

**ANALISIS BEBAN PENDINGINAN RUANG GARDU TRAKSI
STASIUN MRT LEBAK BULUS BERDASARKAN
STANDAR SNI 6389-2011 DAN ASHRAE 2019**



JEFRI GUNAWAN
NIM: 41319120038

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS BEBAN PENDINGINAN RUANG GARDU TRAKSI
STASIUN MRT LEBAK BULUS BERDASARKAN
STANDAR SNI 6389-2011 DAN ASHRAE 2019



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Disusun oleh:

Nama : Jefri Gunawan
NIM : 41319120038
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
Juli 2021

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS BEBAN PENDINGINAN RUANG GARDU TRAKSI
STASIUN MRT LEBAK BULUS BERDASARKAN
STANDAR SNI 6389-2011 DAN ASHRAE 2019

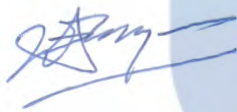
Disusun oleh:

Nama : Jefri Gunawan
NIM : 41319120038
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 23 Juli 2021

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



(Agung Wahyudi B., ST., MT., MM.)

NIP. 0329106901

Penguji Sidang II



(Nur Indah., MT.)

NIP. 116800516

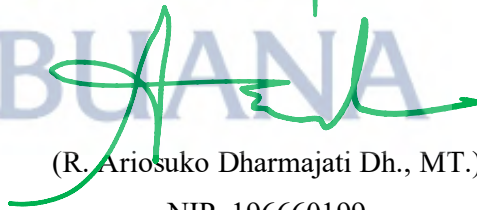
Penguji Sidang I



(Nurato., MT.)

NIP. 114730438

Penguji Sidang III



(R. Ariosuko Dharmajati Dh., MT.)

NIP. 196660199

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



(Muhammad Fitri., M.Si, Ph.D.)

NIP. 1013126901

Koordinator TA



(Alief Avicenna Luthfie., ST., M.Eng.)

NIP. 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Jefri Gunawan

NIM : 41319120038

Jurusan : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Analisis Beban Pendinginan Ruang Gardu Traksi Stasiun MRT Lebak Bulus Berdasarkan Standar SNI 6389-2011 dan ASHRAE 2019.

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 23 Juli 2021



(Jefri Gunawan)

PENGHARGAAN

Dengan Rahmat Allah Subhanahu wa ta'ala yang senantiasa memberikan kesehatan dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan Judul Analisis Beban Pendinginan Ruang Gardu Traksi Stasiun MRT Lebak Bulus Berdasarkan Standar SNI 6389-2011 dan ASHRAE 2019.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dan perhatian dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
2. Alief Avicenna Luthfie, ST, M. Eng selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
3. Agung Wahyudi Biantoro., ST, MT, MM selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.
4. Ismansyah selaku Kepala Departemen *Power Maintenance* PT MRT Jakarta yang telah mengizinkan penulis untuk mengangkat topik tugas akhir di Departemen *Power Maintenance*.
5. Rekan-rekan karyawan PT MRT Jakarta yang telah memberikan bimbingan serta dukungan selama pelaksanaan tugas akhir.
6. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa selama pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir.
7. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan yang mengalami suka duka yang sama dengan penulis dalam menyusun laporan tugas akhir yang merupakan syarat kelulusan mata kuliah tugas akhir pada program Sarjana Strata Satu (S1).

Kemudian penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan yang mungkin terjadi dalam penyusunan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

ABSTRAK

Gardu traksi Stasiun MRT Lebak Bulus seharusnya dijaga suhu ruangan dan kebersihannya untuk mempertahankan umur pakai peralatannya. Baterai untuk suplai daya sistem 110 VDC idealnya beroperasi pada suhu 20°C untuk umur pakai selama 15 tahun karena setiap kenaikan 8°C umurnya menjadi separuhnya. Suhu ruangan pada tahun 2019-2020 berkisar antara 29.3°C - 34.6°C sehingga umur operasinya hanya 38% dari desainnya yaitu 5,7 tahun. Selain itu, terjadi beberapa kali kerusakan pada *rectifier*, pengisi daya baterai dan RTU (*remote terminal unit*) sepanjang tahun 2019-2020 yang disebabkan oleh suhu ruangan yang tidak ideal dan berdebu. Untuk menjaga umur peralatan, diperlukan mesin pendingin udara dengan kapasitas sesuai dengan beban pendingin yang diperlukan untuk suhu ruangan 20°C. Sehingga perlu dilakukan analisis beban pendingin meliputi perhitungan beban pendingin dari luar melewati selubung bangunan dan perhitungan beban pendingin total. Metode observasi dan pengukuran serta pengambilan data di lapangan digunakan untuk menghitung nilai OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) dan beban pendingin berdasarkan Standar SNI 6389-2011 dan ASHRAE 2019 dengan variabel yang diukur berupa suhu dan dimensi ruangan. Peralatan yang digunakan antara lain *portable thermo-hygrometer* dan *digital laser distance*. Hasilnya, nilai OTTV dari ruang gardu traksi sebesar 8,7 W/m², sesuai dengan standar SNI 6389-2011 OTTV yaitu ≤ 35 W/m². Kemudian total beban pendingin sebesar 269.318,22 BTU/h, sehingga dibutuhkan AC unit dengan kapasitas 22,44 TR = 29,92 PK untuk mendinginkan ruang gardu traksi pada suhu 20°C.

Kata Kunci: Beban pendinginan, mesin pendingin udara, OTTV



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**COOLING LOAD ANALYSIS IN THE TRACTION SUBSTATION ROOM OF
MRT LEBAK BULUS STATION ACCORDING SNI 6389-2011
AND ASHRAE STANDARD 2019**

ABSTRACT

The traction substation of Lebak Bulus MRT Station should be maintained at ideal room temperature and cleanliness to maintain the lifetime of the equipment. Batteries for a 110 VDC system power supply ideally operate at 20°C for a lifetime of 20 years because every 8°C increase the lifetime becomes halved. The room temperature ranges in 2019-2020 is between 29.3°C - 34.6°C so the service life is only 38% from design life or 5,7 years. In addition, there were several failures at rectifier, battery charger and RTU (remote terminal unit) during 2019-2020 caused by the room temperature being not ideal and dusty. To maintain the lifetime of the equipment, an air conditioner with proper capacity for a room temperature of 20°C is required. So, it is necessary to analyze the cooling load including the calculation of the cooling load from the outside through the building envelope and the calculation of the total cooling load. Observation and measurement methods as well as data collection in the field are used to calculate the OTTV (Overall Thermal Transfer Value) and cooling load based on SNI 6389-2011 and ASHRAE standards 2019 with the measured variables in the form of temperature and room dimensions. The equipment used includes a portable thermo-hygrometer and a digital laser distance. As a result, the OTTV value from the traction substation room is 8.7 W/m², in accordance with the SNI 6389-2011 OTTV standard, which is 35 W/m². Then the total cooling load is 269,318.22 BTU/h, so an unit air conditioner with a capacity of 22.44 TR = 29.92 PK is needed to cool the traction substation room at a temperature of 20°C.

Keywords: *Air conditioner, cooling load, OTTV*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. GARDU TRAKSI	6
2.2. BEBAN PENDINGINAN DAN PEROLEHAN KALOR	7
2.3. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN METODE CLTD/CLF	9
2.4. PERHITUNGAN OTTV	14
2.5. DATA-DATA	16
2.5.1. Tata Ruang Gardu Traksi dan Kondisi Ruangan	16

2.5.2.	Karakteristik Gedung dan Ruang	17
2.5.3.	Dimensi Ruang Gardu Traksi	18
2.5.4.	Data Peralatan	19
2.5.5.	Data Penerangan	19
2.5.6.	Data Jumlah Pekerja	20
2.6.	PENELITIAN TERDAHULU	20
BAB III METODOLOGI		24
3.1.	DIAGRAM ALIR	24
3.1.1.	Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir	24
3.1.2.	Diagram Alir OTTV	26
3.1.3.	Diagram Alir Analisis Beban Pendingin	28
3.2.	ALAT DAN BAHAN	29
3.2.1.	Peralatan yang digunakan	29
3.2.2.	Bahan yang digunakan	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1.	PENGUKURAN SUHU RUANGAN GARDU TRAKSI	31
4.2.	SUHU DAN KELEMBAPAN DI WILAYAH DKI JAKARTA	32
4.3.	KARAKTERISTIK DESAIN	33
4.4.	PERHITUNGAN OTTV KONDISI AKTUAL	33
4.5.	PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN	38
4.5.1.	Beban Pendingin Luar	38
4.5.2.	Beban Pendingin Dalam	42
4.5.3.	Beban Pendingin Total Ruang Gardu Traksi	44

BAB V PENUTUP	46
5.1. KESIMPULAN	46
5.2. SARAN	46
DAFTAR PUSTAKA	48

LAMPIRAN A. DATA SHEET PERALATAN

LAMPIRAN B. ABSORBTANS TERMAL (α)

LAMPIRAN C. TRANSMITANS TERMAL (U)

LAMPIRAN D. BEDA TEMPERATUR EKUIVALEN

**LAMPIRAN E. KUNCI-KUNCI UNTUK TABEL SC EFEKTIF PADA
PERALATAN PENEDUH LUAR**

LAMPIRAN F. KONDUKSI MELALUI STRUKTUR LUAR

LAMPIRAN G. PEROLEHAN PANAS DARI MANUSIA

LAMPIRAN H. FORM SURAT PENGAJUAN SIDANG AKHIR TA

LAMPIRAN I. KARTU ASISTENSI TA



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Blok Diagram Keseluruhan Sistem	7
Gambar 2.2. Diagram Aliran Panas	8
Gambar 2.3. Perbedaan Perolehan Panas <i>Instantaneous</i> dan Beban Pendinginan	8
Gambar 2.4. Kondisi Gardu Traksi Stasiun MRT Lebak Bulus	16
Gambar 2.5. Tata Ruang Gardu Traksi	17
Gambar 3.1. Diagram Alir Penulisan TA	25
Gambar 3.2. Diagram Alir OTTV	27
Gambar 3.3. Diagram Alir Analisis Beban Pendingin	28
Gambar 4.1. Perubahan Suhu Ruang Gardu Traksi	32



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Data Gedung dan Ruangan	17
Tabel 2.2. Dimensi Ruang Gardu Traksi	18
Tabel 2.3. Data Peralatan di Gardu Traksi Stasiun MRT Lebak Bulus	19
Tabel 2.4. Data Penerangan Gardu Traksi Stasiun MRT Lebak Bulus	19
Tabel 2.5. Penelitian-penelitian Terdahulu	20
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Suhu Ruangan Gardu Traksi	31
Tabel 4.2. Suhu dan Kelembapan di Wilayah DKI Jakarta	32
Tabel 4.3. Karakteristik Desain	33
Tabel 4.4. Faktor Radiasi Matahari untuk Berbagai Orientasi di Jakarta	36
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Beban Pendingin Atap	39
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Beban Pendingin Dinding Barat	41
Tabel 4.7. Beban Pendingin Peralatan Listrik	43
Tabel 4.8. Total Beban Pendingin Luar Ruang Gardu Traksi	44
Tabel 4.9. Total Beban Pendingin Dalam Ruang Gardu Traksi	45

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
Q	Beban pendinginan (BTU/h)
U	Koefisien transfer panas keseluruhan (BTU/h.ft ² .F)
A	Luas area (ft ²)
CLTD _c	CLTD terkoreksi (F)
T	Temperatur (F)
SHGF	<i>Maxium solar heat gain factor</i> (BTU/h.ft ²)
SC	<i>Shading coeficient</i>
Q _s	Beban pendinginan sensibel (BTU/h)
Q _l	Beban pendinginan laten (BTU/h)
W	Daya (Watt)
BF	<i>Ballast factor</i>
CFM	Laju ventilasi udara (ft ³ /min)
TC	Perubahan temperatur antara udara luar dan dalam (F)
α	<i>Absorbtans</i> radiasi matahari.
U _w	<i>Transmitan</i> panas dinding tidak tembus cahaya (W/m ² .K)
TD _{EK}	Beda temperatur ekuivalen
U _f	<i>Transmitans</i> panas sistem peneduh (W/m ² .K)
ΔT	Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam. (diambil 5K)

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
RTU	<i>Remote Terminal Unit</i>
LVDB	<i>Low Voltage Distribution Board</i>
C-GIS	<i>Cubicle-type Gas Insulated Switchgear</i>
HSCB	<i>High Speed Circuit Breaker</i>
RC Fuse	<i>Resistor Capacitor Fuse</i>
AC	<i>Air Conditioning</i>
CLTD/CLF	<i>Cooling Load Temperature Difference/Cooling Load Factor</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
RH	<i>Relative Humidity</i>
OCS	<i>overhead catenary system</i>
TSS	<i>Traction Substation System</i>
PCU	<i>Protection and Control Unit</i>
OTTV	<i>Overall Thermal Transfer Value</i>
WWR	<i>Window-Wall to Rasio</i>
SF	<i>Solar Factor</i>
SC	<i>Shading Coefficient</i>

UNIVERSITAS
MERCU BUANA