

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KAPASITAS DAYA GARDU TRAKSI MONAS
GUNA PERSIAPAN OPERASIONAL FASE II MRT JAKARTA
LINTAS BUNDARAN HI - JAKARTA KOTA**

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Mata Kuliah
Kerja Praktik Pada Program Sarjana Strata Satu (S1)**



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Disusun Oleh :

Nama : Dhela Ilham Wiguna

NIM : 41418120085

Pembimbing : Ir. Budi Yanto Husodo, M. Sc.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2020

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KAPASITAS DAYA GARDU TRAKSI MONAS
GUNA PERSIAPAN OPERASIONAL FASE II MRT JAKARTA
LINTAS BUNDRAN HI - JAKARTA KOTA



Disusun Oleh :

Nama : Dhela Ilham Wiguna

NIM : 41418120085

Program Studi: Teknik Elektro



Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Setiyo Budiyo, ST, MT)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dhela Ilham Wiguna

NIM : 4141820085

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Kerja Praktik : Analisis Kapasitas Daya Gardu Traksi Monas Guna
Persiapan Operasional Fase II MRT Jakarta Lintas Bundaran HI-Jakarta Kota

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Kerja Praktik yang telah saya buat ini merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Kerja Praktik ini merupakan hasil plagiat, atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, 5 Februari 2021

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



(Dhela Ilham Wiguna)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Laporan kerja praktik ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada pihak yang telah mendukung dalam proses penyelesaian laporan tugas akhir ini. Adakah pihak-pihak yang berperan, sebagai berikut:

1. Bapak Dr. Setiyo Budiyanto, ST, MT, selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta waktu luangnya selama penyusunan laporan tugas akhir.
3. Dosen-dosen Proram Studi S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana, yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang sangat berguna selama proses pendidikan.
4. Kedua orang tua yang senantiasa mendukung dan mendoakan dalam rangka penyelesaian laporan tugas akhir.
5. Bapak Aldi Aprianto, selaku Section Head/Manager Departemen Power Maintenance yang mendukung dalam penyaluran dan pengolahan data pada laporan tugas akhir.
6. Rekan-rekan kerja di lingkungan PT MRT Jakarta khususnya dari bagian Departemen Operation Control Center (OCC) dan Power Maintenance yang selalu memberikan dukungan berupa data dan informasi pada laporan tugas akhir.

Penelitian yang dilakukan oleh penulis melalui Tugas Akhir ini tentunya masih terdapat kekurangan, sehingga perlu adanya kritik, saran, serta masukan dari pembaca yang bersifat membangun. Semoga laporan kerja praktik ini mampu menambah wawasan, ilmu, dan bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 28 Juli 2020

Penulis



(Dhela Ilham Wiguna)

ABSTRAK

MRT Jakarta, singkatan dari Moda Raya Terpadu Jakarta (bahasa Inggris: Jakarta Mass Rapid Transit), adalah sistem transportasi transit cepat yang menggunakan kereta rel listrik yang disuplai dari 4 gardu listrik/gardu traksi. Proses pembangunan Fase I telah dimulai pada tanggal 10 Oktober 2014 dan diresmikan pada 23 Maret 2019. Fase I MRT Jakarta melayani rute perjalanan dari stasiun awal, yakni Stasiun Lebak Bulus hingga Stasiun Bundaran HI berjarak kurang lebih 15,7 km (Fase I Selatan-Utara) dengan jumlah sarana 16 kereta/*Train Set* (TS) dengan formasi 14 dioperasikan dan 2 cadangan. Selanjutnya, pembangunan Fase II MRT yang berlokasi dari Bundaran HI-Jakarta Kota dimulai pada bulan Maret 2020. Pada operasional Fase II, MRT nantinya akan menggunakan jenis sarana yang sama dengan Fase I dan didukung dengan prasarana yang layak operasi. Pada proyek Fase II akan dibangun 2 gardu traksi/*Traction Substation* (TSS) baru sebagai penunjang kebutuhan listrik kereta dengan jalur Fase II sepanjang ± 6 km.

Yang menjadi perhatian adalah pada proyek pembangunan Fase II MRT yang seharusnya dimulai pada bulan Maret 2020 mengalami keterlambatan, dikarenakan kebijakan Pemerintah akibat pandemi Covid-19. Pada akhirnya pembangunan Fase II MRT dilakukan pada bulan Juli 2020. Yang sebelumnya pembangunan dan kajian pada Fase II MRT sudah terjadwal, kini mengalami perubahan dan kajian terkait sistem kelistrikan MRT juga mengalami kemunduran. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian dan kajian untuk sistem tersebut yang nantinya dapat digunakan sebagai acuan Perusahaan dalam menentukan standart operasional kereta MRT Jakarta.

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, pada gardu traksi Fase II yaitu Gardu Traksi Monas yang telah dilakukan pada penelitian ini, kapasitas daya gardu traksi yang diperlukan mampu untuk menyuplai operasi kereta dengan *headway* 10, 5, dan 3 menit, dengan total pemakaian beban masing-masing adalah 39%, 66%, dan 98%.

Kata kunci : Traction Substation, Headway, Trainset

ABSTRACT

MRT Jakarta, short for Moda Raya Terpadu Jakarta (English: Jakarta Mass Rapid Transit), is a fast transit transportation system that uses electric rail which is supplied from 4 traction substations. The Phase I construction process began on October 10, 2014 and was operated on March 23, 2019. Phase I of the MRT Jakarta serves a travel route from Lebak Bulus Station to Bundaran HI Station, which is approximately 15.7 km away (South-North Phase I) with a number of 16 trains / Train Sets (TS) with 14 formations operated and 2 reserves. Furthermore, the construction of Phase II of the MRT which is located from the Bundaran HI-Jakarta Kota will begin in March 2020. In Phase II operations, the MRT will use the same type of train as Phase I and is supported with infrastructure that is feasible to operate. In the Phase II project, 2 new Traction Substation (TSS) will be built to support the electricity needs of trains with a Phase II line along ± 6 km.

Of concern is that the Phase II MRT development project which was supposed to start in March 2020 has been delayed, due to Government policies due to the Covid-19 pandemic. Finally, the construction of Phase II of the MRT was carried out in July 2020. Previously the development and study in Phase II of the MRT was scheduled, now undergoing changes and studies related to the MRT electricity system have also suffered a setback. Therefore, it is necessary to conduct research and studies for the system which can later be used as a reference for the Company in determining the standard of the MRT Jakarta's train operation.

Based on the results of the analysis and calculation, in the Phase II traction substation namely the Monas Traction substation that has been carried out in this study, the tractive substation power capacity needed is able to supply train operations with 10, 5, and 3 minute headway, with a total load of each load is 39%, 66%, and 98%.

Keywords: *Traction Substation, Headway, Trainset*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan	4
1.4. Batasan Masalah	5
1.5. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Power System MRT Jakarta	7
2.3. Substation System (SBS)	9
2.4. Power Distribution System (PDS)	14
2.5. Overhead Contact System (OCS)	14
2.6. Power SCADA	17
2.7. Konsumsi Daya Sarana MRT Jakarta	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Tahapan Penelitian	21
3.2. Konsumsi Daya Sarana MRT	22
3.3. Analisis	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Spesifikasi Jenis Beban (Sarana MRT/Rolling Stock)	26
4.2. Jarak Pengisian Gardu	29
4.3. Time Table/GAPEKA Pola Operasi	31
4.4. Virtual Track Section (Signaling System)	35
4.5. Perhitungan Kapasitas Daya Gardu Traksi Monas	37
4.6. Perhitungan Kapasitas Daya Gardu Traksi Monas Saat Kondisi Darurat	47
4.7. Kemampuan Transformator dan Rectifier Gardu Traksi Monas	52
4.8. Hasil Perhitungan Kapasitas Gardu Traksi Monas	54
4.9. Kenaikan Jumlah Penumpang	55
BAB V PENUTUP	57
5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Single line diagram rss taman sambas	10
Gambar 2.2 Single line diagram tss dukuh atas	11
Gambar 2.3 20 kV switchgear tss	11
Gambar 2.4 Spesifikasi teknis rectifier transformer	12
Gambar 2.5 Spesifikasi teknis silicon rectifier	13
Gambar 2.6 Peralatan DC switchgear	13
Gambar 2.7 Single line diagram ER Bundaran HI	14
Gambar 2.8 Struktur OCS elevated	16
Gambar 2.9 Struktur OCS underground	17
Gambar 2.10 Power SCADA equipment	18
Gambar 2.11 Rangkaian kereta MRT Jakarta	19
Gambar 2.12 Single diagram proses konsumsi tegangan TS MRT	20
Gambar 3.1 Flowchart penelitian	21
Gambar 3.2 Rangkaian kereta MRT Jakarta	22
Gambar 4.1 Rangkaian kereta MRT Jakarta	26
Gambar 4.2 Kapasitas penumpang dalam kereta	26
Gambar 4.3 Single line diagram overall traction system fase I MRT	30
Gambar 4.4 Drawing plan power system fase II MRT Jakarta	30
Gambar 4.5 Jadwal keberangkatan kereta MRT Jakarta dari Stasiun LBB	31
Gambar 4.6 Time table headway 10 menit	33
Gambar 4.7 Time table headway 5 menit	33

Gambar 4.8 Time table percobaan headway 3 menit 24 Desember 2019	34
Gambar 4.9 Kondisi lintas dengan headway 10 menit	35
Gambar 4.10 Kondisi lintas dengan headway 5 menit	36
Gambar 4.11 Gambaran sistem persinyalan fase II MRT	36
Gambar 4.12 Spesifikasi teknis transformator dan rectifier TSS MRT Jakarta ...	37
Gambar 4.13 Rectifier transformer & HSCB	38
Gambar 4.14 Kondisi by pass disaat salah satu gardu traksi padam/off	48
Gambar 4.15 Grafik jumlah penumpang per bulan	55



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi teknis kereta MRT Jakarta	19
Tabel 3.1 Spesifikasi teknis kereta MRT Jakarta	22
Tabel 4.1 Spesifikasi teknis kereta MRT Jakarta	27
Tabel 4.2 Spesifikasi teknis pantograph kereta MRT Jakarta	28
Tabel 4.3 Jarak pengisian gardu traksi	31
Tabel 4.4 Jumlah set kereta dalam 1 jam	35
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Kapasitas Daya Gardu Traksi Monas	54
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Kapasitas Daya Gardu Traksi Monas Saat Kondisi Darurat	54
Tabel 4.7 Rekapitulasi jumlah penumpang MRT Jakarta	55
Tabel 4.8 Simulasi Penerapan Headway 3 Menit Terhadap Kenaikan Jumlah Penumpang	56



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
I_m	Arus maksimum KRL (ampere)
H	Jarak antar kereta / headway (menit)
Y	Beban maksimum satu jam (kw)
C	Susunan rangkaian (set)
D	Jarak suplai gardu listrik (km)
N	Jenis track 2 (double track), 1 (single track)
P	Rasio konsumsi kereta (50 Kwh/1000 ton km)
W	Berat total KRL + Penumpang (kap. 200%)
α	Rasio pembagian arus, akan dipakai 0,08 (untuk DC)
$Z1$	Kapasitas daya berdasarkan headway (kw)
C_m	Faktor elektrifikasi (kw)
$Z2$	Kapasitas daya berdasarkan beban arus maksimum (kw)
Z_n	Kapasitas daya <i>substation</i> yang dibutuhkan (kva)



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
GT/TSS	Gardu Traksi/Traction Substation
RSS	Receiving Substation
ER	Electrical Room
SBS	Substation System
PDS	Power Distribution System
LAA/OCS	Jaringan Listrik Aliran Atas/Overhead Contact System
TS	Train Set
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
HW	Head Way
VT	Virtual Track
SLD	Single Line Diagram

