

TUGAS AKHIR
EVALUASI KAPASITAS DAYA DIESEL ENGINE
GENERATOR UNTUK MENCIKUPI BEBAN LISTRIK
PERALATAN DI STASIUN MRT SENAYAN SAAT TERJADI
KONDISI *EMERGENCY*

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai
gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Nama : Mohammad Firdaus
NIM : 41419110107
Pembimbing : Ir.Budi Yanto Husodo, M.Sc.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Mohammad Firdaus
NIM : 41419110107
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Evaluasi Kapasitas Daya Diesel Engine Generator Untuk Mencukupi Beban Peralatan di Stasiun MRT Senayan Saat Terjadi Kondisi Emergency

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir 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.

Penulis,



(Mohammad Firdaus)

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI KAPASITAS DAYA DIESEL ENGINE GENERATOR UNTUK MEMCUKUPI BEBAN LISTRIK PERALATAN DI STASIUN MRT SENAYAN SAAT TERJADI KONDISI *EMERGENCY*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Mohammad Firdaus
NIM : 41419110107
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,
Pembimbing tugas Akhir

(Ir. Budl Yanto Husodo, M.Sc.)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Setiyo Budiyo, ST.MT)

Koordinator Tugas Akhir

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT karena atas segala ramat dan karunia-Nya, penulis telah dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “**Evaluasi Kapasitas Daya Diesel Engine Generator Untuk Mencukupi Beban Peralatan di Stasiun MRT Senayan Saat Terjadi Kondisi *Emergency***”. Shalawat serta salam semoga selalu Allah SWT curahkan kepada Ukhuwah dan Quduwah kita, Rasulullah Muhammad SAW beserta para sahabat, keluarga, dan semua umatnya yang selalu berusaha untuk istiqomah pada jalan-Nya.

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai persyaratan dalam kelulusan mahasiswa agar dapat memperoleh gelar sarjana strata satu dari Universitas Mercu Buana. Terlaksananya penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan, do'a dan berbagai motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Setiyo Budiyo, ST. M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.,
3. Bapak Muhammad Hafidz Ibnu Hajar, ST. M.sc. selaku Sekretaris Prodi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Budiyo Husodo, Ir., M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak arahan dan masukan dalam pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh staf pengajar, dan staf administrasi di Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

6. Seluruh teman-teman teknik elektro yang telah banyak memberikan saran dan banyak bantuan serta support dari teman-teman.
7. Semua pihak yang telah membantu penulis sampai laporan ini selesai yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya. Sekiranya ada kesalahan dalam penulisan laporan ini, penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini.



Jakarta, Januari 2021

Mohammad Firdaus

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

MRT Jakarta adalah salah satu penyedia layanan transportasi kereta rel listrik di Jakarta. Jalur rel MRT dibangun dengan konstruksi layang (elevated) dan di bawah tanah (underground)/terowongan yang merupakan terowongan kereta bawah tanah pertama di Indonesia. MRT Jakarta memiliki 6 stasiun *underground* dimana di setiap stasiun tersebut terpasang 1 DEG (Diesel Engine Generator) yang berfungsi untuk menghasilkan daya listrik alternatif atau pengganti sementara ketika pasokan daya listrik dari industri pembangkit listrik (PLN) padam/off. Pada tanggal 04 Agustus 2019 pukul 11.00 WIB telah terjadi blackout dimana seluruh stasiun MRT mati total sehingga DEG (Diesel Engine Generator) otomatis aktif untuk mensuplai kelistrikan di stasiun area *underground*. Akan tetapi DEG (Diesel Engine Generator) pada stasiun Senayan terjadi trip akibat kondisi beban puncak dari peralatan TVF (Tunnel Ventilation Fan) yang otomatis aktif ketika kondisi *emergency* dimana suplai listrik hilang total di stasiun.

Untuk permasalahan yang penulis bahas pada paragraf diatas, perlu dilakukan *upgrade* kapasitas daya pada DEG (Diesel Engine Generator) yang digunakan khususnya di stasiun MRT Senayan. Penulis melakukan beberapa tahap analisis untuk mendapatkan kapasitas DEG (Diesel Engine Generator) yang diperlukan. Tahap pertama, identifikasi masalah yang ada di lapangan. kedua, melakukan pengambilan data terkait peralatan serta total beban yang digunakan di stasiun. Ketiga, melakukan perhitungan secara manual yaitu dengan menghitung total daya pada beban yang disuplai DEG (Diesel Engine Generator) Ketika terjadi *emergency*, kemudian menghitung arus keluaran dari beban, setelah itu dilakukan perhitungan kapasitas daya untuk DEG (Diesel Engine Generator) yang akan digunakan pada stasiun MRT Senayan. Keempat, melakukan perhitungan rating arus pengaman untuk mengetahui jenis ACB (Air Circuit Breaker) yang digunakan DEG (Diesel Engine Generator), serta menghitung KHA (Kuat Hantar Arus) untuk mengetahui luas penampang kabel yang dibutuhkan untuk DEG (Diesel Engine Generator).

Hasil Perhitungan total daya beban yang disuplai DEG (Diesel Engine Generator) Ketika terjadi *emergency* di stasiun Senayan adalah sebesar 1363.41 kVA, dengan arus keluaran dari beban sebesar 2074 Ampere, sehingga didapat hasil dari perhitungan kapasitas daya yang dibutuhkan untuk mensuplai beban di stasiun MRT Senayan adalah sebesar 1500 kVA. Setelah diketahui kapasitas daya dari genset maka dapat diketahui breaker yang digunakan sebesar 3200 Ampere dan kapasitas kabel penyulang yang digunakan adalah $2 \times 4 \times 630\text{mm}^2$.

Kata kunci : *Diesel Engine Generator, Underground, Ampere, Air Circuit Breaker*

ABSTRACT

MRT Jakarta is one of the providers of electric Train transportation services in Jakarta. Track of MRT is built with elevated and underground construction which is the first subway tunnel in Indonesia. MRT Jakarta has 6 underground stations where each station is installed with 1 DEG (Diesel Engine Generator) which functions to produce alternative or temporary replacement electricity when the electricity supply from the power generation industry (PLN) goes out / off. On August 4, 2019 at 11.00 WIB a blackout occurred where all MRT stations were completely off so that DEG (Diesel Engine Generator) was automatically activated to supply electricity to the underground area station. However, the DEG (Diesel Engine Generator) at Senayan station experienced a trip due to the peak load condition of the TVF (Tunnel Ventilation Fan) equipment which automatically activated during an emergency where the electricity supply at the station was completely cut off.

For the problems that the author discussed in the paragraph above, it is necessary to increase the power capacity of DEG (Diesel Engine Generator) which is used especially at the Senayan station. The author conducted several stages of analysis to obtain the required DEG (Diesel Engine Generator) capacity. First, identify problems that exist at the location of the equipment. second, collecting data related to equipment and the total load used at the station. Third, do the calculations manually by calculating the total power at the load supplied by DEG (Diesel Engine Generator) when an emergency occurs, then calculate the output current from the load, after that the calculation of the power capacity for DEG (Diesel Engine Generator) will be used at the Senayan station. Fourth, calculate the safety current rating to determine the type of ACB (Air Circuit Breaker) used by DEG (Diesel Engine Generator), and calculating the KHA (Conductivity Current) to find out the cross-sectional area of the cable needed for the DEG (Diesel Engine Generator).

The calculation result of the total load power supplied by DEG (Diesel Engine Generator) during an emergency at Senayan station is 1363.41 kVA, with the output current from the load of 2074 Ampere, the calculation result of the power capacity needed to supply the load to the Senayan station is 1500 kVA.. After knowing the power capacity of the generator, it can be seen that the breaker used is 3200 Ampere and the feeder cable capacity is 2 x 4 x 630mm².

Keywords : *Diesel Engine Generator, Underground, Ampere, Air Circuit Breaker*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Pembahasan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Peraturan Tentang Perkeretaapian	6
2.2.1 Undang-Undang No. 23 Tahun 2007 tentang perkeretaapian	6
2.2.2 Bagian Keempat Fasilitas Pengoperasian Kereta Api Pasal 5	6
2.2.3 Pasal 63	6
2.2.4 Peraturan Menteri No.50 Tahun 2018 Tentang Instalasi Listrik	7
2.3 Sistem Kelistrikan MRT Jakarta	8
2.4 RSS (<i>Receiving Sub Station</i>)	10
2.4.1 GIS (<i>Gas Insulated Switchgear</i>)	10
2.4.2 <i>Main</i> Transformator	11

2.4.3	Panel (<i>Switchgear</i>) 20kV	11
2.5	TSS (<i>Traction Sub Station</i>)	12
2.5.1	Panel (<i>Switchgear</i>) 20kV	12
2.5.2	Transformator Rectifier	13
2.5.3	Silicon Rectifier/Penyearah	14
2.5.4	DC 1500 V Switchgear	15
2.5.5	Negative panel	15
2.5.6	Panel LV MDB	15
2.6	Metode Kendali Gerak Servo Penjepit Barang (<i>Arm Robot</i>)	16
2.6.1.	Feeder wire	17
2.6.2.	Feeding Branch	17
2.6.3.	Contact wire	17
2.6.4.	Messenger wire	18
2.6.5.	Hanger	18
2.6.6.	Insulator	18
2.6.7.	Hinged Cantilever	18
2.6.8.	Automatic Tensioning Device (ATD)	18
2.6.9.	<i>Concrete Pole</i>	18
2.6.10.	Guy wire	18
2.6.11.	Overhead Ground Wire (OHGW)	18
2.6.12.	Pull off	18
2.6.13.	Konektor	19
2.6.14.	Indicator board	19
2.7	Kereta Rel Listrik	19
2.7.1	Perhitungan Berat Total Kereta MRT Jakarta	21
2.8	Grafik Perjalanan Kereta (GAPEKA)	21
2.8.1	<i>Headway</i>	22
2.9	PDS (<i>Power Distribution System</i>)	22
2.10	Diesel Engine Generator	23

2.10.1	Cara Kerja Generator	26
2.10.2	Sistem Pendukung Generator	27
2.11	Mesin Diesel	29
2.11.1	Pengertian Mesin diesel	29
2.11.2	Cara Kerja Mesin diesel	30
2.12	Circuit Breaker	33
2.12.1	Klasifikasi Circuit Breaker	34
2.12.2	Jenis-Jenis Circuit Breaker	37
BAB III METODELOGI PENELITIAN		40
3.1	Metode Pengumpulan Data	43
3.1.1	Data Spesifikasi DEG (Diesel Engine Generator)	43
3.2	Metode Analisis dan perhitungan	44
3.2.1	Menghitung Arus Beban Total	45
3.2.2	Menghitung kapasitas DEG (Diesel Engine Generator)	45
3.3	Drawing DEG Eksisting (Diesel Engine Generator)	46
3.4	Single Line Diagram Electrical Room Stasiun Senayan	48
3.5	Single Line Diagram DEG (Diesel Engine Generator)	50
BAB IV ANALISIS DAN PERHITUNGAN		51
4.1	Perhitungan arus dari total beban di stasiun senayan	51
4.2	Perhitungan kapasitas DEG (Diesel Engine Generator)	52
4.3	Menghitung rating pengaman DEG (Diesel Engine Generator)	52
4.4	Perhitungan Kabel Penyulang DEG (Diesel Engine Generator)	53
4.5	Evaluasi Spesifikasi Penggantian DEG (Diesel Engine Generator)	53
BAB V PENUTUP		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Overall</i> Diagram Alur Kelistrikan MRT Jakarta	9
Gambar 2.2 <i>Gas Insulated Switchgear</i> MRT Jakarta	10
Gambar 2.3 <i>Main</i> Transformator	11
Gambar 2.4 Panel (<i>Switchgear</i>) 20kV	12
Gambar 2.5 Spesifikasi Teknis Transformer Rectifier	14
Gambar 2.6 Spesifikasi Teknis Rectifier	15
Gambar 2.7 <i>OCS Feeding System</i>	16
Gambar 2.8 Konfigurasi OCS	17
Gambar 2.9 Konfigurasi Susunan Kereta MRT Jakarta	20
Gambar 2.10 Diesel Engine Generator	23
Gambar 2.11 Konstruksi Generator Berkutub Dalam	25
Gambar 2.12 Sistem Bahan Bakar Genset	28
Gambar 2.13 Cara kerja Mesin Diesel	31
Gambar 2.14 Simbol Circuit Breaker	34
Gambar 2.15 Prinsip Kerja CB jenis Thermal	35
Gambar 2.16 Prinsip Kerja CB jenis Magnetik	36
Gambar 2.17 Prinsip Kerja CB jenis Thermal-Magnetik	36
Gambar 3.1 Alur Tahapan Penelitian (<i>Flowchart</i> Peneitian)	42
Gambar 3.2 DEG With Enclosure	46
Gambar 3.3 DEG tampak samping dengan kabel outgoing	46
Gambar 3.4 Daily Tank	47
Gambar 3.5A Single Line Diagram Electrical Room	48
Gambar 3.5B Single Line Diagram Electrical Room	49

eksisting stasiun senayan



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Umum Sarana MRTJ	19
Tabel 2.2 Spesifikasi Teknis Kereta	21
Tabel 3.1 Spesifikasi DEG	43
Tabel 3.2 Load summary peralatan di stasiun	44
Tabel 4.1 Hasil Evaluasi Spesifikasi DEG	53

