

SKRIPSI

PEMASANGAN *LIGHTNING ARRESTER* PADA *LRT* KOTA PALEMBANG



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**AHMAD IRHAM HANIF
03041381520065**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMASANGAN LIGHTNING ARRESTER PADA LRT KOTA PALEMBANG



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

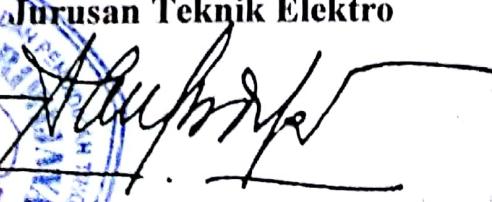
Oleh :

AHMAD IRHAM HANIF

03041381520065

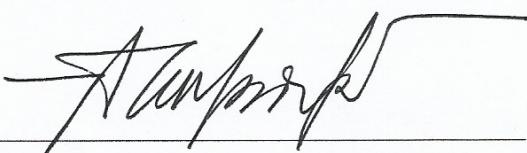
Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama


Muhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005


Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan



Pembimbing Utama : Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D

Tanggal

: 30 / 04 / 2019

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Irham Hanif
NIM : 03041381520065
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi: Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul "Pemasangan Lightning Arrester Pada LRT Kota Palembang" merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, 30 Juli 2019

Ahmad Irham Hanif

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemasangan *Lightning Arrester* Pada *LRT* Kota Palembang”. Shalawat dan salam tercurahkan kepada Rasullullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan insyaallah pengikutnya.

Penulis menyadari, bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

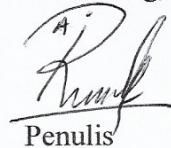
1. Kedua orang tua beserta keluarga besar yang senantiasa mendo'akan kelancaran dalam penulisan skripsi.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya beserta staff.
3. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff.
4. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D dan selaku pembimbing utama penulis dalam penyusunan tugas akhir dan penulisan skripsi yang telah memberikan bimbingan, nasehat, arahan, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaiannya skripsi ini.
5. Dosen pembimbing akademik, Bapak Irmawan, S.Si.,M.T. yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran dan masukan dalam pengambilan mata kuliah.
6. Kak Ade Riski yang membantu dalam pembuatan tugas akhir.
7. Sahabat-sahabat penulis, Luthfi Bernardy, Evander Johan, Rahmat Riski, Ferlian Seftianto, Riski Rahma Putra, Ilham Al Taqwa, Prasetia Aji, Bayu Dwiki, Daniel Silaen, Eswin Minggardianto

Grritarini Adellia dan Amanda Septania yang membantu dalam pembuatan tugas akhir.

8. Keluarga besar Teknik Elektro angkatan 2015 bukit.
9. Keluarga besar Asisten Laboratorium Teknik Telekomunikasi Informasi Teknik Elektro Universitas Sriwijaya periode 2017/2018.
10. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi yang tidak dapat ditulis satu persatu.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal kebaikan dihadapan Tuhan Yang Maha Esa. Dan diharapkan Skripsi ini dapat menjadi sumbangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat menjadi manfaat bagi semua pihak yang terkait.

Palembang, 30 Juli 2019



A
R
muf

Penulis

ABSTRAK
**PEMASANGAN *LIGHTNING ARRESTER* PADA LRT KOTA
PALEMBANG**

(Ahmad Irham Hanif, 03041381520065, 2019, xv + 49 hal. + lampiran)

Dalam menghadapi perkembangan global yang semakin pesat, pembangunan infrastruktur sangat diperlukan untuk menunjang perkonmian suatu negara. Sebagai suatu negara berkembang, Indonesia pun terus mendorong pembangunan infrastruktur dalam berbagai sektor. Salah satunya pembangunan *LRT* di Kota Palembang. Agar *LRT* dapat beroperasi secara maksimal diperlukanya sistem kelistrikan yang mempunyai keandalan yang tinggi. Pada umumnya suplai kelistrikan kereta listrik ada dua yaitu listrik aliran atas dan rel ketiga. Salah satu gangguan yang berpotensi terjadi, salah adalah sambaran petir. Hal ini dikarenakan letak Indonesia yang berada pada daerah tropis, sehingga mempunyai kerapatan sambaran petir yang tinggi. Untuk mengatasi gangguan tersebut pemasangan *lightning arrester (LA)* merupakan langkah yang tepat untuk mengurangi dampak gangguan pada suplai daya listrik *LRT*. Penelitian mengenai simulasi sambaran petir terhadap suplai kelistrikan kereta listrik telah banyak dilakukan, salah satunya adalah mensimulasikan sambaran petir kepada suplai kelistrikan kereta listrik yang menggunakan listrik aliran atas. Namun masih belum dilakukan penelitian yang mensimulasikan sambaran petir pada rel ketiga di *LRT* Kota Palembang. Penelitian ini mensimulasikan sambaran petir terhadap rel ketiga, ketika sebelum dan setelah pemasangan *LA* dengan menggunakan *software ATP*. Sambaran petir disimulasikan menyambar pada rel ketiga yang berada diantara dua gardu traksi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, respon tegangan puncak pada gardu traksi ketika terjadi sambaran petir pada rel ketiga, menunjukkan respon tegangan puncak rata-rata sebesar 3.384 kV. Hal ini melebihi standar tegangan tinggi *LRT* sebesar 1 kV. Karena osilasi tegangan yang timbul masih cukup besar maka solusi terbaik adalah pemasangan *LA* di area gardu traksi dan 300m dari gardu traksi. Setelah dilakukan pemasangan *LA* didapatkan tegangan puncak pada area gardu traksi dibawah 1 kV.

Kata Kunci : Petir, Rel Ketiga, *Software ATP*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Mu^{hd}. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

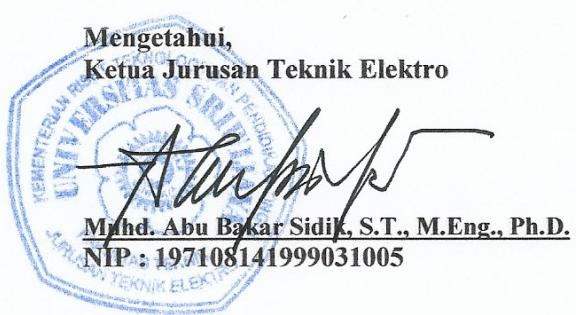
Mu^{hd}. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

ABSTRACT
INSTALLATION OF LIGHTNING ARRESTER IN LRT ON
PALEMBANG CITY

(Ahmad Irham Hanif, 03041381520065, 2019, xv + 49 pages + appendix)

Facing up to rapid global growth, infrastructure development is needed to support a country's finances. As a developing country, Indonesia keeps to encourage infrastructure development in various sector. One of them is construction of the Palembang's LRT. In order to maximize LRT's operational and high reliability electrical system. Electric trains generally have two types of electricity supply, overhead contact system and third rail. One of the potential fault in electricity system is a lightning strike. This is because the location of Indonesia in the tropical climate so that it has a high density of lightning strike. To resolve that kind of fault, the installation of lightning arrester is an appropriate step to reduce the impact on the LRT power supply. Many research on the simulation of lightning strikes against electrical supply of electric trains has been done, one of them tried to simulate lightning strike to electric train supply which using overhead contact system. But, there still not done yet research that simulates lightning strikes to third rail of the Palembang's LRT. This research simulates a lightning strike to the third rail when before and after the installation of LA using ATP software. The lightning were simulated strike to third rail between two traction substation. Based on the research, the peak voltage in the traction substation when the lightning strikes occurs on the third rail, indicating an average peak voltage response of 3,384 kV. It exceeds the highest voltage standard of LRT at 1 kV. Because of the voltage oscillation is still high enough the best solution is installing LA in the traction substation and 300m from it. After the installation it obtained the peak voltage on the traction substation under 1 kV.

Keywords: Lightning, Third Rail, Software ATP.



Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Mhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB I PENDAHULUAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSAKA.....	6
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.2 Sistem Traksi	6
2.3 Kereta Rel Listrik	7
2.3.1 <i>Light Rail Transit</i>	8
2.3.2 Motor Traksi <i>LRT</i>	9
2.4 Sistem Proteksi Tegangan Lebih.....	11
2.5 <i>Lightning Arrester</i>	13
2.5.1 <i>Lightning Arrester Ekspulsi</i> atau Tabung Pelindung.....	15
2.5.2 <i>Lightning Arrester Katup</i>	16

2.5.3 <i>Metal Oxide Arrester</i>	17
2.5.4 Karakteristik <i>Lightning Arrester</i>	18
2.6 Pertimbangan Pemilihan <i>Lightning Arrester</i>	20
2.7 Rating <i>Lightning Arrester</i>	20
2.8 Implementasi <i>Lightning Arrester</i> Dalam Suplai Listrik <i>LRT</i>	21
2.9 Riset-riset sebelumnya	22
BAB III.....	24
METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Waktu Penelitian	24
3.2 Metode Penelitian.....	24
3.3 Permodelan Menggunakan <i>ATP</i>	25
3.4 Model Sistem Kelistrikan <i>LRT</i>	27
3.5 Prosedur Percobaan	28
BAB IV	30
HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Data Penelitian	30
4.2 Pemodelan Sumber Kelistrikan <i>LRT</i> Kota Palembang pada <i>ATP</i>	30
4.3 Simulasi Sambaran Petir di Rel Ketiga Sebelum Pemasangan <i>LA</i>	34
4.4 Analisa Sambaran Petir di Rel Ketiga Sebelum Pemasangan <i>LA</i>	34
4.5 Simulasi Sambaran Petir di Rel Ketiga Setelah Pemasangan <i>LA</i>	35
4.5.1 Sambaran Petir di Rel Ketiga dengan Pemasangan <i>LA</i> di Dua Titik.	36
4.5.2 Sambaran Petir di Rel Ketiga dengan Pemasangan <i>LA</i> di Empat Titik.....	38
4.6 Analisa Sambaran Petir di Rel Ketiga Setelah Pemasangan <i>LA</i>	43
BAB V.....	45
PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rel Ketiga.....	9
Gambar 2.2 <i>Lightning Arrester</i> Jenis <i>Ekspulsi</i>	16
Gambar 2.3 Arrester Jenis Katup.....	17
Gambar 2.4 Konstruksi dan Bentuk Fisik <i>MOA</i>	18
Gambar 3.1 Tampilan Utama <i>ATP</i>	25
Gambar 3.2 Sistem Suplai Kelistrikan pada <i>LRT</i>	28
Gambar 4.1 Pemodelan <i>ATP</i> sumber kelistrikan <i>LRT</i> Kota Palembang.....	31
Gambar 4.2 Tiang Tembok Penyangga di <i>SoftwarATP</i>	31
Gambar 4.3 Tiang Tembok Penyangga <i>LRT</i> Kota Palembang.....	32
Gambar 4.4 Isolator pada Rel Ketiga di <i>Software ATP</i>	32
Gambar 4.5 Isolator pada Rel Ketiga <i>LRT</i> Kota Palembang.....	32
Gambar 4.6 Rel Ketiga di <i>Software ATP</i>	32
Gambar 4.7 Rel Ketiga <i>LRT</i> Kota Palembang.....	33
Gambar 4.8 Gardu Traksi di <i>Software ATP</i>	33
Gambar 4.9 Gardu Traksi <i>LRT</i> Kota Palembang.....	33
Gambar 4.10 Pemasangan <i>LA</i> di dua titik pada Rel Ketiga.....	36
Gambar 4.11 Grafik Tegangan pada Gardu Traksi 1 dan 2, (a) Sam- baran petir di jarak 300m , (b) Samabaran petir di jarak 2700m.....	37
Gambar 4.12 Pemasangan <i>LA</i> di dua titik pada Rel Ketiga.....	38
Gambar 4.13 Grafik Tegangan pada Gardu Traksi 1 dan 2, Ketika Petir Menyambar di Jarak 300m dari Gardu Traksi 1, (a) Sebelum Pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i>	39

Gambar 4.14 Grafik Tegangan pada Gardu Traksi 1 dan 2, Ketika Petir Menyambar di Jarak 600m dari Gardu Traksi 1, (a) Sebelum Pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i>	39
Gambar 4.15 Grafik Tegangan pada Gardu Traksi 1 dan 2, Ketika Petir Menyambar di Jarak 900m dari Gardu Traksi 1, (a) Sebelum Pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i>	40
Gambar 4.16 Grafik Tegangan pada Gardu Traksi 1 dan 2, Ketika Petir Menyambar di Jarak 1200m dari Gardu Traksi 1, (a) Sebelum Pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i>	40
Gambar 4.17 Grafik Tegangan pada Gardu Traksi 1 dan 2, Ketika Petir Menyambar di Jarak 1500m dari Gardu Traksi 1, (a) Sebelum Pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i>	41
Gambar 4.18 Grafik Tegangan pada Gardu Traksi 1 dan 2, Ketika Petir Menyambar di Jarak 1800m dari Gardu Traksi 1, (a) Sebelum Pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i>	41
Gambar 4.19 Grafik Tegangan pada Gardu Traksi 1 dan 2, Ketika Petir Menyambar di Jarak 2100m dari Gardu Traksi 1, (a) Sebelum Pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i>	42
Gambar 4.20 Grafik Tegangan pada Gardu Traksi 1 dan 2, Ketika Petir Menyambar di Jarak 2400m dari Gardu Traksi 1, (a) Sebelum Pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i>	42

Gambar 4.21 Grafik Tegangan pada Gardu Traksi 1 dan 1, Ketika
Petir Menyambar di Jarak 2700m dari Gardu Traksi 1,
(a) Sebelum Pemasangan *LA*, (b) Setelah Pemasangan

LA 43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standar Besar Tegangan pada KRL.....	8
Tabel 2.2	Data Penelitian yang pernah dilakukan berkaitan dengan topik riset yang akan dilakukan.....	22
Tabel 4.1	Besar Tegangan Puncak Pada Area Gardu Traksi 1 dan Gardu Traksi 2.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Komponen *LRT*

Lampiran 2. *Single Line Diagram LRT* Kota Palembang

Lampiran 3. Bentuk *LA* yang Dipakai

Lampiran 4. Transformer

Lampiran 5. Rectifier

Lampiran 6. Data *Viaduct*

Lampiran 7. Isolator

Lampiran 8. Nilai Pada Rangkaian Simulasi

Lampiran 9. Data Grafik Tegangan Puncak

Lampiran 10. Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir Untuk
Kepentingan Akademis

Lampiran 11. Lembar Plagiarisme dan Berita Acara Tugas Akhir

ABSTRAK
**PEMASANGAN *LIGHTNING ARRESTER* PADA LRT KOTA
PALEMBANG**

(Ahmad Irham Hanif, 03041381520065, 2019, xv + 49 hal. + lampiran)

Dalam menghadapi perkembangan global yang semakin pesat, pembangunan infrastruktur sangat diperlukan untuk menunjang perkonmian suatu negara. Sebagai suatu negara berkembang, Indonesia pun terus mendorong pembangunan infrastruktur dalam berbagai sektor. Salah satunya pembangunan *LRT* di Kota Palembang. Agar *LRT* dapat beroperasi secara maksimal diperlukanya sistem kelistrikan yang mempunyai keandalan yang tinggi. Pada umumnya suplai kelistrikan kereta listrik ada dua yaitu listrik aliran atas dan rel ketiga. Salah satu gangguan yang berpotensi terjadi, salah adalah sambaran petir. Hal ini dikarenakan letak Indonesia yang berada pada daerah tropis, sehingga mempunyai kerapatan sambaran petir yang tinggi. Untuk mengatasi gangguan tersebut pemasangan *lightning arrester (LA)* merupakan langkah yang tepat untuk mengurangi dampak gangguan pada suplai daya listrik *LRT*. Penelitian mengenai simulasi sambaran petir terhadap suplai kelistrikan kereta listrik telah banyak dilakukan, salah satunya adalah mensimulasikan sambaran petir kepada suplai kelistrikan kereta listrik yang menggunakan listrik aliran atas. Namun masih belum dilakukan penelitian yang mensimulasikan sambaran petir pada rel ketiga di *LRT* Kota Palembang. Penelitian ini mensimulasikan sambaran petir terhadap rel ketiga, ketika sebelum dan setelah pemasangan *LA* dengan menggunakan *software ATP*. Sambaran petir disimulasikan menyambar pada rel ketiga yang berada diantara dua gardu traksi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, respon tegangan puncak pada gardu traksi ketika terjadi sambaran petir pada rel ketiga, menunjukkan respon tegangan puncak rata-rata sebesar 3.384 kV. Hal ini melebihi standar tegangan tinggi *LRT* sebesar 1 kV. Karena osilasi tegangan yang timbul masih cukup besar maka solusi terbaik adalah pemasangan *LA* di area gardu traksi dan 300m dari gardu traksi. Setelah dilakukan pemasangan *LA* didapatkan tegangan puncak pada area gardu traksi dibawah 1 kV.

Kata Kunci : Petir, Rel Ketiga, *Software ATP*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Mu^{hd}. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Mu^{hd}. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

ABSTRACT
INSTALLATION OF LIGHTNING ARRESTER IN LRT ON
PALEMBANG CITY

(Ahmad Irham Hanif, 03041381520065, 2019, xv + 49 pages + appendix)

Facing up to rapid global growth, infrastructure development is needed to support a country's finances. As a developing country, Indonesia keeps to encourage infrastructure development in various sector. One of them is construction of the Palembang's LRT. In order to maximize LRT's operational and high reliability electrical system. Electric trains generally have two types of electricity supply, overhead contact system and third rail. One of the potential fault in electricity system is a lightning strike. This is because the location of Indonesia in the tropical climate so that it has a high density of lightning strike. To resolve that kind of fault, the installation of lightning arrester is an appropriate step to reduce the impact on the LRT power supply. Many research on the simulation of lightning strikes against electrical supply of electric trains has been done, one of them tried to simulate lightning strike to electric train supply which using overhead contact system. But, there still not done yet research that simulates lightning strikes to third rail of the Palembang's LRT. This research simulates a lightning strike to the third rail when before and after the installation of LA using ATP software. The lightning were simulated strike to third rail between two traction substation. Based on the research, the peak voltage in the traction substation when the lightning strikes occurs on the third rail, indicating an average peak voltage response of 3,384 kV. It exceeds the highest voltage standard of LRT at 1 kV. Because of the voltage oscillation is still high enough the best solution is installing LA in the traction substation and 300m from it. After the installation it obtained the peak voltage on the traction substation under 1 kV.

Keywords: Lightning, Third Rail, Software ATP.



Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Mhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam menghadapi perkembangan dan persaingan global yang semakin pesat, maka suatu negara memerlukan pembangunan infrastruktur yang dapat menunjang perekonomian negara itu sendiri [1]. Seperti halnya Indonesia yang membangun *Light Rail Transit (LRT)* di kota Palembang. Kebijakan tersebut selain dalam rangka mensukseskan perhelatan *Asian Games* 2018, diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan kota Palembang [1].

LRT merupakan alat transpotasi massal yang menggunakan energi listrik sebagai penggeraknya [2]. *LRT* terdiri dari 3 bagian utama yaitu, gerbong kereta, jalur rel dan media elektrifikasi (Rel ketiga atau listrik aliran atas). Elektrifikasi yang dimaksud adalah proses penyaluran energi listrik pada kereta sehingga kereta tersebut dapat bergerak. *LRT* Kota Palembang menggunakan rel ketiga sebagai media elektrifikasinya. Rel ketiga (*3rd rail*) merupakan jalur suplai daya listrik. Ia berupa konduktor yang dipasang pada sisi samping rel jalur *LRT* [3]. Suplai listrik memiliki peranan penting dalam proses beroperasinya *LRT*. Agar *LRT* dapat beroperasi secara maksimal diperlukanya sistem kelistrikan yang mempunyai keandalan yang tinggi. Dalam pengoperasiannya *LRT* tidak selalu berjalan normal dikarenakan adanya gangguan teknis seperti halnya *error* pada sensor pintu kereta dan sinyal kereta [4].

Gangguan lainnya yang berpotensi terjadi, salah satunya adalah gangguan akibat adanya sambaran petir. Hal ini dikarenakan letak Indonesia yang berada pada daerah tropis, sehingga mempunyai kerapatan sambaran petir yang tinggi [5].

Rel ketiga berpotensi mengalami gangguan akibat sambaran petir. Pemasangan *lightning arrester (LA)* merupakan langkah yang tepat untuk mengurangi dampak dari gangguan sambaran petir kepada suplai daya listrik *LRT*.

Lightning Arrester (LA) merupakan alat proteksi peralatan sistem tenaga listrik terhadap gangguan sambaran petir dengan cara membatasi tegangan petir yang datang dan mengalirkanya ke tanah [6]. Untuk mengurangi dampak dari gangguan akibat tegangan surja maka dibutuhkan perhitungan letak pemasangan *LA* yang optimal pada rel ketiga [7].

1.2 Perumusan Masalah

Pemasangan *LA* yang tepat harus diperoleh untuk menghasilkan sistem proteksi yang optimal agar terjaminnya kelancaran operasional *LRT*. Jika *LA* tidak terpasang maka arus lebih yang mengalir pada rel ketiga tidak dapat dilepaskan ke sistem pentahanan, sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada *rectifier* atau motor pada kereta [7].

LRT kota Palembang memang sudah memiliki beberapa sistem proteksi yang telah terpasang seperti halnya sistem penangkal petir pada stasiun *LRT* dan *grounding* di berbagai titik, akan tetapi belum adanya pemasangan *LA* pada rel ketiga [7]. Lokasi pemasangan *LA* mempunyai peran penting demi terciptanya kelancaran pada pengoperasian *LRT*. Karena itu dalam penelitian ini akan dibahas sistem proteksi yang memanfaatkan *software ATP (Alternative Transients Program)* dengan parameter posisi *LA* yang tepat pada rel ketiga *LRT* di kota Palembang.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui dan menganalisa dampak yang disebabkan tegangan berlebih (*over voltage*) yang disebabkan oleh sambaran petir terhadap rel ketiga.
2. Untuk mengetahui lokasi pemasangan *LA* yang optimal untuk mengurangkan dampak tegangan berlebih yang disebabkan oleh sambaran petir terhadap rel ketiga.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

1. Membuat rangkaian sistem aliran listrik DC pada *software ATP*.
2. Penelitian ini mensimulasikan dengan menggunakan *software ATP* untuk menentukan posisi *LA* yang optimal.
3. Mengukur tegangan lebih yang disebabkan oleh sambaran petir terhadap sistem aliran listrik DC.
4. Mengevaluasi data hasil percobaan menggunakan *LA* sebagai variable pada rangkaian.
5. Faktor daya diasumsikan dari yang sebelumnya 0.8 menjadi 0.9

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun Sistematika Penulisan dalam proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, lingkup kerja, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai dasar teori yang berkaitan dengan *Lightning Arrester*, Rel Ketiga, dan hal yang berkaian dengan kelistrikan *Light Rail Transit (LRT)* di Kota Palembang.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang tempat, waktu, peralatan yang digunakan, rangkaian percobaan, prosedur pengujian, teknik pengambilan data dan pengolahan data yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir dan menjelaskan secara umum tentang proses penelitian yang akan dilakukan.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Pada bab ini di jelaskan secara umum tentang data yang diperoleh dari hasil percobaan yang dilakukan dan pengolahan data dari data-data yang diperoleh serta menampilkan grafik dan gambar dari hasil percobaan yang dilakukan.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil percobaan yang dilakukan dan saran untuk kelanjutan penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] I. Maulana, A. Windharto, D. Desain, P. Industri, F. Teknik, and I. Teknologi, “Desain *Carbody Eksterior-Interior Light Rail Transit* untuk Kota Palembang dengan Konsep *Iconic* dan *Modern*,” vol. 6, no. 2, 2018.
- [2] BAPPENAS, “*Draft final business case*, Draft kajian akhir prastudi kelayakan report, “ Palembang, 2015.
- [3] “LRT Gunakan Metode Rel Ketiga untuk Pasokan Listrik,” *Berita satu.tv*, 2018. [Online]. Available: <https://m.youtube.com/watch?v=weiWLRCXydc/>.
- [4] “Dalam Seminggu, LRT Palembang Mogok 3 Kali, Apa Penyebabnya ?,” *KOMPAS.com*, 2018. [Online]. Available: <https://regional.kompas.com/read/2018/08/13/06041201/dalam-seminggu-lrt-palembang-mogok-3-kali-apa-penyebabnya/>.
- [5] W. Jonathan, “*Distribution System Response to a Lightning Strike*, “Arrester Works, Arrester Facts 029, pp 1-8, Juli 2018.
- [6] T. Saengsuwan and W. Thipprasert, “*Lightning Arrester Modelling Using ATP-EMTP*”. Kasetsart. J. –Nat. Sci., 2008.
- [7] PT. LEN Indonesia., “*Detail Design of Power Supply of LRT Palembang*”. Doc. No : LR16-LRT-SYS-PWS-002 (Rev. 02), 2018.
- [8] Aslimeri., “*Teknik Transmisi Tenaga Listrik Jilid 2*”. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [9] Andrie A Hamali. “*Traksi dan Transportasi Listrik*,” 2013. [Online]. Available:https://www.academia.edu/4867563/traksi_dan_transpor tasi_listrik.
- [10] M. R. Fauzan, *Analisa Harmonisa Akibat Pengaruh Penggunaan Converter pada Kereta Rel Listrik 1x25kV*. Fakultas Teknik, Universitas Lampung. 2015.

- [11] S. I. Lestari, *Analisis Rugi-Rugi Sistem Propulsi pada Kereta Rel Listrik*. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah. 2017.
- [12] Zoro, Reynaldo., “*Proteksi Terhadap Tegangan Lebih Pada Sistem Tenaga Listrik*”. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2018.
- [13] Artono Arismunandar,. “*Teknik Tegangan Tinggi*”. Cetakan Ketiga. Jakarta: PT. Pradya Paramitha, 1975.
- [14] Negara, I Made Yulistya., “*Teknik Tegangan Tinggi: Prinsip Dan Aplikasi Praktis*”. Graha Ilmu, Yogyakarta, 2013.
- [15] Ibnu Hajar dan Eko Rahman. (2017). *Kajian Pemasangan Lightning Arrester Pada Sisi HV Transfomator Daya Unit Satu Gardu Induk Teluk Betung*. Jurnal Ilmiah Energy & Kelistrikan. Vol.9 No.2 ISSN 1979-0783.
- [16] L. Tobing, Bonggas., “*Peralatan Tegangan Tinggi*”. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2013.
- [17] Wahyudi, “*Diklat Kuliah : Karakteristik Dari Saluran Transmisi*”. Surabaya, ITS, 2013.
- [18] L. Tobing, Bonggas., “*Peralatan Tegangan Tinggi Edisi Kedua*”. Erlangga, Jakarta, 2012.
- [19] Aviskhar Vijay Wanjari. (2014). *Effect of Lightning on the Electrified Tranmission Railway System*. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. Vol.3 Issue.7 ISSN 2278-8875.
- [20] L. Hasan. “*Lightning Arrester.*” [Online]. Available :https://www.Academia.edu/35044177/BAB_III_LIGHTNING_ARRESTER.3.1_Pengertian_Istillah_Dalam_Lightning_Arrester.
- [21] Phayomhom, A. Sirisumrannakul, S. 2010. “*Computation of Total Flashover Rate in MEA’s Overhead Transmission Circuit Due to Shielding Failure*”. GMSARN International Journal, No. 3. Vol. 3, pp. 4 (2010) 121-130.

- [22] Rakotomala, A. Auriol, Ph. 1994. “*Lightning Distribution Through Earthing System*”. IEEE, pp. 0-7803-1398-4.
- [23] Mahadi, “*Simulation of Haddad Surge Arrester Model on A 132 kV Overhead Transmission Line For Back Flashover Analysis Using Alternative Transient Program (ATP)*”. Dept. Electrical and Electronics Engineering, Universitas Tun Hussein Onn, Malaysia, 2015..
- [24] Abdulwadood, Shehab. 2013. “*Design of Lightning Arrester For Electrical Power System Protection*”, Power Engineering and Electrical Engineering, No. 6. Vol. 11, pp. 433-442.
- [25] K. M. Minja, P. V. Chombo, N. Promvichai, U. Leeton, and B, Marungsri. 2017. “*Characteristics and Behavior of Transient Current during Multiple Lightning on a Train Thailand by using ATPDraw*”,*5th IIAE Int. Conf. Ind. Appl. Eng. 2017*. October, pp. 199-205.
- [26] F. A. Hakim, “Analisis Kinerja Surge Arrester Terhadap Kenaikan Tegangan Akibat Sambaran Petir di Saluran *Overhead Contact System (OCS)* Kereta Rel Listrik 1500 Volt DC”. Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2018.
- [27] Federico Dellino, Mansueto Rossi, R Procopio. 2003. “*Overoltage Protection of Light Railway Transportation*”. IEEE, no. July, 2003.
- [28] T. Lu, C. Mingli, Y. Du, and Y. Xu. 2014. “*Assessments of lightning protection scheme for a metro traction power system and lightning-caused electromagnetic environment inside a carriage,*” no. 11, pp. 15–20, 2014.

- [29] Mila Hikmatul Ulawia., “Evaluasi Pengaruh Lokasi Pemasangan Surja Arrester pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV Terhadap Tegangan Lebih *Switching*”. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2015.
- [30] RAILTECH-ALU-SINGEN., “*Conductor Rail System Mechanical & Electrical Calculation*”. Doc. No : C-MECN-17-001 (Rev.C), 2018.
- [31] Moh.Marhaendra Ali, Mochamad Ashari, Mauridhi Hery Purnomo. “*Analisis of Fully Controlled 12 Pulse Converter System And Single Tuned Passive Filter Design to Reduce Harmonics*”. Dept. Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology ITS Surabaya, Indonesia, 1954.