

TUGAS AKHIR

ANALISIS POTENSI *DERAILMENT* DI JALUR MRT JAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN ANALISIS *BOWTIE*

Diajukan sebagai syarat untuk mengambil gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)



Disusun oleh:

Arif Rahmansyah

41118120051

Dosen Pembimbing :

Ir. Aditia Kesuma Negara D,MSc.,IPM.,ASEAN Eng



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2020

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

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

Judul Tugas Akhir : ANALISIS POTENSI DERAILMENT DI JALUR
MRT JAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN
METODE BOWTIE

Disusun oleh :

Nama : ARIF RAHMANSYAH
NIM : 41118120051
Program Studi : Teknik Sipil

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

Tanggal : 26 September 2020

Mengetahui

Pembimbing Tugas Akhir

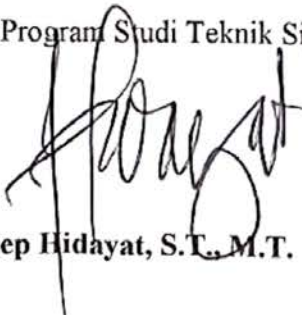
Ketua Penguji




Aditia Kesuma Negara Dalimunte, S.T., M.T.

Mukhlisya Dewi Ratna Putri, M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Acep Hidayat, S.T., M.T.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
SIDANG SARJANA KOMPREHENSIF LOKAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS MERCU BUANA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arif Rahmansyah
Nomor Induk Mahasiswa : 411181120051
Program Studi/Jurusan : 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 kesarjaan saya.

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 1 Juni 2020

Yang memberikan pernyataan


METERAI
TEMPEL
TGL. 20
58458ADF261762337
6000
ENAM RIBU RUPIAH
Arif Rahmansyah

ABSTRAK

Judul : Analisis Potensi Derailment Di Jalur MRT Jakarta Dengan Menggunakan Analisis Bowtie, Nama : Arif Rahmansyah, NIM : 41118120051, Dosen Ir. Aditia Kesuma Negara D,MSc.,IPM.,ASEAN Eng

Berdasarkan data jenis kecelakaan Kereta Api yang diambil dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) pada tahun 2010 hingga 2016, kecelakaan tumburan antar KA yaitu 26%, anjlokkan 68% dan lain-lain sebesar 6% (Database KNKT, 31 Oktober 2016). Salah satu penyebab kecelakaan yang paling tinggi adalah anjlokkan atau derailment. Derailment merupakan kejadian dimana kereta api keluar dari jalurnya disebabkan beberapa faktor baik sarana maupun prasarananya. Sehingga diperlukan analisis sebelum terjadinya derailment sudah dapat diantisipasi dengan optimal.

Pada penelitian ini dilakukan survey pendahuluan untuk mendapatkan variable risiko yang relevan dengan keadaan lapangan, kemudian dilakukan penyebaran kuisisioner survey utama guna mengetahui besaran probability dan impact. Setelah itu, dilakukan penilaian risiko dengan perhitungan probability dan impac yang kemudian didapatkan matriks analisis risikonya sehingga dapat diketahui potensi risiko derailment yang paling dominan. Kemudian risiko yang dominan tersebut dianalisis penyebab, dampak, serta kontrolnya menggunakan Metode Bowtie Analysis.

Setelah dilakukan analisis risiko didapatkan variabel risiko ekstrim (dominan) dari penilaian didapatkan 2 variabel dengan tingkat risiko "Very high" yaitu pada komponen special bridge dengan jenis kerusakan rel patah dan spalling jarum wesel pada komponen wesel, dan 1 variabel berkategori "Hight" pada komponen expansion joint yaitu jenis kerusakan pemuaian tidak sempurna. Hasil dari analisis variable risiko tertinggi digunakan untuk menghitung umur pakai dengan menggunakan data keausan komponen dari data sekunder untuk untuk memprediksi dengan perhitungan regresi didapatkan umur pakai dari rel pada special bridge dengan nilai maksimal keausan yaitu 16 mm yaitu dengan lama masa pakai 12 Tahun terhitung dari diambilnya data. Dan umur pakai dari jarum wesel dengan nilai maksimal keausan jarum yaitu 11 mm didapatkan masa pakai 21 Tahun terhitung dari diambilnya data.

Kata kunci : MRT Jakarta, derailment, bowtie, wesel, expansion joint, special bridge

ABSTRACT

Title : Analisis Potensi Derailment Di Jalur MRT Jakarta Dengan Menggunakan Bowtie Analysis, Name : Arif Rahmansyah, NIM : 41118120051, Lecturer : Ir. Aditia Kesuma Negara D,MSc.,IPM.,ASEAN Eng

Based on data on the types of train accidents taken from the National Transportation Safety Committee (NTSC) from 2010 to 2016, collision accidents between trains were 26%, a fall of 68% and others by 6% (NTSC Database, 31 October 2016). One of the biggest causes of accidents is derailment. Derailment is an incident in which a train goes out of line due to several factors, both facilities and infrastructure. So that analysis is needed before the derailment can be anticipated optimally.

In this study, a preliminary survey was conducted to obtain risk variables relevant to the situation in the field, then carried out the distribution of the main survey questionnaire to determine the probability and impact. After that, a risk assessment was carried out by calculating probability and impact which then obtained a risk analysis matrix so that potential potentials were identified the most dominant derailment risk. Then the dominant risk is analyzed for its causes, impacts, and controls using the Bowtie Analysis Method.

After the risk analysis was carried out, it was found that the extreme (dominant) risk variable from the assessment was obtained 2 variables with a "Very high" risk level, namely the special bridge component with the type of broken rail and spalling the needle on the draft component, and 1 variable categorized as "High" on the component expansion joint is a type of imperfect expansion damage. The results of the analysis of the highest risk variables are used to calculate the service life using component wear data from secondary data to predict with regression calculations, the service life of the rails on the special bridge is obtained with a maximum wear value of 16 mm, which is 12 years from the time of use. data. And the service life of a note needle with a maximum value of needle wear is 11 mm, a life of 21 years is obtained from data collection.

Keywords: MRT Jakarta, derailment, Bowtie, Wesel, expansion joint, special bridge

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Tugas akhir dengan judul “*Analisis Potensi Derailment Di Jalur Mrt Jakarta Dengan Menggunakan Analisis Bowtie*” merupakan salah satu syarat untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan untuk menuju kelulusan jenjang pendidikan Strata I Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan terima kasih kepada :

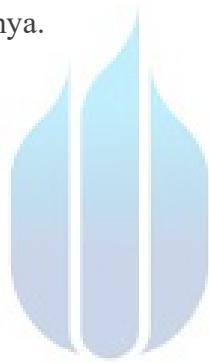
1. Allah SWT, atas nikmat, rahmat, dan hidayah-Nya yang diberikan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua saya dan saudara-saudara saya yang selalu memberikan dukungan dan motivasi serta doa kepada saya untuk selalu mengusahakan yang terbaik.
3. Bapak Acep Hidayat, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Ir. Aditia Kesuma Negara D,MSc.,IPM.,ASEAN,Eng selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang selalu bersedia meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan pengarahan, bimbingan, dan saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak/Ibu seluruh staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
6. Mutia Syafira terimakasih atas support dan dukungannya selama ini
7. Teman seperjuangan saya Nyimas Tazkiah Muharomah, Ester Arina Wardani, Prasetyo, dan Yeni Rahmi yang telah berbagi ilmu dan semangat selama menjalani

masa studi. Teman-teman mahasiswa/i Reguler 2 Ekstensi Angkatan 2019 Teknik Sipil Universitas Mercu Buana atas semangat dan bantuannya selama ini.

8. Seluruh rekan tempat saya bekerja yang tidak mungkin saya tuliskan satu – persatu atas dukungan yang besar.

9. Keluarga besar Sipil 2 pagi PNJ 2014 atas dukungan semangatnya.

Saya sepenuhnya menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, saya mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca demi perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.



Jakarta, 20 Agustus 2020

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Arif Rahmansyah

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	I-2
1.3 Perumusan Masalah.....	I-2
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.6 Pembatasan Masalah.....	I-3
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Perkeretaapian.....	II-1
2.2 <i>Track</i> MRT Jakarta.....	II-1
2.2.1 <i>Wesel</i>	II-3
2.2.2 <i>Expansion Joint</i>	II-4
2.2.3 <i>Spesial bridge MRT Jakarta</i>	II-5
2.3 Kecelakaan Perkeretaapian Resiko	II-3

2.3.1. <i>Derailment/ Anjlok</i>	II-3
2.4 Risiko.....	II-8
2.5 Manajemen Risiko.....	II-8
2.6 Analisa Risiko	II-9
2.7 Penilaian Risiko.....	II-10
2.8 Pengendalian Risiko.....	II-11
2.9 Analisis <i>Bowtie</i>	II-13
2.9.1 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	II-16
2.9.2 <i>Event Tree Analysis (ETA)</i>	II-20
2.10 Prediksi	II-23
2.11 Regresi Linier	II-24
2.12 Kerangka Berpikir	II-26
2.13 Jurnal Penelitian Terdahulu	II-27
BAB III METODE PENELITIAN	III-1
3.1 Metode Penelitian.....	III-1
3.2 Tahap Persiapan dan Studi Pustaka.....	III-2
3.3 Data dan Teknik Pengumpulan Data	III-2
3.3.1 Jenis Data.....	III-2
3.3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	III-2
3.3.3 Langkah Penelitian.....	III-3
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian.....	III-5
3.4.1 Tempat Penelitian.....	III-5
3.4.2 Waktu Penelitian.....	III-6

BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....	IV-1
4.1 Data Penelitian.....	IV-1
4.1.1 Profil Perusahaan.....	IV-1
4.1.2 Profil Responden.....	IV-1
4.2 Hasil Survey Pendahuluan.....	IV-2
4.3 Hasil Survey Utama.....	IV-3
4.4 Analisa penilaian risiko.....	IV-5
4.5 Identifikasi Risiko dengan Bowtie Analisis.....	IV-12
4.6 Data Pengukuran Keausan.....	IV-37
4.7 Perhitungan Fungsi Regresi Linier.....	IV-38
4.7.1 Regresi Linier rel <i>special bridge</i>	IV-38
4.7.2 Regresi Linier Keausan Jarum Wesel.....	IV-39
4.8 Perhitungan Forecasting rel pada <i>special bridge</i>	IV-41
4.9 Perhitungan Forecasting keausan jarum wesel.....	IV-54
BAB V PENUTUP.....	V-1
5. 1 Kesimpulan.....	V-1
5. 2 Saran.....	V-3
DAFTAR PUSTAKA.....	PUSTAKA
LAMPIRAN.....	LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Derailment share and cost per derailment.....	II-3
Gambar 2.2 Wesel.....	II-4
Gambar 2.3 Komponen Wesel.....	II-4
Gambar 2.4 Expansion Joint.....	II-5
Gambar 2.5 Gambar Teknik Expansion Joint.....	II-5
Gambar 2.6 Spesial Bridge MRT Jakarta.....	II-7
Gambar 2.7 Diagram Bowtie.....	II-14
Gambar 2.8 Bowtie Analysis	II-14
Gambar 2.9 Proses Analisis FTA.....	II-19
Gambar 2.10 Proses Analisis ETA.....	II-21
Gambar 3.1 Flow chart tahapan penulisan.....	III-1
Gambar 3.2 Bow Tie Diagram	III-5
Gambar 3.3 Special Bridge.....	III-5
Gambar 3.4 Wesel.....	III-6
Gambar 3.5 Expansion Joint.....	III-6
Gambar 4.1 Diagram bowtie 1.....	IV-13
Gambar 4.2 Diagram bowtie 2.....	IV-14
Gambar 4.3 Diagram bowtie 3.....	IV-15
Gambar 4.4 Rel patah.....	IV-16
Gambar 4.5 alat pengukur keausan rel.....	IV-18
Gambar 4.6 gap pada sambungan.....	IV-19
Gambar 4.7 Jarum wesel.....	IV-22

Gambar 4.8 Pemeriksaan jarak rel luar dan rel paksa.....	IV-23
Gambar 4.9 Pemeriksaan dengan alat track measurement gauge.....	IV-24
Gambar 4.10 Rail creep expansion joint.....	IV-29
Gambar 4.11 Alat string.....	IV-30
Gambar 4.12 Tongue Rail Wear Measuring Gauge.....	IV-30
Gambar 4.13 Rail brace expansion joint.....	IV-31
Gambar 4.14 Feeler gauge.....	IV-32



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen Expansion Joint.....	II-5
Tabel 2.2 Nilai Tingkat Kemungkinan (Probability).....	II-8
Tabel 2.3 Nilai Tingkat keparahan (Impact).....	II-9
Tabel 2.4 Matriks Analisa Risiko Kualitatif	II-10
Tabel 2.5 Simbol-simbol <i>fault tree</i>	II-16
Tabel 4.1 Hasil Survei Pendahuluan.....	IV-2
Tabel 4.2 Hasil Survey Utama.....	IV-4
Tabel 4.3 Hasil Plot Matriks pada Variable.....	IV-8
Tabel 4.4 Matriks penilaian tingkat risiko.....	IV-9
Tabel 4.5 Data keausan jalan rel pada special bridge.....	IV-37
Tabel 4.6 Data keausan pada jarum wesel.....	IV-37
Tabel 4.7 Perhitungan Prediksi Keausan special bridge.....	IV-38
Tabel 4.8 Perhitungan Prediksi Keausan jarum wesel.....	IV-39
Tabel 4.9 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2020.....	IV-41
Tabel 4.10 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2021.....	IV-42
Tabel 4.11 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2022.....	IV-43
Tabel 4.12 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2023.....	IV-44
Tabel 4.13 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2024.....	IV-45
Tabel 4.14 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2025.....	IV-46
Tabel 4.15 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2026.....	IV-47
Tabel 4.16 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2027.....	IV-48
Tabel 4.17 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2028.....	IV-49

Tabel 4.18 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2029.....	IV-50
Tabel 4.19 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2030.....	IV-51
Tabel 4.20 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2031.....	IV-51
Tabel 4.21 Hasil Analisa Nilai Keausan Tahun 2032.....	IV-53
Tabel 4.22 Hasil Analisa Nilai jarum wesel tahun 2020-2022.....	IV-54
Tabel 4.23 Hasil Analisa Nilai jarum wesel tahun 2023-2025.....	IV-55
Tabel 4.24 Hasil Analisa Nilai jarum wesel tahun 2026-2028.....	IV-56
Tabel 4.25 Hasil Analisa Nilai jarum wesel tahun 2029-2031.....	IV-57
Tabel 4.26 Hasil Analisa Nilai jarum wesel tahun 2032-2034.....	IV-58
Tabel 4.27 Hasil Analisa Nilai jarum wesel tahun 2035-2037.....	IV-59
Tabel 4.28 Hasil Analisa Nilai jarum wesel tahun 2038-2041.....	IV-60

UNIVERSITAS
DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Fungsi Regresi Linier keausan rel dengan software Microsoft Excel.....	IV-39
Grafik 4.2 Fungsi Regresi Linier keausan jarum dengan software Microsoft Excel.....	IV-40