Judul Jurnal	Metode	Hasil Penelitian
4.	Wiwik Budiawan, Dyah Ika Rinawati, Marsius Sihombing	Analisis Moda Kegagalan Potensial dan Akar Permasalahan dengan Menggunakan FMEA dan FTA (Studi Kasus: CV Ali Griya Semarang)	<i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA) dan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	Hasil dari penelitian ini yaitu menganalisis kegagalan pada subsistem mesin roll dan mesin pemotong pada pabrik atap baja ringan. Upaya perbaikan yang diberikan yaitu melakukan <i>maintenance</i> secara berkala pada bagian <i>refiner</i> seperti pisau dan motor <i>refiner</i> , melakukan <i>setting</i> untuk komposisi pulp ( <i>NBKP</i> ) sesuai dengan standar komposisi pulp ( <i>NBKP</i> ) pada setiap jenis kertas, melakukan <i>setting ampere</i> pada <i>refiner</i> agar sesuai dengan <i>ampere</i> yang telah ditetapkan sesuai dengan standar <i>ampere</i> pada jenis kertas.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Kerangka Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan Kerangka Alur Penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.1:



Gambar 3. 1 Kerangka Alur Penelitian  
Sumber: Hasil Olahan Penulis

### **3.2 Deskripsi Penelitian**

Penelitian ini akan membahas tentang pengendalian kualitas bangunan dengan menggunakan metode FTA dan FMEA. Pengendalian yang dimaksud adalah dengan cara mencari tahu faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan/cacat pada bangunan apartemen. Setelah mengetahui faktor-faktor tersebut, kemudian akan dilakukan analisis untuk menentukan faktor-faktor apa saja yang berpengaruh besar terhadap kerusakan/cacat dominan. Setelah mengetahui faktor-faktor apa saja yang berpengaruh besar untuk menimbulkan kerusakan/cacat dominan, kemudian akan dilakukan analisis untuk mencegah atau mengatasi faktor-faktor tersebut agar dapat meminimalisir terjadinya kerusakan/kecacatan pada bangunan apartemen.

Jenis proyek konstruksi yang akan dijadikan sebagai objek penelitian adalah proyek konstruksi bangunan apartemen. Hasil analisis penelitian ini berupa usulan perbaikan untuk dapat mengatasi kerusakan/cacat dominan pada bangunan apartemen. Penelitian dilakukan secara deskriptif kualitatif, dimana hasilnya nanti merupakan suatu penjabaran mengenai fenomena yang sedang diteliti dan disajikan secara sistematis. Metode penelitian ini berfokus pada jumlah atau kuantitas data yang dikumpulkan serta analisis mendalam dari data yang diberikan.

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian, maka diperlukan teknik dalam pengumpulan data. Dalam penelitian ini, diperlukan dua jenis data yaitu, data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil secara langsung oleh peneliti terhadap objek penelitian. Data Sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian. Berikut adalah metode yang digunakan untuk mengumpulkan data pada penelitian ini :

a. *Desk Research*

*Desk research* adalah suatu metode untuk mengumpulkan suatu data secara tidak langsung, yang berarti data-data yang akan diperoleh sudah dikumpulkan sebelumnya oleh pihak lain. Data yang diperoleh dari *desk research* ini berupa data sekunder. Dalam penelitian ini *desk research* digunakan untuk mengumpulkan data kerusakan/cacat pada PT. XYZ. Data yang didapatkan dari desk research ini kemudian akan dilakukan Analisa Pareto. Hasil dari analisis Pareto bertujuan untuk menentukan lingkup penelitian yang lebih tajam dan lebih spesifik untuk dianalisa lebih lanjut.

b. Wawancara

Di dalam penelitian ini penulis akan melakukan dua kali wawancara terhadap tiga ahli yang berpengalaman di bidang konstruksi. Wawancara pertama yang dilakukan yaitu berupa *brainstorming* untuk menentukan faktor-faktor penyebab cacat dominan. Hasil dari *brainstorming* ini berupa data primer yang akan digunakan untuk membuat FTA. Wawancara kedua kepada ahli yang sama yaitu berupa

kuisisioner penilaian dari komponen-kompnen FMEA (*severity*, *occurrence* dan *detection*). Hasil dari kuisisioner penilaian ini berupa data primer yang akan digunakan untuk membuat FMEA.

### **3.4 Metode Analisis Data**

Setelah pengumpulan data, tahap selanjutnya adalah mengolah atau menganalisis data. Dalam penelitian ini, metode yang akan digunakan untuk menganalisis data adalah dengan Analisa Pareto, FTA dan FMEA. Analisa Pareto adalah sebuah metode untuk menentukan masalah utama melalui sebuah pendekatan sederhana, dengan cara mengurutkan suatu data dari nilai tertinggi hingga terendah yang digambarkan dalam bentuk histogram. FTA adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk menentukan faktor-faktor penyebab terjadinya suatu kerusakan/cacat dan menentukan akar permasalahan dari kerusakan/cacat tersebut. FMEA adalah suatu metode untuk melakukan analisis terhadap suatu faktor penyebab kerusakan/cacat dengan cara memberi penilaian skala 1-10 pada *severity*, *occurrence* dan *detection*. Kemudian hasil *severity*, *occurrence* dan *detection* dikalikan untuk mencari nilai *Risk Priority Number* (RPN). Berikut adalah tahapan dalam melakukan pengolahan data:

a. Analisa Pareto

Setelah mendapatkan data kerusakan/cacat bangunan apartemen PT. XYZ, penulis melakukan Analisa Pareto untuk menentukan lingkup penelitian yaitu berupa cacat dominan pada bangunan apartemen. Setiap jenis kecacatan pada bangunan apartemen akan diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil dan lanjut pada perhitungan frekuensi kumulatif berdasarkan persentase. Persentase kecacatan kumulatif

hingga 80% akan menjadi kerusakan/cacat dominan.

Berikut adalah langkah langkah dalam membuat analisa pareto:

1. Menentukan klasifikasi pekerjaan data kerusakan/cacat pada bangunan
2. Menjumlahkan data kerusakan/cacat berdasarkan pekerjaan
3. Mengurutkan data kerusakan dari yang terbesar hingga terkecil
4. Menghitung persentase kumulatif dari data kerusakan/cacat pada bangunan apartemen
5. Persentase kecacatan kumulatif hingga 80% akan menjadi penyebab cacat dominan.
6. Gambar diagram batang yang menunjukkan 80% cacat dominan
7. Melakukan identifikasi terhadap kerusakan/cacat dominan pada bangunan apartemen.

b. *Fault Tree Analysis (FTA)*

Setelah mengidentifikasi penyebab cacat dominan, peneliti melakukan wawancara dengan pihak proyek konstruksi mengenai penyebab kecacatan dominan di setiap proses konstruksi untuk mendapatkan faktor-faktor penyebab kerusakan/cacat dan akar permasalahan. Setelah itu lalu lanjut dengan pembuatan pohon kesalahan berdasarkan data yang didapatkan. Berikut adalah langkah-langkah dalam penyusunan FTA menurut (Blanchard, B. S., 2004):

1. Mengidentifikasi kejadian paling utama dalam sistem.

Langkah pertama ini dilakukan untuk mengidentifikasi kejadian-kejadian dalam suatu proses yang memiliki masalah pada kejadian puncak (*top level event*). Suatu *top level event* memiliki kriteria,

antara lain: *clearly, observable, unambiguous definable* dan *measurable*. Tahap ini merupakan tahap penting, karena dapat berpengaruh pada analisa sistem.

2. Membuat diagram pohon kesalahan.

Setelah *top level event* teridentifikasi, langkah berikutnya adalah pembuatan pohon kesalahan menggunakan simbol-simbol Boolean dengan cara mengembangkan dan menguraikan akar permasalahan (*basic event*) yang terjadi pada *top event*.

3. Analisis pohon kesalahan.

Menganalisis pohon kesalahan secara kualitatif untuk mengidentifikasi tindakan korektif atau perbaikan yang mengarah pada kegagalan.

c. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Faktor-faktor yang dapat menyebabkan kerusakan/cacat pada bangunan apartemen akan dianalisis menggunakan FMEA, dengan cara memberikan penilaian menggunakan skala 1-10 dari *severity, occurrence* dan *detection*. Berikut adalah proses dalam penyusunan *Failure Mode and Effect Analysis*:

1. Meninjau dan menentukan proses yang memiliki potensi kegagalan
2. Mengidentifikasi modus kegagalan di dalam proses
3. Mengidentifikasi dampak dari setiap modus kegagalan
4. Membuat kriteria dampak keparahan (S), kriteria kemungkinan terjadi (O) dan kriteria kemungkinan kegagalan deteksi (D)
5. Menentukan peringkat keparahan (S) dampak dari setiap modus kegagalan

6. Menentukan peringkat kemungkinan terjadinya (O) kegagalan dari setiap modus kegagalan
7. Menentukan peringkat kemungkinan kegagalan deteksi (D) dari setiap modus kegagalan
8. Menghitung angka prioritas risiko atau RPN dari setiap modus kegagalan
9. Mengurutkan peringkat kekritisitas kegagalan berdasarkan RPN
10. Menentukan rekomendasi upaya perbaikan untuk menurunkan potensi kegagalan.

Setelah dilakukan penilaian menggunakan metode FMEA peneliti melakukan rata-rata penilaian dan perkalian dari ahli terhadap nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* untuk mendapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Selanjutnya peneliti akan melakukan analisa terhadap hasil dari nilai RPN dan menyarankan prioritas perbaikan cacat berdasarkan nilai RPN untuk meningkatkan kualitas bangunan apartemen.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengumpulan Data

Penulis melakukan pengumpulan data dalam penelitian ini dengan 3 tahapan yaitu yang pertama adalah dengan *Desk Research*, dilanjutkan dengan wawancara tahap pertama dengan para ahli untuk membuat FTA dan wawancara tahap kedua kepada para ahli yang sama untuk membuat FMEA. Dari hasil *Desk Research* penulis mendapatkan data sekunder untuk penelitian ini yaitu berupa kerusakan/cacat pada sembilan tower apartemen PT. XYZ. Setelah mendapatkan data kerusakan/cacat, penulis melakukan Analisa Pareto untuk menentukan kerusakan/cacat dominan dari sembilan tower apartemen PT. XYZ.

Data cacat dominan yang telah ditentukan dari Analisa Pareto kemudian akan dikembangkan dengan cara melakukan wawancara kepada para ahli. Penulis melakukan dua kali wawancara dengan para ahli. Wawancara pertama dilakukan dengan cara *brainstroming* kepada tiga ahli dan menghasilkan data primer yaitu faktor-faktor yang dapat menyebabkan cacat dominan pada bangunan apartemen. Wawancara kedua dilakukan dengan cara penilaian kuisisioner kepada tiga ahli yang sama dan menghasilkan data primer yaitu penilaian terhadap komponen komponen FMEA (*severity, occurrence* dan *detection*). Ahli yang di wawancarai dalam penelitian ini yaitu ahli yang berkecimpung di bidang teknik sipil khususnya untuk pembangunan gedung-gedung bertingkat. Para ahli memiliki latar belakang pendidikan minimal S1 dan pengalaman kerja 10 tahun. Data profil para ahli dapat dilihat pada tabel Tabel 4.1 berikut:

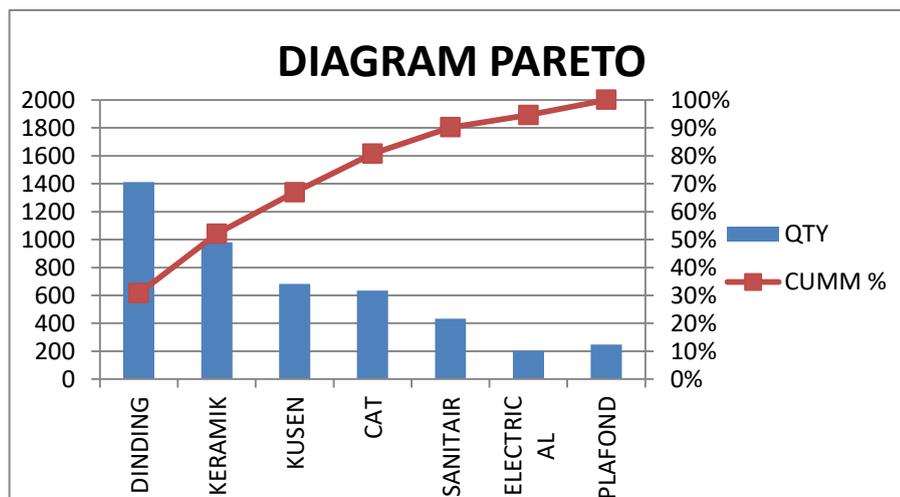
Tabel 4. 1 Profil Ahli Bidang Teknik Sipil

NO	Ahli	Pendidikan Terakhir	Profesi Pekerjaan	Pengalaman Kerja
1.	Ahli 1	S1	<i>Site Manager</i>	14 tahun
2.	Ahli 2	S1	<i>General Manager</i>	22 tahun
3.	Ahli 3	S1	<i>Head of QC</i>	10 tahun

Sumber: Hasil Olahan Penulis

#### 4.2 Analisa Cacat Dominan pada Bangunan Apartemen dengan Analisa Pareto

Untuk mengidentifikasi cacat dominan yang ada pada bangunan apartemen PT. XYZ, peneliti menggunakan Analisa Pareto dalam menganalisis cacat berdasarkan banyaknya cacat yang terjadi. Cacat akan diurutkan berdasarkan jumlah dari yang tertinggi hingga terendah lalu dilanjutkan dengan perhitungan frekuensi kumulatif berdasarkan persentase. Persentase kecacatan kumulatif hingga 80% akan menjadi kerusakan/cacat dominan. Hasil Analisa Pareto dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:



Gambar 4. 1 Diagram Pareto  
Sumber: Hasil Olahan Penulis

Gambar 4.1. merupakan hasil rangkuman dari Analisa Pareto, dimana dapat disimpulkan:

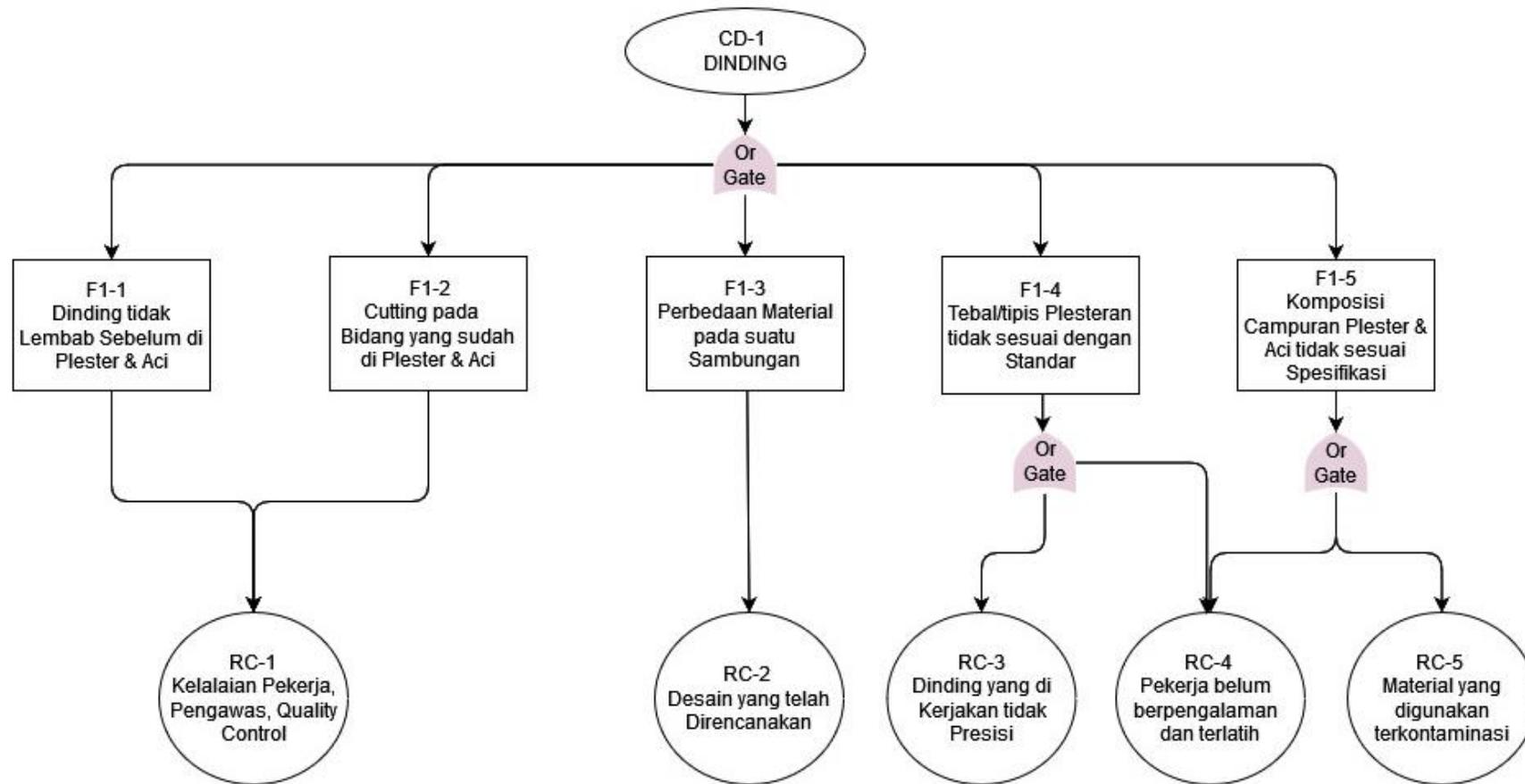
1. Pekerjaan dinding merupakan jenis pekerjaan yang memiliki angka kecacatan tertinggi pertama pada bangunan apartemen dengan presentase kecacatan 30,73%.
2. Pekerjaan keramik merupakan jenis pekerjaan yang memiliki angka kecacatan tertinggi kedua pada bangunan apartemen dengan presentase kecacatan 21,33%.
3. Pekerjaan kusen, pintu, dan jendela merupakan jenis pekerjaan yang memiliki angka kecacatan tertinggi ketiga pada bangunan apartemen dengan presentase kecacatan 14,86%.
4. Pekerjaan cat merupakan jenis pekerjaan yang memiliki angka kecacatan tertinggi keempat pada bangunan apartemen dengan presentase kecacatan 13,82%.

Berdasarkan nilai dari empat jenis cacat pekerjaan diatas, apabila dikumulatitkan maka akan memperoleh presentase sebesar 80,74%. Sesuai dengan pengertian pada analisa pareto yaitu persentase kecacatan kumulatif hingga 80% akan menjadi cacat dominan. Dari hasil Analisa Pareto diatas, penulis memutuskan untuk menganalisis empat cacat dominan tersebut untuk dilakukan analisa lebih lanjut.

### **4.3 Identifikasi Faktor Penyebab Cacat Menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA)**

Setelah penulis mengidentifikasi cacat dominan pada bangunan apartemen PT.XYZ, selanjutnya penulis akan menentukan akar-akar permasalahan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Menurut Blanchard (2004), *Fault Tree Analisis* merupakan metode deduktif dengan menggambarkan grafik enumerasi yang menjelaskan mengapa suatu kegagalan dapat terjadi dan berapa peluang terjadinya kegagalan. *Fault Tree Analisis* merupakan metode yang efektif dalam mengidentifikasi suatu kerusakan/ kegagalan yang bisa terjadi dan peluang penyebab terjadinya yang ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana. Dalam penelitian ini, penulis akan membuat empat diagram FTA untuk masing-masing dari cacat dominan yang telah diidentifikasi menggunakan Analisa Pareto. Empat diagram FTA akan dijelaskan lebih detail pada sub-bab berikut ini.

### 4.3.1 Analisa *Fault Tree Analysis* pada Cacat Dinding



Gambar 4. 2 Analisa *Fault Tree Analysis* pada Cacat Dinding

Sumber: Hasil Olahan Penulis

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* pada gambar 4.2 diatas, pertama-tama penulis mengumpulkan faktor-faktor penyebab dari cacat dominan pada dinding dengan cara wawancara dan brainstorming dengan para ahli. Untuk cacat dominan pertama “CD-1” yaitu cacat dinding, penulis mendapatkan lima faktor penyebab cacat dan lima akar permasalahannya masing-masing sebagai berikut :

1. “F1-1” Dinding tidak lembab sebelum di plester&aci

Dinding yang tidak lembab sebelum di plester&aci akan membuat permukaan dinding pada bangunan akan menjadi kering yang mengakibatkan plester dan acian tidak dapat menempel dengan sempurna. Plester dan acian yang tidak dapat menempel dengan sempurna akan menyebabkan dinding menjadi mudah retak. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian saat melakukan pekerjaan dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC-1”.

2. “F1-2” *Cutting* pada bidang yang sudah di plester&aci

Bidang yang sudah di plester dan aci seringkali akan di *cutting* karena adanya pekerjaan yang terlewatkan seperti sambungan MEP. Bidang yang sudah di plester dan aci menjadi tidak monolit apabila di *cutting*, karena bidang tersebut akan dilubangi untuk melakukan pekerjaan tambahan dan menutupnya dengan material yang baru. Perbedaan umur pada material tersebut akan membuat bidang menjadi tidak monolit .

Bidang yang tidak monolit dapat menimbulkan masalah-masalah seperti kebocoran atau keretakan pada dinding. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian saat melakukan pekerjaan dari pekerja, pengawas, dan *quality control* "RC-1".

3. "F1-3" Perbedaan material pada suatu sambungan

Perbedaan material dalam suatu sambungan terkadang akan terjadi di dunia konstruksi, contohnya seperti adanya sambungan antara dinding bata dengan dinding gypsum dimana kedua material ini sangat berbeda. Perbedaan dari kedua material ini membuat suatu sambungan tidak monolit, yang akan menyebabkan sambungan tersebut sangat riskan untuk mengalami masalah-masalah seperti kebocoran dan keretakan. Akar masalah dari faktor ini yaitu diakarenakan desain yang telah direncanakan "RC-2", terkadang desain akan dibuat sesuai dengan keinginan *owner* konstruksi, material yang sedang banyak disukai pasar, serta batas anggaran konstruksi.

4. "F1-4" Tebal/tipis plesteran tidak sesuai dengan standar

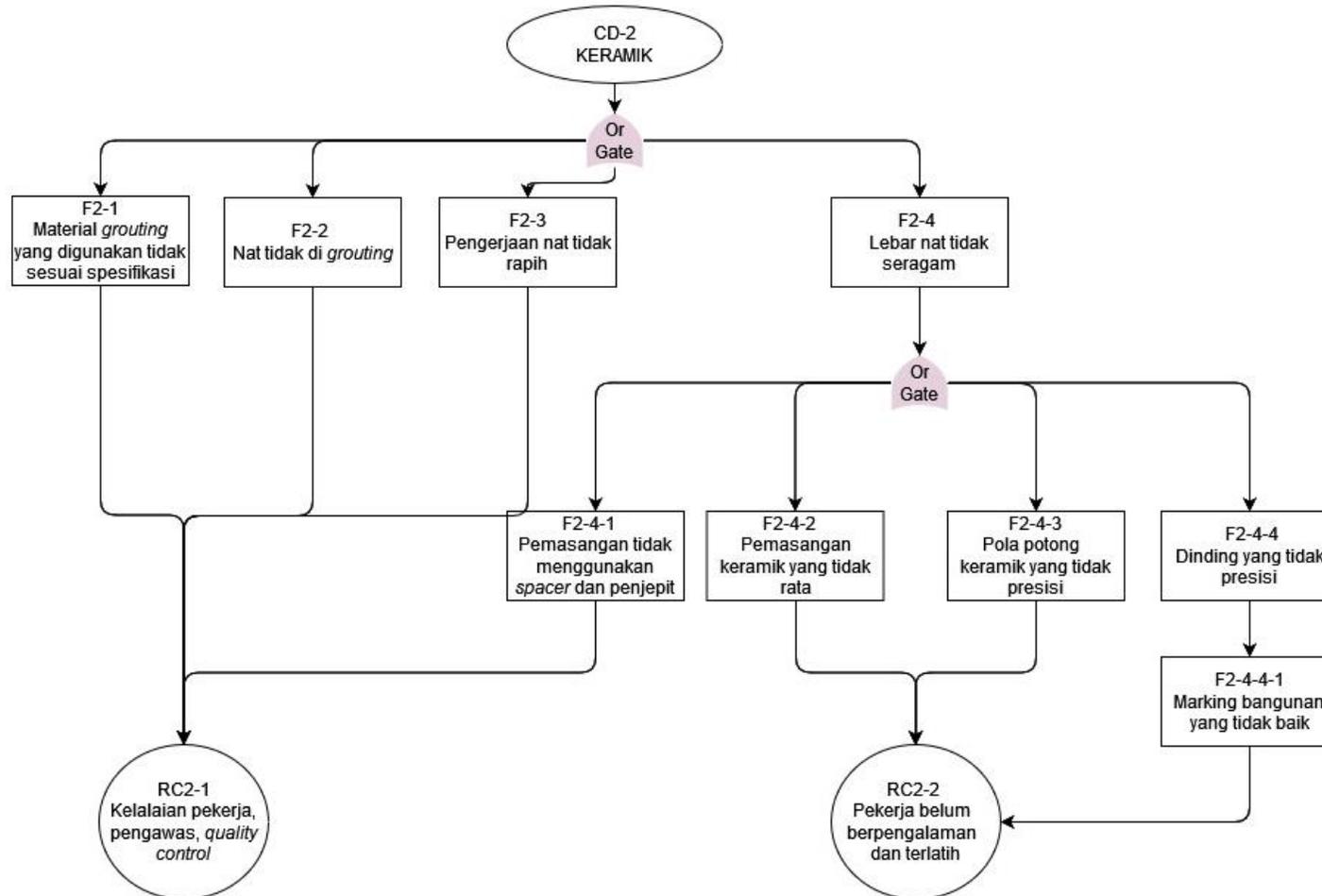
Tujuan dari membuat plesteran di dinding adalah untuk menambah kekuatan dari dinding tersebut dari sinar matahari dan hujan. Apabila ketebalan dari plesteran tidak sesuai dengan standar yang sudah di desain maka dinding tidak akan berfungsi secara maksimal. Plesteran yang terlalu tebal/tipis akan menyebabkan dinding tersebut mudah retak.

Akar masalah dari faktor ini yaitu dinding yang dikerjakan tidak presisi “RC-3” sehingga plesteran harus disesuaikan agar dinding tidak terlihat miring, dan juga akar masalah kedua yaitu pekerja belum berpengalaman dan terlatih “RC-4” sehingga tidak dapat melakukan pekerjaan plester dengan baik.

5. “F1-5” Komposisi campuran plester&aci tidak sesuai spesifikasi

Komposisi campuran plester dan aci harus sesuai dengan spesifikasi yang telah di tentukan agar dinding dapat bekerja dengan baik. Apabila komposisi campuran plester dan aci tidak sesuai spesifikasi maka dapat menimbulkan masalah-masalah pada dinding, contohnya seperti apabila terlalu banyak semen yang digunakan pada plesteran maka akan menyebabkan dinding tersebut mudah retak dan apabila terlalu banyak air yang digunakan pada acian maka akan menyebabkan penyusutan dan menyebabkan retak pada dinding. Akar masalah dari faktor ini yaitu pekerja belum berpengalaman dan terlatih “RC-4” dan juga material yang digunakan terkontaminasi “RC-5” sehingga campuran plester dan aci yang dibuat menjadi tidak baik untuk digunakan.

### 4.3.2 Analisa *Fault Tree Analysis* pada Cacat Keramik



Gambar 4. 3 Analisa *Fault Tree Analysis* pada Cacat Keramik  
Sumber: Hasil Olahan Penulis

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* pada gambar 4.3 diatas, pertama-tama penulis mengumpulkan faktor-faktor penyebab dari cacat dominan pada pekerjaan keramik dengan cara wawancara dan brainstorming dengan para ahli. Untuk cacat dominan kedua “CD-2” yaitu cacat keramik, penulis mendapatkan empat faktor penyebab cacat dan dua akar permasalahannya masing-masing sebagai berikut :

1. “F2-1” Material *grouting* yang digunakan tidak sesuai spesifikasi

Material *grouting* adalah material yang digunakan untuk mengisi ruang kosong pada keramik. Apabila material *grouting* yang digunakan tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah di desain maka akan menyebabkan perbedaan warna antara nat dan keramik. Perbedaan warna antara nat dan keramik akan membuat lantai keramik tidak baik secara visual. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC2-1” dalam pengerjaan material *grouting* yang digunakan.

2. “F2-2” Nat tidak di *grouting*

Nat adalah garis pemisah dari keramik . Nat perlu untuk di *grouting* agar keramik memiliki pemisah antara keramik satu dan keramik lainnya. Apabila nat pada keramik tidak di *grouting* maka akan menyebabkan kekosongan antara keramik satu dengan yang lainnya. Dengan adanya ruang kosong tersebut maka debu-debu dan kotoran-kotoran lantai dapat masuk ke dalam lapisan keramik dan dapat menyebabkan kerusakan pada keramik. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC2-1”.

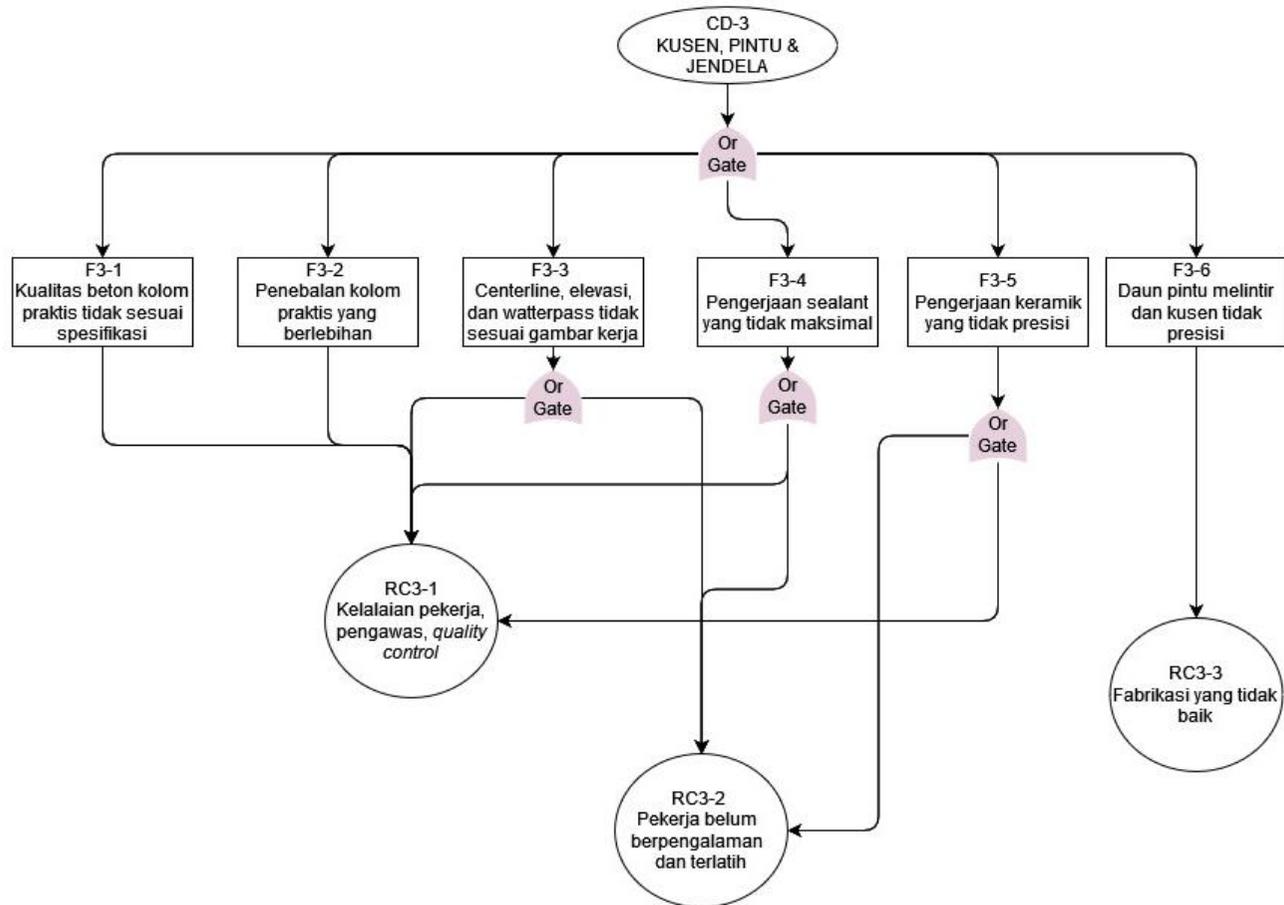
3. “F2-3” Pengerjaan nat tidak rapih

Pengerjaan nat yang tidak rapih akan mengakibatkan masalah pada keramik. Nat yang tidak rapih akan membuat pasangan keramik terlihat berantakan dan kotor, serta juga dapat membuat keramik menjadi melengkung. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC2-1”.

4. “F2-4” Lebar nat tidak seragam

Lebar nat yang tidak seragam akan membuat visualisasi lantai tidak baik. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan lebar nat menjadi tidak seragam. Faktor-faktornya yaitu saat melakukan pemasangan keramik tidak menggunakan *spacer* dan penjepit “F2-4-1”, pemasangan keramik yang tidak rata “F2-4-2”, pola potong keramik yang tidak presisi “F2-3”, dan juga dinding yang tidak presisi “F2-4-4”. Akar masalah dari faktor ini yaitu yang pertama adalah kelalaian dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC2-1” pada saat pemasangan keramik tidak menggunakan *spacer*. Akar masalah yang kedua yaitu pekerja belum berpengalaman dan terlatih “RC2-2”, ini dapat dilihat pada saat melakukan pemotongan dan pemasangan keramik serta pada saat melakukan marking pada bangunan.

### 4.3.3 Analisa *Fault Tree Analysis* pada Cacat Kusen Pintu dan Jendela



Gambar 4. 4 Analisa *Fault Tree Analysis* pada Cacat Kusen, Pintu & Jendela

Sumber: Hasil Olahan Penulis

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* pada gambar 4.4 diatas, pertama-tama penulis mengumpulkan faktor-faktor penyebab dari cacat dominan pada pekerjaan kusen, pintu dan jendela dengan cara wawancara dan brainstorming dengan para ahli. Untuk cacat dominan ketiga “CD-3” yaitu cacat kusen, pintu dan jendela penulis mendapatkan enam faktor penyebab cacat dan tiga akar permasalahannya masing-masing sebagai berikut :

1. “F3-1” Kualitas beton kolom praktis tidak sesuai spesifikasi

Kolom praktis merupakan suatu elemen pendukung dalam bangunan yang berfungsi untuk menunjang pekerjaan arsitektural seperti jendela, pintu, tangga, dan lain-lain. Apabila kualitas kolom praktis tidak baik maka pekerjaan arsitektural tidak dapat terlaksana dengan baik juga, contohnya seperti dinabold pada kusen jendela yang akan di sambungkan ke kolom praktis tidak akan terpasang sempurna apabila kolom praktis tidak sesuai dengan spesifikasi. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC3-1” saat mengerjakan kolom praktis.

2. “F3-2” Penebalan kolom praktis yang berlebihan

Kolom praktis merupakan elemen pendukung untuk pekerjaan arsitektural. Apabila material seperti kusen pintu dan jendela tidak presisi (kekurangan atau kelebihan dimensi) maka untuk melakukan pemasangannya harus dilakukan penyesuaian pada kolom praktis. Apabila material kusen pintu dan jendela kekurangan dimensi maka kolom praktis harus dilakukan penebalan agar material tersebut dapat

dipasang dengan baik. Penebalan kolom praktis yang berlebihan akan menimbulkan masalah seperti dinabold yang dipasang tidak akan masuk dengan sempurna karena kolom praktis yang terlalu tebal sehingga kusen pintu dan jendela tidak dapat menyangga dengan baik, dan juga akan menimbulkan keretakan pada openingan. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC3-1” saat melakukan penebalan kolom praktis.

3. “F3-3” Centerline, elevasi, dan watterpass tidak sesuai gambar kerja

Centerline, elevasi, dan watterpass pada gambar kerja berfungsi untuk mengarahkan para pekerja untuk membuat bangunan sesuai dengan *design* yang diharapkan. Apabila centerline, elevasi, dan watterpass tidak sesuai dengan gambar kerja maka bangunan yang dikerjakan tidak akan seperti yang diharapkan pada desain yang telah dibuat. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC3-1” dan juga pekerja belum berpengalaman dan terlatih “RC3-2” pada saat membaca gambar kerja dan juga melakukan marking pada bangunan.

4. “F3-4” Pengerjaan sealant yang tidak maksimal

Sealant adalah material pengisi kekosongan antara material dengan kolom praktis untuk pekerjaan arsitektural seperti pintu dan jendela. Apabila tidak ada sealant maka material arsitektural seperti pintu dan jendela tidak akan dapat terpasang dengan baik. Jika pengerjaan sealant tidak maksimal maka material arsitektural seperti pintu dan jendela juga tidak akan terpasang dengan baik dan akan menimbulkan

masalah-masalah seperti menimbulkan keretakan dan juga material tersebut dapat lepas karena tidak terpasang dengan baik serta apabila sealant yang dikerjakan tidak rapih juga dapat menimbulkan masalah visual seperti tidak enak dilihat. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC3-1” pada saat pengerjaan sealant dan juga pekerja belum berpengalaman dan terlatih “RC3-2” untuk melakukan pekerjaan sealant sehingga pengerjaan sealant tidak maksimal.

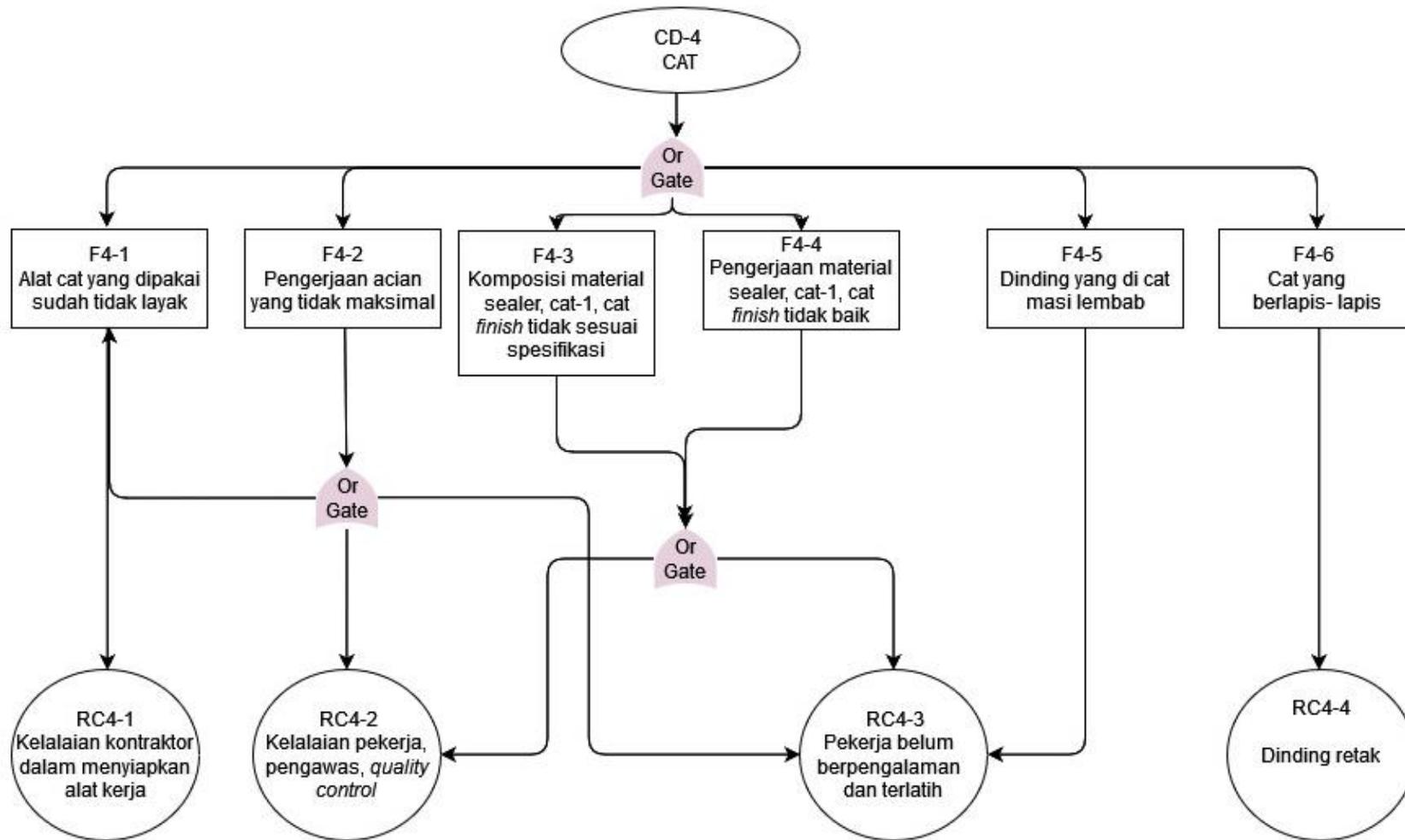
5. “F3-5” Pengerjaan keramik yang tidak rata

Pengerjaan keramik yang tidak rata akan menimbulkan masalah untuk pekerjaan kusen pintu, karena jika keramik bergelombang tidak sesuai dengan elevasi desain yang ada maka dapat membuat pintu menjadi seret dan susah untuk dibuka dan ditutup. Pintu yang seret akan membuat ketidaknyamanan bagi pengguna bangunan. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC3-1” pada saat pemasangan keramik tidak mengecek elevasi yang ada pada desain yang ada dan juga pekerja belum berpengalaman dan terlatih “RC3-2” dalam melakukan pekerjaan keramik yang mengakibatkan keramik menjadi tidak rata dan bergelombang.

6. “F3-6” Daun Pintu Melintir dan Kusen tidak Presisi

Daun pintu yang melintir dan kusen yang tidak presisi dapat menimbulkan masalah yaitu daun pintu dan kusen tidak dapat dipasang dengan baik, sehingga perlu untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan tambahan seperti melakukan *cutting* pada kolom praktis bila dimensi daun pintu berlebihan sehingga mengakibatkan kekuatan kolom praktis menjadi menurun. Apabila dimensi kusen jendela kurang, maka akan dilakukan grouting agar kusen jendela dapat terpasang dengan baik ke dalam kolom praktis. Akar masalah dari faktor ini yaitu fabrikasi kusen, daun pintu dan jendela yang tidak baik “RC3-3” sehingga mengakibatkan kusen, daun pintu dan jendela yang dihasilkan tidak presisi.

4.3.4 Analisa *Fault Tree Analysis* pada Cacat Cat



Gambar 4. 5 Analisa *Fault Tree Analysis* pada Cacat Cat  
Sumber: Hasil Olahan Penulis

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* pada gambar 4.5 diatas, pertama-tama penulis mengumpulkan faktor-faktor penyebab dari cacat dominan pada pekerjaan cat dengan cara wawancara dan brainstorming dengan para ahli. Untuk cacat dominan keempat “CD-4” yaitu cacat cat, penulis mendapatkan enam faktor penyebab cacat dan empat akar permasalahannya masing-masing sebagai berikut :

1. “F4-1” Alat cat yang dipakai sudah tidak layak

Alat kerja penting untuk mengerjakan suatu pekerjaan. Tanpa adanya alat kerja maka suatu pekerjaan tidak dapat terlaksanakan. Oleh sebab itu penting untuk memeriksa alat kerja yang digunakan sebelum bekerja. Alat kerja yang sudah tidak layak dipakai sebaiknya tidak digunakan dan diganti dengan yang baru. Apabila pekerja menggunakan alat kerja yang sudah tidak layak maka akan menghasilkan pekerjaan yang tidak baik. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian dari kontraktor dalam menyiapkan alat kerja “RC4-1”.

2. “F4-2” Pengerjaan Acian yang tidak Maksimal

Pekerjaan acian merupakan tahapan yang dikerjakan setelah melakukan plesteran. Tujuan dilakukan pekerjaan acian adalah untuk memperhalus dinding yang telah di plester. Acian yang kurang maksimal dapat menimbulkan masalah pada pengecatan, contohnya yaitu acian yang diaplikasikan memiliki komposisi yang tidak baik maka dapat membuat cat akan terkelupas. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian saat melakukan pekerjaan acian dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC4-2”, dan pekerja belum

berpengalaman dan terlatih “RC4-3” sehingga tidak dapat mengerjakan acian dengan maksimal.

3. “F4-3” Komposisi material sealer, cat-1, cat *finish* tidak sesuai spesifikasi

Komposisi material sangat berpengaruh pada proses pengecatan. Kesalahan saat melakukan pemilihan material saat pengecatan akan mengakibatkan masalah yang serius, contohnya yaitu material cat yang diharuskan untuk bagian interior tetapi diaplikasikan untuk pengecatan eksterior. Hal ini akan menimbulkan masalah seperti pengapuran cat karena material cat interior tidak tahan terhadap sinar ultraviolet daripada matahari. Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian saat melakukan pekerjaan dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC4-2” saat memilih material cat yang akan digunakan. Akar masalah yang kedua yaitu pekerja belum berpengalaman dan terlatih “RC4-3” untuk melakukan campuran komposisi cat.

4. “F4-4” Pengerjaan Material Sealer, Cat-1, Cat *Finish* tidak baik

Proses pengerjaan cat juga dapat berpengaruh terhadap kualitas cat yang akan dihasilkan. Pengerjaan cat yang tidak baik dapat mengakibatkan cacat pada cat, contohnya seperti cat bergelembung akibat pengecatan yang terlalu cepat.

Akar masalah dari faktor ini yaitu kelalaian saat melakukan pengecatan dari pekerja, pengawas, dan *quality control* “RC4-2”. Akar masalah yang kedua yaitu pekerja belum berpengalaman dan

terlatih “RC4-3” pada saat melakukan pengecatan, yang mengakibatkan cat yang dikerjakan menjadi bergelembung.

5. “F4-5” Dinding yang di cat masih lembab

Pada saat melakukan pengecatan harus diperhatikan dulu kelembaban dari dinding yang akan di cat karena apabila dinding yang di cat masih lembab maka cat yang di aplikasikan tidak dapat menyatu sempurna dengan dinding. Apabila cat yang diaplikasikan tidak dapat menyatu dengan sempurna dengan dinding maka cat tersebut akan mengalami cacat seperti menggelembung dan juga mengelupas. Akar masalah dari faktor ini yaitu pekerja belum berpengalaman dan terlatih “RC4-3”.

6. “F4-5” Cat yang berlapis-lapis

Pengecatan yang berlapis-lapis pada suatu bidang dapat menyebabkan perbedaan warna pada bidang tersebut. Perbedaan warna tersebut disebabkan karena adanya perbedaan umur pada cat. Akar masalah dari faktor ini yaitu dinding retak “RC4-4”. Dinding yang mengalami retak setelah proses pengecatan akan membutuhkan perbaikan, sehingga dinding tersebut perlu untuk dicat ulang setelah perbaikan. Pengecatan ulang setelah perbaikan menyebabkan cat berlapis-lapis pada dinding.

#### **4.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Penulis Menganalisis cacat menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), analisis ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi efek dari kecacatan, *severity*, *occurrence*, dan *detection* dari faktor-faktor penyebab terjadi cacat. Langkah selanjutnya yaitu memberikan penilaian dengan skala 1-10. Dari hasil penilaian pada *severity*, *occurrence* dan *detection* selanjutnya akan dilakukan perkalian untuk mendapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Selanjutnya nilai dari RPN tersebut akan diurutkan dari nilai tertinggi sampai terendah, nilai RPN terbesar merupakan penyebab utama dari permasalahan yang terjadi sehingga akan menjadi prioritas pengendalian kualitas. Penulis melakukan wawancara dengan 3 ahli pada bidang teknik sipil untuk mendapatkan hasil analisis FMEA. Penulis melakukan wawancara untuk mencapai kesepakatan yang sama dalam menentukan peringkat *severity*, *occurrence* dan *detection* berdasarkan pertimbangan dan acuan yang ada.

##### **4.4.1 Menentukan Nilai Severity**

Langkah pertama dalam menganalisis risiko adalah menentukan tingkat dari keseriusan efek pada cacat potensial dan menentukan skala untuk mengetahui seberapa besar dampak cacat yang terjadi. Skala *severity* memiliki skala penilaian 1-10 dimana nilai 1 merupakan efek rendah, sedangkan nilai 10 memiliki efek yang sangat tinggi serta berpengaruh terhadap kualitas bangunan. Hasil pengolahan data dalam pemberian nilai *severity* beserta dampak kecacatan dapat dilihat pada Tabel 4. 2

Tabel 4. 2 Perhitungan Nilai *Severity*

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BAGUNAN APARTEMEN	DAMPAK	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
F1-1	Dinding tidak lembab sebelum di plester&aci	• Keretakan non struktural	10	7	2	6,33
F1-2	Cutting pada bidang yang sudah di plester&aci	• Keretakan non struktural	5	8	2	5,00
F1-3	Perbedaan material pada suatu sambungan	• Keretakan non struktural	5	8	3	5,33
F1-4	Tebal/tipis plesteran tidak sesuai dengan standart	• Keretakan non struktural	6	9	2	5,67
F1-5	Komposisi campuran plester dan aci tidak sesuai spesifikasi	• Keretakan non struktural	7	8	2	5,67
F2-1	Material grouting yang digunakan tidak sesuai	• Perbedaan warna keramik dan nat	7	7	7	7,00
F2-2	Nat tidak di <i>grouting</i>	• keramik mudah lepas	7	8	6	7,00
F2-3	Pengerjaan nat tidak rapih	• Nat akan kotor dan mengeras	8	8	3	6,33

Tabel 4.2 Perhitungan Nilai *Severity* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BAGUNAN APARTEMEN	DAMPAK	AHLI	AHLI	AHLI	AVE
			1	2	3	
F2-4	Lebar nat tidak seragam	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nat ngeplin, nyisil, tidak segaris</li> </ul>	10	9	7	8,67
F3-1	Kualitas beton kolom praktis tidak sesuai spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opening retak</li> <li>Dinabold tidak maksimal berpotensi kusen turun dan tidak presisi</li> </ul>	10	7	5	7,33
F3-2	Penebalan kolom praktis yang berlebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opening retak</li> <li>Dinabold tidak maksimal berpotensi kusen turun dan tidak presisi</li> </ul>	5	6	5	5,33
F3-3	Centerline, elevasi, dan watterpass tidak sesuai gambar kerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berpotensi pintu seret mengenai keramik</li> </ul>	7	7	5	6,33
F3-4	Pengerjaan Sealant yang tidak maksimal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sealant kotor dan tidak seragam</li> </ul>	8	8	5	7,00

Tabel 4.2 Perhitungan Nilai *Severity* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BAGUNAN APARTEMEN	DAMPAK	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
F3-5	Pengerjaan keramik yang tidak rata	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keramik menjadi tidak rata dan bergelombang sehingga harus dibongkar</li> </ul>	9	7	5	7,00
F3-6	Daun pintu melintir dan kusen tidak presisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pintu harus diganti sehingga waktu terbuang</li> </ul>	8	9	5	7,33
F4-1	Alat cat yang dipakai sudah tidak layak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat terkelupas</li> </ul>	4	5	5	4,67
F4-2	Pengerjaan acian yang tidak maksimal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat terkelupas</li> </ul>	9	9	2	6,67
F4-3	Komposisi material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak sesuai spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat terkelupas</li> </ul>	7	8	3	6,00
F4-4	Pengerjaan material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak baik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat terkelupas</li> </ul>	8	8	3	6,33
F4-5	Dinding yang di cat masi lembab	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat terkelupas</li> </ul>	7	9	2	6,00
F4-6	Cat yang berlapis lapis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat terkelupas</li> </ul>	5	4	5	4,67

Sumber: Hasil Olahan Penulis

#### 4.4.2 Menentukan Nilai *Occurrence*

*Occurrence* adalah suatu penilaian yang digunakan untuk mengetahui seberapa sering kecacatan tersebut dapat terjadi. Skala *Occurrence* memiliki skala penilaian 1-10, dimana nilai 1 merupakan cacat yang jarang sekali terjadi dan untuk nilai 10 merupakan cacat yang sangat sering terjadi. Hasil pengolahan data dalam pemberian nilai *Occurrence* beserta akar permasalahan dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4. 3 Perhitungan Nilai *Occurrence*

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Akar Masalah	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
F1-1	Dinding tidak lembab sebelum di plester&aci	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kelalaian tukang, pengawas, Quality Control</li> </ul>	6	6	8	6,67
F1-2	Cutting pada bidang yang sudah di plester&aci	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kelalaian tukang, pengawas, Quality Control.</li> </ul>	3	6	5	4,67
F1-3	Perbedaan material pada suatu sambungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desain yang telah direncanakan</li> </ul>	4	7	2	4,33
F1-4	Tebal/tipis plesteran tidak sesuai dengan standart	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dinding yang dikerakan</li> </ul>	10	3	3	5,33

Tabel 4.3 Perhitungan Nilai *Occurrence* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Akar Masalah	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
		tidak presisi				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Tukang belum berpengalaman dan terlatih</li> </ul>				
F1-5	Komposisi campuran plester dan aci tidak sesuai spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tukang belum berpengalaman dan terlatih</li> <li>Material yang digunakan terkontaminasi</li> </ul>	8	3	5	5,33
F2-1	Material grouting yang digunakan tidak sesuai spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kelalaian tukang saat memilih material</li> </ul>	3	4	4	3,67
F2-2	Nat tidak di <i>grouting</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kelalaian tukang, pengawas, Quality Control</li> </ul>	4	3	3	3,33

Tabel 4.3 Perhitungan Nilai *Occurrence* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Akar Masalah	AHLI	AHLI	AHLI	AVE
			1	2	3	
F2-3	Pengerjaan nat tidak rapih	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelalaian tukang, pengawas, Quality Control</li> </ul>	9	7	9	8,33
F2-4	Lebar nat tidak seragam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak menggunakan spacer dan penjepit</li> <li>• Pemasangan keramik yang tidak rata</li> <li>• Pola potong keramik yang tidak presisi</li> <li>• Dinding yang tidak presisi</li> </ul>	10	9	8	9,00
F3-1	Kualitas beton kolom praktis tidak sesuai spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelalaian tukang, pengawas, Quality Control</li> </ul>	4	8	7	6,33

Tabel 4.3 Perhitungan Nilai *Occurrence* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Akar Masalah	AHLI	AHLI	AHLI	AVE
			1	2	3	
F3-2	Penebalan kolom praktis yang berlebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kelalaian tukang, pengawas, Quality Control</li> </ul>	4	4	7	5,00
F3-3	Centerline, elevasi, dan watterpass tidak sesuai gambar kerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kelalaian tukang, pengawas, Quality Control</li> <li>Tukang belum berpengalaman dan terlatih</li> </ul>	8	4	6	6,00
F3-4	Pengerjaan Sealant yang tidak maksimal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kelalaian tukang, pengawas, Quality Control</li> <li>Tukang belum berpengalaman dan terlatih</li> </ul>	8	6	8	7,33

Tabel 4.3 Perhitungan Nilai *Occurrence* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Akar Masalah	AHLI	AHLI	AHLI	AVE
			1	2	3	
F3-5	Pengerjaan keramik yang tidak rata	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelalaian tukang, pengawas, Quality Control</li> <li>• Tukang belum berpengalaman dan terlatih</li> </ul>	8	2	3	4,33
F3-6	Daun pintu melintir dan kusen tidak presisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabrikasi tidak baik</li> </ul>	5	2	4	3,67
F4-1	Alat cat yang dipakai sudah tidak layak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelalaian kontraktor saat menyediakan alat</li> </ul>	5	7	9	7,00
F4-2	Pengerjaan acian yang tidak maksimal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tukang belum berpengalaman dan terlatih</li> <li>• Alat yang digunakan sudah tidak layak</li> </ul>	8	7	9	8,00
F4-3	Komposisi material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak sesuai spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tukang belum berpengalaman dan terlatih</li> </ul>	2	8	2	4,00

Tabel 4.3 Perhitungan Nilai *Occurrence* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Akar Masalah	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelalaian tukang, pengawas, Quality Control</li> </ul>				
F4-4	Pengerjaan material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak baik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tukang belum berpengalaman dan terlatih</li> <li>• Kelalaian tukang, pengawas, Quality Control</li> </ul>	9	8	7	8,00
F4-5	Dinding yang di cat masi lembab	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tukang belum berpengalaman dan terlatih</li> </ul>	6	7	9	7,33
F4-6	Cat yang berlapis lapis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinding retak yang perlu diperbaiki</li> </ul>	8	8	9	8,33

Sumber: Hasil Olahan Penulis

#### 4.4.3 Menentukan Nilai *Detection*

*Detection* merupakan penilaian yang digunakan untuk mengetahui seberapa sulit suatu kecacatan dapat dideteksi untuk melakukan pengendalian kualitas. Skala *Detection* memiliki skala penilaian 1-10, dimana nilai 1 merupakan peluang pengendalian yang sangat tinggi dan nilai 10 adalah peluang pengendalian yang tidak menentu sehingga sulit terdeteksi. Hasil pengolahan data dalam pemberian nilai *severity* beserta pengendalian kualitas sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 4. 4

Tabel 4. 4 Perhitungan Nilai *Detection*

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Control	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
F1-1	Dinding tidak lembab sebelum di plester&aci	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memonitor pekerjaan pada saat proses konstruksi</li> <li>• pastikan bahwa sebelum di aci, plesteran di lembabkan menggunakan air.</li> </ul>	8	4	4	5,33

Tabel 4.4 Perhitungan Nilai *Detection* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Control	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
F1-2	Cutting pada bidang yang sudah di plester&aci	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengatur dan mengorganize sequence pekerjaan</li> <li>Finishing dan ME agar tidak ada yang telat</li> </ul>	5	4	3	4,00
F1-3	Perbedaan material pada suatu sambungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mempelajari dan menganalisa desain dan shop drawing</li> <li>Berkoordinasi dengan engineering</li> </ul>	1	4	5	3,33
F1-4	Tebal/tipis plesteran tidak sesuai dengan standart	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memonitor pekerjaan pada saat proses konstruksi</li> <li>Pastikan setiap item di inspeksi</li> </ul>	2	4	4	3,33

Tabel 4.4 Perhitungan Nilai *Detection* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Control	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
F1-5	Komposisi campuran plester dan aci tidak sesuai spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memonitor pekerjaan pada saat proses konstruksi</li> <li>• Pastikan rasio atau komposisi material sesuai ketentuan</li> </ul>	3	4	4	3,67
F2-1	Material grouting yang digunakan tidak sesuai spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pastikan selalu check gambar untuk mengetahui material yang sesuai.</li> </ul>	6	5	2	4,33
F2-2	Nat tidak di <i>grouting</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lakukan mapping dengan detail pada saat inspeksi bersama</li> </ul>	1	3	3	2,33
F2-3	Pengerjaan nat tidak rapih	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengingatkan kontraktor untuk bekerja dengan rapih</li> </ul>	2	3	3	2,67

Tabel 4.4 Perhitungan Nilai *Detection* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Control	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
F2-4	Lebar nat tidak seragam	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pastikan pemasangan menggunakan spacer dan penjepit</li> <li>selalu memastikan pekerjaan sesuai dengan metode kerja, instruksi kerja dan standard toleransi yang berlaku</li> </ul>	1	2	3	2,00
F3-1	Kualitas beton kolom praktis tidak sesuai spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memastikan pekerjaan sesuai dengan metode kerja, instruksi kerja dan standard toleransi yang berlaku.</li> </ul>	4	2	7	4,33

Tabel 4.4 Perhitungan Nilai *Detection* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Control	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
F3-2	Penebalan kolom praktis yang berlebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memastikan pekerjaan sesuai dengan metode kerja, instruksi kerja dan standard toleransi yang berlaku.</li> </ul>	4	2	6	4,00
F3-3	Centerline, elevasi, dan watterpass tidak sesuai gambar kerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memastikan pekerjaan sesuai dengan metode kerja, instruksi kerja dan standard toleransi yang berlaku</li> <li>Request kepada kontraktor untuk melaksanakan markingan pada opening</li> </ul>	6	4	4	4,67

Tabel 4.4 Perhitungan Nilai *Detection* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Control	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
F3-4	Pengerjaan Sealant yang tidak maksimal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memastikan pekerjaan sesuai dengan metode kerja, instruksi kerja dan standard toleransi yang berlaku</li> </ul>	2	2	2	2,00
F3-5	Pengerjaan keramik yang tidak rata	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memastikan pekerjaan sesuai dengan metode kerja, instruksi kerja dan standard toleransi yang berlaku</li> <li>lakukan check elevasi pada saat inspeksi</li> </ul>	2	3	2	2,33
F3-6	Daun pintu melintir dan kusen tidak presisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Factory visit</li> <li>Melakukan sortir material pada saat barang datang</li> </ul>	2	3	2	2,33

Tabel 4.4 Perhitungan Nilai *Detection* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Control	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
F4-1	Alat cat yang dipakai sudah tidak layak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lakukan pengecekan terhadap alat-alat kerja</li> </ul>	2	2	2	2,00
F4-2	Pengerjaan acian yang tidak maksimal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan inspeksi pekerjaan acian sebelum cat dimulai</li> <li>Perbaiki pekerjaan acian yang kurang maksimal</li> </ul>	4	3	3	3,33
F4-3	Komposisi material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak sesuai spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memastikan pengontrolan komposisi cat + air yang sudah ditentukan</li> <li>Mekukan produk <i>knowledge</i> kepada kontraktor &amp; pekerja</li> </ul>	4	5	7	5,33

Tabel 4.4 Perhitungan Nilai *Detection* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Control	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
F4-4	Pengerjaan material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak baik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memastikan pengontrolan pekerjaan cat</li> <li>Melakukan produk <i>knowledge</i> kepada kontraktor &amp; pekerja</li> </ul>	2	5	2	3,00
F4-5	Dinding yang di cat masi lembab	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan inspeksi pekerjaan acian sebelum cat dimulai</li> <li>Perbaiki pekerjaan acian yang kurang maksimal</li> </ul>	3	3	2	2,67
F4-6	Cat yang berlapis lapis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pastikan pekerjaan sudah sesuai metode kerja</li> <li>lakukan inspeksi pekerjaan cat bersama</li> </ul>	6	5	3	4,67

Tabel 4.4 Perhitungan Nilai *Detection* (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	Control	AHLI 1	AHLI 2	AHLI 3	AVE
		agar tidak terlalu banyak tahapan checklist yang berimbas kepada pekerjaan berlapis				

Sumber: Hasil Olahan Penulis

#### 4.4.4 Risk Priority Number (RPN)

Setelah mendapatkan nilai dari skala *severity*, *occurrence*, dan *detection*, selanjutnya dilakukan penilaian *risk priority number* (RPN) untuk mengetahui tingkat keritis suatu kecacatan dengan cara melakukan perkalian antara nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Semakin tinggi nilai RPN suatu kecacatan, maka cacat tersebut semakin menjadi prioritas untuk dilakukan perbaikan. Tabel skala nilai *risk priority number* (RPN) dapat dilihat pada Tabel 4.5:

Tabel 4. 5 Tabel Skala Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Tingkat Resiko	Skala Nilai RPN
Sangat rendah	$X < 20$
Rendah	$20 \leq X < 80$
Sedang	$80 \leq X < 120$
Tinggi	$120 \leq X < 200$
Sangat Tinggi	$X > 200$

(Sumber: Blanchard, B. S., 2004)

Tabel 4. 6 Perhitungan Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BAGUNAN APARTEMEN	SEVE RITY	OCCUR RENCE	DETEC TION	AVE
F1-1	Dinding tidak lembab sebelum di plester&aci	6,33	6,67	5,33	225,19
F1-2	Cutting pada bidang yang sudah di plester&aci	5,00	4,67	4,00	93,33
F1-3	Perbedaan material pada suatu sambungan	5,33	4,33	3,33	77,04
F1-4	Tebal/tipis plesteran tidak sesuai dengan standart	5,67	5,33	3,33	100,74
F1-5	Komposisi campuran plester dan aci tidak sesuai spesifikasi	5,67	5,33	3,67	110,81
F2-1	Material grouting yang digunakan tidak sesuai	7,00	3,67	4,33	111,22
F2-2	Nat tidak di <i>grouting</i>	7,00	3,33	2,33	54,44
F2-3	Pengerjaan nat tidak rapih	6,33	8,33	2,67	140,74
F2-4	Lebar nat tidak seragam	8,67	9,00	2,00	156,00
F3-1	Kualitas beton kolom praktis tidak sesuai spesifikas	7,33	6,33	4,33	201,26
F3-2	Penebalan kolom praktis yang berlebihan	5,33	5,00	4,00	106,67
F3-3	Centerline, elevasi, dan watterpass tidak sesuai gambar kerja	6,33	6,00	4,67	177,33
F3-4	Pengerjaan Sealant yang tidak maksimal	7,00	7,33	2,00	102,67
F3-5	Pengerjaan keramik yang tidak rata	7,00	4,33	2,33	70,78
F3-6	Daun pintu melintir dan kusen tidak presisi	7,33	3,67	2,33	62,74

Tabel 4.6 Perhitungan Nilai *Risk Priority Number* (RPN) (Lanjutan)

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BAGUNAN APARTEMEN	SEVE RITY	OCCUR RENCE	DETEC TION	AVE
F4-1	Alat cat yang dipakai sudah tidak layak	4,67	7,00	2,00	65,33
F4-2	Pengerjaan acian yang tidak maksimal	6,67	8,00	3,33	177,78
F4-3	Komposisi material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak sesuai spesifikasi	6,00	4,00	5,33	128,00
F4-4	Pengerjaan material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak baik	6,00	4,00	5,33	128,00
F4-5	Dinding yang di cat masi lembab	6,00	7,33	2,67	117,33
F4-6	Cat yang berlapis	4,67	8,33	4,67	181,48

Sumber: Hasil Olahan Penulis

Tabel 4.6. merupakan hasil rangkuman dari perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN), dimana dapat disimpulkan:

1. Faktor penyebab cacat dengan nilai RPN tertinggi pertama adalah pada pekerjaan dinding, dengan faktor yaitu dinding tidak lembab sebelum di plester dan aci "F1-1" dengan nilai RPN 225,19 masuk dalam kategori resiko sangat tinggi. Kecacatan ini disebabkan karena kurangnya perhatian (lalai) dari pekerja, pengawas, serta *quality control* saat melakukan pekerjaan dinding. Dampak dari kecacatan ini yaitu terjadinya keretakan non-struktural pada dinding bangunan. *Human eror* dapat diakibatkan karena beberapa faktor yaitu karena kelelahan, pengalaman pekerja, umur pekerja. Semakin lama waktu seseorang bekerja maka akan semakin mungkin pekerja tersebut akan mengalami kelelahan. Waktu normal manusia untuk bekerja yaitu 8 jam sehari, tetapi seringkali dijumpai di proyek konstruksi para pekerja melakukan lembur yang berarti pekerja tersebut bekerja lebih dari 8 jam sehari yang dapat mengakibatkan terjadinya *human eror* dan dapat merugikan proyek konstruksi. Saran dari penulis yaitu sebaiknya proyek konstruksi tidak terlalu sering memperkerjakan orang yang sama untuk lembur dan memberi batasan lembur bagi para pekerja setiap minggunya.
2. Faktor penyebab cacat dengan nilai RPN tertinggi kedua adalah pada pekerjaan kusen, pintu dan jendela dengan faktor yaitu kualitas beton kolom praktis tidak sesuai spesifikasi "F3-1" dengan nilai RPN 201,26 masuk dalam kategori resiko sangat tinggi. Kolom praktis merupakan suatu elemen yang ada dalam suatu bangunan, terkadang

para pekerja konstruksi menganggap bahwa kolom praktis bukanlah suatu elemen yang penting dikarenakan kolom praktis bukanlah suatu elemen struktur yang menopang bangunan, melainkan hanya suatu praktisi pelengkap. Oleh karena itu sering kali kolom praktis tidak terlalu dipentingkan, yang mengakibatkan kolom praktis mengalami kecacatan. Kecacatan ini diakibatkan karena kurangnya perhatian (lalai) dari pekerja, pengawas, serta quality control saat melakukan pekerjaan kusen, pintu dan jendela. Dampak dari cacat ini yaitu opening pintu dan jendela akan menjadi retak dan dinabold yang akan di aplikasikan tidak akan maksimal sehingga berpotensi mengakibatkan kusen dapat turun dan tidak presisi. Saran dari penulis yaitu sebaiknya para pekerja dan kontraktor harus diberikan edukasi tentang pentingnya kolom praktis serta edukasi & mock-up untuk produk yang akan digunakan.

3. Faktor penyebab cacat dengan nilai RPN tertinggi ketiga adalah pada pekerjaan cat dengan faktor yaitu cat yang berlapis "F4-6" dengan nilai RPN 181,48 masuk dalam kategori resiko tinggi. Kecacatan ini disebabkan karena dinding retak yang perlu diperbaiki saat pekerjaan cat. Dampak dari cat yang berlapis ini adalah cat akan mudah terkelupas dan gradasi tidak seragam karena cat pada dinding yang dikerjakan tidak monolit dan adanya perbedaan umur pada cat yang berlapis. Saran dari penulis yaitu memastikan pekerjaan dinding berjalan dengan baik sehingga dapat meminimalisir retak yang terjadi pada dinding dengan cara melakukan pengetatan pengawasan serta melakukan mock-up untuk pekerjaan dinding.

4. Faktor penyebab cacat dengan nilai RPN tertinggi ketempat adalah pada pekerjaan cat dengan faktor yaitu pengerjaan acian yang tidak maksimal "F4-2" dengan nilai RPN 177,78 masuk dalam kategori resiko tinggi. Kecacatan ini disebabkan oleh pekerja belum berpengalaman dan terlatih dan alat yang digunakan sudah tidak layak. Dampak dari pengerjaan acian yang tidak maksimal ini adalah permukaan dinding menjadi kasar dan dapat membuat cat mudah mengelupas. Saran dari penulis yaitu melakukan pelatihan mengaci untuk para pekerja agar kemampuan mengaci para pekerja meningkat sehingga dapat mengerjakan pekerjaan dengan baik, serta melakukan pemeriksaan terhadap alat kerja yang digunakan untuk mengaci dinding secara rutin pada saat pekerjaan acian dilakukan.
5. Faktor penyebab cacat dengan nilai RPN tertinggi kelima adalah pada pekerjaan kusen pintu & jendela dengan faktor yaitu centerline, elevasi, dan watterpass tidak sesuai gambar kerja "F3-3" dengan nilai RPN 177,33 masuk dalam kategori resiko tinggi. Kecacatan ini disebabkan karena kurangnya pengalaman pekerja dan juga kurangnya perhatian (lalai) dari pengawas, serta *quality control* saat melakukan pekerjaan kusen pintu & jendela. Dampak dari kecacatan ini yaitu openingan akan menjadi tidak presisi sehingga daun pintu dan jendela akan menjadi susah untuk dipasang. Saran dari penulis yaitu diadakanya pelatihan marking untuk para pekerja agar kemampuan para pekerja meningkat serta perusahaan mendapatkan hasil pekerjaan yang memuaskan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pengolahan data menggunakan FTA dan FMEA serta data yang didapatkan dari *desk research*, wawancara, dan pengisian kuisioner dengan para ahli, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisa Pareto ada 4 cacat dominan untuk proyek ini, yaitu “CD-1” cacat dinding, “CD-2” cacat keramik, “CD-3” cacat kusen, pintu dan jendela, “CD-1” cacat cat.
2. Dari hasil analisa FTA diidentifikasi 21 faktor penyebab cacat dominan yang disebabkan oleh 6 akar permasalahan sebagai berikut:
  - a. Kelalaian pekerja, pengawas, *quality control*, dan kontraktor
  - b. Kurangnya keterampilan dan pengalaman dari para pekerja
  - c. Material yang digunakan terkontaminasi
  - d. Desain yang direncanakan tidak baik
  - e. Cacat pada dinding yang dikerjakan
  - f. Fabrikasi kusen, pintu dan jendela yang tidak baik
3. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis*, terdapat 2 cacat yang memiliki tingkat resiko sangat tinggi dan 3 cacat yang memiliki tingkat resiko tinggi mendekati tingkat resiko sangat tinggi. Penulis memberikan usulan tindakan perbaikan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan/cacat tersebut. Usulan tindakan perbaikan dengan urutan prioritas sebagai berikut:

- a. Melakukan penambahan jumlah pekerja dan melakukan pembatasan waktu lembur bagi para pekerja dengan maksimal lembur seminggu 3 kali untuk meminimalisir adanya *human eror*
- b. Melakukan edukasi ke para pekerja serta melakukan *mock-up* untuk pekerjaan kolom praktis
- c. Melakukan edukasi ke para pekerja serta melakukan *mock-up* untuk pekerjaan dinding hingga *finish* cat
- d. Memberikan pelatihan khusus pengacian kepada para pekerja dan juga memeriksa secara rutin alat kerja yang digunakan
- e. Memberikan edukasi dan pelatihan khusus marking kepada para pekerja untuk meminimalisir kesalahan centerline, elevasi, dan watterpass

## 5.2 SARAN

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada PT. XYZ untuk meminimalisir cacat yang terjadi pada bangunan apartemen secara umum sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan mengambil hasil dari sudut pandang struktur terhadap cacat pada bangunan apartemen.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut perihal perubahan biaya dan waktu konstruksi yang diakibatkan oleh cacat pada bangunan apartemen.
3. Langkah perbaikan dari top 5 faktor cacat dengan nilai RPN tertinggi hanya berdasarkan analisa penulis. Perlu adanya studi lanjutan dengan cara konfirmasi ulang ke para pakar
4. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk menguji tingkat efektivitas usulan tindakan perbaikan terhadap cacat pada bangunan apartemen

## DAFTAR PUSTAKA

- Statistik, B. P. (2021). Kepadatan penduduk. *Banten: Badan Pusat Statistik*.
- Kartohardjono, A., & Nuridin. (2017). ANALISIS VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN. *Jurnal Konstruksia* , Volume 9 Nomer 1 .
- Damayanti, S., & Wiguna, I. P. (2019). Analysis of Quality Improvement of Finishing Work in The Development of Puncak CBD Surabaya Apartment. *IPTEK The Journal for Technology and Science*, 30(3), 108-115.
- Indonesia, P. R., & Indonesia, P. R. (1985). Undang Undang No. 16 Tahun 1985 Tentang: Rumah Susun. *Sekretariat Negara. Jakarta*.
- Joseph, D. C., & Hancock, J. (1968). Callender Time Server Standart MC Grow Hill. *Fol Building Type Ny*.
- Garner, B. A. (1999). Black's Law Dictionary (7th Edition). St. Paul, MN: West Group.
- Barret, K. (2008). Defective Construction Work. United Kingdom: Wiley Blackwell.
- Femi, O. T. (2014). Effects of faulty construction on building maintenance. *International Journal of Technology Enhancements and Emerging Engineering Research*, 2(3), 73-79.
- Tobing, B. (2018). *Seven Basic Tools*. Medan: CI-Department.
- Alijoyo, A., Wijaya, B., & Jacob, I. (2021). *Failure Mode and Effect Analysis*. CRMS.
- Alijoyo, A., Wijaya, B., & Jacob, I. (2021). *Fault Tree Analysis*. CRMS.
- Kristanto, W., & Wiguna, I. P. A. (2018). Defect Analysis of Building Construction Works Building in Surabaya with Six Sigma Method. *Int. J. Innov. Sci. Res. Technol*, 3, 600-9
- Ariyanto, A. S. (2020). Analisis Jenis Kerusakan Pada Bangunan Gedung Bertingkat (Studi Kasus pada Gedung Apartemen dan Hotel Candiland Semarang). *Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora*, 6(1, April), 45-57.

- Pasaribu, H. P. (2017). *Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk mengidentifikasi potensi dan penyebab kecelakaan kerja pada proyek gedung* (Doctoral dissertation, UAJY).
- Blanchard, B. S. (2004). *System engineering management*. John Wiley & Sons.
- Sembiring, J. I., Suliantoro, H., & Bakhtiar, A. (2018). ANALISIS PENYEBAB KECACATAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA) DI PT. ALAM DAYA SAKTI SEMARANG. *Industrial Engineering Online Journal*, 7(1).

## **LAMPIRAN 1**

**Data Kerusakan/Cacat pada Bangunan Apartemen PT. XYZ**

**Lampiran 1. Data Kerusakan/Cacat pada Bangunan Apartemen PT. XYZ**

No	KERUSAKAN/CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	TO WE RI	TO WE R II	TOW ER III	TOW ER IV	TO WE R V	TOW ER VI	TOW ER VII	TOW ER VIII	TOW ER IX	TO TAL	%
1001	CAT PLAFOND BELANG	5	1	1	3	2	4	2	0	1	19	0,41%
1002	CAT PLAFOND TERKELUPAS/BERGELEMBUNG	4	4	9	1	1	5	0	4	0	28	0,61%
1003	CAT DINDING BELANG	6	13	9	5	21	6	7	9	3	79	1,72%
1004	CAT DINDING TERKELUPAS/BERGELEMBUNG	2	5	7	2	6	4	1	2	0	29	0,63%
1005	CAT KUSEN BELANG	1	1	3	0	5	1	2	3	0	16	0,35%
1006	CAT KUSEN TERKELUPAS	3	1	1	2	0	1	2	1	1	12	0,26%
1007	CAT RAILING BELANG	0	0	0	0	0	3	0	1	1	5	0,11%
1008	CAT RAILING TERKELUPAS	4	3	2	2	7	17	6	11	2	54	1,18%
1009	CAT LISTPLANG BELANG	3	1	0	0	1	1	0	0	0	6	0,13%
1099	CAT LAIN-LAIN	12	6	1	2	12	9	12	29	17	100	2,18%
1809	KEBERSIHAN UNIT LAIN-LAIN	60	38	20	16	76	45	15	15	2	287	6,25%
2001	DINDING BERGELOMBANG	1	0		0	2	0	0	3	0	6	0,13%
2002	DINDING TIDAK SIKU	1	1	0	0	0	0	0	1	1	4	0,09%
2003	DINDING RETAK	135	125	169	108	145	165	91	162	92	1192	25,94%
2004	DINDING RETAK TEMBUS	5	2	0	0	1	1	2	0	0	11	0,24%
2005	FINISHING KASAR	3	7	5	1	17	3	4	5	0	45	0,98%
	(BELUM DIAMPLAS; TALI AIR TIDAK LURUS, DSB)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2006	DINDING TIDAK LOT/WATERPASS	0	1	1	0	0	3	0	1	0	6	0,13%
2008	DINDING GOMPEL	2	4	1	1	6	2	2	4	5	27	0,59%
2099	DINDING LAIN-LAIN	18	20	7	5	18	24	11	10	7	120	2,61%
2107	PIPA AIR BERSIH BOCOR	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,02%
3001	BOCOR PENUTUP ATAP	1	1	1	0	0	0	1	1	1	6	0,13%
3002	BOCOR DAK TALANG	2	2	1	1	4	0	0	1	0	11	0,24%
3003	BOCOR INSTALASI AIR BERSIH/ KOTOR	3	5	6	3	4	4	1	0	1	27	0,59%
3004	BOCOR DINDING (BATU ALAM, RETAK)	2	2	0	0	2	0	0	0	0	6	0,13%
3005	BOCOR DARI JENDELA/PINTU (SEALANT)	1	8	2	1	14	0	0	0	1	27	0,59%
3099	BOCOR LAIN LAIN	1	0	0	1	0	1	1	1	0	5	0,11%
3101	RAILING TANGGA/BALKON RETAK	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,02%
3102	RAILING TANGGA/BALKON BERKARAT	0	0	0	0	2	0	1	1	9	13	0,28%
4001	KERAMIK KOPONG	14	1	1	1	2	4	1	2	1	27	0,59%
4002	KERAMIK BELANG	9	1	2	1	0	2	1	0	0	16	0,35%
4003	KERAMIK GOMPAL	7	4	0	3	11	6	11	5	2	49	1,07%

**Lampiran 1. Data Kerusakan/Cacat pada Bangunan Apartemen PT. XYZ (Lanjutan)**

No	KERUSAKAN/CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	TO WE R I	TO WE R II	TOW ER III	TOW ER IV	TO WE R V	TOW ER VI	TOW ER VII	TOW ER VIII	TOW ER IX	TO TAL	%
4004	NAD/GROUTING KERAMIK	45	27	18	13	40	25	79	49	40	336	7,31%
4005	PEMASANGAN BERGELOMBANG	3	1	3	1	4	2	0	0	1	15	0,33%
4006	DINDING, MEJA, DAN LANTAI NON-KERAMIK	47	45	33	22	32	56	58	61	32	386	8,40%
4007	KERAMIK RETAK/PECAH	12	7	2	3	8	0	3	2	0	37	0,81%
4008	KERAMIK NYISIL	5	1	4	0	2	0	10	2	0	24	0,52%
4009	KERAMIK BARET	11	4	5	2	3	3	1	0	0	29	0,63%
4099	KERAMIK LAIN-LAIN	8	5	5	7	3	2	19	8	4	61	1,33%
5001	PLAFOND BERGELOMBANG	2	2	0	0	4	0	0	2	0	10	0,22%
5002	PLAFOND SUDUT TIDAK RAPI DAN LURUS	0	0	0	0	1	0	0	3	0	4	0,09%
5003	PLAFOND RETAK	15	2	8	9	15	11	0	3	1	64	1,39%
5099	PLAFOND LAIN-LAIN	8	11	8	1	13	10	6	13	5	75	1,63%
6001	KUSEN DAN PINTU KAYU	51	35	33	12	38	46	13	16	4	248	5,40%
	(MELINTIR, TIDAK BISA DITUTUP, SEALANT TIDAK RAPI)											
6002	KUSEN DAN PINTU ALUMUNIUM	1	2	1	3	1	1	4	1	2	16	0,35%
	(SERET, TIDAK BISA DITUTUP, SEALANT TIDAK RAPI)											
6004	KUSEN DAN PINTU PVC (SEALANT BERUBAH WARNA DLL)	15	10	12	2	16	10	4	4	1	74	1,61%
6006	KUSEN DAN JENDELA ALUMUNIUM	9	3	12	1	3	13	3	7	3	54	1,18%
	(SERET, TIDAK BISA DITUTUP, SEALANT TIDAK RAPI)											
6007	JENDELA KACA MATI (FRAMELESS)	1	3	2	0	2	2	3	4	0	17	0,37%
6008	ASSESORIS DAN PENGGANTUNG	24	15	11	4	9	9	11	20	4	107	2,33%
	(ENGSEL HANDLE, RUMAH KUNCI KUNCI DLL)											
6009	KUSEN, PINTU, JENDELA KAYU KENA SERANGGA	1	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0,07%
6099	KUSEN, PINTU DAN JENDELA LAIN-LAIN	2	5	2	6	2	1	58	49	39	164	3,57%
7002	WASHTAFEL	6	3	0	1	10	3	4	2	7	36	0,78%
7003	KRAN	15	14	0	4	22	5	3	3	2	68	1,48%
7004	FLOOR DRAIN	8	4	1	0	12	0	2	6	1	34	0,74%
7005	SHOWER HEAD	4	4	0	2	5	0	0	1	1	17	0,37%
7006	TOILET DUDUK (CLOSET)	8	6	1	4	12	7	4	1	8	51	1,11%
7008	BAK CUCI (ZINK)	15	12	5	5	19	10	8	7	3	84	1,83%
7010	JET WASHER	3	4	0	0	5	0	0	2	0	14	0,30%
7099	FASILITAS TOILET LAIN-LAIN	4	6	3	2	3	6	5	7	6	42	0,91%
8011	AIR KECIL( AIR MATI)	19	6	3	2	19	6	0	0	0	55	1,20%

**Lampiran 1. Data Kerusakan/Cacat pada Bangunan Apartemen PT. XYZ (Lanjutan)**

No	KERUSAKAN/CACAT PADA BANGUNAN APARTEMEN	TO WE R I	TO WE R II	TOW ER III	TOW ER IV	TO WE R V	TOW ER VI	TOW ER VII	TOW ER VIII	TOW ER IX	TO TAL	%
8012	BOCOR INSTALASI DALAM RUMAH	0	0	1	1	2	0	0	0	0	4	0,09%
8014	TERALIS	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,02%
8099	PERLENGKAPAN LAINNYA	2	1	1	0	4	6	5	8	1	28	0,61%
9001	SAKLAR LAMPU	4	0	1	0	3	1	1	0	0	10	0,22%
9002	ELECTRICAL SOCKET	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,02%
9003	FITTING LAMPU	6	5	0	4	7	5	2	2	0	31	0,67%
9006	STOP KONTAK	8	2	2	4	5	7	4	3	1	36	0,78%
9007	ONT/FIRST MEDIA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,02%
9008	LAMPU	0	0	0	0	0	0	1	4	1	6	0,13%
9099	ELECTRICAL LAIN-LAIN	13	3	6	8	8	17	21	36	5	117	2,55%
	Total	680	506	432	282	694	576	507	599	319	4595	100%

Sumber: Data Internal PT. XYZ

## **LAMPIRAN 2**

**Hasil Wawancara dengan Ahli**

## Lampiran 2. Hasil Wawancara dengan Ahli

NO	Faktor-faktor Penyebab Cacat pada Bangunan Apartemen	Ahli 1	Ahli 2	Ahli 3
1	Dinding tidak lembab sebelum di plester&aci	√	√	√
2	Cutting pada bidang yang sudah di plester&aci	x	√	√
3	Perbedaan material pada suatu sambungan	x	√	√
4	Tebal/tipis plesteran tidak sesuai dengan standart	√	√	√
5	Komposisi campuran plester dan aci tidak sesuai spesifikasi	√	√	√
6	Pemasangan kusen yang tidak baik	√	x	x
7	Acian tidak di <i>treatment</i> dengan baik	x	x	√
8	Material grouting yang digunakan tidak sesuai	√	√	√
9	Nat tidak di <i>grouting</i>	√	√	√
10	Pengerjaan nat tidak rapih	√	√	x
11	Lebar nat tidak seragam	√	√	√
12	Kemampuan pekerja tidak baik	x	x	√
13	Kualitas beton kolom praktis tidak sesuai spesifikas	√	√	√
14	Penebalan kolom praktis yang berlebihan	x	√	√
15	Centerline, elevasi, dan watterpass tidak sesuai gambar kerja	√	√	√
16	Pengerjaan Sealant yang tidak maksimal	√	√	√
17	Pengerjaan keramik yang tidak rata	√	√	√
18	Daun pintu melintir dan kusen tidak presisi	√	√	√
19	Scrup engsel tidak baik	x	x	√
20	Alat cat yang dipakai sudah tidak layak	√	√	√
21	Pengerjaan acian yang tidak maksimal	√	√	√
22	Komposisi material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak sesuai	√	√	√
23	Pengerjaan material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak baik	√	√	√
24	Dinding yang di cat masi lembab	√	√	√
25	Cat yang berlapis	√	√	√
26	Material cat yang digunakan merupakan stoc lama	√	x	x
27	Alat kerja yang digunakan tidak seragam	x	x	√

## **LAMPIRAN 3**

**Formulir Penilaian *Severit, Occurrence, Detection***

### **Lampiran 3. Formulir Penilaian *Severit, Occurrence, Detection***

Nama :

Jabatan :

Pengalaman Kerja :

Selamat siang, saya michael Simbung mahasiswa Universitas Pradita. Disini saya akan meminta bapak untuk mengisi formulir penilaian dari faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan/cacat pada bangunan apartemen menggunakan penilaian *Saverity, Occurrence, dan detection* dengan keterangan sebagai berikut :

- Skala severity adalah skala untuk menilai dampak yang ditimbulkan dari suatu cacat. Memiliki range (1-10) dimana nilai 1 merupakan efek minor, sedangkan nilai 10 merupakan efek yang sangat tinggi serta berpengaruh terhadap bangunan.
- Skala Occurrence adalah skala untuk menilai frekuensi dari suatu cacat. Memiliki range (1-10) dimana nilai 1 merupakan kerusakan yang jarang sekali terjadi dan untuk nilai 10 merupakan kerusakan dengan frekuensi sangat sering terjadi.
- Skala detection adalah skala untuk menilai seberapa sulit suatu cacat dapat dideteksi, memiliki range (1-10) dimana nilai 1 merupakan peluang pengendalian yang sangat tinggi sehingga mudah untuk dideteksi dan peringkat 10 adalah peluang pengendalian yang sulit untuk terdeteksi.

**Lampiran 3. Formulir Penilaian Severit, Occurrence, Detection (Lanjutan)**

No	Penyebab cacat	Dampak	Severity	Akar masalah	Occurrence	Control	Detection
<b>Pekerjaan Dinding</b>							
1.	Dinding tidak lembab sebelum di plester&aci			- Kelalaian tukang, pengawas, <i>Quality Control</i>			
2.	Komposisi campuran plester dan aci tidak sesuai spesifikasi			- Tukang belum berpengalaman dan terlatih -Material yang digunakan terkontaminasi			
3.	Tebal/tipis plesteran tidak sesuai dengan standart	-		- Dinding yang dikerakan tidak presisi			
4.	Perbedaan material pada suatu sambungan			- Desain yang telah direncanakan			
5.	Cutting pada bidang yang sudah di plester&aci			- Kelalaian tukang, pengawas, <i>Quality Control</i> - Adanya perubahan desain			
<b>Pekerjaan Cat</b>							
6.	Pengerjaan acian yang tidak maksimal			- Tukang belum berpengalaman dan terlatih - Alat yang digunakan sudah tidak layak			

**Lampiran 3. Formulir Penilaian *Severit, Occurrence, Detection* (Lanjutan)**

No	Penyebab cacat	Dampak	<i>Severity</i>	Akar masalah	<i>Occurrence</i>	Control	<i>Detection</i>
7.	Dinding yang di cat masi lembab			- Kelalaian tukang, pengawas, <i>Quality Control</i>			
8.	Komposisi material <i>Sealer, Cat-1, Cat Finish</i> tidak sesuai spesifikasi			- Tukang belum berpengalaman dan terlatih - Kelalaian tukang saat memilih material			
9.	Pengerjaan material <i>Sealer, Cat-1, Cat Finish</i> tidak baik			- Tukang belum berpengalaman dan terlatih - Kelalaian pengawas, <i>Quality Control</i>			
10.	Cat yang berlapis			-Dinding retak yang yang perlu di perbaiki			
11.	Alat cat yang dipakai sudah tidak layak			-Kelalaian kontraktor saat menyediakan alat			
<b>Pekerjaan Keramik</b>							
12.	Material grouting yang digunakan tidak sesuai			- Kelalaian tukang saat memilih material			
13.	Lebar nat tidak seragam			-Pemasangan keramik yang tidak rata -Pola potong keramik yang tidak presisi -Dinding yang tidak presisi			

**Lampiran 3. Formulir Penilaian *Severit, Occurrence, Detection* (Lanjutan)**

No	Penyebab cacat	Dampak	<i>Severity</i>	Akar masalah	<i>Occurrence</i>	Control	<i>Detection</i>
14.	Pengerjaan nat tidak rapih			- Kelalaian tukang, pengawas, <i>Quality Control</i>			
15.	Nat tidak di <i>grouting</i>			- Kelalaian tukang, pengawas, <i>Quality Control</i>			
Pekerjaan Kusen, Pintu dan Jendela							
16.	Kualitas beton kolom praktis tidak sesuai spesifikasi			- Kelalaian tukang, pengawas, <i>Quality Control</i>			
17.	Penebalan kolom praktis yang berlebihan			-Dimensi kolom praktis yang kurang -Lebar opening yang tidak sesuai dengan gambar kerja			
18.	Centerline, elevasi, dan watterpass tidak sesuai gambar kerja			- Tukang belum berpengalaman dan terlatih - Kelalaian tukang, pengawas, <i>Quality Control</i>			
19.	Pengerjaan Sealant yang tidak maksimal			- Tukang belum berpengalaman dan terlatih - Kelalaian tukang, pengawas, <i>Quality Control</i>			

No .	Penyebab cacat	Dampak	Severity	Akar masalah	Occurrence	Control	Detection
20.	Pengerjaan keramik yang tidak rata			- Tukang belum berpengalaman dan terlatih - Kelalaian tukang, pengawas, <i>Quality Control</i>			
21.	Daun pintu melintir dan kusen tidak presisi			-Fabrikasi daun pintu dan kusen yang tidak baik			

Sumber: Hasil Olahan Penulis

## **LAMPIRAN 4**

### **Validasi Penilaian Ahli**

#### Lampiran 4. Validasi Data oleh Pakar

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BAGUNAN APARTEMEN	SEVE RITY	OCCUR RENCE	DETEC TION	AVE
F1-1	Dinding tidak lembab sebelum di plester&aci	6,33	6,67	5,33	225,19
F1-2	Cutting pada bidang yang sudah di plester&aci	5	4,67	4	93,33
F1-3	Perbedaan material pada suatu sambungan	5,33	4,33	3,33	77,04
F1-4	Tebal/tipis plesteran tidak sesuai dengan standart	5,67	5,33	3,33	100,74
F1-5	Komposisi campuran plester dan aci tidak sesuai spesifikasi	5,67	5,33	3,67	110,81
F2-1	Material grouting yang digunakan tidak sesuai	7	3,67	4,33	111,22
F2-2	Nat tidak di <i>grouting</i>	7	3,33	2,33	54,44
F2-3	Pengerjaan nat tidak rapih	6,33	8,33	2,67	140,74
F2-4	Lebar nat tidak seraga	8,67	9	2	156
F3-1	Kualitas beton kolom praktis tidak sesuai spesifikas	7,33	6,33	4,33	201,26
F3-2	Penebalan kolom praktis yang berlebihan	5,33	5	4	106,67
F3-3	Centerline, elevasi, dan watterpass tidak sesuai gambar kerja	6,33	6	4,67	177,33
F3-4	Pengerjaan Sealant yang tidak maksimal	7	7,33	2	102,67
F3-5	Pengerjaan keramik yang tidak rata	7	4,33	2,33	70,78
F3-6	Daun pintu melintir dan kusen tidak presisi	7,33	3,67	2,33	62,74
F4-1	Alat cat yang dipakai sudah tidak layak	4,67	7	2	65,33
F4-2	Pengerjaan acian yang tidak maksimal	6,67	8	3,33	177,78
F4-3	Komposisi material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak sesuai	6	4	5,33	128
F4-4	Pengerjaan material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak baik	6	4	5,33	128
F4-5	Dinding yang di cat masi lembab	6	7,33	2,67	117,33
F4-6	Cat yang berlapis	4,67	8,33	4,67	181,48

Sumber: Hasil Olahan Penulis

Ahli I



Aris Kurniawan, S.T.

Komentar: Faktor utama penyebab cacat yaitu kurangnya skill pekerja yang mestinya bisa diantisipasi dengan pelatihan dan edukasi

#### Lampiran 4. Validasi Data oleh Pakar

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BAGUNAN APARTEMEN	SEVE RITY	OCCUR RENCE	DETEC TION	AVE
F1-1	Dinding tidak lembab sebelum di plester&aci	6,33	6,67	5,33	225,19
F1-2	Cutting pada bidang yang sudah di plester&aci	5	4,67	4	93,33
F1-3	Perbedaan material pada suatu sambungan	5,33	4,33	3,33	77,04
F1-4	Tebal/tipis plesteran tidak sesuai dengan standart	5,67	5,33	3,33	100,74
F1-5	Komposisi campuran plester dan aci tidak sesuai spesifikasi	5,67	5,33	3,67	110,81
F2-1	Material grouting yang digunakan tidak sesuai	7	3,67	4,33	111,22
F2-2	Nat tidak di <i>grouting</i>	7	3,33	2,33	54,44
F2-3	Pengerjaan nat tidak rapih	6,33	8,33	2,67	140,74
F2-4	Lebar nat tidak seraga	8,67	9	2	156
F3-1	Kualitas beton kolom praktis tidak sesuai spesifikas	7,33	6,33	4,33	201,26
F3-2	Penebalan kolom praktis yang berlebihan	5,33	5	4	106,67
F3-3	Centerline, elevasi, dan watterpass tidak sesuai gambar kerja	6,33	6	4,67	177,33
F3-4	Pengerjaan Sealant yang tidak maksimal	7	7,33	2	102,67
F3-5	Pengerjaan keramik yang tidak rata	7	4,33	2,33	70,78
F3-6	Daun pintu melintir dan kusen tidak presisi	7,33	3,67	2,33	62,74
F4-1	Alat cat yang dipakai sudah tidak layak	4,67	7	2	65,33
F4-2	Pengerjaan acian yang tidak maksimal	6,67	8	3,33	177,78
F4-3	Komposisi material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak sesuai	6	4	5,33	128
F4-4	Pengerjaan material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak baik	6	4	5,33	128
F4-5	Dinding yang di cat masi lembab	6	7,33	2,67	117,33
F4-6	Cat yang berlapis	4,67	8,33	4,67	181,48

Sumber: Hasil Olahan Penulis

Ahli II



Ofy Rofialdy, S.T.

Komentar: Faktor-faktor ini dapat dicegah dengan pengawasan melekat dan adanya edukasi pada setiap tahapan pekerja. Pekerjaan selalu diawasi dari awal sehingga *defect* pada saat ceklist hanya berupa *defect* minor saja

#### Lampiran 4. Validasi Data oleh Pakar

NO	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CACAT PADA BAGUNAN APARTEMEN	SEVE RITY	OCCUR RENCE	DETEC TION	AVE
F1-1	Dinding tidak lembab sebelum di plester&aci	6,33	6,67	5,33	225,19
F1-2	Cutting pada bidang yang sudah di plester&aci	5	4,67	4	93,33
F1-3	Perbedaan material pada suatu sambungan	5,33	4,33	3,33	77,04
F1-4	Tebal/tipis plesteran tidak sesuai dengan standart	5,67	5,33	3,33	100,74
F1-5	Komposisi campuran plester dan aci tidak sesuai spesifikasi	5,67	5,33	3,67	110,81
F2-1	Material grouting yang digunakan tidak sesuai	7	3,67	4,33	111,22
F2-2	Nat tidak di <i>grouting</i>	7	3,33	2,33	54,44
F2-3	Pengerjaan nat tidak rapih	6,33	8,33	2,67	140,74
F2-4	Lebar nat tidak seragam	8,67	9	2	156
F3-1	Kualitas beton kolom praktis tidak sesuai spesifikasi	7,33	6,33	4,33	201,26
F3-2	Penebalan kolom praktis yang berlebihan	5,33	5	4	106,67
F3-3	Centerline, elevasi tidak sesuai gambar kerja	6,33	6	4,67	177,33
F3-4	Pengerjaan Sealant yang tidak maksimal	7	7,33	2	102,67
F3-5	Pengerjaan keramik yang tidak rata	7	4,33	2,33	70,78
F3-6	Daun pintu melintir dan kusen tidak presisi	7,33	3,67	2,33	62,74
F4-1	Alat cat yang dipakai sudah tidak layak	4,67	7	2	65,33
F4-2	Pengerjaan acian yang tidak maksimal	6,67	8	3,33	177,78
F4-3	Komposisi material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak sesuai	6	4	5,33	128
F4-4	Pengerjaan material Sealer, Cat-1, Cat Finish tidak baik	6	4	5,33	128
F4-5	Dinding yang di cat masi lembab	6	7,33	2,67	117,33
F4-6	Cat yang berlapis	4,67	8,33	4,67	181,48

Sumber: Hasil Olahan Penulis

Ahli III



Syahid A.H, ST

Komentar:

## Lampiran 4. Validasi Data oleh Pakar

Validasi penilaian RPN External Inbox x

**M** Michael Simbung  
Selamat siang pak syahid, berikut saya kirimkan filenya. Terima kasih 🙏🙏

**S** Syahid Andico  
to me ▾  
🌐 Indonesian ▾ > English ▾ [Translate message](#)

Siang, berikut saya kirimkan lembaran validasi yang telah sy tanda tangani. Terima Kasih.  
Sukses di perjalanan karir anda.

...

One attachment • Scanned by Gmail ⓘ



Sumber: Google Email

Validasi penilaian RPN External Inbox x

**M** Michael Simbung  
Selamat siang pak Aris, berikut saya kirimkan filenya. Terima kasih 🙏🙏

**a** Aris Kurniawan  
to me ▾  
🌐 Indonesian ▾ > English ▾ [Translate message](#)

...

One attachment • Scanned by Gmail ⓘ



Sumber: Google Email

Validasi Michael Simbung External Inbox x

**O** Ofy Rofialdy  
to me, Ofy ▾

🌐 Indonesian ▾ > English ▾ [Translate message](#)

Dear Michael, terlampir Validasi dari kami. Semoga dapat membantu kamu.

Tks,  
Ofy

One attachment • Scanned by Gmail ⓘ



Sumber: Google Email

Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Pradita  
Scientia Business Park Tower 1, Blok 0/1, Jl. Boulevard Gading Serpong, Kelapa Dua  
Tangerang, Banten 15810

**FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama : Michael Simbung  
Nim : 1810107022  
Bentuk Tugas Akhir : (skripsi/tugas akhir/publikasi/karya akhir/proyek akhir) \*coret yang tidak perlu  
Peminatan : Manajemen Konstruksi  
Pembimbing : Ir. Jason Lim, M.Eng., M.Sc.  
Judul Tugas Akhir :

Pengendalian Kualitas Bangunan dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode Effects and Analysis (FMEA) pada Bangunan Apartemen

No	Tanggal	Catatan Bimbingan	Paraf Dosen
1.	13 September 2022	Menentukan metode dan judul tugas akhir	
2.	30 September 2022	Asistensi penulisan skripsi BAB I	
3.	18 Oktober 2022	Asistensi laporan proposal BAB I- III	
4.	16 November 2022	Asistensi pengolahan data cacat pada bangunan apartemen menggunakan Analisa Pareto	
5.	8 Mei 2023	Asistensi penulisan BAB IV	
6.	26 Mei 2023	Asistensi BAB IV metode FMEA	
7.	12 juni 2023	Asistensi BAB IV metode FTA dan FMEA	
8.	15 Juni 2023	Asistensi BAB IV-V metode FTA, FMEA, kesimpulan, saran	
9.	19 Juni 2023	Asistensi penulisan abstrak	
10.	26 Juli 2023	Asistensi presentasi sidang akhir	
11.	17 Agustus 2023	Asistensi Laporan tugas akhir final	

Tangerang , 18 Agustus 2023  
Disetujui Untuk Sidang Tugas Akhir



Ir. Jason Lim, M.Eng., M.Sc.  
Dosen Pembimbing I

Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Pradita  
Scientia Business Park Tower 1, Blok 0/1, Jl. Boulevard Gading Serpong, Kelapa Dua  
Tangerang, Banten 15810

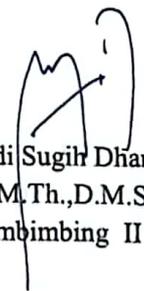
**FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama : Michael Simbung  
Nim : 1810107022  
Bentuk Tugas Akhir : (~~skripsi/tugas akhir/publikasi/karya akhir/proyek akhir~~) \*coret yang tidak perlu  
Peminatan : Manajemen Rekayasa Konstruksi  
Pembimbing : Ir. Mulyadi Sugih Dharsono, M.M., M.Kom., M.Th.,D.M.S.  
Judul Tugas Akhir :

Pengendalian Kualitas Bangunan dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode Effects and Analysis (FMEA) pada Bangunan Apartemen

No	Tanggal	Catatan Bimbingan	Paraf Dosen
1.	19 Oktober 2022	Asistensi penulisan skripsi BAB I - III	
2.	13 Maret 2023	Asistensi penulisan skripsi BAB I - IV	
3.	16 Mei 2023	Asistensi penulisan skripsi BAB IV - V	
4.	27 Juni 2023	Asistensi laporan tugas akhir BAB I-V	
5.	28 Juli 2023	Asistensi presentasi sidang akhir	
6.	17 Agustus 2023	Asistensi Laporan tugas akhir final	

Tangerang , 18 Agustus 2023  
Disetujui Untuk Sidang Tugas Akhir

  
Ir. Mulyadi Sugih Dharsono, M.M.,  
M.Kom., M.Th.,D.M.S.  
Dosen Pembimbing II