

**ANALISIS KAPASITAS DAYA PADA GARDU TRAKSI
TERHADAP PENYEMPITAN *HEADWAY* KERETA
COMMUTER LINE RUTE BEKASI TIMUR -
CIKARANG DI PT KAI (Persero)**

SKRIPSI

**Skripsi ini diajukan untuk melengkapi salah satu persyaratan
menjadi Sarjana Strata Satu Program S1**

Oleh:

**FAHMI IDRIS
197002416010**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2023**

**ANALISIS KAPASITAS DAYA PADA GARDU TRAKSI
TERHADAP PENYEMPITAN *HEADWAY* KERETA
COMMUTER LINE RUTE BEKASI TIMUR -
CIKARANG DI PT KAI (Persero)**

Oleh:

FAHMI IDRIS
197002416010



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2023**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan sesungguhnya bahwa Skripsi dengan judul:

“Analisis Kapasitas Daya pada Gardu Traksi Terhadap Penyempitan *Headway* Kereta *Commuter Line* Rute Bekasi Timur - Cikarang di PT KAI (Persero)”.

yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, sebagaimana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Skripsinyang sudah pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun di Perguruan Tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian-bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagaimana mestinya.



Jakarta, 19 Agustus 2023

(Fahmi Idris)

NIM. 197002416010

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

“Analisis Kapasitas Daya pada Gardu Traksi Terhadap Penyempitan *Headway* Kereta *Commuter Line* Rute Bekasi Timur – Cikarang di PT KAI (Persero)”.

dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi sarjana Strata satu program Studi S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional dan telah disetujui untuk diujikan dalam sidang skripsi sesuai dengan ketentuan administrasi dan akademik yang berlaku.

Jakarta, 19 Agustus 2023



Nama : Fahmi Idris
NIM : 197002416010

Pembimbing Utama,

(Ir. Ruliyanto, M.T.)
NID. 0105030695

Pembimbing Pendamping,

(W. G. Adhyartha U. Keraf, S.T., M.M., M.T.I.)
NID. 040017016

Ketua Jurusan,

(Fuad Djauhari, S.T., M.T.)
NID. 011090789

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Fahmi Idris
NPM : 197002416010
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Kapasitas Daya pada Gardu Traksi Terhadap
Penyempitan *Headway* Kereta *Commuter Line* Rute Bekasi
Timur – Cikarang di PT KAI (Persero)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Pembimbing I : Ir. Ruliyanto, M.T.

Pembimbing II : W. G. Adhyartha U. Keraf, S.T., M.M., M.T.I.

Penguji I : Ir. Rianto Nugroho, M.T.

Penguji II : Ir. Idris Kusuma, M.T.

Penguji III : Ir. R. A. Suwodjo Kusumoputro, M.M.

DEWAN PENGUJI

UNIVERSITAS NASIONAL

Ditetapkan di : Jakarta
Pada tanggal : 19 Agustus 2023

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk dapat menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1). Bapak Ir. Ruliyanto, M.T. dan Bapak W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.M., M.T.I. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2). Bapak Ir. Rianto Nugroho, M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan empati yang luar biasa untuk mengarahkan dan membantu saya menyelesaikan perkuliahan ini;
- (3). Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingannya selama menjalani perkuliahan;
- (4). Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan materiil dan moril;
- (5). Ega Asti Sebrina, S.Pd yang telah memberikan bantuan dalam dukungan moril dan materiil selama menjalani masa perkuliahan serta bantuan dalam menyelesaikan Skripsi ini; dan
- (6). Sahabat dan teman-teman Mahasiswa Universitas Nasional Program Studi Teknik Elektro Tahun Akademik 2019/2020 Semester Ganjil yang telah banyak mendukung saya dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 19 Agustus 2023
Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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


Nama : Fahmi Idris
NPM : 197002416010
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Sains
Jenis Karya : Skripsi

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

“Analisis Kapasitas Daya pada Gardu Traksi Terhadap Penyempitan Headway Kereta Commuter Line Rute Bekasi Timur - Cikarang di PT KAI (Persero)”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, 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. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di: Jakarta
Pada tanggal: 19 Agustus 2023
Yang menyatakan,



Fahmi Idris

UNIVERSITAS NASIONAL

ABSTRAK

Fahmi Idris, “Analisis Kapasitas Daya pada Gardu Traksi Terhadap Penyempitan Headway Kereta Commuter Line Rute Bekasi Timur - Cikarang di PT KAI (Persero)”, Program SI Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, di bawah bimbingan Ir. Ruliyanto, M.T., dan W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.M., M.T.I., 19 Agustus 2023, 102 halaman + xiv + 17 lampiran.

Kebutuhan masyarakat pada alat transportasi saat ini kian meningkat khususnya untuk masyarakat Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi yang membutuhkan sarana transportasi cepat, aman, dan nyaman serta efisien seperti pada Kereta Rel Listrik (KRL). Dengan meningkatnya *headway* dan sarana KRL maka semakin besar kebutuhan daya yang harus disuplai oleh gardu traksi. Penyempitan *headway* di rute stasiun Bekasi Timur – Cikarang menyebabkan gardu traksi sering terjadi trip akibat frekuensi perjalanan KRL yang bertambah banyak karena kurangnya kapasitas daya gardu traksi dalam mensuplai daya listrik serta terjadi jatuh tegangan pada JLAA karena jarak penempatan antar gardu traksi yang berjauhan sehingga menjadi kurang optimal. Adapun *headway* tercepat adalah 3 menit dari yang semulanya 13 menit. Untuk mengatasi masalah tersebut maka harus dilakukan peningkatan daya gardu traksi agar mampu mencukupi kebutuhan beban KRL dan penambahan gardu sisip untuk meminimalisir jatuh tegangan pada JLAA. Gardu sisip dipasang di tengah antara gardu yang tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kapasitas daya gardu traksi di wilayah LAA 1.10 Cikarang dengan meningkatkan kapasitas gardu eksisting dari 4530 kVA menjadi 7000 kVA dan menambah gardu sisip diantara gardu eksisting dengan metode *Load Flow Analysis* menggunakan software ETAP 19.0.1. Dari hasil analisis, beban KRL terbesar yaitu pada *headway* waktu 3 menit pada gardu eksisting dimana gardu Bekasi Timur 6799 kVA, gardu Cibitung 6678 kVA dan gardu Cikarang 5138,8 kVA. Hasil dari rancangan penambahan gardu sisip Tambun dan gardu sisip Telaga Murni pada penelitian ini berhasil memenuhi kebutuhan beban hingga *headway* 3 menit serta meningkatkan jatuh tegangan dengan rata-rata kenaikan 18,5% di lintas Bekasi Timur – Cibitung sebesar 1497 VDC dari yang semula 1222 VDC dan rata-rata 14,5% di lintas Cibitung – Cikarang sebesar 1494 VDC dari yang semula 1282 VDC. Hal ini dapat memperbaiki variasi jatuh tegangan (*voltage drop*) dan keandalan sistem jaringan listrik aliran atas rute stasiun Bekasi Timur sampai stasiun Cikarang.

Kata Kunci: Gardu traksi, Jatuh tegangan, Listrik aliran atas, Commuter line.

ABSTRACT

Fahmi Idris, "Analysis of Power Capacity at Traction Substation to Narrowing of Headway the Commuter Line Train on the East Bekasi - Cikarang Route at PT KAI (Persero)", Bachelor Degree of Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Science, National University, under the guidance of Ir. Ruliyanto, M.T., and W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.M., M.T.I., 19 August 2023, 102 page + xiv + 17 attachment.

The community's need for means of transportation is currently increasing, especially for the people of Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang and Bekasi who need fast, safe, comfortable and efficient transportation facilities such as the Electric Rail Train (KRL). With the increase in KRL headway and facilities, the greater the demand for power that must be supplied by the traction substation. The narrowing of the headway on the Bekasi Timur – Cikarang station route causes the traction substation to frequently trip due to the increasing frequency of KRL trips due to the lack of power capacity of the traction substation to supply electrical power and the voltage drop at the JLAA due to the distance between the traction substations which are far apart so that it becomes less optimal. The fastest Headway is 3 minutes from the previous 13 minutes. To overcome this problem, it is necessary to increase the power of the traction substation so that it is able to meet the needs of the KRL load and the addition of an inlet substation to minimize the voltage drop on the LAA. The inlet substation is installed in the middle between the available substations. This study aims to optimize the power capacity of the traction substation in the LAA 1.10 Cikarang area by increasing the capacity of the existing substation from 4530 kVA to 7000 kVA and adding intersecting substations between existing substations using the Load Flow Analysis method using ETAP 19.0.1 software. From the results of the analysis, the largest KRL load is the 3-minute Headway at the existing substations, namely the East Bekasi substation 6799 kVA, the Cibitung substation 6678 kVA and the Cikarang substation 5138.8 kVA. The results of the addition of the Tambun substation design and the Telaga Murni insert substation in this study succeeded in meeting the load requirements of up to a 3-minute Headway and increasing the voltage drop with an average increase of 21.2% on the East Bekasi - Cibitung line of 1497 VDC from the original 1047 VDC and an average of 21.8% on the Cibitung - Cikarang line of 1494 VDC from the original 1133 VDC. This can improve the variation of the voltage drop (voltage drop) and the reliability of the electric grid system over the route from Bekasi Timur station to Cikarang station.

Keywords: Traction substation, Voltage drop, Overhead power line, Commuter line.

DAFTAR ISI

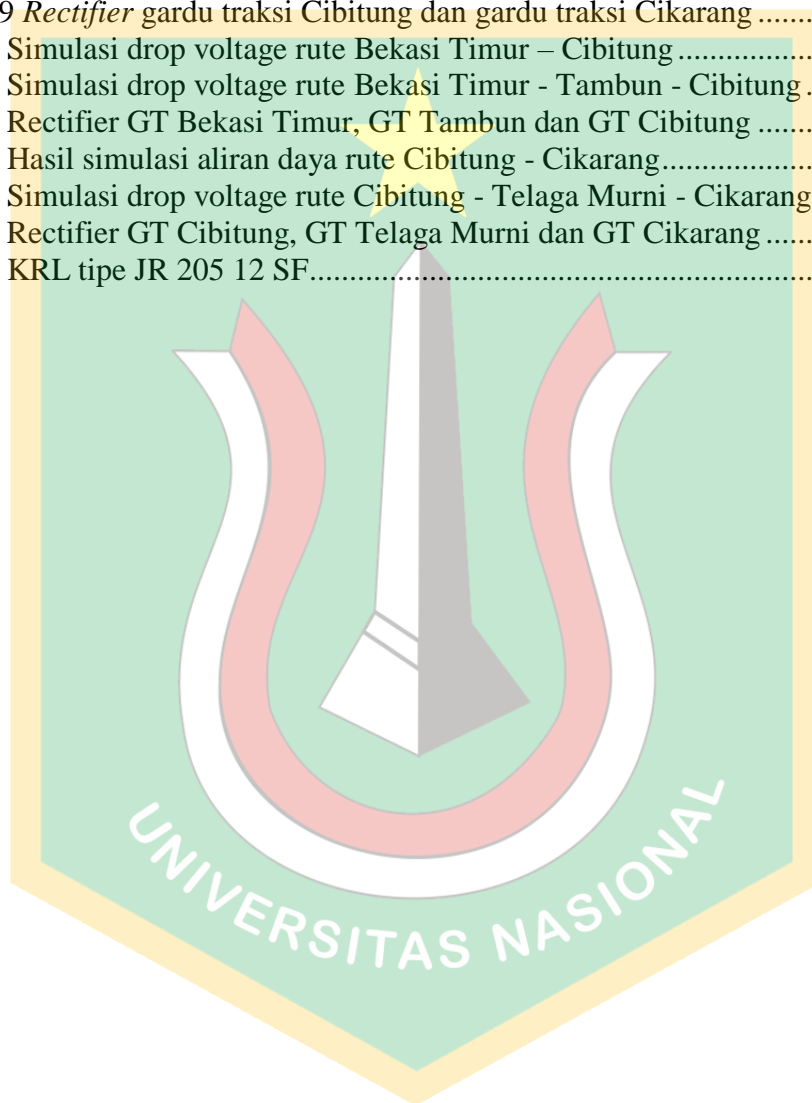
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Urgensi Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metode Penyelesaian Masalah.....	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Teori Kereta Api	6
2.3 Kereta Rel Listrik.....	8
2.4 Sistem Propulsi KRL	11
2.5 Pantograph	14
2.6 Spesifikasi Teknis KRL.....	15
2.7 Listrik Aliran Atas (LAA)	16
2.8 Peralatan Jaringan Listrik Aliran Atas (<i>Catenary System</i>).....	17
2.9 Gardu Traksi Listrik Aliran Atas	22
2.10 Peralatan Gardu Traksi Listrik Aliran Atas	25
2.11 Jatuh Tegangan	35
2.12 Waktu Antara (<i>Headway</i>).....	37
2.13 Software ETAP 19.0.1.....	38
2.14 <i>Load Flow Analysis</i>	39
BAB 3 METODE PENELITIAN	40
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	40
3.2 Alat dan Bahan.....	40
3.3 Instrumen Penelitian	41
3.4 Desain Penelitian	41
3.4.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	41
3.4.2 <i>Single Line Diagram</i> GT. Bekasi Timur, GT. Cibitung dan GT. Cikarang	43
3.4.3 <i>Feeding System</i> LAA 1.10 Cikarang	45
3.4.4 Pengolahan Data <i>Sheet</i>	47
3.5 Analisis Data.....	47
3.5.1 Data Spesifikasi Kereta Rel Listrik.....	48
3.5.2 Data Kapasitas Gardu Traksi LAA 1.10 Cikarang	49
3.5.3 Data Spesifikasi Teknis Kawat Penghantar LAA dan Jalan Rel R. 54	49
3.5.4 Data Hambatan Internal <i>Silicon Rectifier</i> Gardu Traksi (Ro)	50

3.5.5	Data <i>Drop Voltage</i> LAA dari Speedometer KRL.....	51
3.6	Pemodelan <i>Single Line Diagram</i> dan Simulasi Pada Software ETAP 19.0.1	52
3.6.1	Pemasangan Power Grid di ETAP 19.0.1	52
3.6.2	Pemasangan <i>High Voltage Circuit Breaker</i> di ETAP 19.0.1	53
3.6.3	Pemasangan Kabel Penghantar AC di ETAP 19.0.1.....	54
3.6.4	Pemasangan Transformator di ETAP 19.0.1.....	55
3.6.5	Pemasangan <i>Rectifier</i> di ETAP 19.0.1	56
3.6.6	Pemasangan Kabel Penghantar DC di ETAP 19.0.1.....	57
3.6.7	Pemasangan Beban Listrik di ETAP 19.0.1	58
3.7	Simulasi Aliran Daya Sebelum Penambahan Gardu Traksi Pada ETAP 19.0.1	59
3.7.1	Simulasi Aliran Daya Jaringan LAA Rute Bekasi Timur – Cibitung Sebelum Penambahan Gardu Traksi Tambun pada ETAP	60
3.7.2	Simulasi terhadap <i>Rectifier</i> GT BKT dan GT CIT pada ETAP.....	62
3.7.3	Simulasi Aliran Daya Jaringan LAA Cibitung – Cikarang Sebelum Penambahan Gardu Traksi Telaga Murni pada ETAP.....	63
3.7.4	Simulasi terhadap <i>Rectifier</i> GT CIT dan GT CKR pada ETAP.....	65
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	66
4.1	Hasil Simulasi Aliran Daya Setelah Penambahan Gardu Traksi Pada ETAP.....	66
4.1.1	Simulasi Aliran Daya Jaringan LAA Rute Bekasi Timur – Cibitung Setelah Penambahan Gardu Traksi Tambun pada ETAP	66
4.1.2	Simulasi Terhadap <i>Rectifier</i> GT BKT, GT TB dan GT CIT pada ETAP	68
4.1.3	Simulasi Aliran Daya Jaringan LAA Rute Cibitung – Cikarang Setelah Penambahan Gardu Traksi Telaga Murni pada ETAP.....	68
4.1.4	Simulasi Terhadap <i>Rectifier</i> GT CIT, GT TLM dan GT CKR pada ETAP	71
4.2	Analisis Kapasitas Daya Gardu Traksi Berdasarkan Penyempitan <i>Headway</i>	71
4.2.1	Analisis Total Daya dan Arus KRL.....	72
4.2.2	Analisis Kapasitas Daya Gardu Traksi	73
4.3	Analisis Resistansi Kawat Penghantar Jaringan LAA	93
4.4	Analisis Jatuh Tegangan Jaringan Listrik Aliran Atas	95
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	98
5.1	Kesimpulan	98
5.2	Saran	99
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN	103

DAFTAR GAMBAR

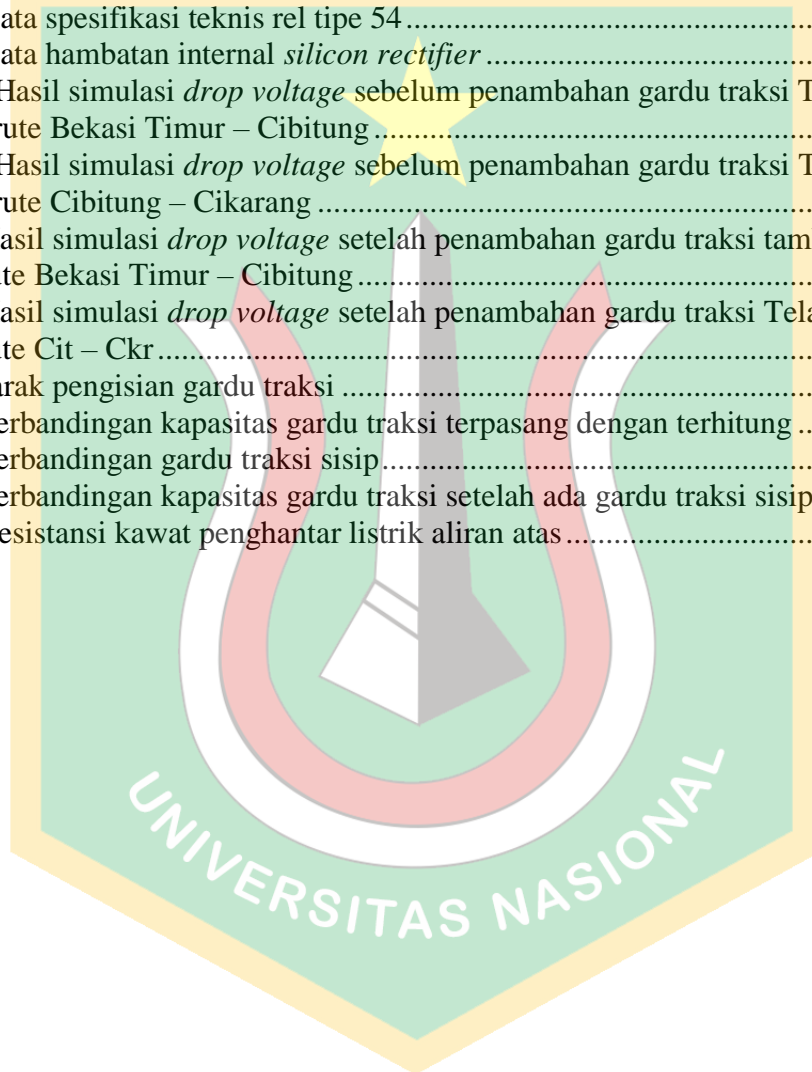
Gambar 2.1 KRL sistem AC.....	7
Gambar 2.2 KRL sistem DC.....	7
Gambar 2.3 Rangkaian satu set KRL	8
Gambar 2.4 Layout kereta unit <i>trailer cabin</i> 1 [15]	9
Gambar 2.5 Layout kereta unit motor 1 [15].....	9
Gambar 2.6 Layout kereta unit motor 2 [15].....	9
Gambar 2.7 Layout kereta unit <i>trailer cabin</i> 2 [15]	10
Gambar 2.8 Layout susunan rangkaian KRL 12 <i>stamformasi</i>	10
Gambar 2.9 Layout susunan rangkaian KRL 10 <i>stamformasi</i>	11
Gambar 2.10 Layout susunan rangkaian KRL 8 <i>stamformasi</i>	11
Gambar 2.11 Sistem propulsi tipe rheostat (<i>Variable Resistor</i>) [14]	12
Gambar 2.12 Sistem propulsi tipe DC to DC (<i>DC-Chopper</i>) [14].....	13
Gambar 2.13 Sistem propulsi tipe VVVF (<i>Variable Voltage Variable Frequency</i>) [14]....	13
Gambar 2.14 Pantograph <i>single arm</i> (tipe Z).....	14
Gambar 2.15 Pantograph <i>double arm</i> (tipe diamond)	15
Gambar 2.16 Jaringan listrik aliran atas PT KAI (Persero) [14].....	16
Gambar 2.17 Sistem transmisi daya listrik KRL.....	17
Gambar 2.18 Komponen sistem penyulang (<i>Feeder system</i>) [17]	18
Gambar 2.19 Kawat kontak LAA (<i>trolley wire</i>) [17].....	19
Gambar 2.20 Komponen pendukung catenary (<i>Supporting facility</i>) [17].....	20
Gambar 2.21 <i>Overhead ground wire</i> dan <i>lightning arrester</i> [17]	21
Gambar 2.22 <i>Grounding equipment</i> [17]	21
Gambar 2.23 <i>Single line diagram</i> aliran daya gardu traksi LAA	22
Gambar 2.24 Hubungan antar gardu traksi kondisi normal [17].....	23
Gambar 2.25 Hubungan antar gardu traksi kondisi darurat [17].....	24
Gambar 2.26 Jarak pengisian gardu traksi [9].....	25
Gambar 2.27 <i>Vacuum circuit breaker</i> (VCB)	26
Gambar 2.28 Rangkaian trafo <i>step down</i> gardu traksi.....	27
Gambar 2.29 <i>Silicon rectifier transformer</i>	27
Gambar 2.30 Rangkaian penyearah gelombang penuh 3-fasa 12 pulsa [21]	29
Gambar 2.31 <i>Silicon rectifier</i>	29
Gambar 2.32 <i>Single line diagram</i> HSCB [17]	32
Gambar 2.33 Grafik toleransi tegangan pelayanan yang diizinkan PLN	35
Gambar 2.34 Posisi KRL berada di antara gardu traksi	37
Gambar 2.35 <i>Single line diagram</i> headway KA.....	38
Gambar 2.36 Layout program ETAP 19.0.1.....	38
Gambar 3.1 Peta lokasi gardu traksi LAA wilayah Cikarang	40
Gambar 3.2 Diagram alur penelitian kapasitas gardu dan <i>drop voltage</i>	42
Gambar 3.3 <i>Single line diagram</i> gardu traksi.....	44
Gambar 3.4 <i>Feeding system</i> LAA 1.10 Cikarang.....	46
Gambar 3.5 Data tegangan normal di speedometer KRL.....	51
Gambar 3.6 Data <i>drop voltage</i> di speedometer KRL	52
Gambar 3.7 <i>Setting power grid</i> di ETAP 19.0.1	53
Gambar 3.8 <i>High voltage circuit breaker</i> di ETAP 19.0.1.....	54
Gambar 3.9 Kabel penghantar di ETAP 19.0.1	55
Gambar 3.10 Transformator di ETAP 19.0.1	56

Gambar 3.11 <i>Rectifier</i> di ETAP 19.0.1	57
Gambar 3.12 Kabel Penghantar DC di ETAP 19.0.1	58
Gambar 3.13 Beban listrik di ETAP 19.0.1	59
Gambar 3.14 Hasil <i>running</i> 4 KRL rute Bekasi Timur – Cibitung sebelum penambahan gardu baru.....	60
Gambar 3.15 Simulasi <i>drop voltage</i> rute Bekasi Timur – Cibitung.....	61
Gambar 3.16 <i>Rectifier</i> GT Bekasi Timur dan GT Cibitung	62
Gambar 3.17 Hasil <i>running</i> 4 KRL rute Cibitung – Cikarang sebelum penambahan gardu baru	63
Gambar 3.18 Simulasi <i>drop voltage</i> rute Cibitung – Cikarang	64
Gambar 3.19 <i>Rectifier</i> gardu traksi Cibitung dan gardu traksi Cikarang	65
Gambar 4.1 Simulasi drop voltage rute Bekasi Timur – Cibitung	66
Gambar 4.2 Simulasi drop voltage rute Bekasi Timur - Tambun - Cibitung	67
Gambar 4.3 <i>Rectifier</i> GT Bekasi Timur, GT Tambun dan GT Cibitung	68
Gambar 4.4 Hasil simulasi aliran daya rute Cibitung - Cikarang.....	69
Gambar 4.5 Simulasi drop voltage rute Cibitung - Telaga Murni - Cikarang.....	70
Gambar 4.6 <i>Rectifier</i> GT Cibitung, GT Telaga Murni dan GT Cikarang	71
Gambar 4.7 KRL tipe JR 205 12 SF.....	72



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Total berat sarana KRL (PT KCI)	48
Tabel 3.2 Data spesifikasi teknis KRL (PT KCI)	48
Tabel 3.3 Jarak antar gardu traksi di wilayah LAA 1.10 Cikarang	49
Tabel 3.4 Data kapasitas gardu traksi	49
Tabel 3.5 Data spesifikasi teknik kawat <i>feeder</i>	50
Tabel 3.6 Data spesifikasi teknik kawat <i>messenger</i>	50
Tabel 3.7 Data spesifikasi teknik kabel <i>trolley</i>	50
Tabel 3.8 Data spesifikasi teknis rel tipe 54	50
Tabel 3.9 Data hambatan internal <i>silicon rectifier</i>	51
Tabel 3.10 Hasil simulasi <i>drop voltage</i> sebelum penambahan gardu traksi Tambun rute Bekasi Timur – Cibitung	62
Tabel 3.11 Hasil simulasi <i>drop voltage</i> sebelum penambahan gardu traksi Telaga Murni rute Cibitung – Cikarang	65
Tabel 4.1 Hasil simulasi <i>drop voltage</i> setelah penambahan gardu traksi tambun rute Bekasi Timur – Cibitung	68
Tabel 4.2 Hasil simulasi <i>drop voltage</i> setelah penambahan gardu traksi Telaga Murni rute Cit – Ckr	70
Tabel 4.3 Jarak pengisian gardu traksi	74
Tabel 4.4 Perbandingan kapasitas gardu traksi terpasang dengan terhitung	82
Tabel 4.5 Perbandingan gardu traksi sisip	86
Tabel 4.6 Perbandingan kapasitas gardu traksi setelah ada gardu traksi sisip	92
Tabel 4.7 Resistansi kawat penghantar listrik aliran atas	94



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Load flow report sebelum penambahan gardu traksi Tambun pada ETAP 19.0.1 rute Bekasi Timur - Cibitung.....	103
Lampiran 1.2 Load flow report sebelum penambahan gardu traksi Telaga Murni pada ETAP 19.0.1 rute Cibitung – Cikarang	104
Lampiran 1.3 Over and under voltage sebelum penambahan gardu traksi Tambun pada ETAP 19.0.1 rute Bekasi Timur – Cikarang.....	105
Lampiran 1.4 Load Flow Report Setelah Penambahan Gardu Traksi Tambun pada ETAP 19.0.1 Bekasi Timur – Cibitung (1).....	106
Lampiran 1.5 load flow report setelah penambahan gardu traksi Tambun pada ETAP 19.0.1 rute Bekasi Timur – Cibitung (2)	107
Lampiran 1.6 Over and under voltage setelah penambahan gardu traksi Tambun pada ETAP 19.0.1 rute Bekasi Timur – Cibitung	108
Lampiran 1.7 Over and under voltage sebelum penambahan gardu sisip Telaga Murni pada ETAP 19.0.1 rute Cibitung – Cikarang.....	108
Lampiran 1.8 Load flow report setelah penambahan gardu traksi Telaga Murni pada ETAP 19.0.1 Cibitung – Cikarang (1).....	109
Lampiran 1.9 Load flow report setelah penambahan gardu traksi Telaga Murni pada ETAP 19.0.1 rute Cibitung – Cikarang (2).....	110
Lampiran 1.10 Data penumpang KRL Badan Pusat Statistik 2013-2022	110
Lampiran 1.11 Jadwal perjalanan KRL stasiun Bekasi Timur, KRL Access 2023.....	111
Lampiran 1.12 Jadwal perjalanan KRL stasiun Cibitung, KRL Access 2023	111
Lampiran 1.13 Jadwal perjalanan KRL stasiun Cikarang, KRL Access 2023.....	111
Lampiran 1.14 Kawat penyulang (feeder wire).....	112
Lampiran 1.15 Kawat penopang (messenger wire).....	112
Lampiran 1.16 Kawat Kontak LAA (trolley wire)	112
Lampiran 1.17 Rel tipe R 54	112

