



TUGAS AKHIR - RC14-1501

**ANALISIS *REWORK* TERHADAP BIAYA PADA PROYEK  
PEMBANGUNAN APARTEMEN GUNAWANGSA TIDAR  
SURABAYA DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS*  
(*FTA*) dan *EXPECTED MONETARY VALUE* (*EMV*)**

HANSEL SAMUEL EIROS SARAGIH  
NRP. 3113 100 130

Dosen Pembimbing  
Ir. I Putu Artama Wiguna, M.T., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018



TUGAS AKHIR - RC14-1501

**ANALISIS *REWORK* TERHADAP BIAYA PADA PROYEK  
PEMBANGUNAN APARTEMEN GUNAWANGSA TIDAR  
SURABAYA DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS*  
(*FTA*) dan *EXPECTED MONETARY VALUE (EMV)***

HANSEL SAMUEL EIROS SARAGIH  
NRP. 3113 100 130

Dosen Pembimbing  
Ir. I Putu Artama Wiguna, M.T., Ph.D  
NIP. 196911251999031001

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018



FINAL PROJECT - RC14-1501

***PROJECT REWORK COSTS ANALYSIS FOR GUNAWANGSA  
TIDAR APARTMENT SURABAYA THROUGH FAULT TREE  
ANALYSIS (FTA) and EXPECTED MONETARY VALUE (EMV)***

HANSEL SAMUEL EIROS SARAGIH  
NRP. 3113 100 130

*Supervisor*

Ir. I Putu Artama Wiguna, M.T., Ph.D  
NIP. 196911251999031001

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil, Environmental and Geological Engineering  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2018

**ANALISIS *REWORK* TERHADAP BIAYA PADA PROYEK  
PEMBANGUNAN APARTEMEN GUNAWANGSA TIDAR  
SURABAYA DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS*  
(*FTA*) dan *EXPECTED MONETARY VALUE (EMV)***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**HANSEL SAMUEL EIROS SARAGIH**

NRP. 3113 100 130

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Ir. I Putu Artama Wiguna, M. Sc. (Ph.D.)



**SURABAYA  
JULI 2017**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**ANALISIS *REWORK* PROYEK PEMBANGUNAN  
APARTEMEN GUNAWANGSA TIDAR SURABAYA  
DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS (FTA)*  
dan *EXPECTED MONETARY VALUE (EMV)***

**Nama** : Hansel Samuel  
**NRP** : 3113 100 130  
**Jurusan** : Teknik Sipil FTSP-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. I Putu Artama Wiguna, M.T., Ph.D

**ABSTRAK**

Pada pelaksanaan proyek konstruksi, besar kemungkinan untuk terjadi *rework*. *Rework* merupakan salah satu faktor dalam terjadinya pembengkakan biaya dalam suatu proyek konstruksi, terutama pada proyek *high rise building*. Oleh karena itu, perlunya diadakan penelitian terhadap biaya akibat faktor-faktor penyebab terjadinya *rework*.

Objek pada penelitian ini adalah proyek pembangunan Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya, periode 2015-2017. Penelitian diawali dengan mengidentifikasi *item-item rework* yang terjadi pada proyek ini melalui kajian pustaka dan survey lapangan, yang kemudian diajukan kepada beberapa pihak kontraktor yang terlibat (responden) melalui *interview* dan kuesioner. Dilanjutkan dengan menganalisis hasil identifikasi tersebut secara statistik, dikarenakan persepsi setiap responden yang berbeda. Berdasarkan perhitungan statistik, dapat diketahui *item-item rework* yang paling sering terjadi pada proyek. Dari setiap *item rework* tersebut, selanjutnya akan diidentifikasi faktor-faktor penyebabnya melalui *interview*. Hasil *interview* kemudian dianalisis menggunakan *FTA (Fault Tree Analysis)*, sehingga diketahui *Basic Events* dari setiap *item rework*. Untuk probabilitas (P) setiap *Basic Event* didapat melalui *interview*. Probabilitas *Basic Event* digunakan dalam menghitung probabilitas *Intermediate Event*. Untuk *impact (I)* terhadap biaya dari setiap *item rework* didapat melalui *interview* maupun *NC (Non-*

*Conformance*). Nilai probabilitas dan *impact* tadi adalah untuk menghitung biaya perkiraan/*Expected Monetary Value (EMV)* akibat faktor penyebab awal (*Intermediate Event* tingkat 1) dari setiap *item rework*.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah diketahuinya *item-item rework* yang sering terjadi pada proyek, yaitu *repair kolom/shearwall* yang melembung, *repair kolom/shearwall* yang keropos, *repair kolom/shearwall* yang retak, dan *repair precast facade* yang retak gompal. Berdasarkan hasil analisis juga disimpulkan bahwa faktor-faktor penyebab awal dari setiap *item rework* tersebut, yaitu Faktor Kesalahan Pelaksanaan di Lapangan (*Intermediate Event B*) dan Faktor Kesalahan Manajerial oleh *Site Engineering (Intermediate Event C)*. Kesimpulan terakhir dari penelitian ini adalah diketahuinya biaya perkiraan (*EMV*) akibat *Intermediate Event B* dan *Intermediate Event C* dari setiap *item rework* tersebut, dimana yang terkecil adalah Rp 20.664,00 dan yang terbesar Rp 510.000,00.

***Kata Kunci: Rework, Fault Tree Analysis, Expected Monetary Value***

**PROJECT REWORK COSTS ANALYSIS FOR  
GUNAWANGSA TIDAR APARTMENT SURABAYA  
THROUGH FAULT TREE ANALYSIS (FTA) and  
EXPECTED MONETARY VALUE (EMV)**

**Name** : Hansel Samuel  
**NRP** : 3113 100 130  
**Department** : Teknik Sipil FTSP-ITS  
**Supervisor** : Ir. I Putu Artama Wiguna, M.T., Ph.D

**ABSTRACT**

*In a construction project, it is common that reworks occur. Rework is one of the factors that could increase the construction cost, especially in the high rise building construction case. Thus, in order to minimalize these events, it is important to carried out a research up on costs demand due to cause factors of rework.*

*The object of this research was Gunawangsa Tidar Apartment Surabaya construction, in 2015-2017 period. This research was started by identifying the kind of rework items which occurred in the construction site throughout literature studies and survey, that the results will be asked to some of the contractor employees (respondents) throughout interviews and quationnaires. The answers of the interview and questionnaire will be processed using statistic calculation due to the different perception of each respondent. Based on the calculation before it's shown the most common rework items in this project. From those rework items, the causal factors for each of them will be determined after. Then, the answers of the interview will be analyzed using FTA (Fault Tree Analysis). So that, the Basic Events of each rework item can be obtained. For the probability (P) of each Basic Event, will be obtained by the interview. The probability of the basic events were used to calculate the probability of the Intermediate Event. For the impact (I) of each rework items will be obtained by the interviews and NC (Non-*

*Conformance) files. These probabilities (P) and impacts (I) were used to calculate the Expected Monetary Value (EMV) for the major causes (Intermediate Event level I) of each rework item.*

*Throughout this research were discovered several rework items that mostly occurred in this construction project which are, bulging concrete column/shearwall repair, porous concrete column/shearwall repair, cracked concrete column/shearwall repair, and cracked facade precast repair. In addition, the rework factors such as Poor Implementation Method (Intermediate Event B) and Poor Site Engineering Managerial (Intermediater Event C) which known as major causes of those rework items are obtained. And the last result of this research is obtaining the EMV of those 2 Intermediate Events, which is the lowest one is Rp 20.664,00 and the highest one is Rp 510.000,00.*

***Keyword: Rework, Fault Tree Analysis, Expected Monetary Value***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena hanya oleh kasih karunia Nya-lah penulis dapat menyelesaikan dan mempresentasikan Proyek Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Rework Terhadap Biaya Pada Proyek Pembangunan Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya dengan *Metode Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Expected Monetary Value (EMV)*”.

Proyek Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik pada program studi Strata-1 (S-1) Teknik Sipil ITS. Tujuan dari penulisan Proyek Tugas Akhir ini, yaitu agar mahasiswa dapat mengaplikasikan secara langsung ilmu-ilmu yang di dapat di bangku perkuliahan pada pekerjaan langsung di lapangan. Banyak pengalaman dan pengetahuan yang penulis dapatkan dalam menyusun Tugas Akhir ini. Demikian pula tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. Terwujudnya laporan proyek Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Yang terkasih kedua orang tua saya, Bapak Ir. Janviar Paulus Saragih dan Ibu Frietha Tiurma Tobing. serta adik saya, Steven Nathaniel Saragih yang senantiasa mendidik serta memberikan doa dan dukungan baik secara moril dan materil yang tak terhingga.
2. Bapak Ir. Putu Artama Wiguna, M.T., Ph.D .selaku dosen konsultasi proposal tugas akhir yang sejak awal memberikan waktu, kesempatan, dan ilmu nya dalam menyusun proposal tugas akhir ini.
3. Yang terkasih Fella Diandra Chrisandy S.Si yang senantiasa mendoakan, menyediakan waktu dan tenaganya dalam saya menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh pihak Kontraktor P.T Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk. proyek Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya yang senantiasa membantu perihal kebutuhan data-data dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

5. Teman-teman dari jurusan Teknik Sipil ITS yang turut memberi saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
6. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dukungannya.

Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa teknik sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya. Kiranya Rahmat Tuhan Yang Maha Esa selalu beserta kita semua. Terima kasih.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

|   | Hal  |
|---|------|
| <b>JUDUL</b> .....                                    | i    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....                        | iii  |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                  | v    |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                 | vii  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                           | ix   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                               | xi   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                            | xiii |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                             | xv   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                              |      |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                             | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah .....                             | 2    |
| 1.4 Tujuan .....                                      | 3    |
| 1.5 Manfaat .....                                     | 4    |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                        |      |
| 2.1 Definisi <i>Rework</i> .....                      | 5    |
| 2.2 Faktor-Faktor Penyebab <i>Rework</i> .....        | 7    |
| 2.3 Penelitian Terdahulu mengenai <i>Rework</i> ..... | 13   |
| 2.4 Pengaruh <i>Rework</i> terhadap Biaya .....       | 16   |
| 2.5 Upaya untuk mengurangi <i>Rework</i> .....        | 17   |
| 2.6 Pengumpulan dan Pengolahan Data .....             | 19   |
| 2.7 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> .....            | 21   |
| 2.8 Perhitungan <i>Probability (P)</i> .....          | 24   |
| 2.9 <i>Impact (I)</i> terhadap biaya .....            | 25   |
| 2.10 <i>Expected Monetary Value (EMV)</i> .....       | 25   |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>                  |      |
| 3.1 Ruang Lingkup Pembahasan .....                    | 28   |
| 3.2 Studi Literatur dan Pengumpulan Data .....        | 29   |
| 3.3 Identifikasi Variabel dan Penelitian .....        | 29   |
| 3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data .....             | 31   |
| 3.5 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> .....            | 34   |
| 3.6 Perhitungan <i>Probability (P)</i> .....          | 38   |

|                               |   |     |
|-------------------------------|---|-----|
| 3.7                           | <i>Impact (I)</i> terhadap biaya .....                                      | 39  |
| 3.8                           | <i>Expected Monetary Value (EMV)</i> .....                                  | 39  |
| <b>BAB IV PEMBAHASAN</b>      |   |     |
| 4.1                           | Pendahuluan .....   | 41  |
| 4.2                           | Pengumpulan dan Pengolahan Data Tahap Pertama...                            | 41  |
| 4.3                           | Pengumpulan dan Pengolahan Data Tahap Kedua .....                           | 56  |
| 4.4                           | <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> .....                                      | 60  |
| 4.5                           | Nilai Probabilitas (P) <i>Basic Event</i> .....                             | 83  |
| 4.6                           | Nilai Probabilitas (P) <i>Intermediate Event</i> dan <i>Top Event</i> ..... | 96  |
| 4.7                           | <i>Impact (I)</i> terhadap biaya.....                                       | 99  |
| 4.8                           | <i>Expected Monetary Value (EMV)</i> .....                                  | 99  |
| <b>BAB V KESIMPULAN</b> ..... |   | 107 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....   |   |     |
| <b>LAMPIRAN</b> .....         |   |     |
| <b>BIODATA PENULIS</b> .....  |   |     |

## DAFTAR GAMBAR

|   | Hal          |
|---|--------------|
| <b>Gambar 2.1</b> Faktor-Faktor Penyebab <i>Rework</i> .....                                | 7            |
| <b>Gambar 2.2</b> <i>Anatomy of Rework</i> .....  | 14           |
| <b>Gambar 3.1</b> Diagram Alur Metode Penelitian.....                                       | 27           |
| <b>Gambar 3.2</b> Peta<br>Studi.....  | Lokasi<br>28 |
| <b>Gambar 3.3</b> Penjabaran <i>Rework</i> .....  | 31           |
| <b>Gambar 3.4</b> Contoh <i>FTA</i> pada <i>Rework</i> Pekerjaan Beton.....                 | 34           |
| <b>Gambar 4.1</b> <i>Plotting</i> Mean dan Standar Deviasi .....                            | 54           |
| <b>Gambar 4.2</b> Diagram Kartesius Baru .....  | 55           |
| <b>Gambar 4.3a</b> <i>FTA Repair</i> Kondisi Kolom/ <i>Shearwall</i> yang<br>Melembung..... | 61           |
| <b>Gambar 4.3b</b> <i>FTA Repair</i> Kondisi Kolom/ <i>Shearwall</i> yang<br>Melembung..... | 62           |
| <b>Gambar 4.4a</b> <i>FTA Repair</i> Kondisi Kolom/ <i>Shearwall</i> yang<br>Keropos .....  | 65           |
| <b>Gambar 4.4b</b> <i>FTA Repair</i> Kondisi Kolom/ <i>Shearwall</i> yang<br>Keropos .....  | 66           |
| <b>Gambar 4.5a</b> <i>FTA Repair</i> Kondisi Kolom/ <i>Shearwall</i> yang<br>Retak.....     | 68           |
| <b>Gambar 4.5b</b> <i>FTA Repair</i> Kondisi Kolom/ <i>Shearwall</i> yang<br>Retak.....     | 69           |
| <b>Gambar 4.6a</b> <i>FTA Repair</i> Precast Facade yang Retak Gompal.                      | 72           |
| <b>Gambar 4.6b</b> <i>FTA Repair</i> Precast Facade yang Retak Gompal.                      | 73           |

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

|                   | Hal  |
|-------------------|--|
| <b>Tabel 2.1</b>  | Penyebab-Penyebab <i>Rework</i> .....15  |
| <b>Tabel 2.2</b>  | Simbol-Simbol <i>Fault Tree</i> .....22  |
| <b>Tabel 3.1</b>  | Perhitungan <i>Minimum Cut Set FTA Rework</i><br>Beton.....37                    |
| <b>Tabel 3.2</b>  | <i>Basic Event</i> penyebab <i>Rework</i> Pekerjaan<br>Beton.....38              |
| <b>Tabel 4.1</b>  | <i>Item-Item Rework</i> berdasarkan Kajian Pustaka dan<br>Survey Lapangan.....42 |
| <b>Tabel 4.2</b>  | Biodata dan <i>Item Rework</i> Tambahan dari Masing-<br>Masing Responden.....44  |
| <b>Tabel 4.3</b>  | Kuisisioner.....46   |
| <b>Tabel 4.4</b>  | Rekapan Data dari Kuisisioner .....48  |
| <b>Tabel 4.5</b>  | Mean dan Standar Deviasi Masing-Masing <i>Item</i><br><i>Rework</i> .....52      |
| <b>Tabel 4.6</b>  | Faktor-Faktor Penyebab Kondisi Kolom/Shearwall<br>yang Melembung .....56         |
| <b>Tabel 4.7</b>  | Faktor-Faktor Penyebab Kondisi Kolom / <i>Shearwall</i><br>yang Keropos .....57  |
| <b>Tabel 4.8</b>  | Faktor-Faktor Penyebab Kolom / <i>Shearwall</i> yang<br>Retak.....59             |
| <b>Tabel 4.9</b>  | Faktor-Faktor Penyebab <i>Precast Facade</i> yang Retak<br>Gompal .....60        |
| <b>Tabel 4.10</b> | Minimum Cut Set dari <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> .75                        |
| <b>Tabel 4.11</b> | Faktor-Faktor Penyebab Kondisi Kolom/ <i>Shearwall</i><br>yang Melembung .....76 |
| <b>Tabel 4.12</b> | Minimum Cut Set dari <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> .77                        |
| <b>Tabel 4.13</b> | Faktor-Faktor Penyebab Kondisi Kolom / <i>Shearwall</i><br>yang Keropos.....78   |
| <b>Tabel 4.14</b> | Minimum Cut Set dari <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> .79                        |
| <b>Tabel 4.15</b> | Faktor-Faktor Penyebab Kondisi Kolom / <i>Shearwall</i><br>yang Retak .....80    |
| <b>Tabel 4.16</b> | Minimum Cut Set dari <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> .81                        |

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Tabel 4.17</b> | Faktor-Faktor Penyebab <i>Precast Facade</i> yang Retak Gompal .....    | 82 |
| <b>Tabel 4.18</b> | Nilai Probabilitas (P) <i>Basic Event</i> menurut setiap Responden..... | 83 |
| <b>Tabel 4.19</b> | Nilai Probabilitas (P) <i>Basic Event</i> menurut setiap Responden..... | 84 |
| <b>Tabel 4.20</b> | Nilai Probabilitas (P) <i>Basic Event</i> menurut setiap Responden..... | 86 |
| <b>Tabel 4.21</b> | Nilai Probabilitas (P) <i>Basic Event</i> menurut setiap Responden..... | 87 |
| <b>Tabel 4.22</b> | Nilai Probabilitas (P) setiap <i>Basic Event</i> .....                  | 89 |
| <b>Tabel 4.23</b> | Nilai Probabilitas (P) setiap <i>Basic Event</i> .....                  | 89 |
| <b>Tabel 4.24</b> | Nilai Probabilitas (P) setiap <i>Basic Event</i> .....                  | 90 |
| <b>Tabel 4.25</b> | Nilai Probabilitas (P) setiap <i>Basic Event</i> .....                  | 91 |
| <b>Tabel 4.26</b> | Faktor-Faktor Penyebab dan Nilai Probabilitas (P)                       | 91 |
| <b>Tabel 4.27</b> | Faktor-Faktor Penyebab dan Nilai Probabilitas (P)                       | 93 |
| <b>Tabel 4.28</b> | Faktor-Faktor Penyebab dan Nilai Probabilitas (P)                       | 94 |
| <b>Tabel 4.29</b> | Faktor-Faktor Penyebab dan Nilai Probabilitas (P)                       | 95 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Secara umum, pelaksanaan konstruksi meliputi pembangunan gedung, pembangunan jembatan, pembangunan bangunan air dan pekerjaan jalan. Berdasarkan kenyataan dilapangan, dengan melihat komposisi dan kompleksitas tahapan pekerjaannya, potensi besar terjadi *rework* lebih kepada pekerjaan pembangunan gedung (*high rise building*).

*Rework* tidak dapat dihindari. Sangat jarang, atau bahkan mustahil untuk tidak menemui *rework* pada suatu pelaksanaan proyek konstruksi. *Rework* dapat memberikan dampak buruk pada performa dan produktivitas kontraktor. Selain itu, *rework* juga merupakan salah satu kontributor utama pada pembengkakan biaya suatu proyek. (Andi, 2005).

Penelitian *rework* yang telah dilakukan sebelumnya oleh Andi, Winata dan Hendarlim (2005) dalam makalahnya mengenai 'Faktor-Faktor Penyebab *Rework* pada Pekerjaan Konstruksi', menuliskan bahwa biaya yang ditimbulkan sebagai akibat dari *rework* cukup signifikan. Sebagai contoh, Rahman (1995) mengatakan bahwa biaya *nonconformance* (NC) pada suatu proyek *highway* yang ditelitinya adalah sebesar 5% dari nilai kontrak. Dalam penelitian yang lain di beberapa proyek, Burati et all (1992) menyebutkan bahwa biaya rata-rata yang dikeluarkan untuk memperbaiki masalah kualitas adalah 12,4% dari nilai kontrak. Sementara itu, Barber dkk (2000) bahkan menemukan biaya karena kegagalan kualitas mencapai 25%. *Rework* juga membawa dampak tidak langsung. Biaya-biaya administrasi (seperti *overhead* dan *paperwork*) dan menurunnya produktivitas, motivasi, dan moral pekerja dan personel adalah sedikit contoh dari dampak tidak langsung ini. Di Indonesia sendiri, *rework* telah diindikasikan sebagai penyebab kedua terutama untuk hilangnya produktivitas pekerja (Kaming dkk, 1997), dan merupakan masalah yang sering timbul baik pada pekerjaan desain (Dewayanti dkk, 2004) maupun konstruksi (Santoso, 2004).

Demikian halnya pada proyek pembangunan Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya yang tidak pernah luput dari *rework*. Oleh karena itu perlunya penelitian ini untuk menganalisis *rework* pada kegiatan konstruksi proyek *high rise building* ini, untuk mengetahui *item-item rework* yang paling sering terjadi, faktor-faktor penyebab terjadinya *rework*, dan menganalisis dampaknya terhadap biaya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada kenyataannya, *rework* sering terjadi dan sulit dihindari pada proyek, sehingga kinerja dalam penyelesaian suatu proyek konstruksi dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut:

1. *Item-item rework* apa yang paling sering terjadi pada proyek pembangunan Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya?
2. Apa saja faktor penyebab dari masing-masing *item rework* tersebut?
3. Berapakah besar *Impact (I)* atau dampak terhadap biaya akibat masing-masing *Intermediate Event* tingkat 1 (faktor penyebab awal) bila dianalisis dengan metode *Expected Monetary Value (EMV)*?

## 1.3 Batasan Masalah

Pembatasan ruang lingkup materi pembahasan dilakukan sehubungan dengan berbagai keterbatasan peneliti dalam melakukan penelitian, sehingga dalam ruang lingkup materi dan obyek penelitian ini dibatasi sebagai berikut :

1. Konstruksi Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya yang diamati adalah pada periode pembangunan 2015-2017.
2. *Item-item rework* yang dianalisis adalah yang paling sering terjadi pada proyek.
3. Untuk mengetahui banyak kejadian dan faktor-faktor penyebab dari poin 2 didapatkan melalui wawancara / *interview* (data primer), dikarenakan NC (*Non Conformance*) yang dibuat secara tidak rutin pada proyek.

4. *Rework* yang diamati pada pembahasan kali ini hanya dibatasi pada pekerjaan-pekerjaan dalam fase konstruksi sebelum tahap *finishing*.
5. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya *rework* pada penelitian ini ditinjau dari sudut pandang kontraktor, P.T Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk.

#### **1.4 Tujuan penelitian**

Dari permasalahan yang diteliti memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui *item-item rework* yang paling sering terjadi pada proyek pembangunan Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya.
2. Mengetahui faktor-faktor penyebab dari masing-masing *item rework* tersebut.
3. Mengetahui besarnya *Impact (I)* atau dampak terhadap biaya akibat masing-masing *Intermediate Event* tingkat 1 (faktor penyebab awal) bila dianalisis dengan metode *Expected Monetary Value (EMV)*.

#### **1.5 Manfaat penelitian**

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak antara lain :

1. Bisa menjadi rekomendasi kepada pihak kontraktor, P.T Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk. pada proyek pembangunan Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya untuk mengatasi *defect* terhadap biaya *rework* untuk kedepannya.
2. Sebagai referensi bagi penelitian sejenis yang tertarik untuk mengembangkan penelitian mengenai *rework* pada proyek *high rise building*.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi *Rework***

*Rework* dalam Bahasa Indonesia diterjemahkan menjadi pengerjaan ulang. Istilah *rework* selanjutnya akan terus dipakai. *Rework* sudah menjadi sebagian yang hampir tak terpisahkan dalam dunia konstruksi. Pada penelitian sebelumnya yang diperoleh (sumber : Andi, et al., 2005), beberapa peneliti mendefinisikan *rework* menurut pandangan dan pendapat mereka masing-masing yang diantaranya adalah sebagai berikut :

1. CIDA (*Construction Industry Development Agency*, 1995) mendefinisikan *rework* sebagai mengerjakan sesuatu paling tidak satu kali lebih banyak, yang disebabkan oleh ketidakcocokan dengan permintaan
2. Menurut Love et al (1999a) *rework* adalah efek yang tidak perlu dari mengerjakan ulang suatu proses atau aktivitas yang diimplementasikan secara tidak tepat pada awalnya dan dapat ditimbulkan oleh kesalahan ataupun adanya variasi
3. Menurut CII (*Constructon Industry Institute* oleh tim penelitiannya, *Cause and effect of Field Rework Research Time* 153, 2000) *rework* adalah melakukan pekerjaan dilapangan lebih dari sekali ataupun aktivitas yang memindahkan pekerjaan yang telah dilakukan sebelumnya sebagai bagian dari proyek.
4. COAA (*Construction Owner Association of Alberta*, 2002) mendefinisikan *rework* sebagai total biaya di lapangan yang dikeluarkan selain daripada biaya dan sumber daya awal.
5. Fayet et al (2002) mendefinisikan *rework* sebagai aktivitas dilapangan yang harus dikerjakan lebih dari sekali, atau aktivitas yang menghilangkan pekerjaan yang telah dilakukan sebelumnya sebagai bagian dari proyek di luar sumber daya, dimana tidak ada *charge order* yang dikeluarkan dan *change of scope* yang diidentifikasi. Definisi ini menggabungkan definisi dari CII dan COAA.

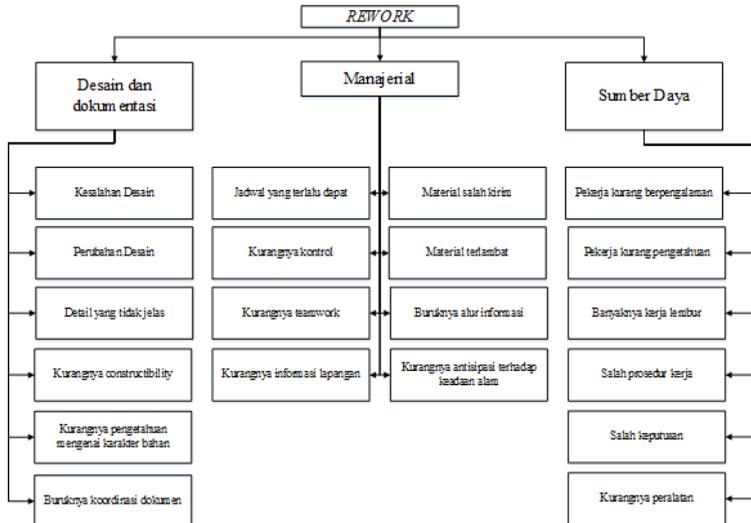
Bagaimanapun juga pengertian tersebut masih kurang jelas sehingga perlu diberikan batasan-batasan mengenai mana yang termasuk *rework* dan mana yang tidak termasuk *rework* adalah (COOA, 2002) :

- ❖ Perubahan *scope* pekerjaan mula-mula  
Misalnya : sebuah balok beton memiliki permukaan yang tidak rata, jika permukaan yang tidak rata tadi dihilangkan/dikikis maka hal ini akan tergolong *rework*, tetapi jika balok tadi ditambah tebalnya untuk menjadikan rata permukaan tadi maka akan tergolong sebagai perubahan dari *scope* pekerjaan mula-mula (*change*)
- ❖ Perubahan desain atau kesalahan yang tidak mempengaruhi pekerjaan di lapangan atap, tetapi pada saat perubahan diberikan ke kontraktor dan sampai di pekerja lapangan, proyek belum berjalan sampai pembangunan atap. Bisa juga disebut sebagai perubahan yang belum terlambat
- ❖ Penambahan ataupun penghilangan *scope* pekerjaan karena kesalahan desainer dan kontraktor. (meskipun *rework* termasuk biaya yang berhubungan dengan mengerjakan ulang suatu bagian pekerjaan yang termasuk tambahan atau *scope* yang hilang  
Misalnya : penambahan kolom ukir (bukan kolom struktur), hal ini dilakukan dengan menambah satu pekerjaan baru bukan memperbaiki atau menghilangkan pekerjaan yang telah dilakukan sebelumnya.
- ❖ Kesalahan fabrikasi *off – site* yang dibetulkan *off – set*  
Misalnya tiang pancang yang dipesan ukurannya tidak sesuai dengan ukuran yang diminta, tetapi hal itu diketahui sebelumnya dan diperbaiki sebelum dipasang
- ❖ Kesalahan fabrikasi *on-site* tapi tidak mempengaruhi aktivitas di lapangan secara langsung (diperbaiki tanpa mengganggu jalannya aktivitas konstruksi).  
Misalnya : pengerjaan konstruksi atap baja yang dilakukan di dalam lokasi proyek tetapi sebelum dipasang telah

diketahui adanya kesalahan sehingga dapat segera diperbaiki sebelum dipasang sebelum dipasang dalam bangunan, dalam hal ini aktivitas pengerjaan konstruksi tidak terhambat

## 2.2 Faktor-faktor Penyebab *Rework*

Secara lengkapnya faktor-faktor yang memengaruhi *rework* dapat diilustrasikan dalam susunan diagram sebagai berikut :



Gambar 2.1 Faktor-faktor penyebab *Rework*  
(sumber : Andi, et al., 2005)

### 2.2.1 Faktor yang berkaitan dengan desain dan dokumentasinya

Desain merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya kesalahan yang sering mengakibatkan *rework*. Berikut adalah kesalahan dan perubahan yang dapat terjadi pada desain dan dokumentasinya, beserta penjelasannya (Andi, 2005):

#### 2.2.1a Kesalahan desain

Kesalahan desain bisa terjadi jika arsitek, konsultan, *drafter*, ataupun kontraktor menggambarkan sesuatu kondisi /

bagian dari proyek tidak sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya, yang pada akhirnya gambar itu telah diturunkan dilapangan dan dikerjakan. Hal ini akan menyebabkan komplain dari pihak pemilik yang akhirnya menghasilkan *rework*.

### **2.2.1b Perubahan desain**

Perubahan desain biasanya dilakukan untuk memenuhi permintaan dari salah satu konsumen, (Love et al, 2002) diantaranya adalah pemilik, dengan tujuan untuk memenuhi keinginan mereka misalnya : operasional dari fasilitas yang dibangun atau untuk menjaga proyek agar tetap berada dalam jangkauan anggaran. Selain oleh pemilik sebenarnya perubahan desain dapat juga disebabkan oleh :

- i. Kontraktor untuk meningkatkan *constructability* dari fasilitas
- ii. *Supplier* untuk memungkinkan pemakaian produk yang sudah ada atau untuk pemakaian mobilitas dari material baik ketika menuju proyek ataupun ketika didalam proyek
- iii. Desainer untuk memenuhi modifikasi desain
- iv. Subkontraktor untuk menghilangkan konflik dalam pengaturan pekerjaan

### **2.2.1c Detail desain yang tidak jelas**

Desain yang tidak jelas sering membuat mandor / pekerja memiliki pengertian yang berbeda dari yang dimaksud oleh desainer. Hal itu akhirnya mengakibatkan kesalahan yang menyebabkan *rework*, contohnya pengaturan kembali servis karena bentrokan dari buruknya informasi yang diberikan dalam gambar. Disini *rework* berupa klaim karena variasi jika secara langsung mempengaruhi jalannya proyek dan menyebabkan gangguan (Love et al, 2002).

### **2.2.1d Lock on constructability**

Seringkali desain yang dikuarkan tidak memperhatikan kemudahan pelaksanaan dilapangan. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya *rework* karena oleh pekerja

dilapangan akhirnya gambar tadi dikerjakan sebisanya saja, dan akhirnya mengakibatkan terjadinya kesalahan yang bisa menyebabkan terjadinya *rework*. Hal ini sering disebabkan karena kurangnya pengetahuan dari desainer mengenai kosntruksi. Banyak kasus dimana kontraktor mengeluh karena desain sulit atau bahkan mustahil untuk dikerjakan (Andi et al, 2003).

### **2.2.1e Kurangnya pengetahuan terhadap karakter bahan**

Dalam penggunaan bahan-bahan bangunan juga perlu diperlukan karakteristik dari bahan yang dipakai. Karena kadang ada bahan yang tidak bisa dipakai secara bersamaan karena ketidakcocokan karakteristik kedua bahan tersebut (Andi, 2005).

### **2.2.1f Keadaan di gambar dan di lapangan tidak sesuai**

Hal ini sering diakibatkan karena kurangnya penyelidikan mengenai keadaan lapangan. Terutama sering terjadi pada pengerjaan pondasi (Andi, 2005).

### **2.2.1g Buruknya koordinasi desain dan dokumentasi**

Dalam proyek sering ditemui adanya ketidakcocokkan antara gambar struktur dan gambar arsitektur, selain itu juga koordinasi antara gambar konstruksi dan gambar dari bagian lain seperti bagian instalasi listrik maupun *plumbing*. Hal ini menyebabkan kesalahan dalam pengerjaan karena gambar-gambar tadi saling berbentrok satu sama lain dalam pelaksanaanya. Hal ini mengakibatkan perlunya dilakukan pembongkaran untuk memperbaiki kesalahan tadi agar dapat dibuat sesuai dengan keinginan gambar dan hal ini adalah termasuk *rework* (Andi, 2005).

## 2.2.2 Faktor yang Berkaitan dengan Manajerial

### 2.2.2a Jadwal yang terlalu padat atau tekanan oleh waktu

Tekanan oleh waktu adalah salah satu dasar penyebab terjadinya kesalahan. *The Commission of Inquiry* menemukan bahwa kebakaran di Saemerland pada tahun 1974 (menyebabkan kematian lebih dari 50 orang) dan ditulis oleh Turnes (1978) waktu yang telah ditemukan dan tekanan pekerjaan untuk memenuhi awal musim wisata sebagai penyebab dari kesalahan itu. Hal ini berlaku dalam dunia konstruksi dimana pelaksanaan yang terburu-buru dapat menyebabkan terjadinya kesalahan yang mengakibatkan terjadinya *rework* (Andi, 2005).

### 2.2.2b Kurangnya kontrol dalam pekerjaan

Kurangnya pengontrolan oleh kontraktor dalam pekerjaan dapat mengakibatkan kualitas atau hasil dari pekerjaan yang dilakukan tidak sesuai dengan harapan. Dalam hal ini bisa terjadi klaim dari *owner* dan akhirnya menimbulkan *rework* (Andi, 2005).

### 2.2.2c Kurangnya kerjasama antara pemilik, desainer, kontraktor, *supplier*, dan pihak-pihak lain terkait (kurangnya *teamwork*)

Masalah utama yang terdeteksi dalam fase desain ini adalah kecilnya interaksi antara desainer dan kontraktor dan diantara spesialis (listrik, *plumbing*, AC, dan lainnya), situasi ini memaksa fase berikutnya untuk berjalan dalam desain yang tidak lengkap. Konsekuensinya adalah solusi yang tidak optimal, *lock of constructability* dan *change order* dalam jumlah besar (baik dalam desain dan *rework*) (Andi, 2005).

### 2.2.2d Kurangnya informasi lapangan

Kurangnya informasi mengenai keadaan lapangan dapat menyebabkan pekerjaan terganggu dan bisa juga menimbulkan *rework*. Contohnya adalah ketika pemancangan pondasi tiang ternyata didalam tanah ada pondasi dari

bangunan yang terdahulu, sehingga pemancangan gagal dan terjadilah *rework* karena harus mengulangi pemancangan ditempat tadi (Andi, 2005).

#### **2.2.2e Spesifikasi material yang terkirim oleh *supplier* tidak sesuai/salah**

Jika bahan yang tidak sesuai dengan permintaan tadi terlanjur dipasang maka perlu dilakukan pembongkaran untuk memperbaikinya hal ini disebut *rework* (Andi, 2005).

#### **2.2.2f Pengiriman bahan material terlambat**

Misalnya pada proses pengecoran beton, dua truk pengangkutan telah tiba terlebih dahulu dan diadakan pengecoran, lalu truk berikutnya terlambat datang sehingga menyebabkan beton terlanjur setting. Hal ini akan membuat perlunya diadakan proses lebih lanjut untuk bisa melanjutkan pengecoran pada bagian yang belum selesai karena sebagian telah terlanjur setting (Andi, 2005).

#### **2.2.2g Kurangnya antisipasi terhadap perubahan keadaan eksternal (alam)**

Misalnya pada saat proses pengecoran tiba-tiba hujan dan pada saat itu tidak tersedia terpal untuk menutupi cor-coran sehingga rusak (Andi, 2005).

#### **2.2.2h Buruknya alur informasi**

Mengenai alur informasi contohnya adalah sebagai berikut: masalah dalam konstruksi *West Gate Bridge, Victoria, Australia*, yang mengakibatkan robohnya pada tahun 1976 tidak ada yang memberitahu (tim konstruksi) bahwa komponen (*box girder*) tidak boleh dipaksa untuk tersambung. Bila mereka tidak bisa tersambung atau tidak cocok mereka harus dimodifikasi. Konsultan tidak berusaha untuk memastikan bahwa kontraktor mengerti filosofi desain dan bahwa metode konstruksi yang lama tidak dapat digunakan. Mereka juga tidak memeriksa konstruksinya untuk melihat apakah telah dikerjakan dengan benar (Atkinson, 1998)

### **2.2.3 Faktor yang Berkaitan dengan Sumber Daya (Resource)**

#### **2.2.3a Kurangnya pengalaman dari pekerja**

Pengalaman yang kurang biasanya menghasilkan pekerjaan yang kurang baik dan memerlukan perbaikan untuk mencapai kualitas yang diharapkan (Andi, 2005).

#### **2.2.3b Kurangnya pengetahuan dari pekerja**

Pengetahuan pekerja yang kurang mengenai apa yang dikerjakannya dapat menyebabkan kesalahan dalam pekerjaannya, contoh : kurangnya pengetahuan mengenai pemakaian alat penggetar beton (suatu alat yang digunakan untuk meratakan cor-coran) dapat menyebabkan kualitas beton yang dihasilkan jelek (Andi, 2005).

#### **2.2.3c Banyaknya kerja lembur**

Dengan banyaknya jumlah jam kerja lembur akan mengakibatkan pekerja mengalami kelelahan. Kelelahan ini dapat menyebabkan kualitas pekerjaan seseorang berkurang dan akibatnya sering terjadi kesalahan dalam bekerja yang akhirnya mengakibatkan *rework* (Andi, 2005)

#### **2.2.3d Bekerja tidak sesuai dengan prosedur**

Pengerjaan yang tidak sesuai dengan prosedur tentu saja akan menghasilkan pekerjaan dengan kualitas yang lebih buruk dan hal ini seringkali memerlukan perbaikan untuk mencapai kualitas yang diharapkan (Andi, 2005).

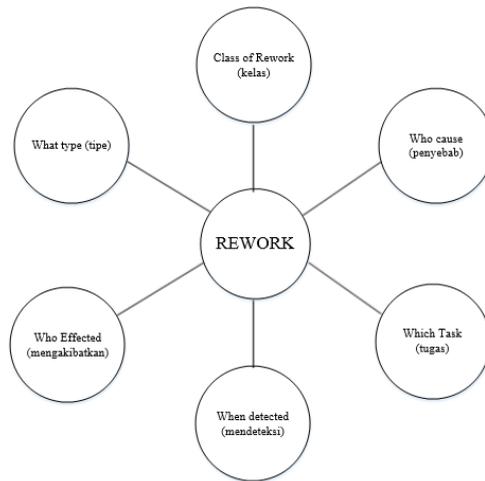
#### **2.2.3e Pertimbangan yang salah dalam mengambil keputusan di lapangan**

Seringkali jika diharapkan pada situasi yang mendesak, misalnya karena jadwal yang padat, pekerja lapangan harus mengambil keputusan sendiri mengenai apa yang mereka kerjakan, terkadang keputusan mereka itu salah dan mengakibatkan hasil yang berbeda dari keinginan desainer maupun kontraktor.

### 2.3 Penelitian Terdahulu mengenai *Rework*

Burarti et all, 1992 menyatakan bahwa adanya penyimpangan akan menyebabkan timbulnya problema lanjutan yaitu menyangkut pihak yang bertanggung jawab atas terjadinya *rework*. Untuk menjawab hal ini Burarti dkk, (1992) mengusulkan penelusuran informasi penyimpangan melalui diagram yang disebut sebagai ‘anatomi biaya penyimpangan’. Pada dasarnya diagram ini terdiri atas :

- a. Macam penyimpangan  
Macam penyimpangan dimaksud adalah : *error*, *omission*, *change* atau *damage*, hal ini sehubungan dengan pertanggung jawaban biaya yang terkait dengan pelaksanaan *rework*
- b. Disiplin penyebab  
Penelusuran *rework* berhubungan dengan partisipan ‘pelaksanaan’ konstruksi yaitu antara kontraktor dengan subkontraktor ataupun *supplier* (*vendor*)
- c. Partisipan penyebab  
Diantara pelaku konstruksi termasuk konsultan dapat menjadi penyebab terjadi *rework*.
- d. Biaya terkait  
Besaran biaya yang harus dikeluarkan untuk melaksanakan *rework*, erat hubungannya dengan hierarki macam *rework* yang terjadi.
- e. Tahap konstruksi  
Tahap terjadi *rework* digunakan untuk melakukan antisipasi, erat hubungannya dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan dan koordinasi antar disiplin. Hal ini perlu dilakukan mengingat kenyataan bahwa problema yang menimbulkan *rework* seringkali baru terlihat setelah tahapan *rework* mencapai prosentase 60% hingga 80% (Ryser dkk, 1997)



Gambar 2.2 *Anatomy of Rework*

Dari penelitian lain, untuk menggali lebih dalam permasalahan *rework*, Ledbetter (1994) mengidentifikasi penyebab *rework* dalam 7 penyebab *rework* yang dapat dilihat pada tabel 2.1. Secara umum penyebab *rework* dibagi jadi 2 macam yakni, “*change*” (perubahan) pada satu sisi, dan “*Error*” (kesalahan) serta “*Omission* (kelalaian)”

- ❖ Pemilik proyek / klien / *owner*
- ❖ Desainer / perencana
- ❖ Konstruktor / kontraktor (eksekutor)
- ❖ *Vendor / supplier*

Dari tabel 2.1 bisa disimpulkan bahwa pengerjaan ulang bisa terjadi di setiap tahapan proses konstruksi. Dan pengerjaan ulang tersebut disebabkan oleh masing-masing partisipan utama proyek, yakni dari *owner* / klien, desainer, kontraktor, hingga *vendor / supplier*. Dalam penelitian lain, Love, Wyatt, dan Mohamed (1997), penyebab *rework* antara lain : *change* (perubahan), *error* (kesalahan), *omission* (kelalaian), dan *damage* (kerusakan). Berbeda dengan peneliti Ledbetter (1994), penelitian

ini menyatakan sumber kesalahan *rework* hanya disebabkan oleh desainer dan kontraktor. Hal lain yang membedakan adalah adanya unsur kelalaian (*omission*) dan kerusakan lain (*damage*) sebagai unsur lain penyebab *rework*. Persamaan dari kedua penelitian tersebut, bahwa peranan desainer dan kontraktor adalah proyek konstruksi dalam besaran *rework* adalah sangat penting.

Tabel 2.1 Penyebab-Penyebab *Rework*  
Sumber : Ledbetter, 1994

| Type               | Sumber   | Deskripsi   | Tahap Terjadi         |
|--------------------|--|---|-----------------------|
| <i>Change</i>      | <i>Owner</i>   | Perubahan yang dilaksanakan atas perintah <i>owner</i> / klien setelah beberapa tahapan pekerjaan diselesaikan  | Tahap Desain          |
|                    |  |   | Tahap Konstruksi      |
|                    |  |   | Tahap <i>Start Up</i> |
|                    | <i>Designer</i>  | Perubahan yang dilakukan desainer pada produk dan atau proses desain. Seringkali perubahan menghasilkan peningkatan nilai atau probabilitas produk atau proses atau memperpendek urutan kerja | Tahap Desain          |
|                    |  |   | Tahap Konstruksi      |
|                    |  |   | Tahap <i>Start Up</i> |
| <i>Vendor</i>      | Perubahan yang dilakukan oleh <i>vendor</i> / <i>supplier</i> dalam usaha perubahan produk atau peralihan yang berhubungan dengan proyek. Seringkali menghasilkan peningkatan nilai atau probabilitas produk atau proses | Tahap Desain  |                       |
|                    |  | Tahap <i>Start Up</i>   |                       |
|                    |  | Tahap Konstruksi  |                       |
| <i>Constructor</i> | Perubahan yang dilakukan oleh konstruktor produk atau proses. Seringkali perubahan menghasilkan peningkatan nilai konstruktabilitas atau operabilitas produk atau proses atau memperpendek urutan kerja.                 | Tahap Konstruksi  |                       |
|                    |  | Tahap <i>Start Up</i>   |                       |
|                    |  | Tahap Desain  |                       |
| <i>Error</i>       | <i>Designer</i>  | Kesalahan atau kelalaian yang dilakukan oleh desainer pada produk atau proses desain  | Tahap Konstruksi      |
|                    |  |   | Tahap <i>Start Up</i> |
|                    |  |   | Tahap Desain          |
| <i>Vendor</i>      | Kesalahan atau kelalaian yang dilakukan oleh <i>vendor</i> / <i>supplier</i> pada pengadaan bahan / peralihan yang dipakai saat proyek   | Tahap Konstruksi  |                       |
|                    |  | Tahap <i>Start Up</i>   |                       |
|                    |  | Tahap Desain  |                       |
| <i>Constructor</i> | Kesalahan atau kelalaian yang dilakukan oleh konstruktor pada produk atau proses konstruksi.   | Tahap Konstruksi  |                       |
|                    |  | Tahap <i>Start Up</i>   |                       |

## 2.4 Pengaruh *Rework* terhadap Biaya

Dampak yang ditimbulkan akibat pengerjaan ulang atau penyimpangan adalah adanya biaya tambahan sebagai upaya mengembalikan ke keadaan semula.

Studi yang dilakukan CII (*Construction Industry Institute of America*) untuk *US Army Corps of Engineer* mendapatkan kenaikan biaya konstruksi rata-rata mencapai 6%, yang mana 50%-60% perubahannya disebabkan oleh kesalahan desain (*design error*) dan 23% - 35% disebabkan oleh perubahan yang sengaja diminta oleh pemilik proyek (*owner change*)

Studi lain yang terkait juga dilakukan oleh kelompok "*Business Round Table of America*", yang memperoleh hasil bahwa 9 proyek yang diteliti, ditemukan terjadinya kenaikan anggaran biaya rata-rata kurang lebih 12% yang disebabkan oleh karena penyimpangan proses konstruksi. Dalam prosentase tersebut, kontribusinya terdiri dari atas kesalahan desain (*design error*) sebesar 25%, perubahan yang diminta oleh pemilik proyek (*owner change*) sebesar 54% dan hanya sebesar 17% yang benar-benar disebabkan oleh kesalahan konstruksi (*construction error*). Sebagian besar *rework* terjadi pada tahap pelaksanaan pekerjaan mekanikal dan elektrik yang merupakan 30% hingga 40% dari total anggaran pelaksanaan yang berarti berkontribusi 4% hingga 5% dari total biaya *rework* terjadi proses konstruksi (Ryser, 1997).

Tyler, Wyatt, dan Mohammed (1997) menyatakan dalam penelitiannya, bahwa *rework* pasti akan menimbulkan tambahan biaya sebarangpun kecilnya, bahkan pada akhirnya tambahan-tambahan ini dapat menimbulkan ketidakpuasan dari pemilik proyek/klien. Pendapat bahwa *rework* diakui masyarakat konstruksi (Nat'l Academy Press, 1991). Adanya kenaikan biaya konstruksi yang dikeluarkan kontraktor pelaksana dibanding dengan estimasi biaya konstruksi yang direncanakan merupakan indikasi adanya inefisiensi dan pengurangan kualitas. Memang masalah *rework* sangat terkait dengan ketidakefisiensian dan masalah kualitas.

## **2.5 Upaya mengurangi *Rework* pada Penelitian Terdahulu**

Menyadari bahwa dalam dunia konstruksi, *rework* merupakan pekerjaan yang mustahil tidak terhindarkan, maka perlu upaya-upaya mengurangi *rework*. Penelitian Ledbetter (1994) memberikan masukan berupa usaha pengurangan *rework* hingga minimum absolut (nol pada kondisi ideal), dengan cara mengetahui terlebih dahulu penyebab *rework*-nya. Diperlukan 3 informasi utama terkait hal tersebut :

### **2.5.1 Akar penyebab timbulnya *rework***

Mengingat *rework* merupakan bagian dari tindakan koreksi, maka perlu dilakukan banyak pengamatan. Berdasarkan studi Razek (1998), menekankan studi akar penyebab *rework* hanya 4 aspek utama yaitu :

- Informasi yang tidak lengkap
- Komunikasi antar partisipan yang terhambat atau tidak lancar
- Keahlian pelaksanaan konstruksi yang kurang memenuhi syarat
- Ketidakhadiran dalam pengawasan pelaksanaan

### **2.5.2 Disiplin (aspek pembangunan) yang terjadi timbulnya *rework***

Seringkali disiplin pekerjaan satu disiplin akan menimbulkan *rework* pada disiplin lain. Burati (1992) menyebutkan bahwa disiplin yang cenderung menjadi penyebab *rework* dalam suatu proyek adalah pekerjaan perpipaan, pekerjaan pembetoanan, pekerjaan pengecatan, dan pekerjaan elektrik. Baik perpipaan dan elektrik, keduanya merupakan pekerjaan utilitas.

Riser (1997) menyatakan bahwa dibandingkan dengan pekerjaan struktural yang dapat ditangani dengan cara yang sama, pekerjaan perpipaan jauh lebih kompleks. Pekerjaan perpipaan harus diestimasi dan ditelusuri berdasarkan lajur. Dan tiap lajur memiliki variable tersendiri, seperti ketebalan, ukuran standar sambungan 9 unit sambungan per panjang pasang.

Kondisi-kondisi di atas potensial mengalami masalah. Oleh Riser kembali dinyatakan, bahwa hal tersebut juga berlaku pada pekerjaan elektrikal.. Karena itu, pekerjaan pada 2 disiplin tersebut harus mendapat perhatian lebih dalam usaha mengurangi *rework*.

### **2.5.3 Saat fase apa *rework* terdeteksi**

Usaha untuk mengurangi *rework*, dapat juga ditempuh dengan mengetahui fase dimana *rework* sering terjadi. Suatu konstruksi dimulai dengan adanya ungkapan kebutuhan akan suatu fasilitas. Ungkapan kebutuhan ini disebut sebagai gagasan dasar/ide dasar. Gagasan dasar mulai timbul dari satu orang atau beberapa orang untuk kemudian diproses untuk diwujudkan dalam bentuk 2 dimensi (bentuk gambar, grafik, atau uraian, dsb). Proses ini dikenal sebagai proses perencanaan dan dimatangkan dalam proses rancang bangun.

Setelah itu wujud proyek 2 dimensi diimplementasikan dalam wujud 3 dimensi. Proses ini disebut juga pelaksanaan konstruksi, dimana produknya merupakan wujud fisik yang merupakan hasil akhir gagasan.

Berried an Paulson (1984) menyatakan bahwa ada 6 tahapan yang berlaku dalam pengembangan proyek, yang dimulai dari ide / gagasan hingga wujud akhirnya. Berikut adalah tahapannya :

1. Konsep dan Studi Kelayakan (*Concept and Feasibility Studies*)
2. Rekayasa dan Desain (*Engineering and Design Development*)
3. Pengadaan (*Procurement*)
4. Konstruksi (*Construction*)
5. *Start Up*
6. Operasional (*Project Operation / Utilization*)

Sedangkan oleh Ledbetter (1994), tahapan 1 dan 2 dimasukkan dalam tahapan desain, sedangkan tahapan 3 dan 4 dikategorikan dalam tahapan konstruksi / pelaksanaan. Kemudian tahap *Start Up* dinamakan tahap operasi percobaan

(*trial operation*) dan tahap akhir disebut tahap operasional penuh.

Lebih lanjut, untuk mengatasi berbagai penyimpangan dalam proses konstruksi, diperlukan tindakan untuk mengembalikan pada rencana semula yakni tindakan koreksi (*corrective action*). Russel dan Fayek (1994) mengelompokkan tindakan koreksi dan menyusunnya dalam hierarki sebagai berikut :

1. Tidak berbuat apa-apa (*Nothing to do*)
2. Mengatasi isu lingkungan
3. Penanganan tenaga kerja
4. Memperbaiki metode konstruksi
5. Melakukan aksi manajerial
6. Peninjauan kontrak
7. Melakukan aksi perlindungan
8. Penanganan material

## 2.6 Pengumpulan dan Pengolahan Data

### a. Pengumpulan Data Primer Tahap Pertama

Pada tahap ini akan dilakukan survey lapangan dan kajian pustaka dari berbagai macam literatur seperti skripsi, thesis, buku-buku, dan sumber resmi lainnya (Untuk sumber-sumber kajian pustaka dapat dilihat pada Daftar Pustaka). Survey dan kajian pustaka bertujuan untuk mengetahui *item-item rework* yang mungkin atau pasti terjadi pada proyek ini. Kemudian, hasil survey dan kajian pustaka akan dikonsultasikan melalui *interview* / wawancara kepada responden-responden yang telah ditentukan, untuk mengetahui terjadi atau tidaknya (validasi) *item-item rework* yang telah didapat oleh penulis pada proyek Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya.

Responden-responden pada penelitian ini adalah *Project Manager* (PM), *Site Engineering Manager* (SEM), *Site Operational Manager* (SOM), 2 orang *Quality Control* (QC), dan 2 orang *Quantity Surveyor* (QS).

Melalui *interview*, masing-masing responden juga diminta menambahkan apabila ada *item rework* yang tidak diketahui oleh penulis, namun terjadi pada proyek. Lalu *item-item rework* tambahan yang didapat dari hasil *interview* akan digabungkan dengan *item-item rework* yang telah divalidasi oleh para responden (*item-item rework* yang didapat berdasarkan hasil survey dan kajian pustaka) sebelumnya, untuk dibuat menjadi sebuah kuisisioner. Kuisisioner ini bertujuan untuk mengetahui banyak kejadian dari masing-masing *item rework* tersebut. Namun bila tidak ada tambahan dari reponden, kuisisioner hanya berisi *item-item rework* yang didapat dari hasil kajian pustaka dan survey.

#### **b. Pengolahan Data Primer secara Statistik**

Karena data yang didapatkan adalah data primer yang berdasarkan pada pengalaman dari masing-masing responden dan laporan harian proyek yang bersifat rahasia ataupun belum lengkap, maka perlunya dibuat hitungan statisitik dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mencari Mean (rata-rata) dan Standar Deviasi :
  - Mean (rata-rata) : Mencari rata-rata kejadian dari setiap *item rework*.
  - Standar Deviasi : Mencari ragam data dari setiap *item rework*.
2. Mencari rata-rata dari seluruh nilai Mean yang nantinya akan disebut sebagai :  $x_p$
3. Mencari rata-rata dari seluruh nilai Standar Deviasi yang nantinya akan disebut sebagai :  $y_p$
4. Gambar diagram kartesius dengan Mean sebagai sumbu x dan Standar Deviasi sebagai sumbu y, dan lakukan *plotting* antara Mean dengan Standar Deviasi dari masing –masing *item rework*.
5. Gambar sebuah diagram kartesius baru dengan titik pusat koordinat ( $x_p$  ,  $y_p$ ) tadi. Dengan Mean sebagai sumbu x dan Standar Deviasi sebagai sumbu y, dan lakukan *plotting*

yang kedua kali antara Mean dengan Standar Deviasi dari masing –masing *item rework*.

6. Dari diagram kartesius baru, akan dipilih salah satu dari 4 kuadran dengan ketentuan sebagai berikut :
  - Nilai Mean (x) nya paling besar dibandingkan dengan kuadran lainnya, yang menunjukkan bahwa *item-item rework* yang ada pada kuadran tersebut adalah yang paling sering terjadi.
  - Nilai Standar Deviasi (y) yang paling kecil menunjukkan ragam data pada kuadran tersebut kecil, atau bisa dikatakan bahwa pendapat para responden mengenai *item-item rework* yang ada pada kuadran tersebut kurang beragam / kesamaan pendapat. Para responden berpendapat sama bahwa *item-item rework* pada kuadran tersebut paling sering terjadi di proyek.

### c. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder berupa data-data historis proyek milik kontraktor mengenai *rework* yang terjadi di proyek pada periode 2015-2017. Data sekunder yang dibutuhkan adalah NC (*Non Conformance*) yang berisi suatu *item* pekerjaan yang perlu dilakukan *rework*, serta biaya yang diperlukan untuk satu kali pekerjaan per-1 *item*-nya.

### d. Pengumpulan Data Primer Tahap Kedua

Dilakukan *interview* kepada para responden yang telah ditentukan dengan tujuan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab dari masing-masing *item rework* tersebut.

## 2.7 *Fault Tree Analysis (FTA)*

*Fault Tree Analysis (FTA)* adalah sebuah analisis kualitatif untuk menjelaskan dalam bentuk diagram sebab-sebab kerusakan sebuah sistem. Konsep dasarnya adalah memodelkan sistem fisik ke dalam komplemen fungsi struktur logika (*fault tree diagram*). Diagram logika ini dibuat dengan menggunakan simbol *event* dan simbol logika. Simbol-simbol *event* dan logika dibawa dalam

adaptasi terhadap simbol-simbol standar yang digunakan dalam diagram *fault tree analysis* untuk memudahkan penulisan.

Gate yang banyak digunakan dalam model *fault tree analysis* adalah gate “OR” (atau) dan “AND” (dan).

FTA (*Fault Tree Analysis*) terdiri dari 4 tahap :

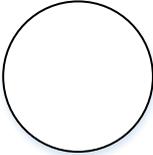
1. Definisi sistem
2. Pembuatan diagram *Fault Tree*
3. Analisis kualitatif
4. Analisis kuantitatif

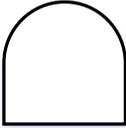
Dalam penelitian kali ini, setelah diketahui *item-item rework* yang paling sering terjadi, beserta faktor-faktor penyebabnya, maka akan dibuat rancangan *Fault Tree Analysis (FTA)* dari masing-masing *item rework* tersebut.

### 2.7.1 Simbol-Simbol dalam *Fault Tree Analysis (FTA)*

Dalam diagram *Fault Tree Analysis*, hubungan satu sama lain dihubungkan dengan garis dan simbol. Berikut ini adalah symbol-simbol dari *Fault Tree Analysis*, beserta penjelasan makna dari symbol tersebut.

Tabel 2.2 Simbol-Simbol *Fault Tree*

| Event Symbol  | Penjelasan   |
|---|--|
| Basic Event (Primary)<br> | Suatu lingkaran yang menyatakan kerusakan dari komponen elementer. Parameter kerusakan seperti <i>unavailability</i> , probabilitas, laju kerusakan dan laju perbaikan dari event kerusakan diperoleh dari data empiris atau sumber-sumber lain. |

|  |  |
|--|--|
| <p>Intermediate Event</p>   | <p>Bujur sangkar yang menotasikan suatu event yang hasil dari kombinasi event kerusakan lewat input dari gerbang logika</p>                        |
| <p>AND Gate (Logic Gate)</p>    | <p>AND Gate melambangkan bahwa suatu event output terjadi jika semua event output terjadi jika dan hanya jika semua event event input terjadi.</p> |
| <p>OR Gate (Logic Gate)</p>   | <p>OR Gate melambangkan bahwa suatu event output terjadi jika ada satu atau lebih event input terjadi.</p>   |
| <p>Transfer symbol</p> <p>a. Transfer In</p>  <p>b. Transfer Out</p>  | <p>Digunakan untuk menghindari perulangan bagian-bagian dari fault tree</p>  |

### 2.7.2 Langkah-Langkah membuat *Fault Tree Analysis* (FTA)

Adapun langkah-langkah membuat *Fault Tree Analysis* (FTA) a sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi *top event* yang merupakan suatu kegagalan / *failure* yang didapat berdasarkan hasil kuisioner, *interview*, ataupun survey pendahuluan.
2. Mengidentifikasi *intermediate event* tingkat pertama yang dapat menyebabkan *top event*
3. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama ke *top event* dengan menggunakan gerbang logika (*logic gate*), dapat berupa *OR gate* atau *AND gate*
4. Menentukan *intermediate event* tingkat kedua
5. Menentukan hubungan antara *intermediate event* tingkat kedua ke *intermediate event* tingkat pertama dengan menggunakan gerbang logika (*logic gate*), juga dapat berupa *OR gate* atau *AND gate*
6. Lanjutkan penguraian hingga mendapatkan *basic event*.

### 2.7.3 Menentukan *Minimum Cut Set*

*Cut Set* adalah berbagai *Basic Event* yang memungkinkan terjadinya *Top Event*. Berdasarkan sumber, dalam hal ini adalah *rework* pekerjaan beton. *Cut Set* dikatakan sebagai *minimum cut set* jika *cut set* tersebut tak dapat direduksi tanpa menghilangkan statusnya sebagai *cut set*. Tabel *minimum cut set* untuk *FTA rework* pekerjaan beton dapat dilihat pada tabel berikut.

## 2.8 Perhitungan Nilai *Probability (P)*

Dari hasil kuisioner ataupun *interview* yang telah diketahui sebelumnya, maka diketahui *item rework* yang paling sering terjadi. Kemudian *item rework* tersebut dijabarkan dengan metode *FTA* untuk mengetahui faktor-faktor penyebabnya, *Top Event - Intermediate Event - Basic Event* yang saling terhubung dengan *logic gate*. Untuk nilai probabilitas dari dari *Basic Event* diketahui melalui *interview* / wawancara. Kemudian nilai *probability* (probabilitas) dari *Intermediate Event - Top Event* dapat dihitung dengan rumus :

1. Untuk *Gate OR* ( $\triangle$ )  
Probabilitas (P) =  $1 - [(1 - P_n)(1 - P_n)]$
2. Untuk *Gate AND* ( $\square$ )

Probabilitas (P) = P<sub>n</sub> x P<sub>n</sub>

Dimana “n” adalah notasi dari *Basic Event/Intermediate Event*

## 2.9 *Impact (I) terhadap Biaya*

*Impact* (dampak) yang dimasuk dalam studi kasus *rework* kali ini adalah *impact* terhadap biaya. Biaya dari *item rework* yang paling sering terjadi masuk dalam biaya pada *Top Event* yang didapat melalui *interview* atau data sekunder berupa *NC (Non Conformance)* yang ada pada Bab Lampiran.

## 2.10 *Expected Monetary Value (EMV)*

Dalam kasus *rework* ini, setelah ditemukan *item rework* yang kemungkinan terjadinya paling tinggi, menjabarkan faktor-faktor penyebabnya dengan *Fault Tree Analysis* untuk mencari nilai probabilitas dari masing-masing faktor penyebab, dan setelah mengetahui nilai *impact*-nya, maka bisa dihitung nilai *defect* terhadap biaya dengan menggunakan teori *EMV* :

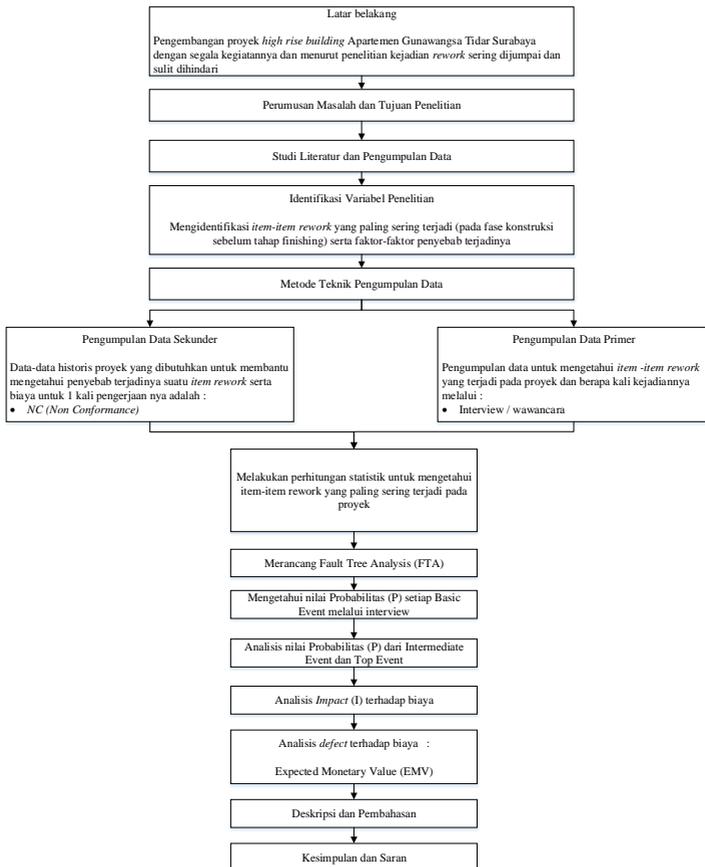
$$EMV = Probability (P) \times Impact (I)$$

- A. *EMV* terhadap *Top Event* : Nilai biaya suatu *item rework* yang ada pada *NC*
- B. *EMV* terhadap *Intermediate Event* : Nilai biaya suatu *item rework* yang ada pada *NC* dikalikan dengan nilai probabilitas dari *Intermediate Event* dari *item rework* tersebut.
- C. *EMV* terhadap *Basic Event* : Nilai biaya suatu *item rework* yang ada pada *NC* dikalikan dengan nilai probabilitas dari *Basic Event* dari *item rework* tersebut.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan“*

### BAB III METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini dijelaskan mengenai tahapan riset yang dilakukan dalam perumusan masalah untuk mencapai tujuan penelitian. Berikut *flowchart*-nya:

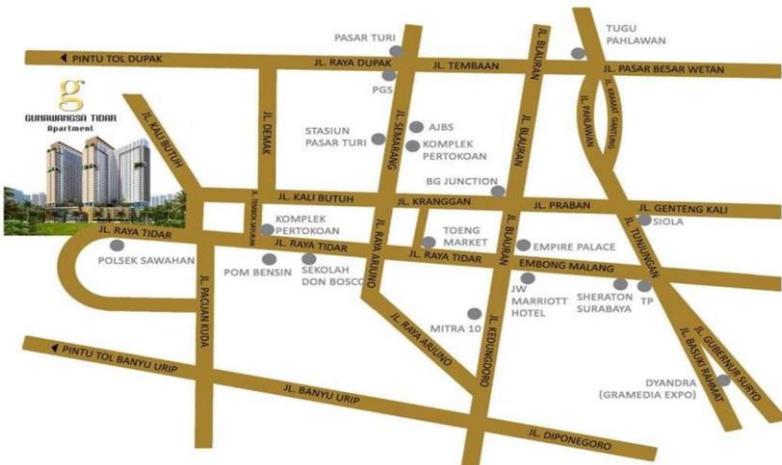


Gambar 3.1 Diagram Alur Metode Penelitian

### 3.1 Ruang Lingkup Pembahasan

Penelitian ditetapkan dan dilakukan dengan mengadakan pengamatan pada kontraktor yang menyelesaikan kegiatan proyek pembangunan Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya

- Objek penelitian :Proyek *high rise building* Apartemen Gunawangsa Tidar, Surabaya
- Kontraktor :P.T Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk.
- Periode pembangunan :tahun 2015-2017
- Pengukuran :Data terkumpul & pertanyaan terbuka
- Kriteria pengukuran :Kriteria pengukuran bersifat obyektif
- Pengaruh biaya :Besarnya biaya tambahan akibat *rework*
- Lokasi Proyek :Jl. Tidar No. 350, Tembok Dukuh, Tidar, Tembok Dukuh, Bubutan, Surabaya, Jawa Timur 60173



Gambar 3.2 Peta Lokasi Studi

### 3.2 Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Pada tahap studi dan pengumpulan data dilakukan proses pencarian informasi atau menggali referensi mengenai hal-hal yang mendukung penelitian. Studi literatur ini menelusuri literatur yang ada dengan berupaya memahami untuk menggali teori-teori yang berkembang dalam bidang *rework*, mencari metode-metode serta teknik penelitian, baik dalam mengumpulkan data atau dalam menganalisis data.

### 3.3 Identifikasi Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang akan diamati berupa *rework* yang paling sering terjadi dari semua *rework* yang ada pada fase sebelum tahap *finishing* saja (fase konstruksi struktural). Mengidentifikasi variabel penelitian membutuhkan data-data primer dan sekunder.

Penentuan variabel *rework* diambil dari Burati dkk, (1992), terdiri dari pekerjaan ulang berupa *repair* (perbaikan), *revision* (revisi), *replacement* (penggantian), dan *redesign* (merancang ulang). Berikut adalah pengertian dari masing-masing jenis *rework* serta beberapa contoh *item rework* nya :

**3.3.1 Repair (Perbaikan)** adalah pekerjaan ulang untuk mengembalikan kondisi item pekerjaan tertentu ke kondisi semula atau seharusnya (pekerjaan dimaksud sudah berada dalam kondisi selesai). Contoh :

- a. *Repair* permukaan plat lantai yang tidak rata/terlalu gelombang untuk sesuaikan *finishing*
- b. *Repair* penempatan lubang *outlet* pipa air kotor pada lantai karena tipe sanitasi yang akan dipasang nanti
- c. *Repair* permukaan dinding yang bergelombang atau tidak rata
- d. *Repair* pemasangan rangka plafond yang tidak lurus
- e. *Repair* rangka plafond yang patah akibat pemasangan instalasi *MEP* (*Mechanical, Electrical, Plumbing*)

**3.3.2 Revision (Revisi/Pembetulan)** adalah pekerjaan yang dilakukan untuk menyelesaikan atau menyempurnakan item pekerjaan dimaksud yang mengalami perubahan-perubahan akibat pekerjaan *finishing*. Contoh:

- a. Revisi beda elevasi finish level plat lantai antar ruang yang kurang turun atau naik
- b. Revisi bidang dinding akibat pemasangan yang keliru sehingga bidang dinding, kolom, *shewarwall*, dan balok menjadi miring / tidak siku
- c. Revisi ulang panel rangka plafond karena ketidaksesuaian elevasi ketinggian (rendah/tinggi)
- d. Revisi struktur *opening* kusen pintu / jendela yang tidak sesuai dengan ukuran
- e. Revisi struktur *opening* kusen / jendela yang tidak siku

**3.3.3 Replacement (Penggantian)** adalah pekerjaan dengan mengganti suatu unit sistem material karena tidak berfungsi sesuai dengan standar. Contoh:

- a. Penggantian jenis material batu bata dinding
- b. Penggantian jenis material rangka plafond

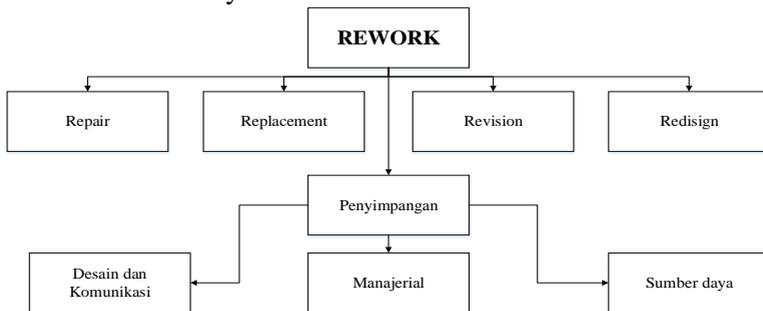
**3.3.4 Redesign (Mendesain Ulang)** adalah kegiatan perbaikan yang dilakukan perencana atau pelaksana untuk merencanakan ulang *design finishing* nantinya. Contoh :

- a. *Redesign* elevasi slab.plat lantai akibat tidak sesuai dengan fungsi ruang
- b. *Redesign* bidang dinding akibat fungsi ruang
- c. *Redesign* konstruksi plafond karena tidak sinkronan dengan sistem MEP (misal dikarenakan ada instalasi *ducting* / kabel trei / pipa *plumbing*)

Penyimpangan yang dimaksud adalah : *error* (kesalahan), *omission* (kelalaian), *change* (perubahan), atau *damage* (kerusakan). Adanya penyimpangan akan menyebabkan timbulnya problema lanjutan yang

menyangkut pihak yang bertanggung jawab atas terjadinya *rework*. Kemudian sumber dari penyebab utama *rework* tersebut terkait dengan 3 faktor yaitu, yakni :

- Desain & Komunikasi
- Manajerial
- Sumber daya



Gambar 3.3 Penjabaran *Rework*

### 3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

#### e. Pengumpulan Data Primer Tahap Pertama

Pada tahap ini akan dilakukan survey lapangan dan kajian pustaka dari berbagai macam literatur seperti skripsi, thesis, buku-buku, dan sumber resmi lainnya (Untuk sumber-sumber kajian pustaka dapat dilihat pada Daftar Pustaka). Survey dan kajian pustaka bertujuan untuk mengetahui *item-item rework* yang mungkin atau pasti terjadi pada proyek ini. Kemudian, hasil survey dan kajian pustaka akan dikonsultasikan melalui *interview* / wawancara kepada responden-responden yang telah ditentukan, untuk mengetahui terjadi atau tidaknya (validasi) *item-item rework* yang telah didapat oleh penulis pada proyek Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya.

Responden-responden pada penelitian ini adalah *Project Manager (PM)*, *Site Engineering Manager (SEM)*, *Site Operational Manager (SOM)*, 2 orang *Quality Control (QC)*, dan 2 orang *Quantity Surveyor (QS)*.

Melalui *interview*, masing-masing responden juga diminta menambahkan apabila ada *item rework* yang tidak diketahui oleh penulis, namun terjadi pada proyek. Lalu *item-item rework* tambahan yang didapat dari hasil *interview* akan digabungkan dengan *item-item rework* yang telah divalidasi oleh para responden (*item-item rework* yang didapat berdasarkan hasil survey dan kajian pustaka) sebelumnya, untuk dibuat menjadi sebuah kuisioner. Kuisioner ini bertujuan untuk mengetahui banyak kejadian dari masing-masing *item rework* tersebut. Namun bila tidak ada tambahan dari responden, kuisioner hanya berisi *item-item rework* yang didapat dari hasil kajian pustaka dan survey.

#### **f. Pengolahan Data Primer secara Statistik**

Karena data yang didapatkan adalah data primer yang berdasarkan pada pengalaman dari masing-masing responden dan laporan harian proyek yang bersifat rahasia ataupun belum lengkap, maka perlunya dibuat hitungan statistik dengan langkah-langkah sebagai berikut:

7. Mencari Mean (rata-rata) dan Standar Deviasi :
  - Mean (rata-rata) : Mencari rata-rata kejadian dari setiap *item rework*.
  - Standar Deviasi : Mencari ragam data dari setiap *item rework*.
8. Mencari rata-rata dari seluruh nilai Mean yang nantinya akan disebut sebagai :  $x_p$
9. Mencari rata-rata dari seluruh nilai Standar Deviasi yang nantinya akan disebut sebagai :  $y_p$
10. Gambar diagram kartesius dengan Mean sebagai sumbu x dan Standar Deviasi sebagai sumbu y, dan

lakukan *plotting* antara Mean dengan Standar Deviasi dari masing –masing *item rework*.

11. Gambar sebuah diagram kartesius baru dengan titik pusat koordinat ( $x_p$  ,  $y_p$ ) tadi. Dengan Mean sebagai sumbu x dan Standar Deviasi sebagai sumbu y, dan lakukan *plotting* yang kedua kali antara Mean dengan Standar Deviasi dari masing –masing *item rework*.
12. Dari diagram kartesius baru, akan dipilih salah satu dari 4 kuadran dengan ketentuan sebagai berikut :
  - Nilai Mean (x) nya paling besar dibandingkan dengan kuadran lainnya, yang menunjukkan bahwa *item-item rework* yang ada pada kuadran tersebut adalah yang paling sering terjadi.
  - Nilai Standar Deviasi (y) yang paling kecil menunjukkan ragam data pada kuadran tersebut kecil, atau bisa dikatakan bahwa pendapat para responden mengenai *item-item rework* yang ada pada kuadran tersebut kurang beragam / kesamaan pendapat. Para responden berpendapat sama bahwa *item-item rework* pada kuadran tersebut paling sering terjadi di proyek.

### **g. Pengumpulan Data Sekunder**

Data sekunder berupa data-data historis proyek milik kontraktor mengenai *rework* yang terjadi di proyek pada periode 2015-2017. Data sekunder yang dibutuhkan adalah NC (*Non Conformance*) yang berisi suatu *item* pekerjaan yang perlu dilakukan *rework*, serta biaya yang diperlukan untuk satu kali pekerjaan per-1 *item*-nya.

### **h. Pengumpulan Data Primer Tahap Kedua**

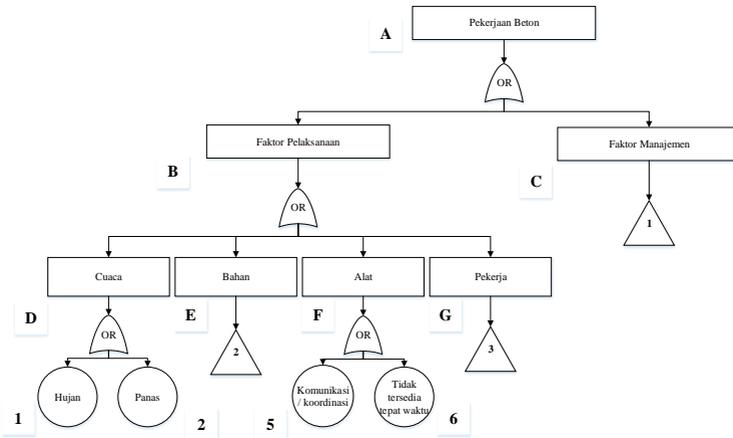
Dilakukan *interview* kepada para responden yang telah ditentukan dengan tujuan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab dari masing-masing *item rework* tersebut.

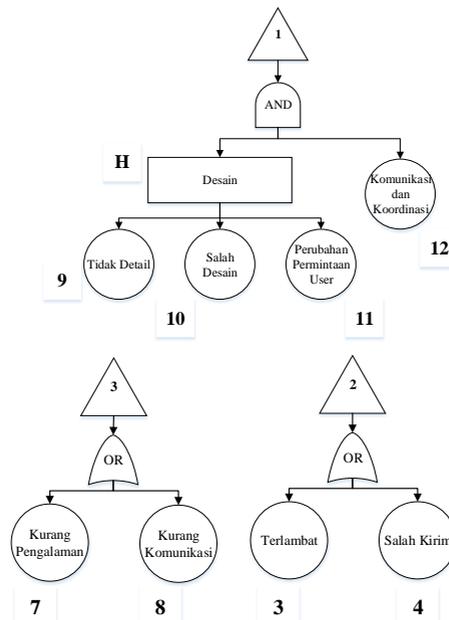
### 3.5 Fault Tree Analysis (FTA)

*Top Event* sebagai variabel yang akan diidentifikasi, yang dalam hal ini adalah *item rework* yang paling sering terjadi. *Intermediate Event* didefinisikan sebagai suatu kondisi yang masih mungkin ditelusuri lagi penyebab lainnya (*Basic Event*) yang dihubungkan dengan gerbang logika (*logic gate*). *Basic event* adalah kondisi penyebab yang paling dasar yang sudah tidak mungkin lagi untuk ditelusuri penyebab lainnya, atau karena kurangnya informasi.

#### 3.5.1 Contoh Fault Tree Analysis (FTA)

Berikut adalah sebuah contoh analisis *rework* menggunakan *Fault Tree Analysis (FTA)*. Setiap *failure* / risiko dianalisis apa saja yang menjadi sumber penyebab risiko dimana masuk dalam kategori *Intermediate Event* yang kemudian sampai pada kategori *Basic Event* sehingga dapat disusun konstruksi *Fault Tree* nya untuk mencari nilai probabilitas yang berasal dari kuisioner ataupun interview. (Sumber : Rahardjo, Kukuh, (2011), “Analisis Rework pada Konstruksi Gedung di Kabupaten Bondowoso”, Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya).





Gambar 3.4 Contoh FTA pada *Rework* Pekerjaan Beton

Gambar 3.4 diatas menampilkan Konstruksi *FTA rework* pekerjaan beton, dimana terdapat 2 *Intermediate Event*, yakni Faktor Pelaksanaan (B) dan Faktor Manajemen (C) dengan *Top Event* melalui suatu *logic gate* berupa *OR gate*. Untuk faktor manajemen terdapat 1 *Intermediate Event* yakni Desain (H) dan *Basic Event* Komunikasi / Koordinasi (12), yang dihubungkan *logic gate* berupa *AND gate*. Kejadian desain dan komunikasi memiliki hubungan berupa *and gate*, karena 2 kejadian hanya dapat menyebabkan kesalahan faktor manajemen bila kedua kejadian terjadi bersamaan/ berlaku. Bila hanya salah satu kejadian, kemungkinan kesalahan akibat faktor manajemen masih dapat diatasi.

Desain sendiri sebagai salah satu faktor penyebab, memiliki 3 *Basic Event*, yakni Tidak Detail (9), Salah Desain

(10), dan Perubahan Permintaan User (11) yang dihubungkan oleh *OR gate* sebagai *logic gate*. Salah satu dari 3 *Basic Event* tersebut masih dapat menyebabkan kesalahan, sehingga *logic gate* yang menghubungkan adalah *OR gate*.

Dari gambar 3.4 tersebut juga dapat dilihat konstruksi *FTA* untuk faktor pelaksanaan, yang memiliki 4 *Intermediate Event*, yaitu Cuaca (D), Bahan (E), Alat (F), dan Pekerja (G). Dan keempat *Intermediate Event* tersebut dihubungkan oleh *logic gate* berupa *OR gate*, karena hanya salah satu kejadian dapat menyebabkan kesalahan dari faktor pelaksanaan. Untuk kondisi Cuaca (D) memiliki 2 *Basic Event*, yakni Hujan (1) dan Panas (2) yang dapat menyebabkan korosi pada baja tulangan. Sedangkan untuk *Intermediate Event* Bahan (E) memiliki 2 *basic event* yakni Terlambat (3) dan Salah Kirim (4), keduanya dihubungkan oleh *OR gate*. Untuk *Intermediate Event* Alat (F) disebabkan oleh 2 *Basic Event* yaitu Alat yang Tak Berfungsi Normal (5) dan Alat Tidak Tersedia Tepat Waktu (6), dan kedua *Basic Event* dihubungkan oleh *OR gate*. Untuk *Intermediate Event* Pekerja (G), memiliki 2 *Basic Event*, yakni Kurang Pengalaman (7) dan Kurang Komunikasi (8), yang dihubungkan *logic gate* berupa *OR gate*.

### 3.5.2 Menentukan *Minimum Cut Set*

*Cut Set* adalah berbagai *Basic Event* yang memungkinkan terjadinya *Top Event*. Berdasarkan sumber, dalam hal ini adalah *rework* pekerjaan beton. *Cut Set* dikatakan sebagai *minimum cut set* jika *cut set* tersebut tak dapat direduksi tanpa menghilangkan statusnya sebagai *cut set*. Tabel *minimum cut set* untuk *FTA rework* pekerjaan beton dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Perhitungan *Minimum Cut Set FTA Rework Beton*

| <b>GA</b> | <b>Or Gate</b> | <b>GF</b> | <b>Or Gate</b> | <b>GC</b> | <b>And Gate</b> |
|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|-----------------|
| GB        |                | 1         |                | 1         |                 |
| GC        |                | 2         |                | 2         |                 |
| <b>GB</b> | <b>Or Gate</b> | 3         |                | 3         |                 |
| GD        |                | 4         |                | 4         |                 |
| GE        |                | 5         |                | 5         |                 |
| GF        |                | 6         |                | 6         |                 |
| GG        |                | GG        |                | 7         |                 |
| GC        |                | GC        |                | 8         |                 |
| <b>GD</b> | <b>Or Gate</b> | GG        | <b>Or Gate</b> | GH , 12   |                 |
| 1         |                | 1         |                | GGH       | <b>Or Gate</b>  |
| 2         |                | 2         |                | 1         |                 |
| GE        |                | 3         |                | 2         |                 |
| GF        |                | 4         |                | 3         |                 |
| GG        |                | 5         |                | 4         |                 |
| GC        |                | 6         |                | 5         |                 |
| <b>GE</b> | <b>Or Gate</b> | 7         |                | 6         |                 |
| 1         |                | 8         |                | 7         |                 |
| 2         |                | GC        |                | 8         |                 |
| 3         |                |           |                | 9 , 12    |                 |
| 4         |                |           |                | 10 , 12   |                 |
| GF        |                |           |                | 11 , 12   |                 |
| GG        |                |           |                |           |                 |
| GC        |                |           |                |           |                 |

Tabel 3.2 *Basic Event* penyebab *Rework* Pekerjaan Beton

| No. <i>Basic Event</i> | Nama <i>Basic Event</i>                         |
|------------------------|---|
| 1                      | Hujan   |
| 2                      | Panas   |
| 3                      | Bahan terlambat                                 |
| 4                      | Salah kirim bahan                               |
| 5                      | Alat tidak berfungsi normal                     |
| 6                      | Alat tidak tersedia tepat waktu                 |
| 7                      | Kurang Pengalaman                               |
| 8                      | Kurang komunikasi                               |
| 9,12                   | Tidak detail dan kurang komunikasi              |
| 10,12                  | Salah desain dan kurang komunikasi              |
| 11,12                  | Perubahan permintaan user dan kurang komunikasi |

### 3.6 Perhitungan Nilai *Probability* (P)

Nilai *probability* (probabilitas) diambil berdasarkan *interview* kepada para responden untuk mengukur tingkat kemungkinan sumber risiko terjadi pada setiap kegagalan/failure. Interview ini bertujuan untuk mengetahui nilai probabilitas dari setiap *basic event*. Sedangkan untuk nilai probabilitas dari *intermediate event* dan *top event* menggunakan rumus :

1. Untuk *Gate OR* ( $\Delta$ )  
 Probabilitas (P) =  $1 - [(1 - P_n)(1 - P_n)]$
2. Untuk *Gate AND* ( $\square$ )  
 Probabilitas (P) =  $P_n \times P_n$

Dimana “n” adalah notasi dari *Basic Event/Intermediate Event*

Contoh perhitungan Probabilitas :

1. Nilai probabilitas *Intermediate Event* ( $P_D$ )  
 $P_D = 1 - [(1 - P_1)(1 - P_2)]$
2. Nilai probabilitas *Intermediate Event* ( $P_H$ )  
 $P_H = 1 - [(1 - P_9)(1 - P_{10})(1 - P_{11})]$

3. Nilai probabilitas *Intermediate Event* ( $P_C$ )  
 $P_C = P_H \times P_{I2}$
4. Nilai probabilitas *Intermediate Event* ( $P_B$ )  
 $P_B = 1 - [(1 - P_D)(1 - P_E)(1 - P_F)(1 - P_G)]$
5. Untuk mencari nilai probabilitas dari *Intermediate Event* yang lainnya, menggunakan cara yang sama.
6. Nilai probabilitas *Top Event* ( $P_A$ )  
 $P_A = P_B \times P_C$

### 3.7 *Impact (I) terhadap Biaya*

*Impact* (dampak) yang dimasuk dalam studi kasus *rework* kali ini adalah *impact* terhadap biaya. Biaya dari *item rework* yang paling sering terjadi masuk dalam biaya pada *Top Event* yang didapat melalui *interview* atau data sekunder berupa *NC (Non Conformance)* yang ada pada Bab Lampiran.

### 3.8 *Expected Monetary Value (EMV)*

Dalam kasus *rework* ini, setelah ditemukan *item rework* yang kemungkinan terjadinya paling tinggi, menjabarkan faktor-faktor penyebabnya dengan *Fault Tree Analysis* untuk mencari nilai probabilitas dari masing-masing faktor penyebab, dan setelah mengetahui nilai *impact*-nya, maka bisa dihitung nilai *defect* terhadap biaya dengan menggunakan teori *EMV* :

$$EMV = Probability (P) \times Impact (I)$$

- A. *EMV* terhadap *Top Event* : Nilai biaya suatu *item rework* yang ada pada *NC*
- B. *EMV* terhadap *Intermediate Event* : Nilai biaya suatu *item rework* yang ada pada *NC* dikalikan dengan nilai probabilitas dari *Intermediate Event* dari *item rework* tersebut.
- C. *EMV* terhadap *Basic Event* : Nilai biaya suatu *item rework* yang ada pada *NC* dikalikan dengan nilai probabilitas dari *Basic Event* dari *item rework* tersebut.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB IV PEMBAHASAN**

### **4.1 Pendahuluan**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan penelitian mulai dari pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, hingga mendapatkan hasil akhir. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Pengumpulan data tahap pertama : mengetahui *item-item rework* yang terjadi pada proyek Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya, serta berapa kali masing-masing kejadiannya
- b. Pengolahan data tahap pertama : mengetahui *item-item rework* yang paling sering terjadi pada proyek
- c. Pengumpulan data tahap kedua : mengetahui faktor-faktor penyebab dari masing-masing *item rework* tersebut
- d. Pengolahan data kedua : membuat *FTA (Fault Tree Analysis)* dari masing-masing *item rework*.
- e. Mengetahui faktor –faktor penyebab dari masing-masing *item rework* tersebut
- f. Mencari nilai probabilitas masing-masing *Basic Event* melalui wawancara, lalu menghitung probabilitas dari *Intermediate Event* dan *Top Event*.
- g. Analisis data : menghitung perkiraan biaya dari *Intermediate Events* tahap pertama dari masing-masing *item rework* tersebut menggunakan metode *EMV (Expected Monetary Value)*
- h. Hasil akhir

### **4.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data Tahap Pertama**

#### **4.2.1 Mengetahui *Item-Item Rework* yang Terjadi pada Proyek serta Banyak Kejadiannya**

Pada tahap ini akan dicari *item-item rework* yang terjadi pada proyek Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya. Pertama, dilakukan kajian pustaka dan survey lapangan untuk mencari *item-item rework* pada proyek konstruksi gedung, yang hasilnya kemudian disusun menjadi sebuah daftar (*list*) singkat untuk divalidasi kebenarannya / terjadinya pada proyek melalui *interview* / wawancara kepada responden-responden yang telah ditentukan.

Para responden pada penelitian ini adalah *Project Manager* (PM), *Site Engineering Manager* (SEM), *Site Operational Manager* (SOM), 2 orang *Quality Control* (QC), dan 2 orang *Quantity Surveyor* (QS). Melalui *interview* tersebut, masing-masing responden juga diminta untuk menambahkan apabila ada *item rework* lain yang tidak terdapat pada *list* tersebut

Tabel 4.1 *Item-Item Rework* berdasarkan Kajian Pustaka dan Survey Lapangan

| No.                            | <i>ITEM REWORK</i>  |
|--------------------------------|---|
| <b>A. Struktur plat lantai</b> |   |
| 1                              | <i>Repair</i> permukaan plat lantai yang tidak rata/terlalu gelombang untuk sesuaikan dengan <i>finishing</i> nanti             |
| 2                              | <i>Redesign</i> elevasi <i>slab</i> plat lantai akibat perubahan fungsi ruang   |
| 3                              | <i>Redesign</i> elevasi <i>slab</i> plat lantai akibat perubahan <i>Shop Drawing ME</i>   |
| 4                              | <i>Redesign</i> elevasi <i>slab</i> plat lantai akibat tidak sesuai karena penempatan <i>precast halfslab</i> yang kurang tepat |
| 5                              | Revisi panjang penyaluran pembesian yang kurang panjang tidak sesuai dengan standar   |
| 6                              | <i>Repair</i> beton lantai kolam renang yang mengalami kebocoran  |

| <b>B. Struktur dinding / kolom / balok / <i>shearwall</i></b>         |   |
|---|---|
| 1   | <i>Repair</i> kondisi kolom / <i>shearwall</i> yang melembung   |
| 2   | <i>Repair</i> kondisi kolom / <i>shearwall</i> yang keropos   |
| 3   | <i>Repair</i> kondisi kolom / <i>shearwall</i> yang retak   |
| 4   | Revisi bidang dinding akibat pemasangan hebel yang keliru sehingga dinding dan balok menjadi tidak siku                         |
| 6   | <i>Redesign</i> bidang dinding akibat fungsi ruang  |
| 7   | <i>Repair</i> dinding <i>GWT</i> ( <i>Ground Water Tank</i> ) yang retak sehingga mengalami kebocoran                           |
| <b>C. Konstruksi rangka plafond / dag atap + <i>opening</i> kusen</b> |   |
| 1   | Revisi ulang panel rangka plafond karena ketidaksesuaian elevasi ketinggian (rendah/tinggi)                                     |
| 2   | <i>Replacement</i> jenis material rangka plafond (kayu / besi / metal)  |
| 3   | <i>Redesign</i> konstruksi plafond karena ketidaksinkronan dengan sistem <i>MEP</i> ( <i>Mechanical, Electrical, Plumbing</i> ) |
| 4   | <i>Repair</i> struktur <i>opening</i> kusen pintu atau jendela  |
| 5   | <i>Repair</i> permukaan balok / kolom disekitar <i>opening</i> kusen pintu / jendela yang tidak rata                            |
| 6   | Revisi struktur <i>opening</i> kusen pintu / jendela yang tidak sesuai dengan ukuran  |

Berdasarkan hasil *interview*, para responden setuju bahwa semua *item rework* yang tertulis pada Tabel 4.1 terjadi pada proyek. Namun, beberapa responden menambahkan *item-item rework* yang tidak didapat dari kajian pustaka maupun survey. Pada Tabel 4.2 tertulis biodata singkat responden dan *item rework* yang ditambahkan.

Tabel 4.2 Biodata dan *Item Rework* Tambahan dari Masing-Masing Responden

| No | Nama Responden  | Jabatan                               | Pendidikan Terakhir | Pengalaman Kerja | <i>Item Rework</i> tambahan   |
|----|-----------------|---------------------------------------|---------------------|------------------|---|
| 1  | Didik Iswanto   | <i>Project Manager (PM)</i>           | S1                  | 20 tahun         | -   |
| 2  | Jumardi         | <i>Site Engineering Manager (SEM)</i> | D3                  | 18 tahun         | Revisi beda elevasi <i>finish</i> level plat lantai antar ruang yang kurang turun atau naik         |
| 3  | Agus Priyanto   | <i>Site Operational Manager (SOM)</i> | S2                  | 18 tahun         | -   |
| 4  | Chaesario Bagus | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | S1                  | 2,5 tahun        | Revisi pembesian kolom yang miring akibat terkena benturan dari alat berat seperti <i>excavator</i> |
| 5  | Gregorio Edo    | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | D3                  | 2,5 tahun        | <i>Repair precast facade</i> yang retak gompal  |

| No | Nama Responden        | Jabatan                     | Pendidikan Terakhir | Pengalaman Kerja | <i>Item Rework tambahan</i>  |
|----|-----------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|--|
| 6  | Baskoro Haryo Yudanto | <i>Quality Control (QC)</i> | S1                  | 5 tahun          | <i>Repair</i> pemasangan rangka plafond yang tidak lurus   |
|    |                       |                             |                     |                  | <i>Repair</i> rangka plafond yang patah akibat pemasangan instalasi MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing)             |
|    |                       |                             |                     |                  | <i>Repair precast facade</i> yang patah  |
| 7  | Hadi Saputro          | <i>Quality Control (QC)</i> | D3                  | 3,5 tahun        | Revisi struktur <i>opening</i> kusen / jendela yang tidak siku   |
|    |                       |                             |                     |                  | <i>Repair</i> penempatan lubang <i>outlet</i> pipa air kotor pada lantai karena tipe sanitasi yang akan dipasang nanti |

Dengan adanya tambahan *item rework* dari masing-masing responden, maka akan dibuat kuisioner dengan menggabungkan *item-item rework* pada Tabel 4.1 dengan tambahan dari masing-masing responden pada Tabel 4.2,

untuk mengetahui berapa kali kejadiannya masing-masing *item rework* tersebut. Untuk contoh kuisioner pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Kuisioner

| No.  | ITEM REWORK   | Terjadi pada Proyek |       | Jumlah kejadian |
|--|---|---------------------|-------|-----------------|
|  |   | Ya                  | Tidak |                 |
| <b>A. Struktur plat lantai</b>                         |   |                     |       |                 |
| 1  | <i>Repair</i> permukaan plat lantai yang tidak rata/terlalu gelombang untuk sesuaikan <i>finishing</i>                          |                     |       |                 |
| 2  | <i>Repair</i> penempatan lubang <i>outlet</i> pipa air kotor pada lantai karena tipe sanitasi yang akan dipasang nanti          |                     |       |                 |
| 3  | Revisi beda elevasi <i>finish</i> level plat lantai antar ruang yang kurang turun atau naik                                     |                     |       |                 |
| 4  | <i>Redesign</i> elevasi <i>slab</i> plat lantai akibat perubahan fungsi ruang   |                     |       |                 |
| 5  | <i>Redesign</i> elevasi <i>slab</i> plat lantai akibat perubahan <i>Shop Drawing ME</i>   |                     |       |                 |
| 6  | <i>Redesign</i> elevasi <i>slab</i> plat lantai akibat tidak sesuai karena penempatan precast <i>halfslab</i> yang kurang tepat |                     |       |                 |
| 7  | Revisi panjang penyaluran pembesian yang kurang panjang tidak sesuai dengan standar   |                     |       |                 |
| 8  | <i>Repair</i> beton lantai kolom renang yang mengalami kebocoran  |                     |       |                 |
| <b>B. Struktur dinding / kolom / balok / shearwall</b> |   |                     |       |                 |
| 1  | <i>Repair</i> kondisi kolom/ <i>shearwall</i> yang melembung  |                     |       |                 |
| 2  | <i>Repair</i> kondisi kolom / <i>shearwall</i> yang keropos   |                     |       |                 |
| 3  | <i>Repair</i> kondisi kolom / <i>shearwall</i> yang retak   |                     |       |                 |

| No.  | ITEM REWORK   | Terjadi pada Proyek |       | Jumlah kejadian |
|--|---|---------------------|-------|-----------------|
|  |   | Ya                  | Tidak |                 |
| 4  | Revisi bidang dinding akibat pemasangan hebel yang keliru sehingga dinding dan balok menjadi tidak siku             |                     |       |                 |
| 5  | <i>Replacement</i> jenis material dinding (bata merah / bata ringan)  |                     |       |                 |
| 6  | <i>Redesign</i> bidang dinding akibat fungsi ruang  |                     |       |                 |
| 7  | Revisi pembesian kolom yang miring akibat terkena benturan dari alat berat seperti <i>excavator</i>                 |                     |       |                 |
| 8  | <i>Repair</i> dinding GWT ( <i>Ground Water Tank</i> ) yang retak sehingga mengalami kebocoran                      |                     |       |                 |
| 9  | <i>Repair precast facade</i> yang retak gompal  |                     |       |                 |
| 10   | <i>Repair precast facade</i> yang patah   |                     |       |                 |
| <b>C. Konstruksi rangka plafond / dag atap + opening kusen</b> |   |                     |       |                 |
| 1  | <i>Repair</i> pemasangan rangka plafond yang tidak lurus  |                     |       |                 |
| 2  | <i>Repair</i> rangka plafond yang patah akibat pemasangan instalasi MEP ( <i>Mechanical, Electrical, Plumbing</i> ) |                     |       |                 |
| 3  | Revisi ulang panel rangka plafond karena ketidaksesuaian elevasi ketinggian (rendah/tinggi)                         |                     |       |                 |
| 4  | <i>Replacement</i> jenis material rangka plafond (kayu / besi / metal)  |                     |       |                 |
| 5  | <i>Redesign</i> konstruksi plafond karena ketidaksinkronan dengan sistem MEP  |                     |       |                 |
| 6  | <i>Repair</i> struktur <i>opening</i> kusen pintu atau jendela  |                     |       |                 |
| 7  | <i>Repair</i> permukaan balok / kolom disekitar <i>opening</i> kusen pintu / jendela yang tidak rata                |                     |       |                 |

| No. | ITEM REWORK  | Terjadi pada Proyek |       | Jumlah kejadian |
|-----|--|---------------------|-------|-----------------|
|     |  | Ya                  | Tidak |                 |
| 8   | Revisi struktur <i>opening</i> kusen pintu / jendela yang tidak sesuai dengan ukuran |                     |       |                 |
| 9   | Revisi struktur <i>opening</i> kusen / jendela yang tidak siku                       |                     |       |                 |

Untuk jawaban kuisisioner dari masing-masing responden dapat dilihat pada Daftar Lampiran. Jawaban setiap responden kemudian direkap pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rekap Data dari Kuisisioner

| No.                            | ITEM REWORK  | Jumlah kejadian menurut setiap responden |     |     |      |      |      |      |
|--------------------------------|--|--|-----|-----|------|------|------|------|
|                                |  | PM                                       | SEM | SOM | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |
| <b>A. Struktur plat lantai</b> |  |  |     |     |      |      |      |      |
| 1                              | <i>Repair</i> permukaan plat lantai yang tidak rata/terlalu gelombang untuk disesuaikan <i>finishing</i>               | 42                                       | 23  | 20  | 4    | 24   | 22   | 23   |
| 2                              | <i>Repair</i> penempatan lubang <i>outlet</i> pipa air kotor pada lantai karena tipe sanitasi yang akan dipasang nanti | 0  | 19  | 18  | 18   | 0    | 41   | 0    |
| 3                              | Revisi beda elevasi <i>finish</i> level plat lantai antar ruang yang kurang turun atau naik                            | 23                                       | 9   | 8   | 0    | 0    | 36   | 31   |
| 4                              | <i>Redesign</i> elevasi <i>slab</i> plat lantai akibat perubahan fungsi ruang  | 44                                       | 14  | 12  | 0    | 31   | 44   | 42   |

| No.  | ITEM REWORK  | Jumlah kejadian menurut setiap responden |     |     |      |      |      |      |
|--|--|--|-----|-----|------|------|------|------|
|  |  | PM                                       | SEM | SOM | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |
| 5  | <i>Redesign</i> elevasi slab plat lantai akibat perubahan <i>Shop Drawing ME</i>   | 43                                       | 20  | 19  | 3    | 42   | 47   | 0    |
| 6  | <i>Redesign</i> elevasi slab plat lantai akibat tidak sesuai karena penempatan precast <i>halfslab</i> yang kurang tepat | 0  | 40  | 0   | 0    | 0    | 0    | 44   |
| 7  | Revisi panjang penyaluran pembesian yang tidak sesuai dengan standar   | 23                                       | 26  | 21  | 32   | 0    | 0    | 0    |
| 8  | <i>Repair</i> beton lantai kolom rehang yang mengalami kebocoran   | 44                                       | 30  | 28  | 47   | 0    | 47   | 48   |
| <b>B. Struktur dinding / kolom / balok / shearwall</b> |  |  |     |     |      |      |      |      |
| 1  | <i>Repair</i> permukaan kolom/ <i>shearwall</i> yang melembung   | 24                                       | 22  | 20  | 0    | 33   | 37   | 43   |
| 2  | <i>Repair</i> kondisi kolom / <i>shearwall</i> yang keropos  | 23                                       | 21  | 19  | 19   | 20   | 40   | 34   |
| 3  | <i>Repair</i> kondisi kolom / <i>shearwall</i> yang retak  | 41                                       | 39  | 38  | 0    | 44   | 42   | 42   |
| 4  | Revisi bidang dinding akibat pemasangan hebel yang keliru, sehingga antara dinding dan balok menjadi tidak siku          | 23                                       | 26  | 24  | 20   | 32   | 22   | 14   |
| 5  | <i>Replacement</i> jenis material dinding (bata merah / bata ringan)   | 24                                       | 36  | 0   | 0    | 0    | 0    | 31   |

| No.  | ITEM REWORK   | Jumlah kejadian menurut setiap responden |     |     |      |      |      |      |
|--|---|--|-----|-----|------|------|------|------|
|  |   | PM                                       | SEM | SOM | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |
| 6  | <i>Redesign</i> bidang dinding akibat fungsi ruang  | 40                                       | 39  | 42  | 15   | 0    | 42   | 44   |
| 7  | Revisi pembesian kolom yang miring akibat terkena benturan dari alat berat seperti <i>excavator</i>                 | 34                                       | 30  | 35  | 3    | 42   | 0    | 0    |
| 8  | <i>Repair</i> dinding GWT ( <i>Ground Water Tank</i> ) yang retak sehingga mengalami kebocoran                      | 33                                       | 39  | 30  | 25   | 42   | 0    | 0    |
| 9  | <i>Repair precast facade</i> yang retak   | 24                                       | 39  | 30  | 63   | 26   | 27   | 26   |
| 10   | <i>Repair precast facade</i> yang patah   | 33                                       | 31  | 33  | 52   | 42   | 0    | 0    |
| <b>C. Konstruksi rangka plafond / dag atap + opening kusen</b> |   |  |     |     |      |      |      |      |
| 1  | <i>Repair</i> pemasangan rangka plafond yang tidak lurus  | 44                                       | 54  | 50  | 31   | 23   | 0    | 34   |
| 2  | <i>Repair</i> rangka plafond yang patah akibat pemasangan instalasi MEP ( <i>Mechanical, Electrical, Plumbing</i> ) | 22                                       | 26  | 22  | 29   | 14   | 0    | 40   |
| 3  | Revisi ulang panel rangka plafond karena ketidaksesuaian elevasi ketinggian (rendah/tinggi)                         | 34                                       | 36  | 37  | 5    | 0    | 0    | 33   |
| 4  | <i>Replacement</i> jenis material rangka plafond (kayu / besi / metal)  | 23                                       | 20  | 21  | 0    | 0    | 0    | 0    |

| No. | ITEM REWORK  | Jumlah kejadian menurut setiap responden |     |     |      |      |      |      |
|-----|--|--|-----|-----|------|------|------|------|
|     |  | PM                                       | SEM | SOM | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |
| 5   | <i>Redesign</i> konstruksi plafond karena ketidaksinkronan dengan sistem MEP                         | 24                                       | 17  | 19  | 0    | 0    | 0    | 23   |
| 6   | <i>Repair</i> struktur <i>opening</i> kusen pintu atau jendela                                       | 21                                       | 24  | 23  | 0    | 24   | 2    | 6    |
| 7   | <i>Repair</i> permukaan balok / kolom disekitar <i>opening</i> kusen pintu / jendela yang tidak rata | 34                                       | 40  | 41  | 0    | 0    | 10   | 15   |
| 8   | Revisi struktur <i>opening</i> kusen pintu / jendela yang tida ksesuai dengan ukuran                 | 44                                       | 46  | 45  | 0    | 0    | 10   | 12   |
| 9   | Revisi struktur <i>opening</i> kusen / jendela yang tidak siku                                       | 23                                       | 21  | 20  | 0    | 44   | 10   | 30   |

#### 4.2.2 Mengetahui *Item-Item Rework* yang Paling Sering Terjadi pada Proyek

Karena persepsi dari ketujuh responden berbeda-beda (pada Tabel 4.4), maka perlu dibuat hitungan statistik untuk mengetahui *item-item rework* yang paling sering terjadi pada proyek ini, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mencari Mean dan Standar Deviasi dari masing-masing *item rework*, dengan rumus :

$$\text{Mean} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Keterangan :

$x_1$  = data pertama (ke-1)

$x_2$  = data kedua (ke-2)

$x_n$  = data ke – n (data ke-3, ke-4, dan seterusnya)

n = banyaknya data

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [Xi - (\bar{X})]^2} \quad (n \leq 30)$$

Keterangan :

$X_i$  = data ke- $i$

$\bar{X}$  = rata-rata

$n$  = banyaknya data

Contoh perhitungan untuk *Repair* permukaan plat lantai yang tidak rata/terlalu gelombang untuk sesuaikan *finishing* :

a. Mean =  $\frac{42+23+20+4+24+22+23}{7} = 22,57 = 23$

b. Standar Deviasi =

$$\sqrt{\frac{1}{7-1} \times [(42-23)^2 + (23-23)^2 + (20-23)^2 + (4-23)^2 + (24-23)^2 + (22-23)^2 + (22-23)^2]^2}$$

$$= 11,04 = 12$$

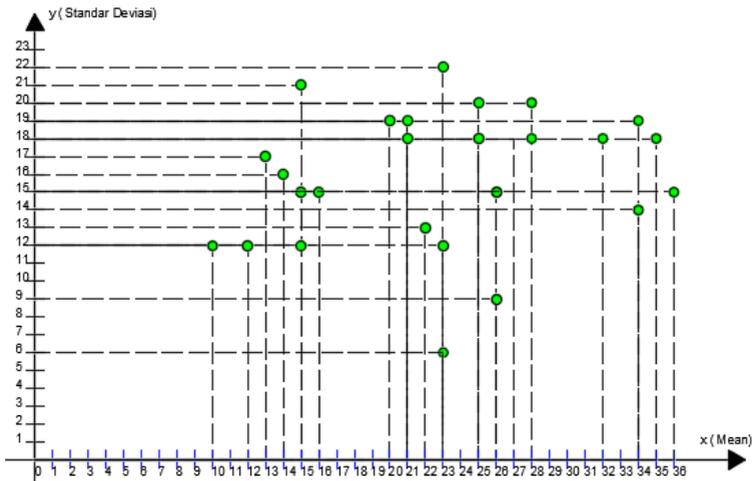
Hasil perhitungan Mean dan Standar Deviasi masing-masing *item rework* direkap pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Mean dan Standar Deviasi Masing-Masing *Item Rework*

| No.  | Jumlah kejadian menurut setiap responden |     |     |      |      |      |      | Mean (x) | Standar Deviasi (y) |
|--|--|-----|-----|------|------|------|------|----------|---------------------|
|  | PM                                       | SEM | SOM | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |          |                     |
| <b>A. Struktur plat lantai</b>                         |  |     |     |      |      |      |      |          |                     |
| 1  | 42                                       | 23  | 20  | 4    | 24   | 22   | 23   | 23       | 12                  |
| 2  | 0  | 19  | 18  | 18   | 0    | 41   | 0    | 14       | 16                  |
| 3  | 23                                       | 9   | 8   | 0    | 0    | 36   | 31   | 16       | 15                  |
| 4  | 44                                       | 14  | 12  | 0    | 31   | 44   | 42   | 27       | 18                  |
| 5  | 43                                       | 20  | 19  | 3    | 42   | 47   | 0    | 25       | 20                  |
| 6  | 0  | 40  | 0   | 0    | 0    | 0    | 44   | 12       | 21                  |
| 7  | 23                                       | 26  | 21  | 32   | 0    | 0    | 0    | 15       | 15                  |
| 8  | 44                                       | 30  | 28  | 47   | 0    | 47   | 48   | 35       | 18                  |
| <b>B. Struktur dinding / kolom / balok / shearwall</b> |  |     |     |      |      |      |      |          |                     |
| 1  | 24                                       | 22  | 20  | 0    | 33   | 37   | 43   | 26       | 15                  |

| No.  | Jumlah kejadian menurut setiap responden |     |     |      |      |      |      | Mean<br>(x) | Standar<br>Deviasi<br>(y) |
|--|--|-----|-----|------|------|------|------|-------------|---------------------------|
|  | PM                                       | SEM | SOM | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |             |                           |
| 2  | 23                                       | 21  | 19  | 19   | 20   | 40   | 34   | 26          | 9                         |
| 3  | 41                                       | 39  | 38  | 0    | 44   | 42   | 42   | 36          | 15                        |
| 4  | 23                                       | 26  | 24  | 20   | 32   | 22   | 22   | 25          | 4                         |
| 5  | 24                                       | 36  | 0   | 0    | 0    | 0    | 31   | 13          | 17                        |
| 6  | 40                                       | 39  | 42  | 15   | 0    | 42   | 44   | 32          | 18                        |
| 7  | 34                                       | 30  | 35  | 3    | 42   | 0    | 0    | 21          | 19                        |
| 8  | 33                                       | 39  | 30  | 25   | 42   | 0    | 0    | 25          | 18                        |
| 9  | 24                                       | 39  | 30  | 63   | 26   | 27   | 26   | 34          | 14                        |
| 10   | 33                                       | 31  | 33  | 52   | 42   | 0    | 0    | 28          | 20                        |
| <b>C. Konstruksi rangka plafond / dag atap + opening kusen</b> |  |     |     |      |      |      |      |             |                           |
| 1  | 44                                       | 54  | 50  | 31   | 23   | 0    | 34   | 34          | 19                        |
| 2  | 22                                       | 26  | 22  | 29   | 14   | 0    | 40   | 22          | 13                        |
| 3  | 34                                       | 36  | 37  | 5    | 0    | 0    | 33   | 21          | 18                        |
| 4  | 23                                       | 20  | 21  | 0    | 0    | 0    | 0    | 10          | 12                        |
| 5  | 24                                       | 17  | 19  | 0    | 0    | 0    | 23   | 12          | 12                        |
| 6  | 21                                       | 24  | 23  | 0    | 24   | 2    | 6    | 15          | 12                        |
| 7  | 34                                       | 40  | 41  | 0    | 0    | 10   | 15   | 20          | 19                        |
| 8  | 44                                       | 46  | 45  | 0    | 0    | 10   | 12   | 23          | 22                        |
| 9  | 23                                       | 21  | 20  | 0    | 44   | 10   | 30   | 22          | 15                        |

2. Gambar diagram kartesius, dengan Mean sebagai sumbu x dan Standar Deviasi sebagai sumbu y. Kemudian lakukan *plotting* antara Mean dengan Standar Deviasi dari masing-masing *item rework*.

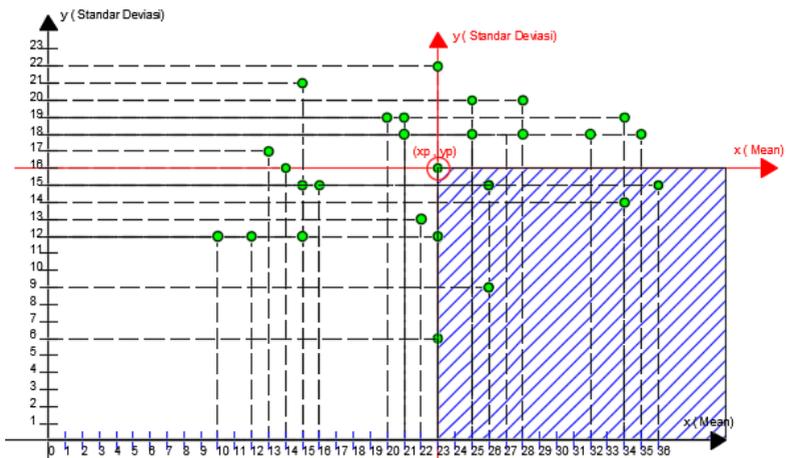


Gambar 4.1 *Plotting* Mean dan Standar Deviasi

3. Mencari nilai rata-rata dari Mean ( $x_p$ ) = 
$$\frac{23+14+16+27++25+12+15+35+26++26+36+25+...+22}{27} = 23$$
4. Nilai rata-rata dari Standar Deviasi ( $y_p$ ) = 
$$\frac{12+16+15+18+20+21+15+!8+15+9+15+4+17+...+15}{27} = 16$$

Maka titik pusat barunya ( $x_p, y_p$ ) adalah (23,16)

5. Kemudian, ( $x_p$  ,  $y_p$ ) akan menjadi sebuah titik pusat baru, yang dari sana akan dibuat sebuah diagram kartesius baru.



Gambar 4.2 Diagram Kartesius Baru

6. Dari diagram kartesius baru tersebut, dipilih kuadran 4, dikarenakan beberapa alasan sebagai berikut :

- Nilai Mean ( $x$ ) nya paling besar dibandingkan dengan kuadran lainnya, yang menunjukkan bahwa *item-item rework* yang ada pada kuadran ini adalah yang paling sering terjadi.
- Nilai Standar Deviasi ( $y$ ) yang paling kecil dibandingkan dengan kuadran lainnya, menunjukkan bahwa ragam data di kuadran 4 kecil. Atau bisa dikatakan bahwa pendapat para responden mengenai *item-item rework* pada kuadran ini kurang beragam / kesamaan pendapat. Para responden berpendapat sama bahwa *item-item rework* pada kuadran ini paling sering terjadi di proyek.

7. Keempat *item rework* yang berada pada kuadran 4 tersebut adalah :

- a. *Repair* kondisi kolom / *shearwall* yang keropos yang melembung

- b. *Repair* kondisi kolom / *shearwall* yang keropos
- c. *Repair* kondisi dinding kolom / *shearwall* yang retak
- d. *Repair precast facade* yang retak gompal

### 4.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data Tahap Kedua

#### 4.3.1 Faktor-Faktor Penyebab dari Masing-Masing *Item Rework* yang Sering Terjadi pada Proyek

Pengumpulan data tahap kedua ini dilakukan dengan cara *interview*/wawancara kepada responden yang sama yaitu, *Project Manager* (PM), *Site Engineering Manager* (SEM), *Site Operational Manager* (SOM), 2 orang *Quality Control* (QC), dan 2 orang *Quantity Surveyor* (QS).

*Interview* ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab dari masing-masing *item rework* yang telah disebutkan pada poin 4.2.2. Berikut adalah hasil *interview* dari para responden mengenai faktor-faktor penyebab dari masing-masing *item rework*:

Tabel 4.6 Faktor-Faktor Penyebab Kondisi Kolom/Shearwall yang Melembung

| No | Nama Responden | Jabatan                               | Faktor-faktor penyebab                             |
|----|----------------|---------------------------------------|--|
| 1  | Didik Iswanto  | <i>Project Manager</i> (PM)           | Pengunci bekisting rusak                           |
| 2  | Jumardi        | <i>Site Engineering Manager</i> (SEM) | Kesalahan pemasangan penyangga besi untuk tulangan |
|    |                |                                       | Kesalahan pemesanan material                       |
| 3  | Agus Priyanto  | <i>Site Operational Manager</i> (SOM) | Kurang pengalaman                                  |

| No | Nama Responden         | Jabatan                       | Faktor-faktor penyebab  |
|----|------------------------|-------------------------------|---|
| 4  | Chaesario Bagus        | <i>Quantity Surveyor (QS)</i> | <i>Tie rod</i> bekisting rusak  |
|    |                        |                               | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik                        |
| 5  | Gregorio Edo           | <i>Quantity Surveyor (QS)</i> | <i>Concrete vibrator</i> yang kondisinya kurang baik untuk pengecoran         |
| 6  | Baskoro Haryo Yudianto | <i>Quality Control (QC)</i>   | Bentuk bekisting sudah sedikit cembung karena pemakaian sebelumnya            |
|    |                        |                               | Jumlah <i>tie rod</i> yang dipasang kurang / tidak sesuai dengan tinggi kolom |
|    |                        |                               | Kesalahan perencanaan/desain  |
|    |                        |                               | Kurangnya pengawasan dilapangan   |
| 7  | Hadi Saputro           | <i>Quality Control (QC)</i>   | <i>Base plate</i> bekisting rusak   |
|    |                        |                               | Penyangga / <i>push pull</i> bekisting rusak                                  |
|    |                        |                               | Penggunaan <i>vibrator</i> kurang benar saat pengecoran                       |

Tabel 4.7 Faktor-Faktor Penyebab Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Keropos

| No | Nama Responden | Jabatan                     | Faktor-faktor penyebab |
|----|----------------|-----------------------------|------------------------|
| 1  | Didik Iswanto  | <i>Project Manager (PM)</i> | -                      |

| No | Nama Responden        | Jabatan                               | Faktor-faktor penyebab  |
|----|-----------------------|---------------------------------------|---|
| 2  | Jumardi               | <i>Site Engineering Manager (SEM)</i> | Kurang pengalaman   |
|    |                       |                                       | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik  |
| 3  | Agus Priyanto         | <i>Site Operational Manager (SOM)</i> | Kesalahan pemasangan tebal triplek, tidak 12 mm   |
|    |                       |                                       | Kesalahan cara pelepasan bekisting  |
| 4  | Chaesario Bagus       | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | Kesalahan perencanaan/desain  |
| 5  | Gregorio Edo          | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | Kesalahan pemesanan material  |
| 6  | Baskoro Haryo Yudanto | <i>Quality Control (QC)</i>           | Kurangnya pengawasan dilapangan   |
|    |                       |                                       | Pembesian dilaksanakan kurang benar, sehingga selimut beton terlalu tipis   |
|    |                       |                                       | Penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran  |
| 7  | Hadi Saputro          | <i>Quality Control (QC)</i>           | Terlalu cepat membongkar bekisting disaat beton belum kering  |
|    |                       |                                       | Bekisting tidak dibersihkan terlebih dahulu sebelum dipasang (masih ada beton lama yang menempel pada permukaannya) |

Tabel 4.8 Faktor-Faktor Penyebab Kolom / *Shearwall* yang Retak

| No | Nama Responden        | Jabatan                               | Faktor-faktor penyebab  |
|----|-----------------------|---------------------------------------|---|
| 1  | Didik Iswanto         | <i>Project Manager (PM)</i>           | -   |
| 2  | Jumardi               | <i>Site Engineering Manager (SEM)</i> | Kurang pengalaman   |
|    |                       |                                       | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik                |
| 3  | Agus Priyanto         | <i>Site Operational Manager (SOM)</i> | Adukan cor terlalalu encer sehingga air keluar dari cetakan           |
|    |                       |                                       | Agregat halus / pasir yang masih bercampur dengan lumpur              |
| 4  | Chaesario Bagus       | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | Kesalahan perencanaan/desain  |
| 5  | Gregorio Edo          | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | Kesalahan pemesanan material  |
| 6  | Baskoro Haryo Yudanto | <i>Quality Control (QC)</i>           | Kurangnya pengawasan dilapangan                                       |
|    |                       |                                       | Cara penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran |
|    |                       |                                       | Tulangan mengalami korosi   |
|    |                       |                                       | Kurangnya curing pada beton   |
|    |                       |                                       | Suhu campuran beton terlalu tinggi saat beton mengalami perkerasan    |
| 7  | Hadi Saputro          | <i>Quality Control (QC)</i>           | <i>Concrete vibrator</i> yang kondisinya kurang baik untuk pengecoran |

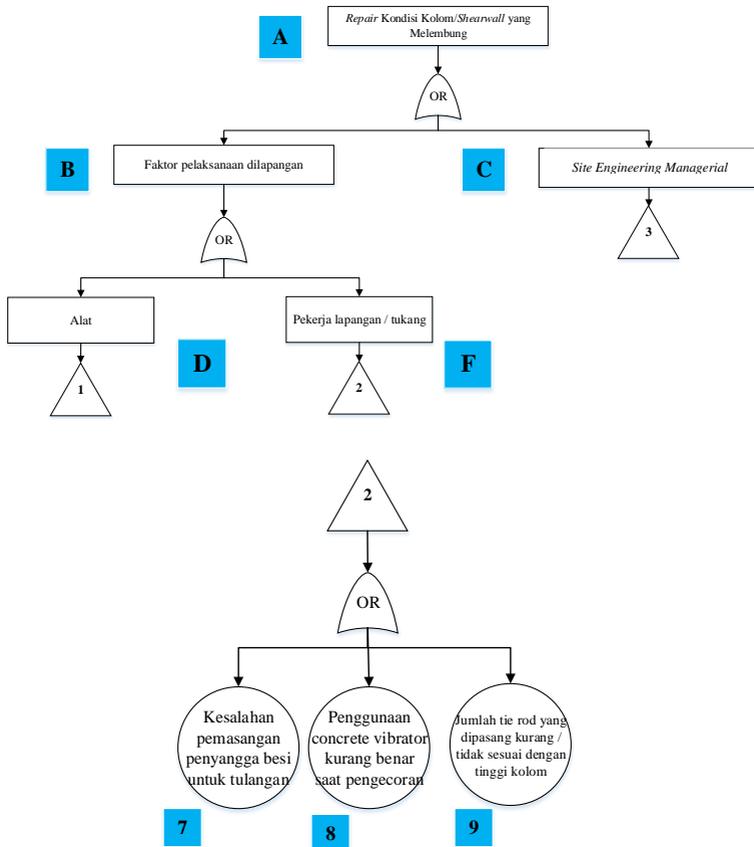
Tabel 4.9 Faktor-Faktor Penyebab *Precast Facade* yang Retak Gompal

| No | Nama Responden        | Jabatan                               | Faktor-faktor penyebab   |
|----|-----------------------|---------------------------------------|--|
| 1  | Didik Iswanto         | <i>Project Manager (PM)</i>           | Kesalahan pemasangan <i>chain block</i> pada <i>precast</i>              |
| 2  | Jumardi               | <i>Site Engineering Manager (SEM)</i> | <i>Material handling</i> yang salah                                      |
|    |                       |                                       | Beton <i>precast</i> belum waktunya diangkat (2 hari), sudah diangkat    |
| 3  | Agus Priyanto         | <i>Site Operational Manager (SOM)</i> | Pemasangan jarak antar tulangan <i>precast</i> yang terlalu jauh         |
|    |                       |                                       | <i>Transfer beam</i> tidak dipasang dengan benar pada <i>chain block</i> |
| 4  | Chaesario Bagus       | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | Kurang pengalaman  |
| 5  | Gregorio Edo          | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | Kesalahan pemesanan material   |
| 6  | Baskoro Haryo Yudanto | <i>Quality Control (QC)</i>           | Kesalahan perencanaan / desain   |
|    |                       |                                       | Kurangnya pengawasan dilapangan  |
| 7  | Hadi Saputro          | <i>Quality Control (QC)</i>           | komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik                   |

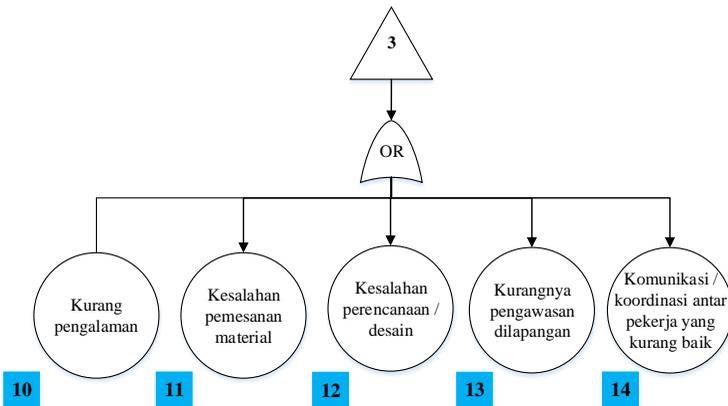
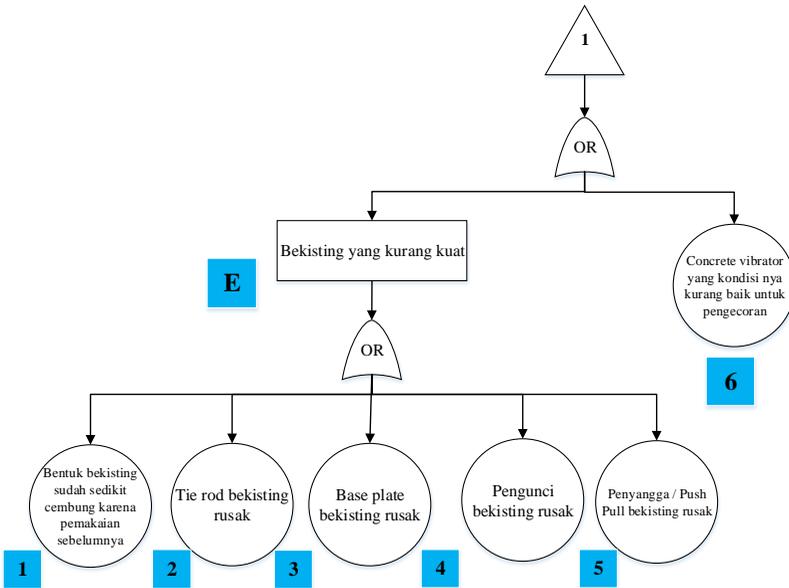
#### 4.4 *Fault Tree Analysis (FTA)*

##### 4.4.1 Rancangan *Fault Tree Analysis (FTA)* masing-masing *Item Rework*

Setelah didapatkan faktor-faktor penyebab menurut pendapat masing-masing responden, selanjutnya akan dibuat *Fault Tree Analysis (FTA)* dari masing-masing *item rework* tersebut.



Gambar 4.3a *Fault Tree Analysis (FTA)* Repair Kondisi Kolom/Shearwall yang Melembung



Gambar 4.3b *Fault Tree Analysis (FTA) Repair* Kondisi Kolom/Shearwall yang Melembung

#### **4.4.1a Penjelasan dari *Fault Tree Analysis (FTA)* untuk *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Melembung**

Pada Gambar 4.3 ditunjukkan bahwa *Top Event A* (*Repair* kondisi kolom/*shearwall* yang bergelombang atau tidak rata) dihubungkan dengan *OR Gate* pada *Intermediate Event B* (Faktor pelaksanaan dilapangan) dan *Intermediate Event C* (*Site Engineering Managerial*), yang berarti bahwa *Top Event A* disebabkan oleh *Intermediate Event B* atau *Intermediate Event C*.

*Intermediate Event B* dihubungkan pula dengan *OR Gate* pada *Intermediate Event D* dan *Intermediate Event F*, yang berarti bahwa *Intermediate Event B* disebabkan oleh *Intermediate Event D* (Alat) atau *Intermediate Event F* (Pekerja lapangan / tukang).

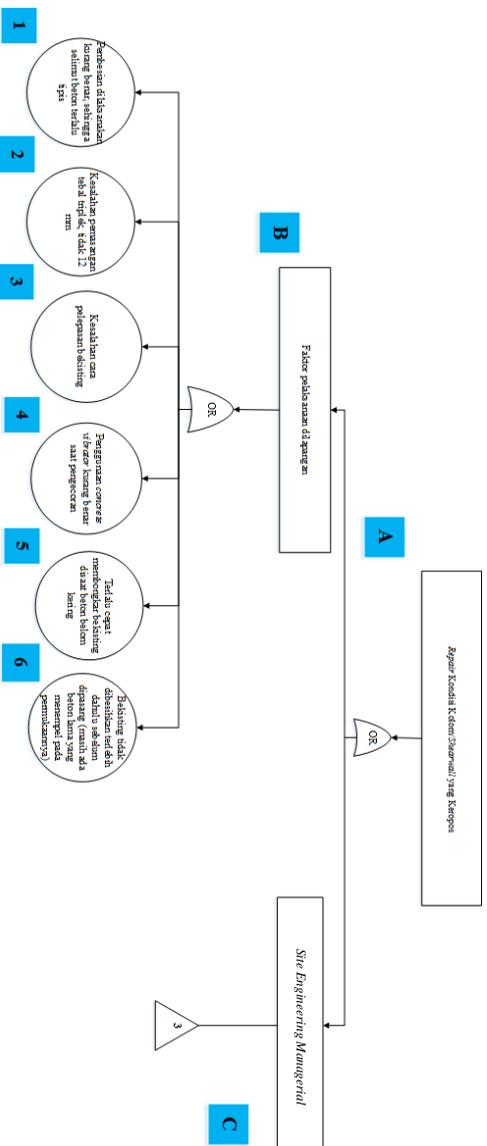
Kemudian, *Intermediate Event D* dihubungkan lagi dengan *OR Gate* pada *Intermediate Event E* (Bekisting yang kurang kuat) dan *Basic Event 6* (*Concrete vibrator* yang kondisinya kurang baik untuk pengecoran), yang berarti bahwa *Intermediate Event D* disebabkan *Intermediate Event E* atau *Basic Event 6*.

*Intermediate Event E* dihubungkan lagi dengan *OR Gate* pada *Basic Event 1* (Bentuk bekisting yang sudah sedikit cembung karena pemakaian sebelumnya), *Basic Event 2* (*Tie rod* rusak), *Basic Event 3* (*Base plate* rusak), *Basic Event 4* (Pengunci bekisting rusak), dan *Basic Event 5* (Penyangga / Push Pull rusak). Yang berarti bahwa *Intermediate Event E* disebabkan oleh *Basic Event 1* / *Basic Event 2* / *Basic Event 3* / *Basic Event 4* / *Basic Event 5*.

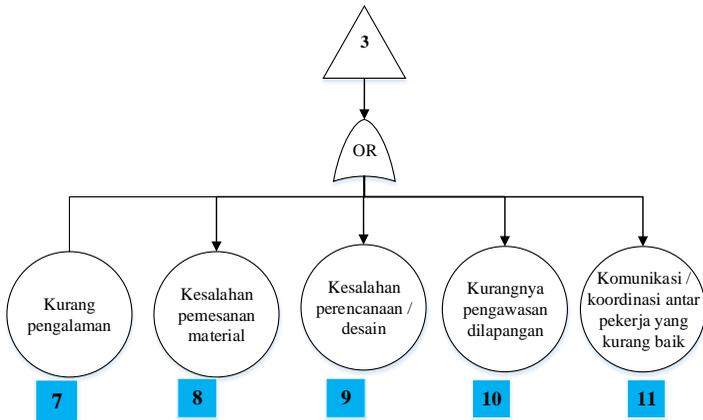
Sedangkan untuk *Intermediate Event F* (Pekerja lapangan / tukang) dihubungkan lagi dengan *OR Gate* pada *Basic Event 7* (Kesalahan pemasangan penyangga besi untuk tulangan), *Basic Event 8* (Penggunaan

*concrete vibrator* kurang benar saat pengecoran), dan *Basic Event 9* (Jumlah *tie rod* yang dipasang kurang/tidak sesuai dengan tinggi kolom). Yang berarti *Intermediate Event F* disebabkan oleh *Basic Event 7 / Basic Event 8 / Basic Event 9*.

*Intermediate Event C* (*Site Engineering Managerial*) dihubungkan dengan *OR Gate* pada *Basic Event 10* (Kurang pengalaman), *Basic Event 11* (Kesalahan pemesanan material), *Basic Event 12* (Kesalahan perencanaan/desain), *Basic Event 13* (Kurangunya pengawasan dilapangan), dan *Basic Event 14* (Komunikasi / koordinasi yang kurang baik antar pekerja). Yang berarti bahwa *Intermediate Event C* disebabkan oleh *Basic Event 10 / Basic Event 11 / Basic Event 12 / Basic Event 13 / Basic Event 14*.



Gambar 4.4a Fault Tree Analysis (FTA) Repair Kondisi Kolom/Shearwall yang Keropos



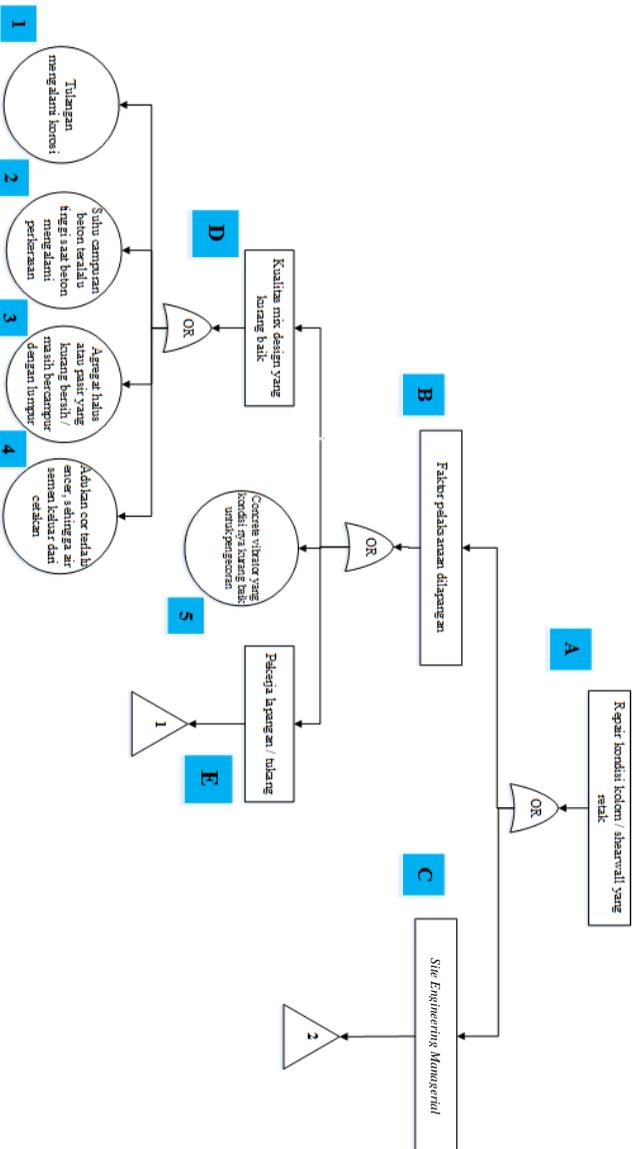
Gambar 4.4b *Fault Tree Analysis (FTA) Repair Kondisi Kolom/Shearwall yang Keropos*

#### **4.4.1b Penjelasan dari *Fault Tree Analysis (FTA)* untuk *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Keropos**

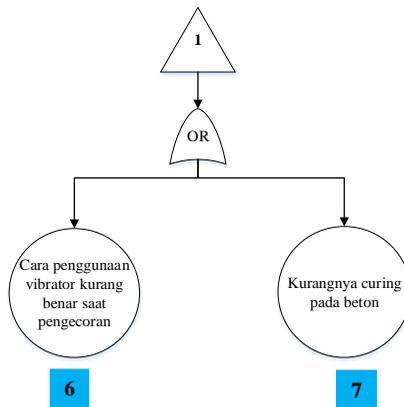
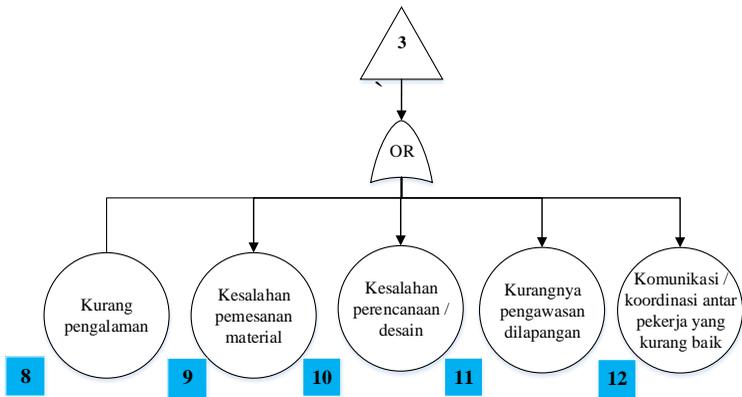
Pada Gambar 4.4 ditunjukkan bahwa *Top Event A* (*Repair* kondisi kolom/*shearwall* yang keropos) dihubungkan dengan *OR Gate* pada *Intermediate Event B* (Faktor pelaksanaan dilapangan) dan *Intermediate Event C* (*Site Engineering Managerial*), yang berarti bahwa *Top Event A* disebabkan oleh *Intermediate Event B* atau *Intermediate Event C*.

*Intermediate Event B* dihubungkan dengan *OR Gate* pada *Basic Event 1* (Pembesian dilakukan kurang benar, sehingga selimut beton terlalu tipis), *Basic Event 2* (Kesalahan pemasangan tebal triplek, tidak 12 mm), *Basic Event 3* (Kesalahan cara pelepasan bekisting), dan *Basic Event 4* (Adukan cor terlalu encer, sehingga air semen keluar dari cetakan), *Basic Event 5* (Penggunaan *concrete vibrator* kurang benar saat pengecoran), dan *Basic Event 6* (Terlalu cepat membongkar bekisting disaat beton belum kering), yang berarti bahwa *Intermediate Event C* disebabkan oleh *Basic Event 1 / Basic Event 2 / Basic Event 3 / Basic Event 4 / Basic Event 5*.

*Intermediate Event C* (*Site Engineering Managerial*) dihubungkan dengan *OR Gate* pada *Basic Event 7* (Kurang pengalaman), *Basic Event 8* (Kesalahan pemesanan material), *Basic Event 9* (Kesalahan perencanaan/desain), *Basic Event 10* (Kurangnya pengawasan dilapangan), dan *Basic Event 11* (Komunikasi / koordinasi yang kurang baik antar pekerja), yang berarti bahwa *Intermediate Event C* disebabkan oleh *Basic Event 7 / Basic Event 8 / Basic Event 9 / Basic Event 10 / Basic Event 11*.



Gambar 4.5a *Fault Tree Analysis (FTA) Repair Kondisi Kolom/Shearwall yang Retak*



Gambar 4.5b *Fault Tree Analysis (FTA) Repair* Kondisi Kolom/Shearwall yang Retak

#### **4.4.1c Penjelasan dari *Fault Tree Analysis (FTA)* untuk *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Retak**

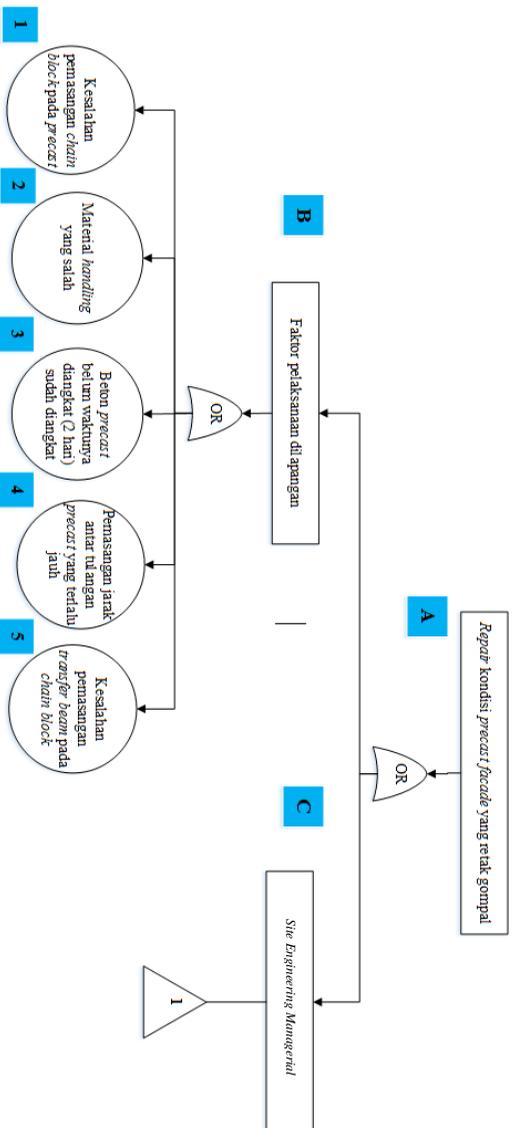
Pada Gambar 4.5 ditunjukkan bahwa *Top Event A* (*Repair* kondisi kolom/*shearwall* yang retak) dihubungkan dengan *OR Gate* pada *Intermediate Event B* (Faktor pelaksanaan dilapangan) dan *Intermediate Event C* (*Site Engineering Managerial*), yang berarti bahwa *Top Event A* disebabkan oleh *Intermediate Event B* atau *Intermediate Event C*.

*Intermediate Event B* dihubungkan dengan *OR Gate* pada *Intermediate Event D* (Kualitas mix design yang kurang baik), *Basic Event 5* (Concrete vibrator yang kondisinya kurang baik untuk pengecoran), dan *Intermediate Event E* (Pekerja lapangan / tukang), yang berarti bahwa *Intermediate Event B* disebabkan oleh *Intermediate Event D* / *Basic Event 5* / *Intermediate Event E*.

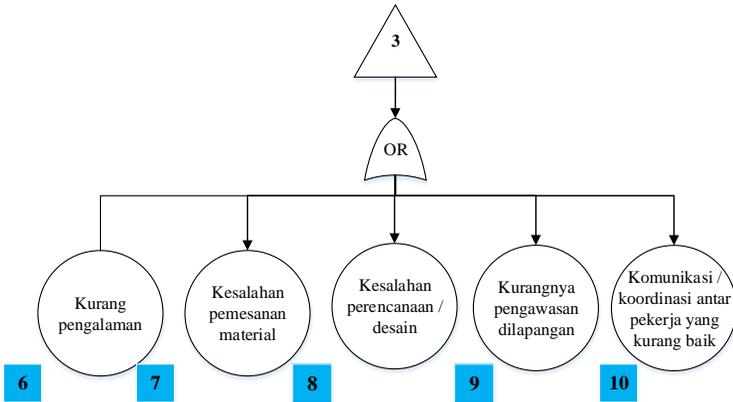
*Intermediate Event D* dihubungkan juga dengan *OR Gate* pada *Basic Event 1* (Tulangan mengalami korosi menyebabkan beton retak saat mengeras), *Basic Event 2* (Suhu campuran beton terlalu tinggi saat beton mengalami perkerasan), *Basic Event 3* (Agregat halus atau pasir yang kurang bersih / masih tercampur dengan air), dan *Basic Event 4* (Adukan cor terlalu encer, sehingga air semen keluar dari cetakan), yang berarti bahwa *Intermediate Event D* disebabkan oleh *Basic Event 1* / *Basic Event 2* / *Basic Event 3* / *Basic Event 4*.

*Intermediate Event E* (Pelaksanaan dilapangan) dihubungkan dengan *OR Gate* yang berarti bahwa *Intermediate Event E* ini disebabkan *Basic Event 6* (Cara penggunaan *concrete vibrator* kurang benar saat pengecoran) atau *Basic Event 7* (Kurangnya curing pada beton), yang berarti bahwa *Intermediate Event E* ini disebabkan oleh *Basic Event 6* atau *Basic Event 7*.

*Intermediate Event C (Site Engineering Managerial)* dihubungkan dengan *OR Gate* pada *Basic Event 8* (Kurang pengalaman) *Basic Event 9* (Kesalahan pemesanan material), *Basic Event 10* (Kesalahan perencanaan / desain), *Basic Event 11* (Kurang nya pengawasan dilapangan), dan *Basic Event 12* (Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik) yang berarti bahwa *Intermediate Event C* disebabkan oleh *Basic Event 8 / Basic Event 9 / Basic Event 10 / Basic Event 11 / Basic Event 12*.



Gambar 4.6a *Fault Tree Analysis (FTA) Repair Kondisi Precast Facade yang Retak Gempal*



Gambar 4.6b *Fault Tree Analysis (FTA) Repair Kondisi Precast Facade yang Retak Gompal*

#### **4.4.1d Penjelasan dari *Fault Tree Analysis (FTA)* untuk *Repair Kondisi Precast Facade yang Retak Gompal***

Pada Gambar 4.5 ditunjukkan bahwa *Top Event A* (*Repair Kondisi Precast Facade yang Retak*) dihubungkan dengan *OR Gate* pada *Intermediate Event B* (*Faktor pelaksanaan dilapangan*) dan *Intermediate Event C* (*Site Engineering Managerial*), yang berarti bahwa *Top Event A* disebabkan oleh *Intermediate Event B* atau *Intermediate Event C*.

*Intermediate Event B* dihubungkan dengan *OR Gate*, yang berarti bahwa *Intermediate Event B* disebabkan oleh *Basic Event 1* (*Kesalahan pemasangan chain block pada precast*), *Basic Event 2* (*Material handling yang salah*), *Basic Event 3* (*Beton precast belum waktunya diangkat (2 hari) tapi sudah diangkat*), *Basic Event 4* (*Pemasangan jarak antar tulangan pada precast yang terlalu jauh*), *Basic Event 5* (*Kesalahan pemasangan transfer beam pada chain block*) yang berarti bahwa *Intermediate Event B* disebabkan oleh *Basic Event 1 / Basic Event 2 / Basic Event 3 / Basic Event 4 / Basic Event 5*.

*Intermediate Event C* (*Site Engineering Managerial*) dihubungkan dengan *OR Gate* pada *Basic Event 6* (*Kurang pengalaman*), *Basic Event 7* (*Kesalahan pemesanan material*), *Basic Event 8* (*Kesalahan perencanaan / desain*), *Basic Event 9* (*Kurangnya pengawasan dilapangan*), dan *Basic Event 10* (*Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik*), yang berarti bahwa *Intermediate Event B* disebabkan oleh *Basic Event 6 / Basic Event 7 / Basic Event 8 / Basic Event 9 / Basic Event 10*.

#### 4.4.2 Menentukan *Minimum Cut Set*

Setelah dibuat *Fault Tree Analysis (FTA)* dari setiap *item rework*, maka ditentukanlah *minimum cut set*. *Cut Set* adalah berbagai *Basic Event* yang memungkinkan terjadinya *Top Event*. Untuk sebuah *fault tree* yang besar diperlukan sebuah algoritma untuk mendapatkan *minimum cut set*. MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*) adalah suatu algoritma yang bisa dipakai untuk mendapatkan *minimum cut set* dalam sebuah *fault tree*.

Tabel 4.10 *Minimum Cut Set* dari *Fault Tree Analysis (FTA)*

| <b>Repair kondisi kolom / shearwall yang melembung</b> |                |           |                |
|--|----------------|-----------|----------------|
| <b>GA</b>  | <b>Or Gate</b> | <b>GF</b> | <b>Or Gate</b> |
| GB   |                | 1         |                |
| GC   |                | 2         |                |
| <b>GB</b>  | <b>Or Gate</b> | 3         |                |
| GD   |                | 4         |                |
| GF   |                | 5         |                |
| GC   |                | 6         |                |
| <b>GD</b>  | <b>Or Gate</b> | 7         |                |
| GE   |                | 8         |                |
| 6  |                | 9         |                |
| GF   |                | GC        |                |
| GC   |                | <b>GC</b> | <b>Or Gate</b> |
| <b>GE</b>  | <b>Or Gate</b> | 1         |                |
| 1  |                | 2         |                |
| 2  |                | 3         |                |
| 3  |                | 4         |                |
| 4  |                | 5         |                |
| 5  |                | 6         |                |
| 6  |                | 7         |                |
| GF   |                | 8         |                |

| <b>Repair kondisi kolom / shearwall yang melembung</b> |  |    |  |
|--|--|----|--|
| GC   |  | 9  |  |
|  |  | 10 |  |
|  |  | 11 |  |
|  |  | 12 |  |
|  |  | 13 |  |

Setelah proses *minimum cut set* selesai dapat diketahui faktor-faktor penyebab suatu *item rework* terjadi. Pada Tabel 4.10 dilakukan proses *minimum cut set* dari *FTA Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Melembung*. Kemudian akan dijabarkan sekumpulan *basic event* yang merupakan faktor-faktor penyebab utama terjadinya *item rework* ini. Dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Faktor-Faktor Penyebab *Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Melembung*

| <b>No.<br/>Basic<br/>Event</b> | <b>Nama Basic Event</b>   |
|--------------------------------|---|
| 1                              | Bentuk bekisting sudah sedikit cembung karena pemakaian sebelumnya    |
| 2                              | <i>Tie rod</i> bekisting rusak  |
| 3                              | <i>Base plate</i> bekisting rusak                                     |
| 4                              | Pengunci bekisting rusak  |
| 5                              | Penyangga / <i>push pull</i> bekisting rusak                          |
| 6                              | <i>Concrete vibrator</i> yang kondisinya kurang baik untuk pengecoran |
| 7                              | Kesalahan pemasangan penyangga besi untuk tulangan                    |

| <b>No. Basic Event</b> | <b>Nama Basic Event</b>   |
|------------------------|---|
| 8                      | Penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran              |
| 9                      | Jumlah <i>tie rod</i> yang dipasang kurang / tidak sesuai dengan tinggi kolom |
| 10                     | Kurang pengalaman   |
| 11                     | Kesalahan pemesanan material  |
| 12                     | Kesalahan perencanaan / desain  |
| 13                     | Kurangnya pengawasan dilapangan   |
| 14                     | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik                        |

Tabel 4.12 *Minimum Cut Set* dari *Fault Tree Analysis (FTA)*

| <b>Repair kondisi kolom / shearwall yang keropos</b> |                |
|--|----------------|
| <b>GA</b>  | <b>Or Gate</b> |
| GB   |                |
| GC   |                |
| <b>GB</b>  | <b>Or Gate</b> |
| 1  |                |
| 2  |                |
| 3  |                |
| 4  |                |
| 5  |                |
| 6  |                |
| GC   |                |
| <b>GC</b>  | <b>Or Gate</b> |
| 1  |                |
| 2  |                |
| 3  |                |
| 4  |                |

| <b>Repair kondisi kolom / shearwall yang keropos</b> |  |
|--|--|
| 5  |  |
| 6  |  |
| 7  |  |
| 8  |  |
| 9  |  |
| 10   |  |
| 11   |  |

Setelah proses *minimum cut set* selesai dapat diketahui faktor-faktor penyebab suatu *item rework* terjadi. Pada Tabel 4.12 dilakukan proses *minimum cut set* dari *FTA Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Keropos*. Kemudian akan dijabarkan sekumpulan *basic event* yang merupakan faktor-faktor penyebab utama terjadinya *item rework* ini. Dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Faktor-Faktor Penyebab *Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Keropos*

| <b>No. Basic Event</b> | <b>Nama Basic Event</b>   |
|------------------------|---|
| 1                      | Pembesian dilaksanakan kurang benar, sehingga selimut beton terlalu tipis   |
| 2                      | Kesalahan pemasangan tebal triplek, tidak 12 mm   |
| 3                      | Kesalahan cara pelepasan bekisting  |
| 4                      | Penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran  |
| 5                      | Terlalu cepat membongkar bekisting disaat beton belum kering  |
| 6                      | Bekisting tidak dibersihkan terlebih dahulu sebelum dipasang (masih ada beton lama yang menempel pada permukaannya) |
| 7                      | Kurang pengalaman   |
| 8                      | Kesalahan pemesanan material  |

| <b>No.<br/>Basic<br/>Event</b> | <b>Nama Basic Event</b>                                |
|--------------------------------|--|
| 9                              | Kesalahan perencanaan / desain                         |
| 10                             | Kurangnya pengawasan dilapangan                        |
| 11                             | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik |

Tabel 4.14 *Minimum Cut Set* dari *Fault Tree Analysis (FTA)*

| <b>Repair kondisi kolom / shearwall yang retak</b> |                |           |                |
|--|----------------|-----------|----------------|
| <b>GA</b>  | <b>Or Gate</b> | <b>GC</b> | <b>Or Gate</b> |
| GB   |                | 1         |                |
| GC   |                | 2         |                |
| <b>GB</b>  | <b>Or Gate</b> | 3         |                |
| GD   |                | 4         |                |
| 5  |                | 5         |                |
| GE   |                | 6         |                |
| GC   |                | 7         |                |
| <b>GD</b>  | <b>Or Gate</b> | 8         |                |
| 1  |                | 9         |                |
| 2  |                | 10        |                |
| 3  |                | 11        |                |
| 4  |                | 12        |                |
| 5  |                |           |                |
| GE   |                |           |                |
| GC   |                |           |                |
| <b>GE</b>  | <b>Or Gate</b> |           |                |
| 1  |                |           |                |
| 2  |                |           |                |
| 3  |                |           |                |

| <b>Repair kondisi kolom / shearwall yang retak</b> |  |
|--|--|
| 4  |  |
| 5  |  |
| 6  |  |
| 7  |  |
| GC   |  |

Setelah proses *minimum cut set* selesai dapat diketahui faktor-faktor penyebab suatu *item rework* terjadi. Pada Tabel 4.14 dilakukan proses *minimum cut set* dari *FTA Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Retak*. Kemudian akan dijabarkan sekumpulan *basic event* yang merupakan faktor-faktor penyebab utama terjadinya *item rework* ini. Dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Faktor-Faktor Penyebab *Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Retak*

| <b>No<br/>Basic<br/>Event</b> | <b>Nama Basic Event</b>   |
|-------------------------------|---|
| 1                             | Tulangan mengalami korosi   |
| 2                             | Suhu campuran beton terlalu tinggi saat beton mengalami perkerasan    |
| 3                             | Agregat halus / pasir yang masih bercampur dengan lumpur              |
| 4                             | Adukan cor terlalu encer sehingga air semen keluar dari cetakan       |
| 5                             | <i>Concrete vibrator</i> kondisinya kurang baik untuk pengecoran      |
| 6                             | Cara penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran |
| 7                             | Kurangnya curing pada beton   |
| 8                             | Kurang pengalaman   |
| 9                             | Kesalahan pemesanan material  |
| 10                            | Kesalahan perencanaan / desain  |

| <b>No<br/>Basic<br/>Event</b> | <b>Nama Basic Event</b>                                |
|-------------------------------|--|
| 11                            | Kurangnya pengawasan                                   |
| 12                            | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik |

Tabel 4.16 *Minimum Cut Set* dari *Fault Tree Analysis (FTA)*

| <b><i>Repair kondisi precast facade yang retak gompal</i></b> |                |
|---|----------------|
| <b>GA</b>   | <b>Or Gate</b> |
| GB  |                |
| GC  |                |
| <b>GB</b>   | <b>Or Gate</b> |
| 1   |                |
| 2   |                |
| 3   |                |
| 4   |                |
| 5   |                |
| GC  |                |
| <b>GC</b>   | <b>Or Gate</b> |
| 1   |                |
| 2   |                |
| 3   |                |
| 4   |                |
| 5   |                |
| 6   |                |
| 7   |                |

| <b>Repair kondisi precast facade yang retak gompal</b> |  |
|--|--|
| 8  |  |
| 9  |  |
| 10   |  |

Setelah proses *minimum cut set* selesai dapat diketahui faktor-faktor penyebab suatu *item rework* terjadi. Pada Tabel 4.16 dilakukan proses *minimum cut set* dari *FTA Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Retak*. Kemudian akan dijabarkan sekumpulan *basic event* yang merupakan faktor-faktor penyebab utama terjadinya *item rework* ini. Dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Faktor-Faktor Penyebab *Repair Kondisi Precast Facade yang Retak Gompal*

| <b>No. Basic Event</b> | <b>Nama Basic Event</b>   |
|------------------------|---|
| 1                      | Kesalahan pemasangan <i>chain block</i> pada <i>precast</i>           |
| 2                      | Material <i>handling</i> yang salah                                   |
| 3                      | Beton <i>precast</i> belum waktunya diangkat (2 hari), sudah diangkat |
| 4                      | Pemasangan jarak antar tulangan <i>precast</i> yang terlalu jauh      |
| 5                      | Kesalahan pemasangan <i>transfer beam</i> pada <i>chain block</i>     |
| 6                      | Kurang pengalaman   |
| 7                      | Kesalahan pemesanan material  |
| 8                      | Kesalahan perencanaan / desain  |
| 9                      | Kurangnya pengawasan dilapangan                                       |
| 10                     | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik                |

## 4.5 Nilai Probabilitas *Basic Event* (P)

### 4.5.1 Nilai Probabilitas (P) menurut setiap Responden

Setelah dibuat *FTA* (*Fault Tree Analysis*) dari setiap *item rework*, akan dilakukan *interview* kepada responden-responden yang sama, untuk mengetahui perkiraan probabilitas (P) dari masing-masing *Basic Event*. Nilai probabilitas adalah pada skala 0% - 100% atau 0 – 1. Pada tahap ini, masing-masing responden akan melakukan *expert judgement* untuk menentukan nilai probabilitas (P) setiap *Basic Event*. Jawaban dari setiap responden dapat dilihat pada Tabel 4.18 – Tabel 4.21:

Tabel 4.18 Nilai Probabilitas (P) *Basic Event* menurut setiap Responden

| <b>Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Melembung</b> |  |   |            |            |             |             |             |             |
|--|--|---|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>No. <i>Basic Event</i></b>                          | <b>Nama <i>Basic Event</i></b>                         | <b>Probabilitas (P) menurut Responden</b> |            |            |             |             |             |             |
|  |  | <b>PM</b>                                 | <b>SEM</b> | <b>SOM</b> | <b>QC 1</b> | <b>QC 2</b> | <b>QS 1</b> | <b>QS 2</b> |
| 1  | Pengunci bekisting rusak                               | 0.1                                       | 0.2        | 0.1        | 0.25        | 0.3         | 0.15        | 0.3         |
| 2  | Kesalahan pemasangan penyangga besi untuk tulangan     | 0.3                                       | 0.15       | 0.35       | 0.1         | 0.3         | 0           | 0.2         |
| 3  | Kesalahan pemesanan material                           | 0.25                                      | 0.1        | 0.15       | 0.25        | 0.3         | 0.15        | 0.2         |
| 4  | Kurang pengalaman                                      | 0.2                                       | 0.2        | 0.15       | 0.2         | 0.35        | 0.2         | 0.1         |
| 5  | <i>Tie rod</i> bekisting rusak                         | 0   | 0.2        | 0.3        | 0.35        | 0.1         | 0.15        | 0.3         |
| 6  | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik | 0.15                                      | 0.3        | 0.1        | 0.25        | 0.2         | 0.15        | 0.25        |

| No.<br><i>Basic Event</i> | Nama <i>Basic Event</i>   | Probabilitas (P) menurut Responden |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------|---|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                           |   | PM                                 | SEM  | SOM  | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |
| 7                         | <i>Concrete vibrator</i> yang kondisinya kurang baik untuk pengecoran         | 1                                  | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 8                         | Bentuk bekisting sudah sedikit cembung karena pemakaian sebelumnya            | 0.35                               | 0.15 | 0.3  | 0.2  | 0    | 0.3  | 0.1  |
| 9                         | Jumlah <i>tie rod</i> yang dipasang kurang / tidak sesuai dengan tinggi kolom | 0.4                                | 0.7  | 0.85 | 0.2  | 0.35 | 0.1  | 0.2  |
| 10                        | Kesalahan perencanaan/desain  | 0.25                               | 0.1  | 0.15 | 0.25 | 0.3  | 0.15 | 0.2  |
| 11                        | Kurangnya pengawasan dilapangan   | 0.15                               | 0.3  | 0.1  | 0.25 | 0.2  | 0.15 | 0.25 |
| 12                        | <i>Base plate</i> bekisting rusak   | 0.2                                | 0.2  | 0.15 | 0.2  | 0.35 | 0.2  | 0.1  |
| 13                        | Penyangga / <i>push pull</i> bekisting rusak                                  | 0.1                                | 0.2  | 0.1  | 0.25 | 0.3  | 0.15 | 0.3  |
| 14                        | Penggunaan <i>vibrator</i> kurang benar saat pengecoran                       | 0.3                                | 0.3  | 0.65 | 0.2  | 0.35 | 0.1  | 0.2  |

Tabel 4.19 Nilai Probabilitas (P) *Basic Event* menurut setiap Responden

| <b>Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Keropos</b> |                         |                                    |     |     |      |      |      |      |
|--|-------------------------|------------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|
| No.<br><i>Basic Event</i>                            | Nama <i>Basic Event</i> | Probabilitas (P) menurut Responden |     |     |      |      |      |      |
|  |                         | PM                                 | SEM | SOM | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |
| 1  | Kurang pengalaman       | 0.1                                | 0.2 | 0.1 | 0.25 | 0.3  | 0.15 | 0.3  |

| No.<br><i>Basic Event</i> | Nama <i>Basic Event</i>   | Probabilitas (P) menurut Responden |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------|---|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                           |   | PM                                 | SEM  | SOM  | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |
| 2                         | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik                    | 0.3                                | 0    | 0.3  | 0.45 | 0.15 | 0.2  | 0    |
| 3                         | Kesalahan pemasangan tebal triplek, tidak 12 mm                           | 0.15                               | 0.15 | 0.05 | 0    | 0.2  | 0.05 | 0.1  |
| 4                         | Kesalahan cara pelepasan bekisting  | 0.25                               | 0.5  | 0.3  | 0.25 | 0.25 | 0.1  | 0.1  |
| 5                         | Kesalahan perencanaan/desain  | 0.25                               | 0.1  | 0.15 | 0.25 | 0.3  | 0.15 | 0.2  |
| 6                         | Kesalahan pemesanan material  | 0.7                                | 0    | 0.25 | 0    | 0.25 | 0    | 0.2  |
| 7                         | Kurangnya pengawasan dilapangan   | 0.2                                | 0.1  | 0.15 | 0.6  | 0.25 | 0.1  | 0    |
| 8                         | Pembesian dilaksanakan kurang benar, sehingga selimut beton terlalu tipis | 0.15                               | 0.25 | 0.4  | 0    | 0.1  | 0.1  | 0.05 |
| 9                         | Penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran          | 0.15                               | 0.05 | 0.05 | 0    | 0.2  | 0.15 | 0.1  |
| 10                        | Terlalu cepat membongkar bekisting disaat beton belum kering              | 0.1                                | 0.25 | 0.45 | 0.1  | 0.4  | 0    | 0.1  |
| 11                        | Bekisting tidak dibersihkan terlebih dahulu sebelum dipasang              | 0.2                                | 0.6  | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 0.25 | 0    |

Tabel 4.20 Nilai Probabilitas (P) *Basic Event* menurut setiap Responden

| <b><i>Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Retak</i></b> |   |   |            |            |             |             |             |             |
|---|---|---|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>No. <i>Basic Event</i></b>                             | <b>Nama <i>Basic Event</i></b>  | <b>Probabilitas (P) menurut Responden</b> |            |            |             |             |             |             |
|   |   | <b>PM</b>                                 | <b>SEM</b> | <b>SOM</b> | <b>QC 1</b> | <b>QC 2</b> | <b>QS 1</b> | <b>QS 2</b> |
| 1   | Kurang pengalaman   | 0.15                                      | 0.3        | 0.1        | 0.25        | 0.2         | 0.15        | 0.25        |
| 2   | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik                | 0.2                                       | 0.2        | 0.15       | 0.2         | 0.35        | 0.2         | 0.1         |
| 3   | Adukan cor terlalalu encer sehingga air keluar dari cetakan           | 0.1                                       | 0.2        | 0.1        | 0.25        | 0.3         | 0.15        | 0.3         |
| 4   | Agregat halus / pasir yang masih bercampur dengan lumpur              | 0.3                                       | 0.3        | 0.65       | 0.2         | 0.35        | 0.1         | 0.2         |
| 5   | Kesalahan perencanaan/desain  | 0.1                                       | 0.2        | 0.1        | 0.25        | 0.3         | 0.15        | 0.3         |
| 6   | Kesalahan pemesanan material  | 0.3                                       | 0.15       | 0.35       | 0.1         | 0.3         | 0           | 0.2         |
| 7   | Kurangnya pengawasan dilapangan                                       | 0.25                                      | 0.1        | 0.15       | 0.25        | 0.3         | 0.15        | 0.2         |
| 8   | Cara penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran | 0.8                                       | 0.5        | 0.75       | 0.65        | 0.55        | 0.2         | 0.05        |
| 9   | Tulangan mengalami korosi   | 0.45                                      | 0.3        | 0.55       | 0.2         | 0.35        | 0.15        | 0.1         |
| 10  | Kurangnya curing pada beton   | 0.25                                      | 0.75       | 0.4        | 0.4         | 0.9         | 0.65        | 0.15        |

| No.<br><i>Basic Event</i> | Nama <i>Basic Event</i>   | Probabilitas (P) menurut Responden |     |      |      |      |      |      |
|---------------------------|---|------------------------------------|-----|------|------|------|------|------|
|                           |   | PM                                 | SEM | SOM  | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |
| 11                        | Suhu campuran beton terlalu tinggi saat beton mengalami perkerasan    | 0.2                                | 0.1 | 0.15 | 0.6  | 0.25 | 0.1  | 0    |
| 12                        | <i>Concrete vibrator</i> yang kondisinya kurang baik untuk pengecoran | 1                                  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |

Tabel 4.21 Nilai Probabilitas (P) *Basic Event* menurut setiap Responden

| <b><i>Repair Precast Facade yang Retak Gompal</i></b> |  |                                    |      |      |      |      |      |      |
|---|--|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| No.<br><i>Basic Event</i>                             | Nama <i>Basic Event</i>  | Probabilitas (P) menurut Responden |      |      |      |      |      |      |
|   |  | PM                                 | SEM  | SOM  | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |
| 1   | Kesalahan pemasangan <i>chain block</i> pada <i>precast</i>              | 0.15                               | 0.25 | 0.4  | 0    | 0.1  | 0.1  | 0.05 |
| 2   | <i>Material handling</i> yang salah                                      | 0.25                               | 0.5  | 0.3  | 0.25 | 0.25 | 0.1  | 0.1  |
| 3   | Beton <i>precast</i> belum waktunya diangkat (2 hari), sudah diangkat    | 0.55                               | 0.3  | 0.45 | 0.2  | 0.25 | 0.25 | 0.1  |
| 4   | Pemasangan jarak antar tulangan <i>precast</i> yang terlalu jauh         | 0.4                                | 0.25 | 0.4  | 0.15 | 0.3  | 0.15 | 0.1  |
| 5   | <i>Transfer beam</i> tidak dipasang dengan benar pada <i>chain block</i> | 0                                  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0    | 0.05 | 0    |

| No.<br><i>Basic Event</i> | Nama <i>Basic Event</i>                                | Probabilitas (P) menurut Responden |     |      |      |      |      |      |
|---------------------------|--|------------------------------------|-----|------|------|------|------|------|
|                           |  | PM                                 | SEM | SOM  | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |
| 6                         | Kurang pengalaman                                      | 0.2                                | 0.2 | 0.15 | 0.2  | 0.35 | 0.2  | 0.1  |
| 7                         | Kesalahan pemesanan material                           | 0.1                                | 0.2 | 0.1  | 0.25 | 0.3  | 0.15 | 0.3  |
| 8                         | Kesalahan perencanaan / desain                         | 0.15                               | 0.3 | 0.1  | 0.25 | 0.2  | 0.15 | 0.25 |
| 9                         | Kurangnya pengawasan dilapangan                        | 0.15                               | 0.3 | 0.1  | 0.25 | 0.2  | 0.15 | 0.25 |
| 10                        | komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik | 0.2                                | 0.2 | 0.15 | 0.2  | 0.35 | 0.2  | 0.1  |

#### 4.5.2 Nilai Probabilitas (P) setiap *Basic Event*

Berdasarkan hasil wawancara (data primer), setiap responden telah menentukan probabilitas (P) dari masing-masing *basic event*. Akibat nilai probabilitas setiap *basic event* yang beragam, maka jawaban setiap responden akan dicari nilai rata-ratanya (mean), sehingga didapatkan 1 nilai probabilitas untuk masing-masing *basic event*.

$$\text{Probabilitas (P) sebuah } basic \text{ event} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Keterangan:

x1 = probabilitas dari responden pertama (ke-1)

x2 = probabilitas dari responden kedua (ke-2)

xn = probabilitas dari responden ke-n ( ke-3, ke-4, dst.)

n = jumlah responden responden

Contoh perhitungan probabilitas (P) *Basic Event* No.1 pada Tabel 4.14, *Repair* Kondisi Kolom/*Shearwall* Melembung:

$$\text{Probabilitas (P)} = \frac{0,1+0,2+0,1+0,25+0,3+0,15+0,3}{7} = 0,2$$

Tabel 4.22 Nilai Probabilitas (P) setiap *Basic Event*

| <b>Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Melembung</b> |   |            |            |             |             |             |             |                         |
|--|---|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|
| <b>No. Basic Event</b>                                 | <b>Probabilitas (P) menurut Responden</b> |            |            |             |             |             |             | <b>Probabilitas (P)</b> |
|  | <b>PM</b>                                 | <b>SEM</b> | <b>SOM</b> | <b>QC 1</b> | <b>QC 2</b> | <b>QS 1</b> | <b>QS 2</b> |                         |
| 1  | 0.1                                       | 0.2        | 0.1        | 0.25        | 0.3         | 0.15        | 0.3         | 0.2                     |
| 2  | 0.3                                       | 0.15       | 0.35       | 0.1         | 0.3         | 0           | 0.2         | 0.2                     |
| 3  | 0.25                                      | 0.1        | 0.15       | 0.25        | 0.3         | 0.15        | 0.2         | 0.2                     |
| 4  | 0.2                                       | 0.2        | 0.15       | 0.2         | 0.35        | 0.2         | 0.1         | 0.2                     |
| 5  | 0   | 0.2        | 0.3        | 0.35        | 0.1         | 0.15        | 0.3         | 0.2                     |
| 6  | 0.15                                      | 0.3        | 0.1        | 0.25        | 0.2         | 0.15        | 0.25        | 0.2                     |
| 7  | 1   | 1          | 1          | 1           | 1           | 1           | 1           | 1                       |
| 8  | 0.35                                      | 0.15       | 0.3        | 0.2         | 0           | 0.3         | 0.1         | 0.2                     |
| 9  | 0.4                                       | 0.7        | 0.85       | 0.2         | 0.35        | 0.1         | 0.2         | 0.4                     |
| 10   | 0.25                                      | 0.1        | 0.15       | 0.25        | 0.3         | 0.15        | 0.2         | 0.2                     |
| 11   | 0.15                                      | 0.3        | 0.1        | 0.25        | 0.2         | 0.15        | 0.25        | 0.2                     |
| 12   | 0.2                                       | 0.2        | 0.15       | 0.2         | 0.35        | 0.2         | 0.1         | 0.2                     |
| 13   | 0.1                                       | 0.2        | 0.1        | 0.25        | 0.3         | 0.15        | 0.3         | 0.2                     |
| 14   | 0.3                                       | 0.3        | 0.65       | 0.2         | 0.35        | 0.1         | 0.2         | 0.3                     |

Tabel 4.23 Nilai Probabilitas (P) setiap *Basic Event*

| <b>Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Keropos</b> |   |            |            |             |             |             |             |                         |
|--|---|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|
| <b>No. Basic Event</b>                               | <b>Probabilitas (P) menurut Responden</b> |            |            |             |             |             |             | <b>Probabilitas (P)</b> |
|  | <b>PM</b>                                 | <b>SEM</b> | <b>SOM</b> | <b>QC 1</b> | <b>QC 2</b> | <b>QS 1</b> | <b>QS 2</b> |                         |
| 1  | 0.1                                       | 0.2        | 0.1        | 0.25        | 0.3         | 0.15        | 0.3         | 0.2                     |
| 2  | 0.3                                       | 0          | 0.3        | 0.45        | 0.15        | 0.2         | 0           | 0.2                     |
| 3  | 0.15                                      | 0.15       | 0.05       | 0           | 0.2         | 0.05        | 0.1         | 0.1                     |
| 4  | 0.25                                      | 0.5        | 0.3        | 0.25        | 0.25        | 0.1         | 0.1         | 0.25                    |
| 5  | 0.25                                      | 0.1        | 0.15       | 0.25        | 0.3         | 0.15        | 0.2         | 0.2                     |
| 6  | 0.7                                       | 0          | 0.25       | 0           | 0.25        | 0           | 0.2         | 0.2                     |
| 7  | 0.2                                       | 0.1        | 0.15       | 0.6         | 0.25        | 0.1         | 0           | 0.2                     |



Tabel 4.25 Nilai Probabilitas (P) setiap *Basic Event*

| <b>Repair Precast Facade yang Retak Gompal</b> |                                    |      |      |      |      |      |      |                  |
|--|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| No.<br><i>Basic Event</i>                      | Probabilitas (P) menurut Responden |      |      |      |      |      |      | Probabilitas (P) |
|  | PM                                 | SEM  | SOM  | QC 1 | QC 2 | QS 1 | QS 2 |                  |
| 1  | 0.15                               | 0.25 | 0.4  | 0    | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 0.15             |
| 2  | 0.25                               | 0.5  | 0.3  | 0.25 | 0.25 | 0.1  | 0.1  | 0.25             |
| 3  | 0.55                               | 0.3  | 0.45 | 0.2  | 0.25 | 0.25 | 0.1  | 0.3              |
| 4  | 0.4                                | 0.25 | 0.4  | 0.15 | 0.3  | 0.15 | 0.1  | 0.25             |
| 5  | 0                                  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0    | 0.05 | 0    | 0.05             |
| 6  | 0.2                                | 0.2  | 0.15 | 0.2  | 0.35 | 0.2  | 0.1  | 0.2              |
| 7  | 0.1                                | 0.2  | 0.1  | 0.25 | 0.3  | 0.15 | 0.3  | 0.2              |
| 8  | 0.15                               | 0.3  | 0.1  | 0.25 | 0.2  | 0.15 | 0.25 | 0.2              |
| 9  | 0.15                               | 0.3  | 0.1  | 0.25 | 0.2  | 0.15 | 0.25 | 0.2              |
| 10   | 0.2                                | 0.2  | 0.15 | 0.2  | 0.35 | 0.2  | 0.1  | 0.2              |

#### 4.5.3 Faktor-Faktor Penyebab dan Nilai Probabilitas (P) setiap *Item Rework*

*Basic event* dalam hal ini adalah faktor-faktor penyebab dari setiap *item rework* yang ditinjau. Setelah mendapatkan nilai probabilitas (P) akhir dari setiap *basic event*/faktor penyebab, maka akan dibuat rekapan data, yang dapat dilihat pada Tabel 4.18 sampai dengan Tabel 4.21.

Tabel 4.26 Faktor-Faktor Penyebab dan Nilai Probabilitas (P)

| <b>Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Melembung</b> |                |                             |                          |                  |
|--|----------------|-----------------------------|--------------------------|------------------|
| No   | Nama Responden | Jabatan                     | Faktor-faktor penyebab   | Probabilitas (P) |
| 1  | Didik Iswanto  | <i>Project Manager (PM)</i> | Pengunci bekisting rusak | 0,2              |

| No | Nama Responden        | Jabatan                               | Faktor-faktor penyebab  | Probabilitas (P) |
|----|-----------------------|---------------------------------------|---|------------------|
| 2  | Jumardi               | <i>Site Engineering Manager (SEM)</i> | Kesalahan pemasangan penyangga besi untuk tulangan                            | 0,2              |
|    |                       |                                       | Kesalahan pemesanan material  | 0,2              |
| 3  | Agus Priyanto         | <i>Site Operational Manager (SOM)</i> | Kurang pengalaman   | 0,2              |
| 4  | Chaesario Bagus       | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | <i>Tie rod</i> bekisting rusak  | 0,2              |
|    |                       |                                       | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik                        | 0,2              |
| 5  | Gregorio Edo          | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | <i>Concrete vibrator</i> yang kondisinya kurang baik untuk pengecoran         | 1                |
| 6  | Baskoro Haryo Yudanto | <i>Quality Control (QC)</i>           | Bentuk bekisting sudah sedikit cembung karena pemakaian sebelumnya            | 0,2              |
|    |                       |                                       | Jumlah <i>tie rod</i> yang dipasang kurang / tidak sesuai dengan tinggi kolom | 0,4              |
|    |                       |                                       | Kesalahan perencanaan/desain  | 0,2              |
|    |                       |                                       | Kurangnya pengawasan dilapangan   | 0,2              |
| 7  | Hadi Saputro          | <i>Quality Control (QC)</i>           | <i>Base plate</i> bekisting rusak   | 0,2              |
|    |                       |                                       | Penyangga / <i>push pull</i> bekisting rusak                                  | 0,2              |
|    |                       |                                       | Penggunaan <i>vibrator</i> kurang benar saat pengecoran                       | 0,3              |

Tabel 4.27 Faktor-Faktor Penyebab dan Nilai Probabilitas (P)

| <b>Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Keropos</b> |                       |                                       |   |                         |
|--|-----------------------|---------------------------------------|---|-------------------------|
| <b>No</b>  | <b>Nama Responden</b> | <b>Jabatan</b>                        | <b>Faktor-faktor penyebab</b>   | <b>Probabilitas (P)</b> |
| <b>1</b>   | Didik Iswanto         | <i>Project Manager (PM)</i>           | -   | -                       |
| <b>2</b>   | Jumardi               | <i>Site Engineering Manager (SEM)</i> | Kurang pengalaman   | 0,2                     |
|  |                       |                                       | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik                    | 0,2                     |
| <b>3</b>   | Agus Priyanto         | <i>Site Operational Manager (SOM)</i> | Kesalahan pemasangan tebal triplek, tidak 12 mm                           | 0,1                     |
|  |                       |                                       | Kesalahan cara pelepasan bekisting  | 0,25                    |
| <b>4</b>   | Chaesario Bagus       | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | Kesalahan perencanaan/desain  | 0,2                     |
| <b>5</b>   | Gregorio Edo          | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | Kesalahan pemesanan material  | 0,2                     |
| <b>6</b>   | Baskoro Haryo Yudanto | <i>Quality Control (QC)</i>           | Kurangnya pengawasan dilapangan   | 0,2                     |
|  |                       |                                       | Pembesian dilaksanakan kurang benar, sehingga selimut beton terlalu tipis | 0,15                    |
|  |                       |                                       | Penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran          | 0,1                     |

| No | Nama Responden | Jabatan                     | Faktor-faktor penyebab  | Probabilitas (P) |
|----|----------------|-----------------------------|---|------------------|
| 7  | Hadi Saputro   | <i>Quality Control (QC)</i> | Terlalu cepat membongkar bekisting disaat beton belum kering  | 0,2              |
|    |                |                             | Bekisting tidak dibersihkan terlebih dahulu sebelum dipasang (masih ada beton lama yang menempel pada permukaannya) | 0,2              |

Tabel 4.28 Faktor-Faktor Penyebab dan Nilai Probabilitas (P)

| <b><i>Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Retak</i></b> |                 |                                       |   |                  |
|---|-----------------|---------------------------------------|---|------------------|
| No  | Nama Responden  | Jabatan                               | Faktor-faktor penyebab  | Probabilitas (P) |
| 1   | Didik Iswanto   | <i>Project Manager (PM)</i>           | -   | -                |
| 2   | Jumardi         | <i>Site Engineering Manager (SEM)</i> | Kurang pengalaman   | 0,2              |
|   |                 |                                       | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik            | 0,2              |
| 3   | Agus Priyanto   | <i>Site Operational Manager (SOM)</i> | Adukan cor terlalalu encer sehingga air semen keluar dari cetakan | 0,2              |
|   |                 |                                       | Agregat halus / pasir yang masih bercampur dengan lumpur          | 0,3              |
| 4   | Chaesario Bagus | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | Kesalahan perencanaan/desain                                      | 0,2              |
| 5   | Gregorio Edo    | <i>Quantity Surveyor (QS)</i>         | Kesalahan pemesanan material                                      | 0,2              |

| No | Nama Responden        | Jabatan                     | Faktor-faktor penyebab  | Probabilitas (P) |
|----|-----------------------|-----------------------------|---|------------------|
| 6  | Baskoro Haryo Yudanto | <i>Quality Control (QC)</i> | Kurangnya pengawasan dilapangan                                       | 0,2              |
|    |                       |                             | Cara penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran | 0,5              |
|    |                       |                             | Tulangan mengalami korosi   | 0,3              |
|    |                       |                             | Kurangnya curing pada beton   | 0,5              |
|    |                       |                             | Suhu campuran beton terlalu tinggi saat beton mengalami perkerasan    | 0,2              |
| 7  | Hadi Saputro          | <i>Quality Control (QC)</i> | <i>Concrete vibrator</i> yang kondisinya kurang baik untuk pengecoran | 1                |

Tabel 4.29 Faktor-Faktor Penyebab dan Nilai Probabilitas (P)

| <b><i>Repair Precast Facade yang Retak Gompal</i></b> |                |                                       |  |                  |
|---|----------------|---------------------------------------|--|------------------|
| No  | Nama Responden | Jabatan                               | Faktor-faktor penyebab   | Probabilitas (P) |
| 1   | Didik Iswanto  | <i>Project Manager (PM)</i>           | Kesalahan pemasangan <i>chain block</i> pada <i>precast</i>              | 0,15             |
| 2   | Jumardi        | <i>Site Engineering Manager (SEM)</i> | <i>Material handling</i> yang salah                                      | 0,25             |
|   |                |                                       | Beton <i>precast</i> belum waktunya diangkat (2 hari), sudah diangkat    | 0,3              |
| 3   | Agus Priyanto  | <i>Site Operational Manager (SOM)</i> | Pemasangan jarak antar tulangan <i>precast</i> yang terlalu jauh         | 0,25             |
|   |                |                                       | <i>Transfer beam</i> tidak dipasang dengan benar pada <i>chain block</i> | 0,05             |

| No | Nama Responden        | Jabatan                       | Faktor-faktor penyebab                                 | Probabilitas (P) |
|----|-----------------------|-------------------------------|--|------------------|
| 4  | Chaesario Bagus       | <i>Quantity Surveyor (QS)</i> | Kurang pengalaman                                      | 0,2              |
| 5  | Gregorio Edo          | <i>Quantity Surveyor (QS)</i> | Kesalahan pemesanan material                           | 0,2              |
| 6  | Baskoro Haryo Yudanto | <i>Quality Control (QC)</i>   | Kesalahan perencanaan / desain                         | 0,2              |
|    |                       |                               | Kurangnya pengawasan dilapangan                        | 0,2              |
| 7  | Hadi Saputro          | <i>Quality Control (QC)</i>   | komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik | 0,2              |

#### 4.6 Nilai Probabilitas (P) *Intermediate Event* dan *Top Event*

Setelah diketahui nilai probabilitas dari setiap *Basic Event*, maka nilai probabilitas dari *Intermediate Event* dan *Top Event* dapat dihitung dengan rumus :

*Gate OR* ( $\Delta$ )

$$\text{Probabilitas (P)} = 1 - [(1 - P_n)(1 - P_n)]$$

(n = notasi dari *Intermediate Event* / *Top Event*)

Untuk tabel perhitungan probabilitas dapat dilihat pada Daftar Lampiran.

##### 4.6.1 Cara perhitungan Probabilitas untuk *Repair Kondisi Kolom / Shearwall* yang Melembung

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Intermediate Event E} &= 1 - [(1 - BE_1) * (1 - BE_2) * (1 - BE_3) * (1 - BE_4) * (1 - BE_5)] \\
 &= 1 - [(1 - 0,2) * (1 - 0,2) * (1 - 0,2) * (1 - 0,2) * (1 - 0,2)] \\
 &= 0.67
 \end{aligned}$$

2. *Intermediate Event D*

$$= 1 - [(1 - IE E) * (1 - BE 6)]$$

$$= 1 - [(1 - 0,67) * (1 - 1)]$$

$$= 1$$
3. *Intermediate Event F*

$$= 1 - [(1 - BE 7) * (1 - BE 8) * (1 - BE 9)]$$

$$= 1 - [(1 - 0,3) * (1 - 0,3) * (1 - 0,4)]$$

$$= 0,71$$
4. *Intermediate Event B*

$$= 1 - [(1 - IE D) * (1 - IE F)]$$

$$= 1 - [(1 - 1) * (1 - 0,71)]$$

$$= 1$$
5. *Intermediate Event C*

$$= 1 - [(1 - BE 10) * (1 - BE 11) * (1 - BE 12) * (1 - BE 13) * (1 - BE 14)]$$

$$= 1 - [(1 - 0,2) * (1 - BE 0,2)]$$

$$= 0,67$$
6. *Top Event A*

$$= 1 - [(1 - IE B) * (1 - IE C)]$$

$$= 1 - [(1 - 1) * (1 - 0,67)]$$

$$= 1$$

#### 4.6.2 Cara Perhitungan Probabilitas untuk *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Keropos:

1. *Intermediate Event B*

$$= 1 - [(1 - BE 1) * (1 - BE 2) * (1 - BE 3) * (1 - BE 4) * (1 - BE 5) * (1 - BE 6)]$$

$$= 1 - [(1 - 0,15) * (1 - 0,1) * (1 - 0,25) * (1 - 0,1) * (1 - 0,2) * (1 - 0,2)]$$

$$= 0,69$$
2. *Intermediate Event C*

$$= 1 - [(1 - BE 7) * (1 - BE 8) * (1 - BE 9) * (1 - BE 10) * (1 - BE 11)]$$

$$= 1 - [(1 - 0,2) * (1 - 0,2) * (1 - 0,2) * (1 - 0,2) * (1 - 0,2)]$$

$$= 0,59$$

#### 4.6.3 Cara Perhitungan Probabilitas untuk *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Retak :

1. *Intermediate Event D*

$$= 1-[(1-BE 1) * (1-BE 2) * (1-BE 3) * (1-BE 4) * (1-BE 5)]$$

$$= 1-[(1-0,3) * (1-0,2) * (1-0,3) * (1-0,2)]$$

$$= 0,69$$
2. *Intermediate Event E*

$$= 1-[(1-BE 6) * (1- BE 7)]$$

$$= 1-[(1-0,5) * (1- 0,5)]$$

$$= 0,75$$
3. *Intermediate Event B*

$$= 1-[(1-IE D) * (1-BE 5) * (1-IE E)]$$

$$= 1-[(1-0,69) * (1-0,75)]$$

$$= 1$$
4. *Intermediate Event C*

$$= 1-[(1- IE B) * (1- IE C)]$$

$$= 1-((1-1) * (10,67))$$

$$= 0,67$$

#### 4.6.4 Cara Perhitungan Probabilitas untuk *Repair Precast Facade* yang Retak :

1. *Intermediate Event B*

$$= 1-[(1-BE 1) * (1-BE 2) * (1-BE 3) * (1-BE 4) * (1-BE 5)]$$

$$= 1-[(1-0,2) * (1-0,2) * (1-0,2) * (1-0,2) * (1-0,2)]$$

$$= 0,68$$
2. *Intermediate Event C*

$$= 1-[(1-BE 1) * (1-BE 2) * (1-BE 3) * (1-BE 4) * (1-BE 5)]$$

$$= 1-[(1-0,2) * (1-0,2) * (1-0,2) * (1-0,2) * (1-0,2)]$$

$$= 0,67$$

#### 4.7 **Impact (I) terhadap Biaya**

*Impact (I)* / dampak yang dimaksud dalam Tugas Akhir ini adalah *impact* terhadap biaya. Biaya dari *item rework* yang paling sering terjadi pada proyek pembangunan Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya. Untuk harga satuan setiap bahan baku dari masing-masing *item rework* tersebut didapat melalui *interview* pada *QC (Quality Control)* atau melalui data sekunder berupa *NC (Non Conformance)* milik kontraktor.

Pada poin ini diketahui bahwa masing-masing *item rework* memiliki volume pekerjaan yang beragam. Namun pada Tugas Akhir ini hanya dibahas mengenai volume pekerjaan yang terkecil dan terbesar saja. Dikarenakan ada 2 volume pekerjaan, maka nilai *impact*-nya pun ada 2, *impact* minimum dan maksimum. Berikut adalah perhitungan *impact* dari masing-masing *item rework*:

##### 4.7.1 **Repair Kondisi Kolom / Shearwall yang Melembung**

Untuk *repair* 1 buah kolom / *shearwall* yang melembung dilakukan dengan *chipping* pada bagian yang melembung, kemudian di *patching* dengan semen MU-830. Biaya standar yang dibutuhkan adalah:

- Upah tukang untuk melakukan 1 kali *repair* ini sebesar Rp 35.000,00
- Harga 1 sak semen MU-830 dari sebesar Rp 101.000,00

Maka, *Impact (I)* minimum dari *repair* 1 buah kolom dengan 1 sak semen MU-830 adalah  $\text{Rp } 35.000,00 + \text{Rp } 101.000,00 = \text{Rp } 136.000,00$ .

Untuk volume pekerjaan yang terbesar dari *item rework* ini adalah sebagai berikut:

- Terjadi *repair* 1 buah kolom dibutuhkan 2 sak semen, maka *Impact (I)* maksimumnya adalah  $\text{Rp } 35.000,00 + [2 \times \text{Rp } 101.000,00] = \text{Rp } 237.000,00$ .

(Keterangan : Berlaku cara perhitungan yang sama apabila semen yang dibutuhkan sebanyak 3 sak, 4 sak, atau lebih)

#### 4.7.2 *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Keropos

*Item rework* ini dibagi menjadi 2 kondisi yaitu:

➤ **Keropos tanpa tulangan terespos**

Untuk *repair* 1 buah kolom / *shearwall* yang kerosos tanpa tulangan terespos dilakukan dengan cara *patching* di bagian yang kerosos dengan Sika Grout 215. Biaya standar yang dibutuhkan sebesar Rp 35.000,00 untuk biaya 1 tukang melakukan *repair* 1 buah kolom/*shearwall*. Maka, *Impact (I)* minimum dari *item rework* ini sebesar Rp 35.000,00.

Untuk volume pekerjaan yang terbesar dari *item rework* ini adalah terjadinya *repair* kolom yang kerosos tanpa tulangan terespos, hingga membutuhkan 3 orang tukang untuk memperbaikinya. Maka *Impact (I)* maksimum dari *item rework* ini =  $3 \times \text{Rp } 35.000,00 = \text{Rp } 105.000,00$

➤ **Keropos dengan tulangan terespos**

Untuk *repair* 1 buah kolom / *shearwall* yang kerosos dengan tulangan terespos dilakukan dengan cara:

1. Sediakan agregat 20 mm dengan kawat ayam dipasang di sekeliling area yang akan diperbaiki
2. Tutup dengan bekisting, sediakan selang *grouting*
3. Tambal celah-celah pada bekisting dengan *plug* bersetting cepat
4. Lakukan curing selama 1 hari
5. Masukkan semen Sika Grout 215 ke mesin injektor. Jumlah sak semen yang dimasukkan sesuai dengan kebutuhan
6. Lakukan injeksi Sika Grout 215
7. Berikan tekanan 1-3 Bar dan tahan selama beberapa menit
8. Selang grout dapat dipotong dan dilepaskan pada hari berikutnya.

Biaya standar yang dibutuhkan adalah:

- Harga pemasangan bekisting di 1 titik yang keropos sebesar Rp 35.000,00
- Harga 1 sak semen Sika Grout 215 untuk dituang kedalam mesin pompa injeksi sebesar Rp 67.000,00

Sehingga *Impact (I)* minimum dari *item rework* ini sebesar Rp 35.000,00 + Rp 67.000,00 = Rp 102.000,00.

Untuk volume pekerjaan yang terbesar dari *item rework* ini adalah terjadinya *repair* 1 buah kolom yang terdapat keropos di 2 titik, dan dibutuhkan 2 sak semen untuk memperbaiki kolom tersebut, maka *Impact (I)* maksimumnya sebesar  $[2 \times \text{Rp } 35.000,00] + [2 \times \text{Rp } 67.000,00] = \text{Rp } 204.000,00$  (Keterangan : Berlaku cara yang sama apabila semen yang dibutuhkan sebanyak 3 sak, 4 sak, atau lebih. Dan apabila titik keropos yang akan *direpair* sebanyak 3 titik, 4 titik, atau lebih)

#### 4.7.3 *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Retak

Untuk *repair* kolom / *shearwall* yang retak dilakukan dengan cara injeksi semen Sika Grout 215. Untuk panjang retak  $\leq 1$  meter, maka 1 lubang injeksi pada 1 meter retakan tersebut biayanya sebesar (sudah termasuk biaya tukang) Rp 170.000,00. Maka, *Impact (I)* minimum dari *item rework* ini sebesar Rp 170.000,00.

Untuk setiap panjang retakan lebih dari 1 meter dengan panjang retakan yang berada pada domain bilangan bulat lebih dari 1 (2 meter, 3 meter, 4 meter, 5 meter, dan seterusnya), maka biaya injeksi 1 lubang pada retakan tersebut bertambah Rp 170.000,00 dalam *range* 1 meter. Jika panjang retakan pada beton adalah 2 meter (terletak pada *range*  $1 < x \leq 2$  meter), dan dilakukan *grouting* di 1 lubang, maka perhitungan *impact (i)*-nya = Rp 170.000,00 + Rp 170.000,00 = Rp 340.000,00. Apabila dalam 1 meter retakan tersebut harus dilakukan injeksi lebih dari

1 lubang, misalkan ada 2 lubang, maka perhitungan *impact* (*i*)-nya =  $2 \times \text{Rp } 170.000,00 = \text{Rp } 340.000,00$

Untuk volume pekerjaan yang terbesar dari *item rework* ini adalah ditemukannya 2 retakan pada sebuah kolom. Retakan yang pertama sepanjang 1 meter (terletak pada *range*  $0 < x \leq 1$  meter) dan retakan yang kedua sepanjang 1,7 meter (terletak pada *range*  $1 < x \leq 2$  meter), maka *Impact* (*I*) maksimumnya sebesar =  $\text{Rp } 170.000,00 + [2 \times \text{Rp } 170.000,00] = \text{Rp } 510.000,00$ .

#### **4.7.4 Repair Kondisi Precast Facade yang Retak Gompal**

Untuk *precast facade* yang retak gompal cukup hanya *dipatching* dengan semen sika grout 215 dibagian yang gompal tersebut. Biaya yang dibutuhkan sebesar  $\text{Rp } 35.000,00$  untuk biaya tukang per-repair 1 *precast facade*. Maka, *Impact* (*I*) dari *item rework* ini sebesar  $\text{Rp } 35.000,00$ .

Untuk volume pekerjaan yang terbesar dari *item rework* ini adalah terjadinya *repair* kolom yang keropos dengan tulangan terekspos dibuthkan 2 orang tukang, maka *Impact* (*I*) maksimum dari *item rework* ini =  $2 \times \text{Rp } 35.000,00 = \text{Rp } 70.000,00$

#### **4.8 Expected Monetary Value (EMV)**

*EMV* dalam hal ini bertujuan untuk menghitung biaya perkiraan untuk faktor-faktor penyebab awal (*Intermediate Events* tingkat 1) dari masing-masing *item rework* yang paling sering terjadi pada proyek ini. Faktor-faktor penyebab awal dari setiap *item rework* adalah sama yaitu, Faktor Kesalahan Pelaksanaan di Lapangan (*Intermediate Event B*) dan Faktor Kesalahan *Site Engineering Managerial* (*Intermediate Event C*). Perhitungan *EMV* ini berdasarkan masing-masing kejadian dari setiap *item rework* yang telah dibahas pada bagian / poin 4.7. Rumus *EMV* adalah:

$$EMV = P \times I$$

Keterangan:

P = Probabilitas *Intermediate Event B* atau *Intermediate Event C*.  
(Diketahui pada bagian / poin 4.6)

I = *Impact* minimum dan maksimum dari *Intermediate Event B*  
ataupun *Intermediate Event C* (Diketahui pada bagian / poin 4.7)

#### 4.8.1 *EMV* dari *Repair Kondisi Kolom / Shearwall* yang Melembung

Perhitungan *EMV* akibat *Impact (I)* biaya minimum dari *item rework* ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} EMV \text{ Intermediate Event B} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\ &= 1 \times \text{Rp } 136.000,00 \\ &= \text{Rp } 136.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EMV \text{ Intermediate Event C} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\ &= 0,67 \times \text{Rp } 136.000,00 \\ &= \text{Rp } 91.120,00 \end{aligned}$$

Perhitungan *EMV* akibat *Impact (I)* biaya maksimum dari *item rework* ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} EMV \text{ Intermediate Event B} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\ &= 1 \times \text{Rp } 237.000,00. \\ &= \text{Rp } 237.000,00. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EMV \text{ Intermediate Event C} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\ &= 0,67 \times \text{Rp } 237.000,00. \\ &= \text{Rp } 158.790,00 \end{aligned}$$

#### 4.8.2 *EMV* dari *Repair Kondisi Kolom / Shearwall* yang Keropos

*Item rework* ini dibagi menjadi 2 jenis:

##### ➤ **Keropos tanpa Tulangan Terkespos**

Perhitungan *EMV* akibat *Impact (I)* biaya minimum dari *item rework* ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} EMV \text{ Intermediate Event B} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\ &= 0,69 \times \text{Rp } 35.000,00 \\ &= \text{Rp } 24.114,00 \end{aligned}$$

$$EMV \text{ Intermediate Event C} = \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)}$$

$$= 0,59 \times \text{Rp } 35.000,00$$

$$= \text{Rp } 20.664,00$$

Perhitungan *EMV* akibat *Impact (I)* biaya maksimum dari *item rework* ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{EMV Intermediate Event B} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\ &= 0,69 \times \text{Rp } 105.000,00 \\ &= \text{Rp } 72.341,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EMV Intermediate Event C} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\ &= 0,59 \times \text{Rp } 105.000,00 \\ &= \text{Rp } 61.992,00 \end{aligned}$$

#### ➤ **Keropos dengan Tulangan Terekspos**

Perhitungan *EMV* akibat *Impact (I)* biaya minimum dari *item rework* ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{EMV Intermediate Event B} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\ &= 0,69 \times \text{Rp } 102.000,00 \\ &= \text{Rp } 70.274,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EMV Intermediate Event C} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\ &= 0,59 \times \text{Rp } 102.000,00 \\ &= \text{Rp } 60.221,00 \end{aligned}$$

Perhitungan *EMV* akibat *Impact (I)* biaya maksimum dari *item rework* ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{EMV Intermediate Event B} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\ &= 0,69 \times \text{Rp } 204.000,00. \\ &= \text{Rp } 140.548,00. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EMV Intermediate Event C} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\ &= 0,59 \times \text{Rp } 204.000,00. \\ &= \text{Rp } 120.442,00 \end{aligned}$$

### **4.8.3 *EMV* dari *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Retak**

Perhitungan *EMV* akibat *Impact (I)* biaya minimum dari *item rework* ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{EMV Intermediate Event B} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\ &= 1 \times \text{Rp } 170.000,00 \\ &= \text{Rp } 170.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EMV \text{ Intermediate Event C} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\
 &= 0,67 \times \text{Rp } 170.000,00 \\
 &= \text{Rp } 113.900,00
 \end{aligned}$$

Perhitungan *EMV* akibat *Impact (I)* biaya maksimum dari *item rework* ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 EMV \text{ Intermediate Event B} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\
 &= 1 \times \text{Rp } 510.000,00 \\
 &= \text{Rp } 510.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EMV \text{ Intermediate Event C} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\
 &= 0,67 \times \text{Rp } 510.000,00 \\
 &= \text{Rp } 341.700,00
 \end{aligned}$$

#### **4.8.4 *EMV* dari Repair Kondisi Precast Facade yang Retak Gompal**

Perhitungan *EMV* akibat *Impact (I)* biaya minimum dari *item rework* ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 EMV \text{ Intermediate Event B} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\
 &= 0,68 \times \text{Rp } 35.000,00 \\
 &= \text{Rp } 23.872,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EMV \text{ Intermediate Event C} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\
 &= 0,67 \times \text{Rp } 35.000,00 \\
 &= \text{Rp } 23.531,00
 \end{aligned}$$

Perhitungan *EMV* akibat *Impact (I)* biaya maksimum dari *item rework* ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 EMV \text{ Intermediate Event B} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\
 &= 0,68 \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 47.743,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EMV \text{ Intermediate Event C} &= \text{Probability (P)} \times \text{Impact (I)} \\
 &= 0,67 \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 47.062,00
 \end{aligned}$$

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat 4 *item rework* yang paling sering terjadi pada proyek pembangunan Apartemen Gunawangsa Tidar, yaitu:
  - a. *Repair Kolom / Shearwall* yang Melembung
  - b. *Repair Kolom / Shearwall* yang Keropos
  - c. *Repair Kolom / Shearwall* yang Retak
  - d. *Repair Precast Facade* yang Retak Gompal
2. Faktor-faktor penyebab awal (*Intermediate Event* tingkat 1) dari terjadinya setiap *item rework* tersebut adalah sama, yaitu:
  - a. Faktor Kesalahan Pelaksanaan di Lapangan (*Intermediate Event B*)
  - b. Faktor Kesalahan Manajerial oleh *Site Engineering* (*Intermediate Event C*)
3. Diketahuinya biaya perkiraan (*EMV*) akibat *Intermediate Event B* dan *Intermediate Event C* dari keempat *item rework*. Secara global, *EMV* yang terkecil sebesar Rp 20.664,00 dan yang terbesar Rp 510.000,00.

#### **5.2 Saran**

Pada Tugas Akhir ini diharapkan, metode-metode yang telah digunakan juga diaplikasikan untuk *item-item rework* pada tahap *finishing* nantinya, dalam hal ini adalah menjabarkan faktor-faktor penyebab dengan metode *FTA* dan menghitung biaya setiap faktor penyebab dengan metode *EMV*. Diharapkan untuk pengembangan lebih lanjut dapat menggunakan data sekunder yang lengkap (data tertulis milik kontraktor maupun konsultan seperti: *NC/ NonConformance*, laporan harian proyek, berita acara, dll) untuk mencari probabilitas *basic event* dan *impact* dari suatu *item rework*.

**DAFTAR PUSTAKA**

Abdul-Rahman, H., The Cost of Non-Conformance during a Highway Project: A Case Study, Construction Management and Economics. Dewayanti, L., dan Lydia, (2004), Pandangan Konsultan

Andi, Winata, S., dan Hendarlim, Y. (2005), Faktor-Faktor Penyebab Rework pada Pekerjaan Konstruksi, Civil Engineering Dimension, Vol 7, No. 1, pp 22-29

Dewayanti, L., dan Lydia, (2004), “Pandangan Konsultan Perencana mengenai Kualitas Dokumen Desain dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya”, Skripsi, Universitas Indonesia, Indonesia

Hasby, Muhammad, (2010), “Penggunaan Pohon Keputusan dalam Teori Keputusan”, Makalah, Institut Teknologi Bandung

Mulcahy, Rita, (2010), “Risk Management”, United State of America

Patrickson, Albert, (2014), Identifikasi dan Analisis Risiko Konstruksi dengan Metode Fault Tree Analysis pada Proyek Pembangunan Jembatan Kapuk Naga”, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Rahardjo, Kukuh (2011), “Analisis Rework pada Konstruksi Gedung di Kabupaten Bondowoso”, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Winata, S dan Hendarlim, Y. 2004. “Studi mengenai Faktor-Faktor Penyebab Rework pada Proyek di Surabaya”, Skripsi Universitas Kristen Petra, Surabaya

Witjaksana, Handaru, (2012), “Analisis Rework pada Kegiatan Konstruksi Proyek Low Rise Building di Pakuwon City Surabaya Timur”, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

## BIODATA PENULIS



**Hansel Samuel Eiros Saragih** atau yang biasa dipanggil dengan Hans, lahir di Jakarta, 22 April 1995. Penulis menempuh pendidikan formal dimulai dari TK Bethany (2000-2001) Bekasi, SD Marsudirini (2001-2007) Bekasi, SMPK 5 BPK Penabur (2007-2010) Jakarta, dan SMAK 7 BPK Penabur (2010-2013) Jakarta. Penulis kemudian melanjutkan studi ke Departemen Teknik Sipil di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2013 untuk menempuh pendidikan S1 (Strata-1). Di Departemen Teknik Sipil ITS penulis mengambil bidang minat Manajemen Konstruksi. Selama kuliah, penulis aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS). Dalam bidang seni, penulis aktif dalam kegiatan Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Musik ITS. Selain aktif dalam organisasi, penulis juga aktif dalam kepanitiaan di berbagai acara seperti LKMM pra TD (Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa pra Tingkat Dasar), panitia Seminar Nasional Semen Indonesia, panitia UNIID (*University Network for Indonesia Infrastructure Development*), Perayaan 60 tahun Teknik Sipil ITS (Ikatan Alumni ITS), Persekutuan Doa ITS, dan lain-lain.

Untuk Informasi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini dapat ditunjukkan ke penulis melalui pengiriman *email ke: hansel.samuel22@gmail.com*.

Tabel Perhitungan Probabilitas dari *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Melembung

| No Basic Event | Nama Basic Event  | P Basic Event | P Intermediate Event 3 |      | P Intermediate Event 2 |      | P Intermediate Event 1 | P Top Event |   |   |
|----------------|---|---------------|------------------------|------|------------------------|------|------------------------|-------------|---|---|
|                |   |               |                        |      |                        |      |                        |             |   |   |
| 1              | Bentuk bekisting sudah sedikit cembung karena pemakaian sebelumnya            | 0.2           | E                      | 0.67 | D                      | 1    | B                      | 1           | A | 1 |
| 2              | <i>Tie rod</i> bekisting rusak  | 0.2           |                        |      |                        |      |                        |             |   |   |
| 3              | <i>Base plate</i> bekisting rusak   | 0.2           |                        |      |                        |      |                        |             |   |   |
| 4              | Pengunci bekisting rusak  | 0.2           |                        |      |                        |      |                        |             |   |   |
| 5              | Penyangga / <i>push pull</i> bekisting rusak                                  | 0.2           |                        |      |                        |      |                        |             |   |   |
| 6              | <i>Concrete vibrator</i> yang kondisinya kurang baik untuk pengecoran         | 1             |                        |      |                        |      |                        |             |   |   |
| 7              | Kesalahan pemasangan penyangga besi untuk tulangan                            | 0.3           |                        |      |                        |      |                        |             |   |   |
| 8              | Penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran              | 0.3           |                        |      | F                      | 0.71 |                        |             |   |   |
| 9              | Jumlah <i>tie rod</i> yang dipasang kurang / tidak sesuai dengan tinggi kolom | 0.4           |                        |      |                        |      |                        |             |   |   |

| No Basic Event | Nama Basic Event                                       | P Basic Event | P Intermediate Event 3 | P Intermediate Event 2 | P Intermediate Event 1 |   | P Top Event |   |
|----------------|--|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|---|-------------|---|
| 10             | Kurang pengalaman                                      | 0.2           |                        |                        | C                      | 1 | A           | 1 |
| 11             | Kesalahan pemesanan material                           | 0.2           |                        |                        |                        |   |             |   |
| 12             | Kesalahan perencanaan / desain                         | 0.2           |                        |                        |                        |   |             |   |
| 13             | Kurangnya pengawasan dilapangan                        | 0.2           |                        |                        |                        |   |             |   |
| 14             | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik | 0.2           |                        |                        |                        |   |             |   |



Tabel Perhitungan Probabilitas dari *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Keropos

| No Basic Event | Nama Basic Event  | P Basic Event | P Intermediate Event 1 |      | P Top Event |   |
|----------------|---|---------------|------------------------|------|-------------|---|
|                |   |               |                        |      |             |   |
| 1              | Pembesian dilaksanakan kurang benar, sehingga selimut beton terlalu tipis   | 0.15          | B                      | 0.67 | A           | 1 |
| 2              | Kesalahan pemasangan tebal triplek, tidak 12 mm   | 0.1           |                        |      |             |   |
| 3              | Kesalahan cara pelepasan bekisting  | 0.25          |                        |      |             |   |
| 4              | Penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran  | 0.1           |                        |      |             |   |
| 5              | Terlalu cepat membongkar bekisting disaat beton belum kering  | 0.2           |                        |      |             |   |
| 6              | Bekisting tidak dibersihkan terlebih dahulu sebelum dipasang (masih ada beton lama yang menempel pada permukaannya) | 0.2           |                        |      |             |   |
| 7              | Kurang pengalaman   | 0.2           | C                      | 0.59 |             |   |
| 8              | Kesalahan pemesanan material  | 0.2           |                        |      |             |   |
| 9              | Kesalahan perencanaan / design  | 0.2           |                        |      |             |   |
| 10             | Kurangnya pengawasan dilapangan   | 0.2           |                        |      |             |   |
| 11             | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik  | 0.2           |                        |      |             |   |

Tabel Perhitungan Probabilitas dari *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Retak

| No Basic Event | Nama Basic Event  | P Basic Event | P Intermediate Event 2 |      | P Intermediate Event 1 |   | P Top Event |   |
|----------------|---|---------------|------------------------|------|------------------------|---|-------------|---|
|                |   |               |                        |      |                        |   |             |   |
| 1              | Tulangan mengalami korosi   | 0.3           | D                      | 0.69 | B                      | 1 | A           | 1 |
| 2              | Suhu campuran beton terlalu tinggi saat beton mengalami perkerasan    | 0.2           |                        |      |                        |   |             |   |
| 3              | Agregat halus / pasir yang masih bercampur dengan lumpur              | 0.3           |                        |      |                        |   |             |   |
| 4              | Adukan cor terlalalu encer sehingga air keluar dari cetakan           | 0.2           |                        |      |                        |   |             |   |
| 5              | <i>Concrete vibrator</i> kondisinya kurang baik untuk pengecoran      | 1             |                        |      |                        |   |             |   |
| 6              | Cara penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran | 0.5           | E                      | 0.75 |                        |   |             |   |
| 7              | Kurangnya curing pada beton   | 0.5           |                        |      |                        |   |             |   |

| No<br>Basic<br>Event | Nama Basic Event                                       | P Basic<br>Event | P Intermediate Event 2 | P<br>Intermediate<br>Event 1 |      | P Top<br>Event |   |
|----------------------|--|------------------|------------------------|------------------------------|------|----------------|---|
|                      |  |                  |                        |                              |      |                |   |
| 8                    | Kurang pengalaman                                      | 0.2              |                        | C                            | 0.67 | A              | 1 |
| 9                    | Kesalahan pemesanan material                           | 0.2              |                        |                              |      |                |   |
| 10                   | Kesalahan perencanaan / desain                         | 0.2              |                        |                              |      |                |   |
| 11                   | Kurangnya pengawasan                                   | 0.2              |                        |                              |      |                |   |
| 12                   | Komunikasi / Koordinasi antar pekerja yang kurang baik | 0.2              |                        |                              |      |                |   |

Tabel Perhitungan Probabilitas dari *Repair* Kondisi *Precast Facade* yang Retak

| No Basic Event | Nama Basic Event  | P Basic Event | P Intermediate Event 1 |      | P Top Event |   |
|----------------|---|---------------|------------------------|------|-------------|---|
|                |   |               |                        |      |             |   |
| 1              | Kesalahan pemasangan <i>chain block</i> pada precast                  | 0.15          | B                      | 0.68 | A           | 1 |
| 2              | Material <i>handling</i> yang salah                                   | 0.25          |                        |      |             |   |
| 3              | Beton <i>precast</i> belum waktunya diangkat (2 hari), sudah diangkat | 0.3           |                        |      |             |   |
| 4              | Pemasangan jarak antar tulangan <i>precast</i> yang terlalu jauh      | 0.25          |                        |      |             |   |
| 5              | Kesalahan pemasangan transfer beam pada <i>chain block</i>            | 0.05          |                        |      |             |   |
| 6              | Kurang pengalaman   | 0.2           | C                      | 0.67 |             |   |
| 7              | Kesalahan pemesanan material  | 0.2           |                        |      |             |   |
| 8              | Kesalahan perencanaan / desain  | 0.2           |                        |      |             |   |
| 9              | Kurangnya pengawasan dilapangan                                       | 0.2           |                        |      |             |   |
| 10             | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik                | 0.2           |                        |      |             |   |

Tabel Hasil Perhitungan *EMV* (*Expected Monetary Value*) dari *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Melembung

| No Basic Event | Nama Basic Event  | P Basic Event | Impact (I)   | P Intermediate Event 3 |      | EMV   | P Intermediate Event 2 |   | EMV    | P Intermediate Event 1 |   | EMV    | P Top Event |   | EMV    |
|----------------|---|---------------|--|------------------------|------|-------|------------------------|---|--------|------------------------|---|--------|-------------|---|--------|
|                |   |               |  |                        |      |       |                        |   |        |                        |   |        |             |   |        |
| 1              | Bentuk bekisting sudah sedikit cembung karena pemakaian sebelumnya            | 0.2           | Biaya yang dibutuhkan untuk 1 kali pengerjaan :<br><br>Upah tukang per hari = 35000<br><br>1 sak semen MU-830 (tergantung kebutuhan)= 101000 | E                      | 0.67 | 91436 | D                      | 1 | 136000 | B                      | 1 | 136000 | A           | 1 | 136000 |
| 2              | <i>Tie rod</i> bekisting rusak  | 0.2           |  |                        |      |       |                        |   |        |                        |   |        |             |   |        |
| 3              | <i>Base plate</i> bekisting rusak   | 0.2           |  |                        |      |       |                        |   |        |                        |   |        |             |   |        |
| 4              | Pengunci bekisting rusak  | 0.2           |  |                        |      |       |                        |   |        |                        |   |        |             |   |        |
| 5              | Penyangga / <i>push pull</i> bekisting rusak                                  | 0.2           |  |                        |      |       |                        |   |        |                        |   |        |             |   |        |
| 6              | <i>Concrete vibrator</i> yang kondisinya kurang baik untuk pengecoran         | 1             |  |                        |      |       |                        |   |        |                        |   |        |             |   |        |
| 7              | Kesalahan pemasangan penyangga besi untuk tulangan                            | 0.3           |  |                        |      |       |                        |   |        |                        |   |        |             |   |        |
| 8              | Penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran              | 0.3           |  |                        |      |       |                        |   |        |                        |   |        |             |   |        |
| 9              | Jumlah <i>tie rod</i> yang dipasang kurang / tidak sesuai dengan tinggi kolom | 0.4           |  |                        |      |       |                        |   |        |                        |   |        |             |   |        |

| No Basic Event | Nama Basic Event                                       | P Basic Event | Impact (I) | P Intermediate Event 3 | EMV | P Intermediate Event 2 | EMV | P Intermediate Event 1 | EMV  | P Top Event | EMV |  |
|----------------|--|---------------|------------|------------------------|-----|------------------------|-----|------------------------|------|-------------|-----|--|
| 10             | Kurang pengalaman                                      | 0.2           |            |                        |     |                        |     | C                      | 0.67 | 88982       |     |  |
| 11             | Kesalahan pemesanan material                           | 0.2           |            |                        |     |                        |     |                        |      |             |     |  |
| 12             | Kesalahan perencanaan / desain                         | 0.2           |            |                        |     |                        |     |                        |      |             |     |  |
| 13             | Kurangnya pengawasan dilapangan                        | 0.2           |            |                        |     |                        |     |                        |      |             |     |  |
| 14             | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik | 0.2           |            |                        |     |                        |     |                        |      |             |     |  |

Tabel Hasil Perhitungan *EMV* (*Expected Monetary Value*) dari *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Keropos

| No Basic Event | Nama Basic Event  | P Basic Event | Impact (I)  | P Intermediate Event 1 |      | EMV   | P Top Event |   | EMV    |
|----------------|---|---------------|---|------------------------|------|-------|-------------|---|--------|
|                |   |               |   |                        |      |       |             |   |        |
| 1              | Pembesian dilaksanakan kurang benar, sehingga selimut beton terlalu tipis   | 0.2           | <b>Tulangan kolom tidak terkespos (Tambal):</b><br><br>Biaya tukang = 35000<br><br><b>TOTAL = 35000</b><br><br><b>Tulangan kolom terekspos (Grouting):</b><br>Bekisting di 1 titik = 35000<br>1 sak sika grout 215 = 67000<br><b>TOTAL = 102000</b> | B                      | 0.69 | 24114 | A           | 1 | 35000  |
| 2              | Kesalahan pemasangan tebal triplek, tidak 12 mm   | 0.1           |   |                        |      |       |             |   |        |
| 3              | Kesalahan cara pelepasan bekisting  | 0.25          |   |                        |      |       |             |   |        |
| 4              | Penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran  | 0.1           |   |                        |      |       |             |   |        |
| 5              | Terlalu cepat membongkar bekisting disaat beton belum kering  | 0.2           |   |                        |      |       |             |   |        |
| 6              | Bekisting tidak dibersihkan terlebih dahulu sebelum dipasang (masih ada beton lama yang menempel pada permukaannya) | 0.2           |   |                        |      |       |             |   |        |
| 7              | Kurang pengalaman   | 0.2           |   | C                      | 0.59 | 20664 | A           | 1 | 102000 |
| 9              | Kesalahan pemesanan material  | 0.2           |   |                        |      |       |             |   |        |
| 10             | Kesalahan perencanaan / desain  | 0.2           |   |                        |      |       |             |   |        |
| 11             | Kurangnya pengawasan dilapangan   | 0.2           |   |                        |      |       |             |   |        |
| 12             | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik  | 0.2           |   |                        |      |       |             |   |        |
|                |   |               |   |                        |      |       |             |   |        |

Tabel Hasil Perhitungan *EMV* (*Expected Monetary Value*) dari *Repair* Kondisi Kolom / *Shearwall* yang Retak

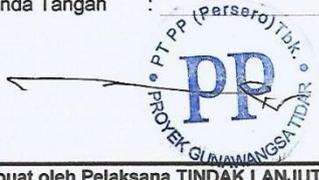
| No Basic Event | Nama Basic Event  | P Basic Event | Impact (I)  | P Intermediate Event 2 |      | EMV    | P Intermediate Event 1 |   | EMV    | P Top Event |   | EMV    |  |
|----------------|---|---------------|---|------------------------|------|--------|------------------------|---|--------|-------------|---|--------|--|
| 1              | Tulangan mengalami korosi   | 0.3           | Apabila panjang retak $\leq 1$ meter, maka 1 lubang injeksi pada 1 meter retakan tersebut biayanya sebesar =<br><br><b>TOTAL = 170000</b> | D                      | 0.69 | 116688 | B                      | 1 | 170000 | A           | 1 | 170000 |  |
| 2              | Suhu campuran beton terlalu tinggi saat beton mengalami perkerasan    | 0.2           |   |                        |      |        |                        |   |        |             |   |        |  |
| 3              | Agregat halus / pasir yang masih bercampur dengan lumpur              | 0.3           |   |                        |      |        |                        |   |        |             |   |        |  |
| 4              | Adukan cor terlalu encer sehingga air semen keluar dari cetakan       | 0.2           |   |                        |      |        |                        |   |        |             |   |        |  |
| 5              | <i>Concrete vibrator</i> kondisinya kurang baik untuk pengecoran      | 1             |   |                        |      |        |                        |   |        |             |   |        |  |
| 6              | Cara penggunaan <i>concrete vibrator</i> kurang benar saat pengecoran | 0.5           |   | 170000                 | E    | 0.75   | 127500                 |   |        |             |   |        |  |
| 7              | Kurangnya curing pada beton   | 0.5           |   |                        |      |        |                        |   |        |             |   |        |  |
| 8              | Kurang pengalaman   | 0.2           |   |                        |      |        |                        |   |        |             |   |        |  |
| 9              | Kesalahan pemesanan material  | 0.2           |   |                        |      |        |                        |   |        |             |   |        |  |
| 10             | Kesalahan perencanaan   | 0.2           |   |                        |      |        |                        |   |        |             |   |        |  |
| 11             | Kurangnya pengawasan  | 0.2           |   |                        |      |        |                        |   |        |             |   |        |  |
| 12             | Komunikasi / Koordinasi antar pekerja yang kurang baik                | 0.2           |   |                        |      |        |                        | C | 0.67   | 114294      |   |        |  |

Tabel Hasil Perhitungan *EMV* (*Expected Monetary Value*) dari *Repair* Kondisi *Precast Facade* yang Retak

| No Basic Event | Nama Basic Event  | P Basic Event | Impact (I)                                      | P Intermediate Event<br>1 |      | EMV   | P Top Event |   | EMV   |
|----------------|---|---------------|---|---------------------------|------|-------|-------------|---|-------|
| 1              | Kesalahan pemasangan <i>chain block</i> pada <i>precast</i>           | 0.15          | Upah tukang = 35000<br><br><b>TOTAL = 35000</b> | B                         | 0.68 | 23872 | A           | 1 | 31353 |
| 2              | Material <i>handling</i> yang salah                                   | 0.25          |   |                           |      |       |             |   |       |
| 3              | Beton <i>precast</i> belum waktunya diangkat (2 hari), sudah diangkat | 0.3           |   |                           |      |       |             |   |       |
| 4              | Pemasangan jarak antar tulangan <i>precast</i> yang terlalu jauh      | 0.25          |   |                           |      |       |             |   |       |
| 5              | Kesalahan pemasangan <i>transfer beam</i> pada <i>chain block</i>     | 0.05          |   |                           |      |       |             |   |       |
| 6              | Kurang pengalaman   | 0.2           |   | C                         | 0.67 | 23531 |             |   |       |
| 7              | Kesalahan pemesanan material  | 0.2           |   |                           |      |       |             |   |       |
| 8              | Kesalahan perencanaan / desain  | 0.2           |   |                           |      |       |             |   |       |
| 9              | Kurangnya pengawasan dilapangan                                       | 0.2           |   |                           |      |       |             |   |       |
| 10             | Komunikasi / koordinasi antar pekerja yang kurang baik                | 0.2           |   |                           |      |       |             |   |       |

**Non Conformance (NC)**

No Rec : / 6.1/ QSHE-2007/ PMT/ AA/ PI/ 005

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>CABANG / DVO</b> : Cabang 5 DVO3<br><b>PROYEK</b> : Proyek Apartemen Gunawangsa Tidar<br><b>LOKASI</b> : JL.Tidar no.350 Surabaya<br><b>TANGGAL</b> : 14 April 2016                                   |  | <b>No. NC</b> : 03/PP/NC/GTA/IV/16<br><br><b>Standard</b> :   |
| <b>A. URAIAN PENYIMPANGAN YANG DITEMUKAN :</b><br><br>  | <b>Pelapor</b><br><b>Nama</b> : BASKORO H<br><b>Jabatan</b> : QC   | <b>Penerbit NC :</b><br>( ADO / KBT/ ASOP / QCO / SHEO )<br><b>Nama</b> : BASKORO . H<br><b>Tanda tangan</b> :  |
|  | <b>Diketahui Oleh :</b><br>( Penanggung Jawab Pekerjaan )<br><b>Nama</b> : DIDIK ISWANTO<br><b>Jabatan</b> : SEM   |   |
|  | <b>B. INVESTIGASI AKAR PERMASALAHAN :</b><br>Plint pada saat pengecoran parapet pada lokasi<br>Ramp lantai dasar mezanin menuju Ramp lantai 2 mezanin  | (bila ada) - Konsesi oleh PM<br><b>Nama</b> : PUTU ADI PRITATMA<br><b>Tanda Tangan</b> :  |
|  | <b>RENCANA TINDAK LANJUT :</b><br>Diperbaiki dengan dibok pada area yang ngeplint setelah itu<br>dibuat smooth antara pertemuan parapet dengan kolom   |    |
| <b>URAIAN REALISASI TINDAK LANJUT</b>  | Dibuat oleh Pelaksana TINDAK LANJUT :<br><b>Nama</b> : YUDIT<br><b>Jabatan</b> : SP COR<br><b>Tanda tangan</b> :   |   |
| <b>URAIAN DAN JUMLAH REALISASI BIAYA TINDAK LANJUT</b><br>Alat yang digunakan yaitu : Jack hammer, kappi, semen plester<br>dan semen aci<br>Ongkos tukang harian permaikan: 35.000<br>Material : 101.000 | <b>Cek Pelaksanaan TINDAK LANJUT Oleh :</b><br>( Penanggung jawab pekerjaan )<br><b>Nama</b> : YUDIT<br><b>Jabatan</b> : SP COR<br><b>Tanda tangan</b> :<br><b>Selesai tanggal</b> : 18-4-2016 |   |
| <b>C PEMERIKSAAN SETELAH SELESAI TINDAK LANJUT :</b><br><br>  | Diperiksa oleh<br><b>Nama</b> : BASKORO . H<br><b>Jabatan</b> : QC<br><b>Tanda Tangan</b> :<br><b>Tanggal</b> : 18-4-2016  | <b>Kesimpulan Hasil TINDAK LANJUT :</b><br><div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">LULUS</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">GAGAL</span> </div> |

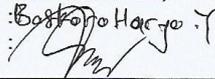
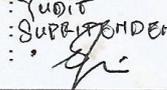
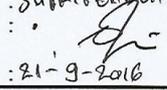
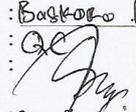
**Keterangan :**

1. Penulisan Uraian Penyimpangan : harus jelas, ringkas, mudah dimengerti dan didukung oleh bukti-bukti objektif.
2. Pelapor = Penemu NC
3. Penerbit NC = Penerbit / Pengendali NC & Customer Complaint : ADO / KBT/ ASOP / QCO / SHEO
4. Pemeriksa bisa : a. Penemu NC  
b. Penerbit NC
5. Formulir yg sudah selesai harus dikumpulkan kepada Penerbit NC untuk mekanisme CAR.
6. Bila kolom rencana TINDAK LANJUT tidak cukup, dapat memakai kertas lain dan dilampirkan.
7. Konsesi adalah ijin untuk menyimpang dari ketentuan yang telah ditetapkan oleh Customer/ Owner
8. Untuk beberapa NC pada satu lokasi dapat memakai 1 lembar form NC dilampiri defect-list

NC (Non Conformance) dari Repair Kolom Melembung / Plint

**Non Conformance (NC)**

No Rec : / 6.1/ QSHE-2007/ PMT/ AA/ P/ 005

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>CABANG / DVO</b> : Cabang 5 DVO3<br><b>PROYEK</b> : Proyek Apartemen Gunawangsa Tidar<br><b>LOKASI</b> : JL.Tidar no.350 Surabaya<br><b>TANGGAL</b> : 21 September 2016   |   | <b>No. NC</b> : 07/PP/NC/GTA/IX/16<br><br><b>Standard</b> :  |
| <b>A. URAIAN PENYIMPANGAN YANG DITEMUKAN :</b><br><br>  | <b>Pelapor</b><br>Nama : Bastoro Haryo T<br>Jabatan : CAC   |  |
|  | <b>Penerbit NC :</b><br>( ADO / KBT / ASOP / QCO / SHEO )<br>Nama : Bastoro Haryo T<br>Tanda tangan :        |  |
| <b>B. INVESTIGASI AKAR PERMASALAHAN :</b><br>Keropos pada dinding SW2 dikarenakan kesalahan blockout balok<br><br><b>RENCANATINDAK LANJUT :</b><br>Diperbaiki dengan cara digrouting pada lubang yang terlihat keropos dengan semen sika grout 215 |   | (bila ada) - Konsesi oleh PM<br>Nama : PUTU ADI PRIYATMA<br>Tanda Tangan :    |
| <b>URAIAN REALISASI TINDAK LANJUT</b>  |   | Dibuat oleh Pelaksana TINDAK LANJUT :<br>Nama : YUDIT<br>Jabatan : SUPERINTENDENT (SP)<br>Tanda tangan :    |
| <b>URAIAN DAN JUMLAH REALISASI BIAYA TINDAK LANJUT</b><br>5 sak semen sika grout = 1 sak 67.000  |   | Cek Pelaksanaan TINDAK LANJUT Oleh :<br>( Penanggung jawab pekerjaan )<br>Nama : YUDIT<br>Jabatan : SUPERINTENDENT (SP)<br>Tanda tangan : <br>Selesai tanggal : 21-9-2016 |
| <b>C PEMERIKSAAN SETELAH SELESAI TINDAK LANJUT :</b><br><br>  | <b>Diperiksa oleh</b><br>Nama : Bastoro Haryo T<br>Jabatan : CAC<br>Tanda Tangan : <br>Tanggal : 21-9-2016 |  |
|  | Kesimpulan Hasil TINDAK LANJUT :<br><div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span><b>LULUS</b></span> <span><b>GAGAL</b></span> </div>                                      |  |

**Keterangan :**

1. Penulisan Uraian Penyimpangan : harus jelas, ringkas, mudah dimengerti dan didukung oleh bukti-bukti objektif.
2. Pelapor = Penemu NC
3. Penerbit NC = Penerbit / Pengendali NC & Customer Complaint : ADO / KBT / ASOP / QCO / SHEO
4. Pemeriksa bisa : a. Penemu NC  
b. Penerbit NC
5. Formulir yg sudah selesai harus dikumpulkan kepada Penerbit NC untuk mekanisme CAR.
6. Bila kolom rencana TINDAK LANJUT tidak cukup, dapat memakai kertas lain dan dilampirkan.
7. Konsesi adalah ijin untuk menyimpang dari ketentuan yang telah ditetapkan oleh Customer/ Owner
8. Untuk beberapa NC pada satu lokasi dapat memakai 1 lembar form NC dilampiri defect list

NC (Non Conformance) dari Repair Kolom Keropos