

**TESIS**

**METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN  
*FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) UNTUK MENGIDENTIFIKASI POTENSI  
DAN PENYEBAB KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK GEDUNG**



**Oleh :**

**Haryanto Pandapotan Pasaribu**

**NPM : 1551 02363**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**

**PROGRAM PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

**2017**



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : HARYANTO PANDAPOTAN PASARIBU  
Nomor Mahasiswa : 15.2363/PS/MTS  
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi  
Judul tesis : **METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA) UNTUK MENGIDENTIFIKASI POTENSI DAN PENYEBAB KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK GEDUNG**

Nama Pembimbing	Tanggal	Tanda tangan
Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.	27/7/2017	
Dr. Ir. Wulfram I. Ervianto, M.T.	31/10/2017	

Dr. Ir. Wulfram I. Ervianto, M.T.

Ir. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.

Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil

Dr. Ir. Imam Tjandjaja, M.T.



PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : HARYANTO PANDAPOTAN PASARIBU  
Nomor Mahasiswa : 155102363/PS/MTS  
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi  
Judul Tesis : Metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) dan *fault tree analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi potensi dan penyebab kecelakaan kerja pada proyek gedung

Nama Penguji	Tanggal	Tanda Tangan
Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.	27/7/2017	
Dr. Ir. Wulfram I. Ervianto, M.T.	31/7/2017	
Ir. Peter F. Kaming, M.Eng., Ph.D.	27/7/2017	

Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil



Dr. Ir. Imam Basuki, MT

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis dengan judul :

**METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) UNTUK MENGIDENTIFIKASI POTENSI DAN PENYEBAB KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK GEDUNG**

benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tesis ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tesis ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 7 Juni 2017

Yang menyatakan



Haryanto Pandapotan Pasaribu

## INTISARI

Tidak semua kecelakaan kerja mengakibatkan luka – luka, namun ada juga yang mengakibatkan kerusakan material, peralatan dan lingkungan. Namun dalam hal ini kecelakaan kerja yang mengakibatkan luka – luka menjadi perhatian agar dapat mengurangi jumlah korban jiwa akibat kecelakaan kerja. Pengidentifikasian bahaya sebelum atau sesudah bahaya terjadi merupakan inti dari sebuah kegiatan pencegahan kecelakaan. Akan tetapi, identifikasi ini bukan ilmu pasti. Hal ini merupakan kegiatan subjektif, di mana bahaya yang teridentifikasi bisa saja berbeda antara satu orang dengan yang lainnya. Selanjutnya dari inspeksi sebelumnya dapat dibandingkan atau dikembangkan sehingga menjadi bahan acuan untuk tindakan korektif agar kecelakaan yang sama tidak terulang kembali.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya suatu kecelakaan pada suatu proses kegiatan kerja di bidang konstruksi. Identifikasi tingkat risiko kecelakaan diukur dari aspek dampak, peluang kejadian dan pencegahannya dilakukan dengan menggunakan metode failure mode and effect analysis (FMEA), sedangkan identifikasi potensi penyebab kecelakaan dilakukan dengan menggunakan metode fault tree analysis (FTA).

Hasil dari analisis FMEA mendapati bahwa risiko kecelakaan kerja paling tinggi yang pernah terjadi pada PT.X adalah pada proses kegiatan pengangkutan besi tulangan ke lapangan. Selanjutnya menggunakan tools wawancara diketahui bahwa jenis kecelakaan yang terjadi pada proses pekerjaan tersebut adalah tertimpa. Kemudian dengan menggunakan tools delphi diperoleh kesepakatan potensi – potensi penyebab terjadinya kecelakaan tertimpa pada kegiatan pengangkutan besi ke lapangan yang kemudian disusun menggunakan metode FTA sehingga menghasilkan 19 kombinasi penyebab kecelakaan.

**Kata kunci :** risiko, kecelakaan kerja, delphi, FMEA, FTA

## ABSTRAK

Not all workplace accidents resulting in injuries, but there are also resulting in damage to material, equipment and the environment. But in this case of work accidents causing injuries concern in order to reduce the number of fatalities due to accidents. Identifying hazards before or after the hazard occurs at the core of an accident prevention activities. However, this identification is not an exact science. This is a subjective activity, where the hazards identified can be different from one person to another. Furthermore, from the previous inspection can be compared or developed so that it becomes a reference for corrective action so that the same accident does not happen again.

This study aims to identify the cause of an accident in a process of working in the construction field. Identification of accident risk level measured from the aspect of impact, likelihood and prevention using the method of failure mode and effect analysis (FMEA), while the identification of potential causes of the accident were calculated using a fault tree analysis (FTA).

The results of the FMEA analysis found that the highest risk of workplace accidents that have occurred in PT.X is in the process of the transport of steel reinforcement to the field. Furthermore, using the tools interview note that the type of accident that occurred on the job process is affected.

Then, by using the tools of Delphi obtained the agreement of potential - the potential causes of accidents in the transport of iron falling into the field which is then compiled using the FTA to produce 19 combinations cause of the accident.

**Keywords** :Risk, work accidents, Delphi, FMEA, FTA

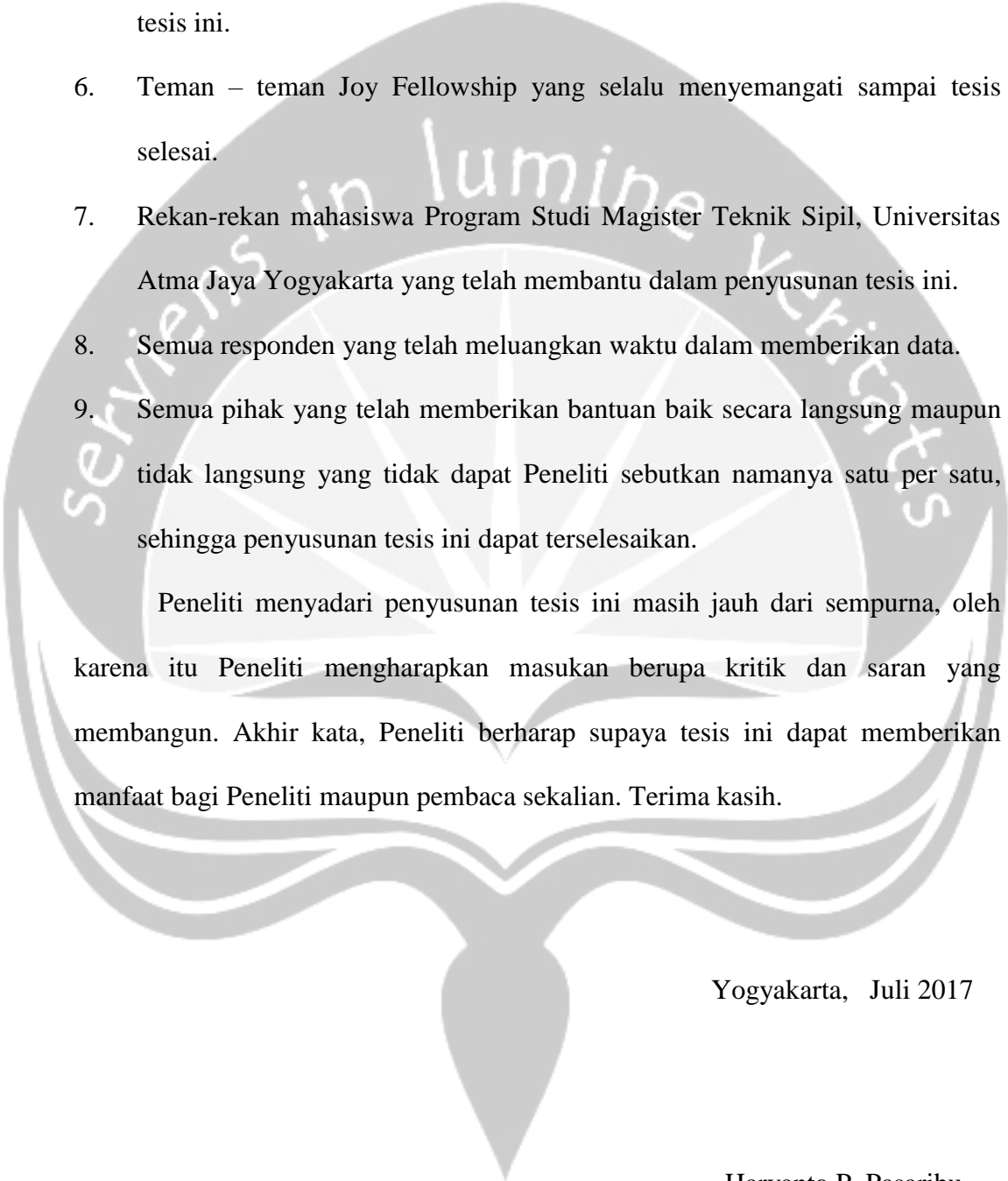
## KATA HANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, bimbingan dan perlindungan-Nya, sehingga Peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata Dua (S2) di Program Pascasarjana Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Peneliti berharap melalui penyusunan tesis ini dapat memberi gambaran baru tentang penggunaan *Faiulure mode and effect analysis* (FMEA) dan *Fault tree analysis* (FTA) untuk keselamatan kerja konstruksi dalam bidang Teknik Sipil baik oleh Peneliti maupun pihak lain.

Dalam menyusun Tugas Akhir ini Peneliti telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu Peneliti mengucapkan terima kasih kepada.

1. Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D. dan Dr. Ir. Wulfram I. Ervianto, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberi petunjuk dan membimbing Peneliti dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Dr. Ir. Imam Basuki, M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Seluruh Dosen Pengajar Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajar dan membagikan ilmunya kepada Peneliti.
4. Seluruh Staf Admisi Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

- 
5. Kedua orang tua dan saudara-saudaraku yang telah memberikan dukungan, baik dukungan moral maupun materi sehingga Peneliti dapat menyelesaikan tesis ini.
  6. Teman – teman Joy Fellowship yang selalu menyemangati sampai tesis selesai.
  7. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.
  8. Semua responden yang telah meluangkan waktu dalam memberikan data.
  9. Semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat Peneliti sebutkan namanya satu per satu, sehingga penyusunan tesis ini dapat terselesaikan.

Peneliti menyadari penyusunan tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu Peneliti mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, Peneliti berharap supaya tesis ini dapat memberikan manfaat bagi Peneliti maupun pembaca sekalian. Terima kasih.

Yogyakarta, Juli 2017

Haryanto P. Pasaribu  
NPM : 15.2363/PS/MTS



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA HANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah.....	5
1.3 Tujuan penelitian .....	5
1.4 Batasan masalah .....	6
1.5 Keaslian tugas akhir .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
2.1 Proyek gedung .....	9
2.2 Risiko .....	9
2.3 Jenis – jenis kecelakaan kerja.....	11

2.4	Keibjakan hukum dan peraturan undang – undang keselamatan dan kesehatan kerja .....	13
2.5	Manajemen risiko kecelakaan kerja .....	13
2.6	Tujuan sistem manajemen dan kesehatan kerja (SMK3) .....	14
2.7	Identifikasi risiko.....	15
<b>BAB III METODE <i>FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS</i> (FMEA) DAN <i>FAULT TREE ANALYSIS</i> (FTA).....</b>		
3.1	<i>Failure mode and effect analysis</i> (FMEA).....	20
3.1.1	Tujuan <i>failure mode and effect analysis</i> (FMEA) .....	21
3.1.2	Langkah – langkah <i>failure mode and effect analysis</i> (FMEA)..	22
3.2	<i>Fault tree analysis</i> (FTA).....	23
3.2.1	Tujuan <i>fault tree analysis</i> (FTA) .....	26
3.2.2	Kelebihan dan kekurangan <i>fault tree analysis</i> (FTA) .....	26
3.2.3	Langkah – langkah <i>fault tree analysis</i> (FTA).....	27
3.2.4	Simbol – simbol <i>fault tree analysis</i> (FTA) .....	29
3.2.5	Contoh <i>fault tree analysis</i> (FTA).....	29
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>		
4.1	Diagram alur metode penelitian .....	34
4.2	Studi literatur .....	34
4.3	Identifikasi potensi kecelakaan kerja (Tahap I) .....	34
4.4	Analisa FMEA (Tahap II) .....	36
4.4.1	Penentuan nilai <i>severity</i> (S), <i>occurrence</i> (O) dan <i>detection</i> (D). .....	36
4.4.2	Perhitungan nilai <i>risk priority number</i> (RPN) .....	39

4.5	<i>Fault tree analysis (FTA) (Tahap III)</i> .....	39
4.6	Delphi .....	40
4.7	Menentukan <i>intermediate event</i> dan <i>basic event</i> .....	42
<b>BAB V</b>	<b><i>FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)</i></b> .....	44
5.1	Diagram alir <i>failure mode and effect analysis (FMEA)</i> .....	44
5.2	Identifikasi risiko penyebab kecelakaan kerja .....	44
5.3	Analisis data FMEA .....	46
5.3.1	Penentuan nilai <i>severity</i> , <i>occurrence</i> dan <i>detection</i> .....	46
5.3.2	Perhitungan nilai RPN .....	46
<b>BAB VI</b>	<b><i>FAULT TREE ANALYSIS (FTA)</i></b> .....	49
6.1	Diagram alir <i>fault tree analysis (FTA)</i> .....	49
6.2	Penentuan kejadian utama ( <i>top event</i> ).....	50
6.3	Penentuan <i>intermediate event</i> dan <i>basic event</i> .....	50
6.4	Penggambaran <i>fault tree analysis (FTA)</i> .....	55
6.5	Kombinasi minimal <i>cut set</i> .....	57
<b>BAB VII</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	61
7.1	Kesimpulan .....	61
7.2	Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan <i>output</i> dari metode-metode identifikasi.....	19
Tabel 3.1 Simbol – simbol hubungan dalam FTA .....	31
Tabel 3.2 Simbol – simbol kejadian dalam FTA.....	32
Tabel 4.1 Skala severity .....	38
Tabel 4.2 Skala occurrence .....	38
Tabel 4.3 Skala detection .....	39
Tabel 5.1 Nilai S, O, D.....	47
Tabel 5.2 Nilai RPN.....	48
Tabel 6.1 Tiga pakar pada putaran I.....	50
Tabel 6.2 Hasil delphi putaran I.....	51
Tabel 6.3 Lima pakar pada putaran II .....	52
Tabel 6.4 Hasil delphie putaran II.....	52
Tabel 6.5 Hasil dari MOCUS tertimpa.....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.2 <i>Fault tree</i> .....	25
Gambar 3.4 Contoh identifikasi menggunakan <i>fault tree analysis</i> .....	33
Gambar 4.1 Diagram alir penelitian .....	35
Gambar 5.1 Diagram alir FMEA.....	44
Gambar 5.2 Rangkuman proses dan hasil penelitian .....	48
Gambar 6.1 Diagram alir FTA.....	49
Gambar 6.2 Diagram penyebab kecelakaan tertimpa .....	54
Gambar 6.3 Diagram FTA penyebab kecelakaan tertimpa .....	56
Gambar 6.4 MOCUS pada gerbang A.....	58
Gambar 6.5 MOCUS pada gerbang B .....	58

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Identifikasi potensi kecelakaan pada proyek gedung (penentuan kemungkinan terjadi atau tidak terjadi) .....	68
Lampiran 2	<i>Risk priority number</i> .....	74
Lampiran 3	Identifikasi potensi risiko pada kegiatan pengangkutan besi tulangan ke lapangan dengan pendekatan metode delphi (Putaran I) .....	81
Lampiran 4	Identifikasi potensi risiko pada kegiatan pengangkutan besi tulangan ke lapangan dengan pendekatan metode delphi (Putaran II) .....	83
Lampiran 5	Identifikasi potensi risiko pada kegiatan pengangkutan besi tulangan ke lapangan dengan pendekatan metode delphi (putaran III) .....	87