

**EVALUASI *LEVEL OF SAFETY* (LOS) LINE 2 TRACK 2
PADA LENGKUNG KM 5+565 – KM 5+767 LRT JABODEBEK
BERDASARKAN KONDISI GEOMETRI LENGKUNG JALAN REL**

TUGAS AKHIR



REZA ISMAIL

1242924015

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA**

2026

**EVALUASI *LEVEL OF SAFETY* (LOS) LINE 2 TRACK 2
PADA LENGKUNG KM 5+565 – KM 5+767 LRT JABODEBEK
BERDASARKAN KONDISI GEOMETRI LENGKUNG JALAN REL**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



REZA ISMAIL

1242924015

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan
semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Reza Ismail

NIM : 1242924015

Tanda Tangan : 

Tanggal : 5 September 2026

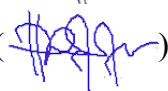
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Reza Ismail
NIM : 1242924015
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Evaluasi *Level of Safety* (LOS) Line 2 Track 2 Pada Lengkung
KM 5+565 – KM 5+767 LRT JABODEBEK Berdasarkan Kondisi
Geometri Lengkung Jalan Rel

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1	: Safrilah, S.T., M.Sc., IPP.	()
Pembimbing 2	: Pandit Pranggana, S.T., M.Sc.	()
Pembahas 1	: Ade Asmi., ST., M.Sc., PhD., IPM., ASEAN ENG	()
Pembahas 2	: Dr. Theresye Yoanyta Octora, S.T., M.M., CT, CWTIM	()

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 5 September 2026

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Evaluasi Level of Safety (LOS) Line 2 Track 2 pada Lengkung KM 5+565 – KM 5+767 LRT JABODEBEK Berdasarkan Kondisi Geometri Lengkung Jalan Rel”**. Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, arahan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Maidi dan Ibu Mistahul Bayinah, yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, serta kasih sayang yang tiada henti kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Bakrie;
3. Ibu Fatin Adriati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie;
4. Ibu Safrilah, S.T., M.Sc., IPP., selaku pembimbing 1 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
5. Bapak Pandit Pranggana, S.T., M.Sc., selaku pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
6. Bapak Ade Asmi, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN ENG dan Ibu Dr. Theresye Yoanyta Octora, S.T., M.M., CT, CWTIM selaku penguji yang telah memberikan masukan dan perbaikan untuk Tugas Akhir yang penulis susun;
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie, yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, dan pengalaman selama penulis menempuh pendidikan;
8. Divisi LRT JABODEBEK yang telah membantu penulis dalam memperoleh data penelitian, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan baik;
9. Bapak Mochamad Taufan Lagke, S.T., selaku *Manager Track and Bridge* yang telah mengizinkan penulis untuk menggunakan data penelitian;
10. Bapak Jimmi Nixon Banjarnahor, S.T., selaku Kepala UPT *Track and Bridge Line 1* yang telah memberikan arahan, masukan, dan ilmu selama proses penyusunan Tugas Akhir,

serta telah membantu penulis dalam memperoleh data penelitian yang menjadi dasar dalam pelaksanaan penelitian ini;

11. Bapak Ryan Ari Yulianto, selaku *Supervisor Maintenance Track and Bridge Line 1* yang telah memberikan dukungan, pengetahuan, serta masukan kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir;
12. Donny Satria Adi Kristanto, selaku teman yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir, memberikan masukan, bertukar pikiran, serta memberikan dukungan selama proses penyelesaian penelitian ini;
13. Rekan-rekan kerja UPT *Maintenance Track and Bridge* yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih telah berbagi ilmu, pengalaman, bantuan, dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir;
14. Saddam, Farhan, Nurul, Putra, serta rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Kelas Karyawan Ekstensi D3 Angkatan 25, yang senantiasa saling memberikan dukungan, semangat, bantuan, dan motivasi selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
15. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam terealisasinya Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Jakarta, 5 September 2026

Penulis



(Reza Ismail)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reza Ismail
NIM : 1242924015
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**EVALUASI *LEVEL OF SAFETY* (LOS) LINE 2 TRACK 2
PADA LENGKUNG KM 5+565 – KM 5+767 LRT JABODEBEK
BERDASARKAN KONDISI GEOMETRI LENGKUNG JALAN REL**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 5 September 2026

Yang menyatakan,



(Reza Ismail)

**EVALUASI *LEVEL OF SAFETY* (LOS) LINE 2 TRACK 2
PADA LENGKUNG KM 5+565 – KM 5+767 LRT JABODEBEK
BERDASARKAN KONDISI GEOMETRI LENGKUNG JALAN REL**

Reza Ismail¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat keselamatan geometri jalan rel pada Lengkung No. 24 KM 5+565 – KM 5+767 Line 2 Track 2 LRT Jabodebek berdasarkan metode *Level of Safety* (LOS), serta menyusun rekomendasi pemeliharaan berdasarkan hasil evaluasi. Parameter geometri yang dianalisis meliputi Anak Panah (AP), pertinggian rel, dan pelebaran sepur. Data penelitian berupa data geometri desain dan hasil pengukuran lapangan menggunakan *Track Geometry Trolley* (TGT) pada tanggal 12 Juni 2026, yang kemudian dibandingkan untuk memperoleh nilai deviasi pada setiap titik pengamatan. Geometri desain dihitung berdasarkan kondisi lengkung dengan radius 111 m, sedangkan evaluasi LOS dilakukan berdasarkan batas toleransi sesuai Keputusan Direktur Jenderal Perkeretaapian Nomor KP-DJKA 223 Tahun 2024. Hasil perhitungan menunjukkan nilai desain maksimum Anak Panah sebesar 112 mm, pertinggian rel sebesar 70 mm, dan pelebaran sepur sebesar 10 mm. Nilai desain tersebut didistribusikan secara bertahap pada lengkung peralihan dan dipertahankan konstan pada lengkung penuh. Hasil pengukuran TGT menunjukkan adanya deviasi terhadap nilai desain, namun seluruh deviasi masih berada dalam batas toleransi yang dipersyaratkan. Hasil evaluasi LOS menunjukkan bahwa seluruh titik pengamatan pada parameter Anak Panah, pertinggian rel, dan pelebaran sepur memperoleh kategori LOS I. Analisis kecepatan menunjukkan kecepatan desain sebesar 35 km/jam, kecepatan operasional 28 km/jam, dan kecepatan aktual sebesar 22,004 km/jam. Kecepatan aktual yang lebih rendah dari kecepatan desain dan operasional menunjukkan kondisi operasi pada saat pengukuran, yang didukung oleh sistem CBTC dengan GoA Level 3 yang memungkinkan pengaturan kecepatan secara otomatis sesuai kondisi operasi. Dengan mempertimbangkan kondisi geometri lengkung dan kecepatan aktual tersebut, kondisi lengkung masih dapat diterima dari aspek keselamatan berdasarkan parameter yang dianalisis. Pemeliharaan yang direkomendasikan berupa inspeksi dan monitoring geometri secara berkala serta pemeliharaan preventif untuk mempertahankan kondisi geometri tetap berada dalam batas toleransi.

Kata kunci: LRT Jabodebek, geometri jalan rel, *Level of Safety*, Anak Panah, pertinggian rel, pelebaran sepur, *Track Geometry Trolley*, GoA Level 3.

**EVALUATION OF THE LEVEL OF SAFETY (LOS) OF LINE 2 TRACK 2 AT
KM 5+565 – KM 5+767 CURVE OF THE JABODEBEK LRT BASED ON RAILWAY
CURVE GEOMETRY CONDITIONS**

Reza Ismail¹

ABSTRACT

This study aims to evaluate the safety level of railway track geometry at Curve No. 24, KM 5+565–KM 5+767, Line 2 Track 2 of the Jabodebek LRT based on the Level of Safety (LOS) method and to develop maintenance recommendations based on the evaluation results. The geometric parameters analyzed include versine (AP), rail cant, and gauge widening. The research data consist of design geometry data and field measurement data obtained using a Track Geometry Trolley (TGT) on June 12, 2026, which were compared to determine the deviation at each observation point. The design geometry was calculated based on a curve radius of 111 m, while the LOS evaluation was conducted based on the tolerance limits specified in the Decree of the Director General of Railways Number KP-DJKA 223 of 2024. The calculation results show a maximum design versine of 112 mm, a maximum rail cant of 70 mm, and a maximum gauge widening of 10 mm. These design values are gradually distributed along the transition curves and maintained constantly along the circular curve. The TGT measurement results indicate deviations from the design values; however, all deviations remain within the specified tolerance limits. The LOS evaluation results show that all observation points for the versine, rail cant, and gauge widening parameters are classified as LOS I. The speed analysis shows a design speed of 35 km/h, an operational speed of 28 km/h, and an actual measured speed of 22.004 km/h. The lower actual speed compared with the design and operational speeds represents the operating condition during the measurement and is supported by the CBTC system with Grade of Automation (GoA) Level 3, which enables automatic speed regulation according to operating conditions. Considering the curve geometry and actual speed, the curve condition remains acceptable from a safety perspective based on the analyzed parameters. The recommended maintenance consists of periodic track geometry inspection and monitoring, supported by preventive maintenance to maintain the geometric condition within the specified tolerance limits..

Keywords: *Jabodebek LRT, railway track geometry, Level of Safety, versine, rail cant, gauge widening, Track Geometry Trolley, GoA Level 3*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat Teoritis	4
1.5.2 Manfaat Praktis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Konstruksi Jalan Rel	6
2.2 Rel (Rail).....	9
2.2.1 Jenis Kerusakan dan Ketidakteraturan Jalan Rel	10
2.3 Geometri Jalan Rel.....	13
2.3.1 Lebar Jalan Rel.....	13
2.3.2 Lengkung Vertikal	14

2.3.3 Lengkung Horizontal.....	14
2.3.4 Pelebaran Jalan Rel	16
2.3.5 Peninggian Jalan Rel	19
2.3.6 Anak Panah Lengkung (<i>Versine</i>)	21
2.4 Kecepatan Operasional Kereta.....	22
2.5 <i>Level of Safety</i> (LOS).....	24
2.5.1 Pengertian <i>Level of Safety</i> (LOS)	24
2.5.2 Klasifikasi <i>Level of Safety</i> (LOS).....	24
2.5.3 Kriteria Penilaian <i>Level of Safety</i> (LOS).....	27
2.5.3.1 Batas Toleransi Kerusakan Anak Panah (AP)	27
2.5.3.2 Batas Toleransi Kerusakan Peninggian Rel	27
2.5.3.3 Batas Toleransi Kerusakan Lebar Jalan Rel	28
2.6 Penelitian Terdahulu	29
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Konsep Penelitian	31
3.2 Diagram Alir Penelitian	32
3.3 Teknik Pengumpulan Data	33
3.3.1 Data Primer	34
3.3.2 Data Sekunder	34
3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	35
3.4.1 Lokasi Penelitian.....	35
3.4.2 Waktu Penelitian.....	35
3.5 Alat dan Instrumen Pendukung Penelitian.....	37
3.6 Analisis Data	39
3.6.1 Deviasi Pelebaran Jalan Rel	40
3.6.2 Deviasi Peninggian Rel.....	41
3.6.3 Deviasi Anak Panah (AP).....	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Data Teknis Geometri Lengkung	42
4.2 Perhitungan Geometri Desain Berdasarkan Justifikasi Teknis SYSTRA	43
4.2.1 Perhitungan Anak Panah (AP) Desain	43
4.2.2 Perhitungan Peninggian Rel.....	45
4.2.3 Perhitungan Pelebaran Sepur	47
4.3 Verifikasi Kecepatan Operasi.....	48
4.3.1 Hubungan Kecepatan dengan Kondisi Geometri Lengkung.....	49
4.4 Analisis Deviasi Geometri Lengkung Berdasarkan Hasil Pengukuran <i>Track Geometry Trolley</i> (TGT).....	50
4.4.1 Analisis Deviasi Anak Panah (AP).....	51
4.4.2 Analisis Deviasi Peninggian Rel.....	54
4.4.3 Analisis Deviasi Pelebaran Rel	57
4.5 Evaluasi <i>Level of Safety</i> (LOS) Berdasarkan Deviasi Geometri Jalan Rel.....	61
4.5.1 Evaluasi <i>Level of Safety</i> (LOS) Parameter Anak Panah.....	61
4.5.2 Evaluasi <i>Level of Safety</i> (LOS) Parameter Peninggian Rel	62
4.5.3 Evaluasi <i>Level of Safety</i> (LOS) Parameter Lebar Sepur	64
4.5.4 Rekapitulasi Hasil Evaluasi <i>Level of Safety</i> (LOS).....	66
4.6 Rekomendasi Pemeliharaan Berdasarkan Hasil Evaluasi LOS	67
4.6.1 Rekomendasi Pemeliharaan Parameter Anak Panah.....	67
4.6.2 Rekomendasi Pemeliharaan Parameter Peninggian Rel	68
4.6.3 Rekomendasi Pemeliharaan Parameter Pelebaran Sepur	69
4.6.4 Rekapitulasi Hasil Evaluasi <i>Level of Safety</i> (LOS).....	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Atas Jalan Rel LRT JABODEBEK.....	6
Gambar 2. 2 Struktur Bawah Jalan Rel LRT JABODEBEK	7
Gambar 2. 3 Plinth Track	8
Gambar 2. 4 Fastening System SEE SD	9
Gambar 2. 5 Penampang Rel R54E1	9
Gambar 2. 6 Geometri Lengkung Tipe SCS	16
Gambar 2. 7 Jarak sumbu roda maksimum Rolling Stock LRT JABODEBEK	18
Gambar 2. 8 Penampang antara roda dan Rel LRT JABODEBEK	18
Gambar 2. 9 Level of Safety Jalan Rel Berdasarkan Batasan Toleransi Kerusakan.....	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian	35
Gambar 3. 3 Diagram Alir Analisis Data.....	40
Gambar 4. 1 Geometri Lengkung No. 24 Line 2 Track 2 LRT Jabodebek	43
Gambar 4. 2 Ilustrasi Pengukuran Anak Panah.....	44
Gambar 4. 3 Jarak sumbu roda maksimum Rolling Stock LRT JABODEBEK	47
Gambar 4. 4 Penampang antara roda dan Rel LRT JABODEBEK	47
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Anak Panah Desain dan Aktual Lapangan.....	52
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Peninggian Rel Desain dan Aktual Lapangan	55
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Pelebaran Rel Desain dan Aktual Lapangan.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Rel R54E1	10
Tabel 2. 2 Kelas Jalan Rel Lebar Jalan 1435 mm	14
Tabel 2. 3 Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal.....	14
Tabel 2. 4 Jari-Jari Minimum Yang Diijinkan.....	15
Tabel 2. 5 Pelebaran Jalan Rel Untuk 1435 mm.....	17
Tabel 2. 6 Spesifikasi teknis geometri roda dan rel LRT JABODEBEK.....	18
Tabel 2. 7 Pelebaran Jalan Rel Untuk 1435 mm LRT JABODEBEK.....	19
Tabel 2. 8 Peninggian Jalan Rel Untuk 1435 mm	19
Tabel 2. 9 Standar Toleransi Kerusakan	25
Tabel 2. 10 Batas Toleransi Kerusakan Listringan di Lengkung (Parameter Anak Panah/AP).....	27
Tabel 2. 11 Batas Toleransi Kerusakan Peninggian.....	28
Tabel 2. 12 Batas Toleransi Kerusakan Lebar Jalan Rel.....	28
Tabel 2. 13 Peneliti Terdahulu	29
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	36
Tabel 3. 2 Instrumen Pendukung Penelitian.....	37
Tabel 4. 1 Data Teknis Geometri Lengkung No. 24 Line 2 Track 2 LRT Jabodebek.....	42
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Anak Panah Desain.....	44
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Peninggian Rel Desain.....	46
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Pelebaran Sepur Desain.....	48
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Kecepatan Aktual.....	48
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Kecepatan Aktual.....	50
Tabel 4. 7 Perbandingan Anak Panah Desain dan Hasil Pengukuran TGT	51
Tabel 4. 8 Perbandingan Peninggian Rel Desain dan Hasil Pengukuran TGT.....	54
Tabel 4. 9 Perbandingan Pelebaran Rel Desain dan Hasil Pengukuran TGT	58
Tabel 4. 10 Hasil Evaluasi LOS Parameter Anak Panah.....	61
Tabel 4. 11 Hasil Evaluasi LOS Parameter Peninggian Rel	62
Tabel 4. 12 Hasil Evaluasi LOS Parameter Lebar Sepur	64
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Hasil Evaluasi LOS	66
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Hasil Evaluasi LOS	69