

TUGAS AKHIR

**ANALISIS RISIKO PEKERJAAN U-SHAPED GIRDER
DENGAN METODE FMEA DAN METODE FTA
(STUDI KASUS : PROYEK *LIGHT RAIL TRANSIT* (LRT) JABODEBEK
LINTAS PELAYANAN 2.2 KUNINGAN-DUKUH ATAS)**

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil Jenjang Pendidikan Strata Satu (S1)



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2021



**LEMBAR PENGESAHAN SIDANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Q

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : ANALISIS RISIKO PEKERJAAN U-SHAPED GIRDER DENGAN METODE FMEA DAN METODE FTA (STUDI KASUS: PROYEK LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) JABODEBEK LINTAS PELAYANAN 2.2 KUNINGAN-DUKUH ATAS)

Disusun oleh :

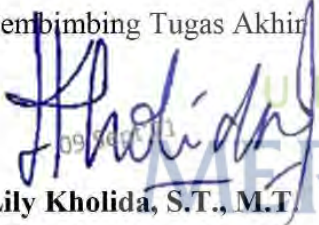
Nama : Salsabila Elingga Hindyartha
NIM : 41119120110
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan **LULUS** pada sidang sarjana :

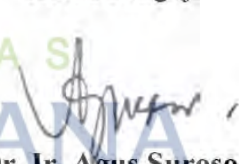
Tanggal : 3 September 2021

Mengetahui

Pembimbing Tugas Akhir


Lily Kholida, S.T., M.T.

Ketua Penguji


Dr. Ir. Agus Suroso, M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Ir. Sylvia Indriany, M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Salsabila Elingga Hindyarth
Nomor Induk Mahasiswa : 41119120110
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar ke sarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 8 September 2021

Yang memberikan pernyataan



Salsabila Elingga H.

UNIVERSI
MERCU BUANA

ABSTRAK

Judul : Analisis Risiko Pekerjaan U-Shaped Girder Dengan Metode FMEA Dan Metode FTA (Studi Kasus : Proyek *Light Rail Transit* (LRT) Jabodebek Lintas Pelayanan 2.2 Kuningan-Dukuh Atas), Nama : Salsabila Elingga Hindyatha, NIM : 41119120110, Dosen Pembimbing : Lily Kholida, ST., MT.

Seiring dengan bertumbuhnya penduduk maka semakin padat pula pemukiman sebuah kota. Pertumbuhan penduduk di Ibukota menyebabkan terjadinya kemacetan. Salah satu upaya pemerintah dalam menanggulangi kemacetan adalah dengan membangun akses transportasi tambahan seperti Kereta Api Ringan atau *Light Rail Transit* (LRT) yang dibangun di kawasan Jabodebek. Material U-Shaped Girder sebagian digunakan di Lintas Pelayanan 2.2 yaitu pada Kuningan –Dukuh Atas sepanjang bentang 4,5 km. Pada lintasan ini terdapat 388 unit U-Shaped Girder yang terpasang. Proyek LRT metode pelaksanaannya menggunakan sistem *erection*. Pekerjaan *erection* U-Shaped Girder berpotensi menimbulkan risiko. Pada penelitian ini akan menganalisis faktor-faktor risiko kecelakaan kerja yang mungkin terjadi pada pembangunan proyek LRT.

Proses analisis risiko akan menggunakan Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan Metode FTA (*Fault Tree Analysis*). Metode FMEA adalah sebuah metode yang digunakan untuk menilai risiko dengan tiga parameter pengukuran. Data untuk analisis Metode FMEA adalah variabel risiko. Tiga parameter tersebut adalah *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Penilaian risiko adalah dalam skala satu sampai dengan sepuluh. Dengan sepuluh merupakan angka terburuk. Hasil kuisioner responden akan diolah dengan menghitung nilai RPN (*Risk Priority Number*) dengan mengalikan ketiga parameter tersebut. Risiko dominan akan digunakan dalam pengolahan Metode FTA untuk dicari akar masalahnya. Metode FTA akan membentuk sebuah pohon kesalahan dari risiko dominan. Pohon kesalahan membantu dalam pengerjaan cut set dengan Metode MOCUS.

Hasil dari penelitian tugas akhir ini adalah mengetahui bahwa terdapat 63 variabel risiko pada proyek tersebut. variabel risiko tersebut diklasifikasikan menjadi empat tahapan yaitu tahapan fabrikasi di plant, tahap persiapan di lokasi *erection*, tahap *erection*, dan tahap penyelesaian. Risiko dominan yang terjadi pada Pekerjaan U-Shaped di Proyek LRT dengan Metode FMEA yaitu penggunaan metode kerja yang tidak sesuai pada tahapan pekerjaan persiapan di lokasi *erection* dengan nilai RPN sebesar 385, operator alat berat kelelahan pada tahapan pekerjaan persiapan di lokasi *erection* dengan nilai RPN sebesar 321, dan *sling* terputus pada tahapan pekerjaan *erection* dengan nilai RPN sebesar 301. Pada Metode FTA didapatkan faktor-faktor penyebab terjadinya risiko dominan. Faktor-faktor tersebut faktor manusia, faktor manajemen, faktor lingkungan, dan faktor teknis. Pada tahap Metode Cut Set ini didapatkan akar masalah pada variabel risiko penggunaan metode kerja yang tidak sesuai yaitu sebanyak 13 kombinasi, pada variabel risiko operator alat berat kelelahan menghasilkan 7 kombinasi, dan pada variabel *sling* terputus menghasilkan 8 kombinasi.

Kata Kunci : Risiko, U-Shaped, Girder , FMEA, FTA, LRT, *Cut set*

ABSTRACT

Title : U-Shaped Girder Work Risk Analysis Using FMEA Method and FTA Method (Case Study : Jabodetabek Light Rail Transit (LRT) Project Cross Service 2.2 Kuningan-Dukuh Atas), Name : Salsabila Elingga Hindyarth, NIM : 41119120110, Supervisor : Lily Kholida, ST., MT.

Along with populations growth, the more densely populated a city is. Population growth in the capital causes traffic jams. One of the government's efforts to overcome congestion is to build additional transportation access such as Light Rail Transit (LRT) which is built in the Greater Jakarta area. The most frequently used U-Shaped Girder material in Lintas Service 2.2 is Kuningan- Dukuh Atas with a span of 4.5 km. On this track there are 388 units of U-Shaped Girder installed. The LRT project is implemented using an erection system. U-Shaped Girder erection jobs may be risky. This study will analyze the risk factors for works accidents that may occur in the LRT construction project.

The risk analysis process will use the FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) method and the FTA (Fault Tree Analysis) method. FMEA method is a method used to assess risk with three measurement parameters. The data for the analysis of the FMEA method is a risk variable. The three parameters are severity, occurrence, and detection. The risk assessment is on a scale of one to ten. With ten being the worst number. The results of respondent's questionnaire will be processed by calculating the RPN (Risk Priority Number) value by multiplying the three parameters. The dominant risk will be used in processing FTA method to find the root of the problem. The FTA method will form a fault tree of dominant risk. The fault tree helps in working on cut sets with the MOCUS Method.

The result of this research is to know that there are 63 risk variables in the project. The risk variables are classified into four stages, namely the fabrication stage at the plant, the preparation stage at the erection site, the erection stage, and the completion stage. The dominant risk that occurs in the U-Shaped Work on the LRT Project with the FMEA Method is the use of work methods that are not appropriate at the preparatory work stage at the erection work stage at the erection location with an RPN value of 321, and the sling is broken at the erection work stage with an RPN value 301. In the FTA method, the factors causing the occurrence of dominant risk are found. These factors are human factors, management factors, environmental factors, and technical factors. At this stage of the Cut Set Method, the root of the problem was found in the risk variable of using inappropriate work methods, namely 13 combinations, the risk variable of heavy equipment operator fatigue resulted in 7 combinations, and the disconnected sling variable resulted in 8 combinations.

Keywords : Risk, U-Shaped, Girder, FMEA, FTA, LRT, Cut Set

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Risiko Pekerjaan U-Shaped Girder Dengan Metode FMEA dan Metode FTA (Studi Kasus : Proyek *Light Rail Transit* (LRT) Jabodebek Lintas Pelayanan 2.2 Kuningan-Dukuh Atas)” dengan baik dan tepat pada waktu yang telah ditentukan.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi syarat akhir studi Sarjana I pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana. Penyusunan laporan Tugas Akhir ini diselesaikan berdasarkan teori-teori yang penyusun dapatkan selama kuliah serta peninjauan langsung di lapangan.

Dalam pembuatan laporan ini tentunya tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Ngadino Surip, MS., selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Ibu Ir. Sylvia Indriany, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil yang telah menyetujui penyusunan Laporan Tugas Akhir dan mengizinkan penyusun untuk melaksanakan Sidang Akhir.
4. Ibu Lily Kholida, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu membimbing dalam menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir penyusun.

5. Seluruh staf pengajar dan TU jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta yang telah membantu memberi masukan, saran, dan solusi kepada penyusun dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Kedua orang tua penyusun Bapak Arifin Indarto dan Ibu Susi Arianti yang tiada henti-hentinya memberikan semangat dan dukungan kepada penyusun.
7. Teman-teman satu angkatan UMB 36 yang telah memberikan motivasi dan semangat.
8. Kepada adik-adik penyusun Salma dan Salva yang setia menemani dalam proses suka duka pembuatan laporan tugas akhir.
9. Kepada sahabat sekaligus saudari-saudari penyusun Isti, Meydita, dan Retno karena sudah menemani, mendukung, dan memotivasi penyusun selama proses pembuatan laporan tugas akhir.
10. Semua pihak yang telah membantu sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir ini tepat sesuai waktu yang telah ditentukan.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jakarta, 20 September 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I - PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah	I-5
1.3 Rumusan Masalah	I-5
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-6
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-7
1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah	I-7
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-8
BAB II – TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Proyek Konstruksi.....	II-1
2.2 Pengertian Risiko	II-2
2.3 Manajemen Risiko.....	II-2

2.4 Identifikasi Risiko	II-3
2.5 Analisis Risiko	II-4
2.6 Metode-Metode Analisis Risiko	II-5
2.7 <i>Risk Response Planning</i>	II-21
2.8 Pekerjaan U-Shaped Girder Pada Proyek LRT	II-22
2.8.1 Tahap Pencetakan dan <i>Plant</i> di Pabrik Precast.....	II-26
2.8.2 Pekerjaan Persiapan Pada Lokasi <i>Erection</i>	II-32
2.8.3 Tahapan Pelaksanaan <i>Erection</i>	II-37
2.8.4 Tahapan Penyelesaian.....	II-39
2.9 Identifikasi Risiko-Risiko Pada Pekerjaan U-Shape Girder	II-40
2.9.1 Tahap Pencetakan (<i>Moulding</i>) dan Fabrikasi U-Shaped Precast di <i>Plant</i>	II-40
2.9.2 Tahap Persiapan di Lokasi <i>Erection</i>	II-41
2.9.3 Tahap Persiapan di Lokasi <i>Erection</i>	II-43
2.9.4 Tahap Penyelesaian.....	II-44
2.10 Penelitian Sebelumnya	II-45
2.11 <i>Research Gap</i>	II-46
2.12 Kerangka Berfikir.....	II-54
BAB III – METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Metode Penelitian.....	III-1
3.2 Diagram Alir Penelitian	III-1
3.3 Tahapan Penelitian	III-4

3.3.1 Mulai.....	III-4
3.3.2 Latar Belakang.....	III-4
3.3.3 Identifikasi Masalah.....	III-4
3.3.4 Perumusan Masalah.....	III-4
3.3.5 Studi Kasus Penelitian.....	III-4
3.3.6 Pengumpulan Data.....	III-5
3.3.7 Variabel Penelitian.....	III-7
3.4 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	III-15
3.5 Instrumen Penelitian.....	III-16
3.5.1 Validasi Pakar Awal.....	III-17
3.5.2 Kuisisioner Tahap II (Terhadap Responden).....	III-18
3.5.3 Validasi Pakar Tahap Akhir.....	III-19
3.6 Populasi Dan Sampel Penelitian.....	III-20
3.6.1 Populasi Penelitian.....	III-20
3.6.2 Sampel Penelitian.....	III-20
3.7 Metode Analisis Data.....	III-21
3.7.1 Metode FMEA.....	III-21
3.7.2 Metode FTA.....	III-26
3.8 Jadwal Penelitian.....	III-26
BAB IV – ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
4.1 Pendahuluan.....	IV-1

4.2 Pengumpulan dan Analisis Data Tahap I (Validasi Pakar).....	IV-2
4.2.1 Profil Pakar	IV-2
4.2.2 Hasil Validasi Pakar Tahap I	IV-3
4.3 Kuisisioner Responden (Kuisisioner Tahap II)	IV-9
4.3.1 Profil Responden.....	IV-9
4.3.2 Hasil Kuisisioner Responden Tahap II.....	IV-12
4.4 Analisis Metode FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>).....	IV-20
4.5 Analisis Metode FTA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	IV-24
4.5.1 Menentukan <i>Top Event</i>	IV-24
4.5.2 Menentukan Faktor Penyebab Kecelakaan	IV-25
4.5.2.1 Menentukan <i>Intermediate Event</i>	IV-25
4.5.2.2 Menentukan <i>Basic Event</i>	IV-26
4.5.2.3 Sumber Hasil Survei dan Wawancara	IV-27
4.5.3 Penggambaran Metode <i>Fault Tree Analysis</i>	IV-30
4.6 Kombinasi <i>Basic Event</i> dengan Metode MOCUS	IV-39
4.7 Validasi Pakar Akhir	IV-51
4.8 Respon Risiko	IV-65
BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-7
DAFTAR PUSTAKA	Pustaka-1



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

2.1 Penilaian Risiko Dengan Metode HIRADC.....	II-10
2.2 Tingkatan Keparahan (<i>Severity</i>) Secara Umum	II-13
2.3 Tingkat Kejadian (<i>Occurance</i>) Secara umum.....	II-14
2.4 Tingkat Deteksi (<i>Detection</i>) Secara Umum	II-15
2.5 Simbol-Simbol FTA.....	II-18
2.6 Penelitian Terdahulu	II-45
2.7 <i>Research Gap</i>	II-51
3.1 Variabel Kuisisioner Penelitian Validasi Pakar	III-7
3.2 Kuisisioner Tahap I – Validasi Pakar Tahap Awal.....	III-18
3.3 Kuisisioner Tahap II (Kuisisioner Responden)	III-19
3.4 Tingkatan Keparahan (<i>Severity</i>) Secara Umum	III-22
3.5 Tingkatan Kejadian (<i>Occurance</i>) Secara Umum	III-23
3.6 Tingkatan Deteksi (<i>Detection</i>) Secara Umum	III-24
3.7 Jadwal Penelitian.....	III-26
4.1 Profil Pakar.....	IV-2
4.2 Hasil Validasi Pakar Tahap Awal	IV-2
4.3 Profil Responden Kuisisioner Tahap II.....	IV-9
4.4 Hasil Responden Kuisisioner Parameter <i>Severity</i>	IV-12
4.5 Hasil Responden Kuisisioner Parameter <i>Occurance</i>	IV-15
4.6 Hasil Responden Kuisisioner Parameter <i>Detection</i>	IV-18

4.7 Hasil Perhitungan Nilai RPN dan Pemeringkatan Variabel Risiko	IV-21
4.8 Faktor <i>Basic Event</i> berdasarkan <i>Interemdiat Event</i>	IV-26
4.9 Hasil <i>Intermediate Event</i> dan <i>Basic Event</i> dari <i>Top Event</i> yang dianalisa (Lanjutan).....	IV-26
4.10 Hasil <i>Intermediate Event</i> dan <i>Basic Event</i> dari <i>Top Event</i> yang dianalisa (Lanjutan).....	IV-29
4.11 Hasil <i>Intermediate Event</i> dan <i>Basic Event</i> dari <i>Top Event</i> yang dianalisa (Lanjutan).....	IV-30
4.15 Hasil Validasi Pakar Akhir.....	IV-53
4.16 Respon Risiko Dominan.....	IV-66



DAFTAR GAMBAR

2.1 U-Shaped Girder Proyek LRT.....	II-23
2.2 Alur Pekerjaan U-Shaped Pada Proyek LRT Jabodebek	II-25
2.2 Alur Pekerjaan U-Shaped Pada Proyek LRT Jabodebek (Lanjutan)	II-26
2.3 <i>Rebar Cutting and Bending</i>	II-27
2.4 Perakitan Besi.....	II-27
2.5 Pembersihan Cetakan Dan Pemberian Oli Cetakan	II-28
2.6 Pemasangan Angkur <i>Plate</i> LRB Pada Cetakan.....	II-28
2.7 Pemasangan <i>Rebar Cage</i> U-Shaped Girder	II-29
2.8 <i>Setting</i> Cetakan Bagian Dalam Per Segmen 30 m	II-29
2.9 Inspeksi Pra-Tuang.....	II-30
2.10 <i>Tool Box Meeting</i>	II-30
2.11 <i>Tool Box Meeting</i>	II-31
2.12 Pembukaan <i>Outer Mould & Inner Mould</i>	II-32
2.13 Proses <i>Loading</i> U-Shaped Girder Ke Atas Multiaxle.....	II-34
2.14 Dimensi Truk Multiaxle Pengangkut U-Shaped Girder.....	II-35
2.15 Dimensi Truk Multiaxle (Kosong) Pengangkut U-Shaped Girder	II-35
2.16 Dimensi Truk Multiaxle (Angkut) Pengangkut U-Shaped Girder	II-36
2.17 Manuver Kendaraan Pengiriman Di Jalan	II-37
2.18 Proses <i>Test Load</i>	II-38
2.19 <i>Erection</i> U-Shaped Girder.....	II-39

2.20 Diagram Kerangka Berpikir	II-54
3.1 Diagram Alir Penelitian	III-2
3.2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan).....	III-3
3.3 LRT Map.....	III-16
4.1 Grafik Pendidikan Responden.....	IV-10
4.2 Grafik Jabatan Responden.....	IV-11
4.3 Grafik Pengalaman Responden	IV-11
4.4 Bagan <i>Top Event</i>	IV-26
4.5 <i>Top Event</i> Penggunaan Metode Kerja Yang Tidak Sesuai	IV-32
4.6 <i>Intermediate Transfer Event</i> Penggunaan Metode Kerja Yang Tidak Sesuai .	IV-33
4.7 <i>Top Event</i> Operator Alat Berat Kelelahan.....	IV-34
4.8 <i>Intermediate Transfer Event</i> Operator Alat Berat Kelelahan.....	IV-35
4.9 <i>Top Event Sling</i> Terputus	IV-36
4.10 <i>Intermediate Transfer Event Sling</i> Terputus	IV-37
4.11 <i>Intermediate Transfer Event Sling</i> Terputus	IV-37
4.12 <i>Method for Obtain Cut Set (MOCUS)</i> Penggunaan Metode Kerja Yang Kurang Sesuai	IV-49
4.13 <i>Method for Obtain Cut Set (MOCUS)</i> Operator Alat Berat Kelelahan.....	IV-50
4.14 <i>Method for Obtain Cut Set (MOCUS)</i> <i>Sling</i> Terputus	IV-50