

# **LAPORAN TUGAS AKHIR**

## **ANALISA DAN PENGHEMATAN KONSUMSI ENERGI PADA SISTEM PENDINGIN MENGGUNAKAN REFRIGERANT MC-22 DI GEDUNG KORAMIL**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Andika Sunaryanto

NIM : 41416120006

Pembimbing : Fina Supegina, S.T.,M.T

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2021**

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

### **ANALISA DAN PENGHEMATAN KONSUMSI ENERGI PADA SISTEM PENDINGIN MENGGUNAKAN REFRIGERANT MC-22 DI GEDUNG KORAMIL**

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



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Andika Sunaryanto

NIM : 41416120006

Pembimbing : Fina Supegina, S.T.,M.T

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISA DAN PENGHEMATAN KONSUMSI ENERGI PADASISTEM PENDINGIN MENGGUNAKAN REFRIGERANT MC-22DI GEDUNG KORAMIL



Disusun Oleh:

Nama : Andika Sunaryanto

NIM : 41416120006

Program Studi : Teknik Elektro

UNIVERSITAS

MENGETAHUI,  
Pembimbing Tugas Akhir

(Fina Supegina, S.T., M.T)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Eko Ihsanto, M.Eng)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Harizd Ibnu Hajar, S.T., M.Sc)

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andika Sunaryanto  
NIM : 41416120006  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Analisa dan Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Pendingin menggunakan Refrigerant MC-22 di Gedung Koramil

Dengan ini menyatakan bahwa 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 mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 28 Juli 2021



(Andika Sunaryanto)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah mencurahkan nikmat dan karunia-Nya. Karena atas izin dan kemurahan-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa dan Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Pendingin menggunakan Refrigerant MC-22 di Gedung Koramil” ini dapat terselesaikan dengan baik.

Laporan ini disusun dan dibuat sedemikian rupa untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat Tugas Akhir, serta meraih gelar Sarjana Strata Satu (S1) sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik di Universitas Mercu Buana Jakarta. Banyak bantuan dari berbagai pihak dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan yang baik ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Eko Ihsanto, M.Eng selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T.,M.,Sc selaku Sekprodi dan Koordinator Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Kampus Meruya.
3. Ibu Fina Supegina, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
4. Bapak / Ibu Dosen, dan Instruktur Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercubuana yang telah memberikan pengarahan dan dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Mayor Kav Luky Dibyanto selaku Danramil dan Pelda Sajiyo selaku staf Koramil Pasar Rebo yang telah memberikan izin serta membantu selama pencarian data untuk penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Orang Tua dan Keluarga penulis yang telah memberikan doa, motivasi dan semangat untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro angkatan 30 dan semua pihak yang telah membantu serta memberikan motivasi kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Penelitian Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Akhir kata semoga Penelitian Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Mercu Buana khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jakarta, 31 Juni 2021



(Andika Sunaryanto)



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## ABSTRAK

Konsumsi energi listrik di gedung koramil untuk mensuplai peralatan penunjang operasionalnya mengalami peningkatan, seperti peralatan listrik AC (*Air Conditioner*), lampu dan peralatan elektronik lainnya. Berdasarkan profil penggunaannya, AC merupakan peralatan yang paling besar mengkonsumsi energi listrik yakni sebesar 72-75%. Penggunaan dan kontrol yang masih kurang diperhatikan menyebabkan pemborosan dan kurang efisien dalam pemakaiannya. Sebagai upaya nyata dan menindaklanjuti program pemerintah untuk melakukan penghematan pemakaian tenaga listrik pada bangunan gedung negara maka perlu peran serta sumber daya manusia dalam melakukan pengelolaan energi listrik.

Refrigerant jenis R-32 memiliki tekanan yang sangat tinggi mencapai 140psi, hal ini menyebabkan mudah terbakar atau pengikisan pada pipa AC sehingga menyebabkan kebocoran hingga membuat refrigerant menjadi berkurang. Untuk menghindari terjadinya hal tersebut, maka salah satunya dilakukan retrofit jenis refrigerant menjadi sistem refrigerasi kompresi uap yang bertekanan lebih rendah yaitu dengan refrigerant *hydrocarbon propane* (MC-22).

Dampak refrigerasi AC split menggunakan jenis refrigerant MC-22 diketahui 350,15 kJ/kg lebih besar daripada menggunakan jenis refrigerant R-32 diketahui 301,4 kJ/kg. Sehingga penggunaan refrigerant MC-22 pada AC split dapat lebih cepat dalam penyerapan panas. Pencapaian efisiensi energi listrik yang cukup besar dapat dilakukan dengan penggunaan refrigerant jenis Musicool (MC)-22, sehingga diperoleh nilai penghematan energi pada ruangan jaga malam sebesar 1.001,7 kWh/bulan dan diperoleh nilai penghematan energi sebesar 12.020,4 kWh/tahun.

Kata kunci: Konservasi Energi, Sistem Pendingin, MC-22

## **ABSTRACT**

*The consumption of electrical energy in the Koramil building to supply operational support equipment has increased, such as AC (Air Conditioner) electrical equipment, lights and other electronic equipment. Based on its usage profile, AC is the equipment that consumes the most electrical energy, which is 72-75%. The use and control that is still not paid attention to causes waste and is less efficient in its use. As a real effort and following up on government programs to save electricity consumption in state buildings, it is necessary to involve human resources in managing electrical energy.*

*Refrigerant type R-32 has a very high pressure of up to 140psi, this causes flammability or erosion of the AC pipe so that it causes leakage to reduce refrigerant. To avoid this from happening, one of them is retrofitting the refrigerant type into a lower pressure vapor compression refrigeration system, namely hydrocarbon propane (MC-22) refrigerant.*

*The impact of split AC refrigeration using refrigerant type MC-22 is known to be 350.15 kJ/kg greater than using refrigerant type R-32 known to be 301.4 kJ/kg. So that the use of refrigerant MC-22 in split air conditioners can absorb heat faster. The achievement of considerable electrical energy efficiency can be done by using a refrigerant of the Musicool(MC)-22 type, so that the energy saving value in the night watch room is 1.001.7 kWh/month and the energy saving value is 12.020.4 kWh/year.*

*Keywords: Energy Conservation, Cooling System, MC-22*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
1.6. Metodologi Penelitian.....	3
1.7. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	6
2.2. Energi Listrik .....	12
2.3. Konservasi Energi.....	13
2.4. Audit Energi.....	14
2.5. Intensitas Konsumsi Energi Listrik.....	16
2.6. Sistem Pendingin .....	17
2.6.1. Pengertian <i>Air Conditioner Split</i> .....	18
2.6.2. Prinsip Kerja <i>Air Conditioner Split</i> .....	19
2.6.3. Perhitungan Beban Pendinginan .....	22

2.6.4. Sifat Fisika dan Termodinamika R-32 dan MC-22 .....	24
2.6.5. Prestasi Daur Kompresi Uap.....	25
2.6.6. Perhitungan Nilai EER dan COP .....	26
2.6.7. Konsumsi Daya Listrik .....	27

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
3.2. Jenis Data.....	29
3.3. Metode Penelitian .....	30
3.3.1. Audit Energi Awal.....	30
3.3.2. Audit Energi Rinci.....	31
3.4. Diagram Alir Analisis Masalah dan Penyelesaian.....	31
3.5. Diagram Alir Penelitian .....	33
3.5.1. Tahap Awal Penelitian .....	34
3.5.2. Tahap Pengumpulan Data .....	34
3.5.3. Tahap Pengolahan Data.....	35
3.5.4. Tahap Akhir Penelitian.....	36

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Profil Gedung.....	37
4.2. Audit Energi Rinci gedung Koramil .....	39
4.2.1. Data Konsumsi Energi.....	39
4.3. Peluang Hemat Energi pada Sistem Pendingin.....	41
4.4. Analisa Perhitungan Beban Pendinginan.....	41
4.4.1. Kondisi Umum Bangunan .....	41
4.4.2. Daftar Beban Pendinginan.....	42
4.4.3. Perhitungan Beban Pendinginan .....	43
4.4.4. Konsumsi Energi Sistem Pendingin .....	52
4.4.5. Pengujian Sistem Pendingin Jam Kerja Normal .....	53
4.5. Penggunaan <i>Air Conditioner</i> pada Jam Jaga Malam .....	55
4.5.1. Pengujian Sistem Pendingin Jam Jaga Malam .....	55

4.5.2. Retrofit Refrigerant R-32 terhadap MC-22 .....	57
4.5.3. Data Hasil Pengujian Refrigerant.....	58
4.6. Perhitungan Penghematan Energi .....	65
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan... ..	67
5.2. Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xiii</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram irisan penelitian serupa.....	12
Gambar 2.2 <i>Air conditioner</i> split .....	18
Gambar 2.3 Bagan kerja <i>air conditioner</i> split.....	19
Gambar 2.4 Proses kompresi.....	20
Gambar 2.5 Proses kondensasi.....	20
Gambar 2.6 Proses penurunan tekanan .....	21
Gambar 2.7 Proses evaporasi .....	21
Gambar 2.8 Beberapa aspek yang mempengaruhi beban pendinginan.....	23
Gambar 2.9 Siklus sistem refrigerasi kompresi uap pada diagram p-h.....	24
Gambar 2.10 Segitiga daya .....	27
Gambar 3.1 Denah lokasi koramil pasar rebo.....	29
Gambar 3.2 Diagram alir analisis masalah dan penyelesaian .....	32
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian.....	33
Gambar 4.1 Koramil pasar rebo.....	37
Gambar 4.2 Layout penggunaan AC.....	39
Gambar 4.3 Denah ruang kerja .....	42
Gambar 4.4 Hubungan temperature dan waktu kerja AC.....	54
Gambar 4.5 Konsumsi energi rata-rata AC.....	55
Gambar 4.6 Lokasi staf piket .....	56
Gambar 4.7 Hubungan temperature dan waktu kerja AC.....	56
Gambar 4.8 Konsumsi energi rata-rata AC.....	57
Gambar 4.9 Refrigerant MC-22.....	58
Gambar 4.10 Dokumentasi kuat arus menggunakan refrigerant R-32 dan MC-22 .....	59
Gambar 4.11 Hubungan temperature dan waktu kerja AC.....	64
Gambar 4.12 Perbandingan konsumsi daya AC sebelum dan sesudah PHE .....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian serupa .....	6
Tabel 2.2 Standar IKE gedung perkantoran .....	17
Tabel 4.1 Daftar luas setiap lantai gedung koramil.....	38
Tabel 4.2 Spesifikasi AC gedung.....	38
Tabel 4.3 Konsumsi Energi listrik tahun 2020.....	40
Tabel 4.4 Koefisien perpindahan panas .....	43
Tabel 4.5 <i>Colling load temperature differences</i> melalui kaca .....	43
Tabel 4.6 Koefisien perpindahan panas melalui dinding.....	45
Tabel 4.7 <i>Wall construction grup description</i> .....	45
Tabel 4.8 <i>Colling load temperature differences</i> melalui dinding .....	46
Tabel 4.9 Koreksi CLTD untuk garis lintang.....	46
Tabel 4.10 <i>Solar heat gain factor</i> untuk kaca .....	47
Tabel 4.11 <i>Shading cooefficient</i> untuk kaca .....	48
Tabel 4.12 <i>Cooling load factors</i> untuk kaca .....	48
Tabel 4.13 <i>Sensibel dan laten heat gain</i> pada manusia .....	49
Tabel 4.14 Data hasil perhitungan beban pendinginan .....	50
Tabel 4.15 Data konsumsi energi untuk sistem pendingin per hari .....	53
Tabel 4.16 Data pengujian AC 1 PK pada ruang piket.....	58
Tabel 4.17 Nilai entalpi refrigerant R-32 dan MC-22 .....	61
Tabel 4.18 Perbandingan refrigerant R-32 terhadap MC-22 .....	63
Tabel 4.19 Perhitungan penghematan energi .....	65
Tabel 4.20 Nilai penghematan biaya energi listrik .....	66
Tabel 4.21 Nilai kebutuhan biaya investasi .....	66