

**PENINGKATAN JALUR DISTRIBUSI TANAM 20KV PADA
KAWASAN INDUSTRI MM 2100**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

ACHMAD FARHAN AL AYUBI

1192004026

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE**

2026

**PENINGKATAN JALUR DISTRIBUSI TANAM 20KV PADA
KAWASAN INDUSTRI MM 2100**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

ACHMAD FARHAN AL AYUBI

1192004026

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS BAKRIE

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 : Achmad Farhan Al Ayubi

Nim : 1192004026

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Achmad', with several horizontal lines extending from the right side.

Tanggal : 16 September 2026

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Achmad Farhan Al Ayubi

NIM : 1192004026

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Judul Tugas Akhir : Peningkatan Jalur Distribusi Tanam 20kv Pada Kawasan Industri Mm 2100

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 : Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc.

()

Penguji 1 : Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

()

Penguji 2 : Leonardus Setia Budi Wibowo, S.T., M.T., Ph.D.

()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 16 September 2026

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan Rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul “PENINGKATAN JALUR DISTRIBUSI TANAM 20KV PADA KAWASAN INDUSTRI MM 2100” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie. Penyusunan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng. selaku Rektor Universitas Bakrie sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan kepada penulis selama masa perkuliahan.
2. Ibu Fatin Adriati, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil
3. Bapak Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc.. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir atas bimbingan, arahan, dan evaluasi yang sangat berarti dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.. dan Bapak Leonardus Setia Budi Wibowo, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang sangat berharga demi penyempurnaan tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie atas segala ilmu, bimbingan, serta motivasi yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
6. Kedua orang tua dan saudara penulis yang telah memberikan doa dan dukungan demi kelancaran kegiatan kuliah dan tugas akhir ini.
7. Teman-teman satu bimbingan yang telah saling mendukung, berbagi ilmu, dan memberikan semangat selama proses penyusunan tugas akhir ini

Jakarta, 16 September 2026



Achmad Farhan Al Ayubi

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI

Sebagai civitas akademik Universitas Bakrie, saya bertanda tangan

dibawah ini: Nama : Achmad Farhan Al Ayubi

NIM : 1192004026

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Jenis Tugas Akhir : Skripsi

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

PENINGKATAN JALUR DISTRIBUSI TANAM 20KV PADA KAWASAN INDUSTRI MM 2100

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/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: 16 September 2026

Yang Menyatakan



Achmad Farhan Al Ayubi

PENINGKATAN JALUR DISTRIBUSI TANAM 20KV PADA KAWASAN INDUSTRI MM 2100

Achmad Farhan Al Ayubi

ABSTRAK

Peningkatan kapasitas distribusi 20 kV di Kawasan Industri MM2100 dilakukan melalui penambahan kabel pada empat struktur jembatan kabel eksisting (CIK 2, CIK 3, CIK 4, dan CIK 5). Penambahan ini memberikan beban mati, gaya tarik, serta gaya lateral tambahan pada struktur yang terdegradasi akibat lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi mutu material beton dan baja eksisting, menguji kapasitas struktur menggunakan pemodelan 3D ETABS, serta merumuskan rekomendasi perbaikan. Evaluasi dilakukan melalui inspeksi visual dan *Non-Destructive Test* (NDT) berupa *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT), *Hammer Test*, *Penetrant Test* (PT), *Coating Thickness*, dan *Ultrasonic Thickness Meter* (UTM). Hasil NDT menunjukkan mutu beton masih memenuhi syarat minimum SNI 2847:2019 ($f_c = 25,50 - 39,93 \text{ MPa}$), namun ditemukan diskontinuitas las ringan pada *baseplate* serta penurunan ketebalan cat dan penampang baja akibat korosi lokal. Analisis struktur dengan ETABS berdasarkan (SNI 1726:2019) dan AISC 360-16 menyimpulkan bahwa jembatan kabel eksisting masih aman dan berkapasitas memadai untuk menerima penambahan kabel 20 kV. Rekomendasi perbaikan difokuskan pada pembersihan vegetasi, *re-coating* baja anti-korosi (ISO 12944), perbaikan *spalling* beton, dan penambahan pelat penguat pada sambungan struktur.

Kata Kunci: **Jembatan Kabel, Distribusi 20 kV, *Non-Destructive Test* (NDT), ETABS, Evaluasi Struktur, Kawasan Industri MM2100**

PENINGKATAN JALUR DISTRIBUSI TANAM 20KV PADA KAWASAN INDUSTRI MM 2100

Achmad Farhan Al Ayubi

ABSTRACT

Upgrading the 20 kV power distribution in the MM2100 Industrial Town requires placing additional cable circuits on four existing cable bridges (CIK 2, CIK 3, CIK 4, and CIK 5). This introduces additional dead, tension, and lateral loads onto environment-degraded structures. This study aims to evaluate existing concrete and steel material properties, assess structural capacity using 3D ETABS modeling, and formulate repair recommendations. Evaluation was conducted via visual inspection and Non-Destructive Testing (NDT) comprising Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT), Hammer Test, Liquid Penetrant Test (PT), Coating Thickness Measurement, and Ultrasonic Thickness Meter (UTM). NDT results confirm that concrete strength meets SNI 2847:2019 minimum standards ($f_c = 25.50 - 39.93\text{MPa}$), though minor weld defects, paint degradation, and section loss due to localized corrosion were identified. Structural analysis using ETABS per SNI 1726:2019 and AISC 360-16 concludes that the existing bridges maintain adequate capacity and safety margins to support the additional 20 kV cables. Recommended actions include vegetation clearing, anti-corrosion re-coating (ISO 12944), concrete spalling repairs, and gusset plate reinforcement at critical structural joints.

Keywords: *Cable Bridge, 20 kV Distribution, Non-Destructive Testing (NDT), ETABS, Structural Evaluation, MM2100 Industrial Town.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
2.1 Jalur Distribusi Kabel.....	6
2.1.1 Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET/SUTT)	6
2.1.2 Kabel Tanam (Underground Cable System)	7
2.2 Jembatan Kabel Distribusi 20 kV.....	8
2.3 Struktur Baja dan Beton pada Jembatan Kabel	10
2.3.1 Kolom Beton	10

2.3.2	Rangka Baja	10
2.3.3	Sambungan Baut atau Las sebagai Elemen Transfer Gaya.....	11
2.3.4	Sistem Coating sebagai Perlindungan Korosi	12
2.3.5	Integrasi Sistem pada Struktur Jembatan Kabel.....	12
2.4	Non-Destructive Test (NDT) untuk Penilaian Beton.....	13
2.4.1	Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)	13
2.4.2	Hammer Test	15
2.5	Pemeriksaan Material Baja.....	16
2.5.1	Penetrant Test (PT).....	16
2.5.2	Coating Thickness Measurement	17
2.5.3	<i>Ultrasonic Thickness Meter (UTM)</i>	19
2.6	Analisis struktur jembatan kabel	21
2.6.1	Beban-Beban Utama pada Jembatan Kabel	22
2.7	Pengaruh Sungai Kecil terhadap Jalur Kabel Tanam.....	24
2.7.1	PENGUKURAN PENAMPANG SUNGAI	25
2.8	Degradasi Struktur Jembatan Kabel	26
2.9	Standar dan Regulasi yang Digunakan.....	27
2.10	Penelitian Terdahulu	27
BAB III		29
3.1	Diagram Alur Penelitian.....	29
3.2	Desain Penelitian.....	29
3.3	Lokasi Penelitian	30
3.4	Jenis dan Sumber Data	30
3.4.1	Data Primer	30
3.4.2	Data Sekunder	31
3.5	Tahapan Penelitian	31

3.5.1	Studi Literatur	31
3.5.2	Survei Lapangan.....	31
3.5.3	Pengujian Non-Destruktif (NDT).....	31
3.5.4	Analisis Struktur.....	32
3.5.5	Titik Pengujian (NDT)	33
3.5.6	Evaluasi Dampak Sungai Kecil.....	43
3.5.7	Analisis Struktur Menggunakan ETABS	43
BAB IV		46
4.1	Identifikasi Secara Visual.....	46
4.2	Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT).....	79
4.2.1	Jembatan Cik 2	79
4.2.2	Jembatan Cik 3	80
4.2.3	Jembatan Cik 4	81
4.2.4	Jembatan Cik 5	82
4.3	Hammer Test	83
4.3.1	Jembatan Cik 2	83
4.3.2	Jembatan Cik 3	84
4.3.3	Jembatan CIK 4.....	85
4.3.4	Jembatan CIK 5.....	85
4.4	Penetrant Test	87
4.5	Coathing Thickness	90
4.6	Ultrasonic Thickness Meter.....	95
4.7	Pengukuran Jembatan.....	99
4.7.1	Jembatan CIK 2	99
4.7.2	Jembatan CIK 3	100
4.7.3	Jembatan CIK 4.....	101

4.7.4	Jembatan CIK 5	102
4.8	Pengukuran Penampang Sungai	104
4.8.1	Jembatan CIK 2	104
4.8.2	Jembatan CIK 3	106
4.8.3	Jembatan CIK 4	108
4.8.4	Jembatan CIK 5	110
4.9	Gambaran Umum Struktur Jembatan	111
4.9.1	Gambaran Umum Struktur Jembatan CIK 2	111
4.9.1	Gambaran Umum Struktur Jembatan CIK 3	112
4.9.1	Gambaran Umum Struktur Jembatan CIK 4	113
4.9.1	Gambaran Umum Struktur Jembatan CIK 5	113
4.10	Spesifikasi Umum Material	114
4.11	Pembebanan	114
4.11.1	Beban Mati	114
4.11.2	Beban Hidup	119
4.11.3	Beban Angin	119
4.11.4	Beban Gempa	122
4.12	Kombinasi Pembebanan	129
4.13	Resume Design Struktur	131
4.13.1	Resume Desain Struktur Jembatan CIK 2	131
4.13.2	Resume Design Struktur Jembatan CIK 3	134
4.13.3	Resume Desain Struktur Jembatan CIK 4	136
4.13.1	Resume Desain Struktur Jembatan CIK 5	138
4.14	Resume Lendutan Struktur	141
4.14.1	Resume Lendutan Struktur Jembatan CIK 2	141
4.14.1	Resume Lendutan Struktur Jembatan CIK 3	142

4.14.1	Resume Lendutan Struktur Jembatan CIK 4	142
4.14.1	Resume Lendutan Struktur Jembatan CIK 5	143
4.15	Rekapitulasi Hasil Analisis Struktur	143
BAB V		144
5.1	Kesimpulan.....	144
5.2	Saran.....	145

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peralatan Pengujian UPV	14
Gambar 2. 2 Indikasi performa beton yang di perkirakan dengan menggunakan UPVT	15
Gambar 2. 3 Peralatan Hammer Test	16
Gambar 2. 4 Liquid Penetrant	17
Gambar 2. 5 Peralatan Coating Thickness	18
Gambar 2. 6 Peralatan Thickness Meter	20
Gambar 2. 7 Peralatan Ukur Kedalaman Sungai	26
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	29
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian	30
Gambar 3. 3 Titik Pengujian UPV CIK 2	34
Gambar 3. 4 Titik Pengujian UPV CIK 3	34
Gambar 3. 5 Titik Pengujian UPV CIK 4	34
Gambar 3. 6 Titik Pengujian UPV CIK 2	35
Gambar 3. 7 Titik Pengujian Hammer Test CIK 2	35
Gambar 3. 8 Titik Pengujian Hammer Test CIK 3	36
Gambar 3. 9 Titik Pengujian Hammer Test CIK 4	36
Gambar 3. 10 Titik Pengujian Hammer Test CIK 5	37
Gambar 3. 11 Titik Pengujian Penetrant Test CIK 2	37
Gambar 3. 12 Titik Pengujian Penetrant Test CIK 3	38
Gambar 3. 13 Titik Pengujian Penetrant Test CIK 4	38
Gambar 3. 14 Titik Pengujian Penetrant Test CIK 5	39
Gambar 3. 15 Titik Pengujian Coating Thickness CIK 2	39
Gambar 3. 16 Titik Pengujian Coating Thickness CIK 3	40
Gambar 3. 17 Titik Pengujian Coating Thickness CIK 4	40
Gambar 3. 18 Titik Pengujian Coating Thickness CIK 5	41
Gambar 3. 19 Titik Pengujian Thickness Meter CIK 2	41
Gambar 3. 20 Gambar 3. 21 Titik Pengujian Thickness Meter CIK 3.....	42
Gambar 3. 22 Gambar 3. 23 Titik Pengujian Thickness Meter CIK 4.....	42
Gambar 3. 24 Gambar 3. 25 Titik Pengujian Thickness Meter CIK 5.....	43

Gambar 4. 1 grafik UPV Test	83
Gambar 4. 2 Grafik Hammer Test	86
Gambar 4. 3 Grafik Coating Thickness.....	94
Gambar 4. 4 Dokumentasi Pengukuran Jembatan CIK 2	100
Gambar 4. 5 Dokumentasi Pengukuran Jembatan CIK 3	101
Gambar 4. 6 Dokumentasi Pengukuran Jembatan CIK 4	102
Gambar 4. 7 Dokumentasi Pengukuran Jembatan CIK 5	103
Gambar 4. 8 Dokumentasi Pengukuran Penampang Sungai Jembatan CIK 2....	105
Gambar 4. 9 Dokumentasi Pengukuran Penampang Sungai Jembatan CIK 3....	107
Gambar 4. 10 Dokumentasi Pengukuran Penampang Sungai Jembatan CIK 4..	109
Gambar 4. 11 Dokumentasi Pengukuran Penampang Sungai Jembatan CIK 5..	111
Gambar 4. 12 Denah Struktur Jembatan CIK 2	112
Gambar 4. 13 Potongan Struktur Jembatan CIK 2.....	112
Gambar 4. 14 Denah Struktur Jembatan CIK 3	112
Gambar 4. 15 Potongan Struktur Jembatan CIK 3.....	112
Gambar 4. 16 Denah Struktur Jembatan CIK 4	113
Gambar 4. 17 Potongan Struktur Jembatan CIK 4.....	113
Gambar 4. 16 Denah Struktur Jembatan CIK 5	113
Gambar 4. 17 Potongan Struktur Jembatan CIK 5.....	114
Gambar 4. 14 3d ETABS Struktur Jembatan CIK 2	115
Gambar 4. 15 Potongan Struktur Rak Lantai Jembatan CIK 2	116
Gambar 4. 16 Beban Kabel Jembatan CIK 2	117
Gambar 4. 17 Beban Subduct Jembatan CIK 2.....	118
Gambar 4. 18 Beban Hidp Jembatan CIK 2.....	119
Gambar 4. 19 Beban Angin Jembatan CIK 2.....	122
Gambar 4. 20 Peta parameter percepatan gempa bumi, Ss	124
Gambar 4. 21 Peta parameter percepatan gempa bumi, S1.....	124
Gambar 4. 22 Beban Gempa X Jembatan CIK 2	129
Gambar 4. 23 Beban Gempa Y Jembatan CIK 2	129
Gambar 4. 24 Utilization Ratio Jembatan CIK 2	131
Gambar 4. 25 Utilization Ratio Jembatan CIK 4	134
Gambar 4. 26 Utilization Ratio Jembatan CIK 4	136

Gambar 4. 27 Utilization Ratio Jembatan CIK 5	139
Gambar 4. 28 Nilai Lendutan Maksimum Jembatan Cikarang 2.....	142
Gambar 4. 55 Beban Subduct Jembatan CIK 5.....	158

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori Korosivitas DFT Coating Thickness Berdasarkan ISO 12944	19
Tabel 2. 2 Standar dan Regulasi yang Digunakan	27
Tabel 4. 1 Identifikasi Secara Visual Jembatan CIK 2	46
Tabel 4. 2 Identifikasi Secara Visual Jembatan CIK 3	56
Tabel 4. 3 Identifikasi Secara Visual Jembatan CIK 4	63
Tabel 4. 4 Identifikasi Secara Visual Jembatan CIK 5	73
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Ultrasonic Pulse Velocity Test Jembatan CIK 2...	79
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Ultrasonic Pulse Velocity Test Jembatan CIK 3...	80
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Ultrasonic Pulse Velocity Test Jembatan CIK 4...	81
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Ultrasonic Pulse Velocity Test Jembatan CIK 5...	82
Tabel 4. 9 Hasil Hammer Test Jembatan CIK 2	84
Tabel 4. 10 Hasil Hammer Test Jembatan CIK 3	84
Tabel 4. 11 Hasil Hammer Test Jembatan CIK 4	85
Tabel 4. 12 Hasil Hammer Test Jembatan CIK 5	86
Tabel 4. 13 Detail Pengujian Penetrant Jembatan CIK 2.....	87
Tabel 4. 14 Detail Pengujian Penetrant Jembatan CIK 3.....	88
Tabel 4. 15 Detail Pengujian Penetrant Jembatan CIK 4.....	89
Tabel 4. 16 Detail Pengujian Penetrant Jembatan CIK 5.....	89
Tabel 4. 17 Detail Pengujian Coating Thickness Jembatan CIK 2	90
Tabel 4. 18 Detail Pengujian Coating Thickness Jembatan CIK 3	91
Tabel 4. 19 Detail Pengujian Coating Thickness Jembatan CIK 4	92
Tabel 4. 20 Detail Pengujian Coating Thickness Jembatan CIK 5	93
Tabel 4. 21 Detail Pengujian Ultrasonic Thickness Meter Jembatan CIK 2	95
Tabel 4. 22 Detail Pengujian Ultrasonic Thickness Meter Jembatan CIK 3	96
Tabel 4. 23 Detail Pengujian Ultrasonic Thickness Meter Jembatan CIK 4	97
Tabel 4. 24 Detail Pengujian Ultrasonic Thickness Meter Jembatan CIK 5	98
Tabel 4. 25 Rekapitulasi Beban Kabel	117
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Beban Subduct	118
Tabel 4. 27 Konstanta Eksposur Dataran	120

Tabel 4. 28 Kategori Risiko Bangunan dan Non-Bangunan terhadap Beban Seismik	122
Tabel 4. 29 Faktor Keutamaan Gempa	123
Tabel 4. 30 Table Respon Modifikasi, R	127
Tabel 4. 31 Nilai parameter Periode, C_t and x	127
Tabel 4. 32 Steel Frame Design Summary – AISC 360 – 16	131
Tabel 4. 33 Steel Frame Design Summary – AISC 360 – 16	134
Tabel 4. 34 Steel Frame Design Summary – AISC 360 – 16	137
Tabel 4. 35 Steel Frame Design Summary – AISC 360 – 1	139
Tabel 4. 36 Batas Lendutan Maksimum	141
Tabel 4. 37 Joint Displacements	141
Tabel 4. 38 Joint Displacements	142
Tabel 4. 39 Joint Displacements	142
Tabel 4. 40 Joint Displacements	143
Tabel 4. 41 Rekapitulasi Hasil Analisis ETABS	143

LAMPIRAN

Lampiran 1 Foto Jembatan yang di analisis	149
Lampiran 2 Perhitungan beban kabel pada jembatan CIK 3, 4, dan 5.....	151
Lampiran 3 Perhitungan beban Subduct pada jembatan CIK 3, 4, dan 5	155
Lampiran 4 Perhitungan Beban Angin pada Jembatan CIK 3, 4, dan 5	158
Lampiran 5 Perhitungan Beban Gempa Pada CIK 3, 4, dan 5.....	160