



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERANCANGAN REFRIGERANT STORAGE SEBAGAI  
PENYIMPANAN ENERGI MEKANIK PADA SISTEM  
PENDINGIN RUANGAN BERTENAGA SEL SURYA**

SKRIPSI

Oleh :  
**Fauzan**  
NIM. 2002321024

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2024**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERANCANGAN REFRIGERANT STORAGE SEBAGAI  
PENYIMPANAN ENERGI MEKANIK PADA SISTEM  
PENDINGIN RUANGAN BERTENAGA SEL SURYA**

**SKRIPSI**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh :

**Fauzan**

**NIM. 2002321024**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2024**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

PERANCANGAN REFRIGERANT STORAGE SEBAGAI PENYIMPANAN  
ENERGI MEKANIK PADA SISTEM PENDINGIN RUANGAN  
BERTENAGA SEL SURYA

Oleh:

Fauzan

NIM. 2002321024

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Haolia Rahman , S.T., M.T. Ph.D

NIP. 198406122012121001

Pembimbing 2

Dr., Paulus Sukusno , S.T., M.T.

NIP. 196108011989031001

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra , S.Pd., M.T.

NIP. 199403092019031013



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PERANCANGAN REFRIGERANT STORAGE SEBAGAI PENYIMPANAN  
ENERGI MEKANIK PADA SISTEM PENDINGIN RUANGAN  
BERTENAGA SEL SURYA

Oleh:

Fauzan

NIM. 2002321024

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 19 Agustus dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Haolia Rahman, S.T., M.T. Ph.D	Ketua Penguji		23 Agustus 2024
2.	Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.	Penguji 1		23 Agustus 2024
3.	Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, S.T., M.T.	Penguji 2		23 Agustus 2024

Depok, 23 Agustus 2024

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE.

NIP. 197707142008121005



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fauzan  
NIM : 2002321024  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 19 Agustus 2024



Fauzan

NIM. 2002321024



# PERANCANGAN REFRIGERANT STORAGE SEBAGAI PENYIMPANAN ENERGI MEKANIK PADA SISTEM PENDINGIN RUANGAN BERTENAGA SEL SURYA

Fauzan, Haolia Rahman, Paulus Sukusno

Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email : [fauzan.tm20@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:fauzan.tm20@mhs.w.pnj.ac.id)

## ABSTRAK

Desain Sistem Penyimpanan Refrigeran untuk aplikasi sistem pendingin udara bertenaga sel surya *stand-alone* bertujuan untuk mengetahui apakah rekayasa sistem AC menggunakan *Refrigerant Storage* dapat dilakukan dan dijalankan menggunakan rekayasa simulasi. Tujuan dari penelitian ini adalah simulasi refrigeran yang dikompresi dan di simpan pada tank yang beroperasi pada sistem refrigerasi kompresi uap untuk aplikasi pendingin udara menggunakan sistem fotovoltaik. Penelitian ini menggunakan *software* Aspen Hysys dan PVsyst untuk mensimulasikan sistem tenaga surya pada sistem penyimpanan refrigeran dan menganalisis, serta menghitung jumlah rasio energi yang diperlukan untuk menjalankan AC yang terintegrasi dengan tenaga surya. Dalam simulasi yang dilakukan dengan PVsyst, energi yang tersedia yang dapat dihasilkan oleh PV adalah 11.049 kWh/tahun dan energi yang digunakan oleh pengguna per tahun adalah 5.760,7 kWh/tahun dengan konfigurasi 2 AC dengan daya 840 Watt/AC, 8 lampu dengan daya 36 Watt/lampu, dan 1 proyektor dengan daya 200 Watt. Hasil simulasi PVsyst menunjukkan bahwa dengan konfigurasi yang telah dimodelkan menggunakan formula fotovoltaik dapat memasok energi langsung ke beban, dalam hal ini adalah AC 1 PK. Penggunaan *Refrigerant Storage* dalam desain sistem AC masih belum sepenuhnya berhasil dalam memanfaatkan efisiensi energi karena COP (*Coefficient of Performance*) yang menunjukkan hasil negatif.

Kata kunci : Solar Power Generation, Refrigeration System, Refrigerant Storage, Aspen Hysys, PVsyst

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



# PERANCANGAN REFRIGERANT STORAGE SEBAGAI PENYIMPANAN ENERGI MEKANIK PADA SISTEM PENDINGIN RUANGAN BERTENAGA SEL SURYA

Fauzan, Haolia Rahman, Paulus Sukusno

Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email : [fauzan.tm20@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:fauzan.tm20@mhs.w.pnj.ac.id)

## ABSTRACT

The design of a Refrigerant Storage System for a stand-alone solar cell-powered air conditioning system aims to determine whether the engineering of an AC system using Refrigerant Storage can be implemented and operated using simulation engineering. The aim of this research is to simulate refrigerant that is compressed and stored in a tank operating within a vapor compression refrigeration system for air conditioning applications using a photovoltaic system. This research uses Aspen Hysys and PVsyst software to simulate a solar power system in a refrigerant storage system and analyse it and calculate the energy ratio required to operate an AC integrated with solar power. In the simulation conducted with PVsyst, the energy available to be generated by the PV system is 11,049 kWh/year, and the energy used by the users per year is 5,760.7 kWh/year, with a configuration of 2 AC units with a power of 840 Watts per unit, 8 lamps with a power of 36 Watts per lamp, and 1 projector with a power of 200 Watts. The PVsyst simulation results show that the modelled configuration using the photovoltaic formula can directly supply energy to the load, in this case, a 1 PK air conditioner. The use of Refrigerant Storage in the AC system design has not yet fully succeeded in achieving energy efficiency, as the COP (Coefficient of Performance) indicates negative results.

Keyword : Solar Power Generation, Refrigeration System, Refrigerant Storage, Aspen Hysys, PVsyst

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas limpahan rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Perancangan Refrigerant Storage sebagai Penyimpanan Energi Mekanik pada Sistem Pendingin Ruang Bertenaga Sel Surya." Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma IV pada Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua yang telah berperan serta dalam kelancaran penelitian ini serta mengapresiasi kepada seluruh pihak yang terlibat di antaranya :

1. Bapak Haolia Rahman , S.T., M.T. Ph.D selaku dosen pembimbing satu yang memberikan arahan terkait penelitian dan memberikan dukungan serta memberikan masukan terhadap pendapat yang penulis berikan pada penelitian yang dilakukan juga bimbingan terkait pengerjaan skripsi.
2. Bapak Dr. Paulus Sukusno , S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dua atas bimbingan, arahan, dan dukungan yang telah diberikan selama proses penulisan dan penyusunan skripsi ini.
3. Orang tua penulis yang selalu membantu semangat moral dan selalu mendukung apa yang dibutuhkan oleh penulis.
4. Saudara-saudara penulis yaitu Ovi Yonita, Mela Molina, Aliyah Rufaidah yang selalu memberi semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Anisa Ramadhani selaku senior dalam membantu serta membagikan pengalaman yang telah di miliki dan membantu dalam mengatasi berbagai kesulitan dalam menyelesaikan pengerjaan skripsi.
6. Nadia Aulia Rahman selaku kekasih penulis yang selalu kebersamai, menemani, mengingatkan penulis untuk semangat dan menyelesaikan dalam pengerjaan skripsi serta memberikan masukan dan dukungan pada penelitian yang di lakukan.
7. Serta teman-teman penulis yang tidak dapat di sebutkan satu persatu.

Bogor, 19 Agustus 2024

Penulis





## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penulisan.....	4
1.4 Manfaat Penulisan.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pendingin Ruangan.....	6
2.1.1 Siklus Pendinginan Udara.....	8
2.1.2 Jenis-Jenis Air Conditioner Kompresi Uap.....	9
2.1.3 Software Aspen Hysys.....	15
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	18
2.2.1 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	18

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2.2	Konfigurasi sistem PLTS Off-grid .....	20
2.2.3	Software PVsyst .....	24
2.3	Kajian Literatur .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>29</b>
3.1	Jenis Penilitan.....	30
3.2	Objek Penelitian .....	31
3.3	Metode Simulasi.....	32
3.4	Jenis dan Sumber Data Penelitian .....	33
3.5	Parameter Pengumpulan Data Penelitian .....	33
3.5.1	Parameter Simulasi Aspen Hysys.....	34
3.5.2	Parameter Simulasi PVsyst .....	37
3.6	Metode Analisis Perhitungan Koefisien Kinerja (Coefficient of Performance) .....	38
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN .....</b>		<b>39</b>
4.1	Simulasi Energi .....	39
4.1.1	Daily Household consumers (Beban Harian).....	39
4.1.2	Peak Sun Hour.....	39
4.1.3	Kapasitas Inverter.....	40
4.1.4	Kapasitas Modul Surya .....	41
4.1.5	Menentukan Kapasitas Battery .....	43
4.1.6	Hasil Simulasi PVsyst.....	43
4.2	Hasil Simulasi Aspen Hysys.....	45
4.2.1	Stream Keadaan Steady State.....	46
4.2.2	Stream dan Tank Dynamic Mode.....	48
4.2.3	Coefficient Of Performance (COP).....	51



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan Penilitan .....	54
5.2 Saran Penelitian.....	54
DAFTAR PUSTAKA .....	55



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Siklus Pendingin Udara Kompresi Uap.....	8
Gambar 2.2 Air Conditioning Cassate .....	10
Gambar 2.3 Air Conditioning Window .....	10
Gambar 2.4 AC Split Unit Indoor Sumber : www.samsung.com .....	11
Gambar 2.5 AC Split Unit Outdoor Sumber : www.samsung.com.....	11
Gambar 2.6 Evaporator AC Split .....	12
Gambar 2.7 Condensor/Coil.....	13
Gambar 2.8 Compressor Scroll.....	14
Gambar 2.9 Dashboard Aspen Hysys.....	17
Gambar 2.10 Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	19
Gambar 2.11 Panel Surya jenis Monocrystalline Sumber : Sinarmonas Industries .....	20
Gambar 2.12 Charge Controller/Regulator .....	21
Gambar 2.13 Baterai jenis LitiumFerroPhosphate (LFP) Sumber : Id Manly Battery .....	22
Gambar 2.14 Inverter Solar Power Sumber : Schneider Electric.....	23
Gambar 2.15 Halaman Antar Muka Simulasi PVsyst .....	25
Gambar 2.16 Schematic Diagram Of Solar Air Conditioning System.....	28
Gambar 2.17 Block diagram of the PV-AC system. ....	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Diagram AC dan Storage Tank terintegrasi dengan PV .....	31
Gambar 3.3 Skema Siklus Vapour Compression Cycle With Refrigerant Storage (2 Tank) .....	32
Gambar 3.4 Dashboard Interface PVsyst .....	33
Gambar 3.5 Spesifikasi Tank (Evaporator Outlet) Pada Aspen Hysys .....	36
Gambar 3.6 Spesifikasi Tank (Compressor Outlet) pada Aspen Hysys .....	36
Gambar 3.7 C2H2F4 (R-134A) AspenHysys Data Component .....	37
Gambar 4.1 Inverter GROWATT SPF5000ES.....	41



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.2 Trina Solar TSM-DE18M-(II)-500 Sumber : <a href="http://www.trinasolar.com">www.trinasolar.com</a> ...	42
Gambar 4.3 Balance and main Result simulation PVsyst.....	43
Gambar 4.4 Result Of PVsyst Main Configuration .....	44
Gambar 4.5 log(P)-h Chart R-134A.....	45



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Daily Household Consumers.....	39
Tabel 2 Peak Sun Hour/Year .....	39
Tabel 3 Data Sheet Inverter GROWATT 5000ES .....	41
Tabel 4 Data Enthalpy dengan menggunakan log p-h Chart.....	45
Tabel 5 Data Enthalpy pada Aspen Hysys .....	46
Tabel 6 Data Suhu dan Tekanan pada Siklus Refrigerasi (08:00AM-16:00).....	46
Tabel 7 Data Simulasi Konfigurasi 8 Jam Outlet (Evaporator, Kompresor, Kondensor, Expansion Valve) .....	48
Tabel 8 Data Simulasi Konfigurasi 16 Jam Outlet (Evaporator, Kompresor, Kondensor, Expansion Valve).....	49
Tabel 9 Data Tank, Valve, Kompresor 24 Jam .....	49
Tabel 10 Coefficient Of Performance Air Conditioner With Refrigerant Storage	51

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Refrigerasi adalah suatu proses pendinginan yang digunakan untuk mencapai atau menjaga temperatur suatu lingkup ruangan dengan memindahkan panas dari temperatur tinggi ke temperatur yang lebih rendah. Prinsip kerja *Air Conditioner* (AC) tidak sekadar berperan sebagai sistem pendingin, melainkan juga harus memiliki kapabilitas untuk menghasilkan kualitas udara yang nyaman.

Proses ini melibatkan pengontrolan atas variabel fisika dan kimiawi udara, termasuk suhu, kelembaban, gerakan udara, tekanan udara, partikulat debu, keberadaan bakteri, aroma, konsentrasi gas beracun, dan ionisasi. Implementasi AC, baik di dalam lingkup rumah maupun gedung, mencerminkan aplikasi praktis dari konsep ini, di mana tingkat kenyamanan yang disediakan oleh sistem pendingin dan pengkondisian udara memiliki dampak yang signifikan pada kualitas hidup sehari-hari, terutama di lingkungan perkantoran dan industri.

Pengkondisian udara pada suatu ruang, dari segi konsep, melibatkan regulasi terhadap parameter kelembaban, pemanasan, dan pendinginan udara di dalam ruangan, yang diimplementasikan melalui sistem yang terdiri dari evaporator, kondensor, kompresor, katup ekspansi, dan dalam beberapa kasus, elemen pemanas (*heater*) yang terintegrasi dalam perangkat *evaporator housing* (Siagian, 2017). Fokus utama dari proses pengkondisian ini adalah memberikan tingkat kenyamanan yang optimal, dengan dampak positif dalam mengurangi tingkat kelelahan atau pun panas, yang memberikan kontribusi pada peningkatan tingkat kebugaran dan produktivitas.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sebagai negara dengan populasi terbesar keempat di dunia (Cindy, M. A., 2023), dan seiring dengan memburuknya perubahan iklim dan pemanasan global, kita semakin bergantung pada pendingin udara untuk mendapatkan kenyamanan *thermal*. Namun, jika kita terus menggunakan pendingin udara listrik tradisional yang didukung oleh bahan bakar fosil, kita hanya akan memperburuk keadaan, meningkatkan emisi gas rumah kaca, dan mendorong permintaan pendingin udara yang lebih tinggi. Di kota-kota subtropis, pendingin udara adalah kebutuhan umum di gedung-gedung, tetapi bisa menghabiskan hampir setengah dari konsumsi listrik sebuah bangunan (Daut et al., 2013). Dengan demikian, beban pendinginan menjadi faktor utama dalam konsumsi energi yang besar di Indonesia, menunjukkan perlunya strategi efisiensi energi yang lebih baik.

Dalam perancangan dengan inovasi untuk mengurangi konsumsi energi, terutama pada malam hari. Salah satu cara yang digunakan adalah dengan menambahkan komponen penyimpanan *refrigerant*, yang disebut sebagai *Refrigerant Storage*. Komponen ini berfungsi untuk mengumpulkan *refrigerant* yang telah terkompresi selama siang hari, dengan catatan penggunaan *Air Conditioning* ditenagai oleh *PhotoVoltaic* (PV). Dalam membantu menghitung kebutuhan energi dilakukan simulasi dan analisis kinerja sistem PV untuk kebutuhan energi AC, menggunakan perangkat lunak PVsyst. PVsyst merupakan alat simulasi yang sangat efektif dalam merancang dan menganalisis sistem PV.

Salah satu tantangan utama dalam penggunaan sistem pendingin ruangan adalah ketergantungan pada listrik, terutama pada malam hari ketika PV tidak dapat menghasilkan energi. Penggunaan *Refrigerant Storage* dapat mengatasi masalah ini dengan konsep menyimpan refrigeran terkompresi selama siang hari untuk digunakan pada malam hari sebagai energi mekanik. Hal ini dapat mengurangi penggunaan listrik dari jaringan dan memperpanjang umur baterai pada sistem PV *refrigerant* yang terkompresi ini kemudian disimpan dalam *Refrigerant Storage* dan digunakan sebagai





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sumber energi cadangan pada malam hari. Dengan demikian, penggunaan listrik atau daya utama pada malam hari dapat dikurangi secara signifikan dibandingkan dengan penggunaan pada siang hari.

Sistem PV yang terintegrasi dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan, *concern* utama penelitian adalah saat kondisi malam hari yang berimbas dengan tidak adanya cahaya matahari maka PV tidak dapat menghasilkan listrik yang membuat pendingin ruangan tidak dapat bekerja tanpa adanya sumber utama. Untuk menutupi hal ini maka perlu adanya sebuah tambahan komponen yaitu *Refrigerant Storage* digunakan sebagai tempat penyimpanan *refrigerant* yang telah di kompresi yang nantinya akan digunakan pada malam hari saat PV sudah tidak dapat memberikan energi. Dalam melakukan penelitian ini perangkat lunak Aspen Hysys digunakan sebagai metode untuk simulasi sistem *Air Conditioning* dengan *Refrigerant Storage*.

Harapannya, penelitian ini mampu menghitung kebutuhan energi/beban, merancang dan mengintegrasikan komponen *refrigerant* storage ke dalam sistem pada AC dan mengkonfigurasi komponen dan karakteristik sistem, serta kinerja sistem akan dianalisis berdasarkan operasional dan aplikasi konvensional secara komersial, yang akan disesuaikan melalui rekayasa simulasi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Bagaimana melakukan penyesuaian kebutuhan energi dan menganalisis hasil *output* dari panel surya (PhotoVoltaic) untuk mendukung sistem pendingin ruangan?



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Bagaimana merancang dan mengintegrasikan komponen *Refrigerant Storage* dalam sistem *Air Conditioning*, terutama pada malam hari ketika PV tidak dapat menghasilkan energi?
3. Bagaimana pengaruh nilai COP terhadap penambahan komponen Refrigerant Storage dalam sistem Air Conditioning?

### 1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dilakukannya penelitian adalah, untuk mengetahui apakah rekayasa dari sistem *Air Conditioning* menggunakan Refrigerant Storage dapat dilakukan dan dijalankan menggunakan rekayasa simulasi. Tujuan lainnya adalah :

1. Menghitung kebutuhan energi dan juga pemilihan komponen serta *design* untuk menghasilkan energi yang mendukung kebutuhan sistem pendingin ruangan menggunakan *software* simulasi PVsyst.
2. Merancang dan mengintegrasikan komponen *Refrigerant Storage* dalam sistem *Air Conditioning* menggunakan *software* Aspen Hysys
3. Mengetahui pengaruh nilai COP pada sistem Air Conditioning setelah ditambahkan komponen Refrigerant Storage.

### 1.4 Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan adalah sebagai berikut :

1. Menghasilkan sistem yang dapat diaplikasikan sesuai dengan konsep dan sistem refrigasi yang dapat terintegrasi *PhotoVoltaic*



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Memberikan hasil riset penelitian sistem refrigasi menggunakan simulasi pada software untuk referensi penelitian selanjutnya dalam ranah energi terbarukan

## 1.5 Sistematika Penulisan

### BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini memberikan tentang masalah dan latar belakang yang diangkat, tujuan serta manfaat dan juga sistematika penulisan

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan tentang landasan teori dari setiap komponen yang akan menjadi acuan atau parameter dalam melakukan penelitian ini, yang bersumber dari buku, jurnal, skripsi atau sumber lainnya yang berkaitan dengan penulisan

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang jenis penelitian, objek penelitian metode penggunaan alat-alat(*software*) yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian, serta analisis data.

### BAB IV HASIL PENELITIAN

Bab ini berisikan uraian rancangan simulasi, serta data hasil simulasi menggunakan *software Aspen HYSYS* dengan metode *steady-state*, dan juga dengan *Dynamic Mode* sebagai metode pembuktian

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas ringkasan hasil dan pembahasan serta memberikan saran untuk penelitian yang akan datang.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan Penilitan

- Berdasarkan simulasi PVsyst menunjukkan bahwa dengan konfigurasi yang sudah dilakukan, PhotoVoltaic dapat menyuplai energi sebesar 11049 kWh/year dengan energi yang terpakai sebesar 5761 kWh/year.
- Perancangan *Refrigerant Storage* dalam desain sistem *Air Conditioning* (AC) masih belum sepenuhnya berhasil dalam memanfaatkan keefisienan energi karena cop yang menunjukkan hasil negatif.
- Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pengaruh nilai COP saat menggunakan *Refrigerant Storage* dalam desain sistem *Air Conditioning* (AC) terjadi penurunan. Pada kondisi berjalan menggunakan kompresor COP sebesar 3, sementara saat kondisi kompresor mati dan menggunakan *Refrigerant Storage* COP menjadi -0,38. Hal ini tentunya akan berdampak pada efisiensi energi dan berpotensi merusak komponen pada sistem.

#### 5.2 Saran Penelitian

- Fungsi utama dari Compressor masih belum dapat digantikan oleh *Refrigerant Storage* di mana *Compressor* memiliki fungsi untuk kevakuman dan juga menaikkan tekanan sedangkan *Refrigerant Storage* tidak memiliki fungsi untuk kevakuman.
- Skema yang digunakan adalah desain awal dari *prototype* rekayasa perlu adanya tambahan ejector pada outlet tank sehingga dapat menjaga kevakuman pada saat simulasi dan juga dapat menambahkan Regulator pada outlet menuju condensor agar pressure bisa tetap konstan terjaga.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aldina, Serlya, And Novita Sari. "Skripsi–Tk141581 Penggunaan Sinar Matahari Sebagai Sumber Energi Dalam Proses Pendingin Ruangan."
- Alsouda, F., Bennett, N. S., Saha, S. C., Salehi, F., & Islam, M. S. (2023). Vapor Compression Cycle: A State-of-the-Art Review on Cycle Improvements, Water and Other Natural Refrigerants. *Clean Technologies*, 5(2), 584–608. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol5020030>
- Anand, S., & Tyagi, S. K. (2012). Exergy analysis and experimental study of a vapor compression refrigeration cycle: A technical note. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 110(2), 961–971. <https://doi.org/10.1007/s10973-011-1904-z>
- Ayyubi, A. R., Mustaqim, Wibowo, H., & Wibowo, A. (2020). ANALISIS KINERJA EVAPORATOR PADA AC SPLIT 1 PK DENGAN REFRIGERANT R-22 dan R-290. *Jurnal Engineering*, 1(1), 1–70.
- Dahlan, K., Anou, K. N., Napitupulu, D., & Hamzah, H. (2024). Simulasi dan Pemodelan Sistem Optimalisasi Daya Panel Surya Menggunakan Metode Pelacakan Titik Daya Maksimum. *Saintifik*, 10(1), 6–12. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v10i1.462>
- Daut, I., Adzrie, M., Irwanto, M., Ibrahim, P., & Fitra, M. (2013). Solar powered air conditioning system. *Energy Procedia*, 36, 444–453. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.07.050>
- Giampieri, A., Ma, Z., Smallbone, A., & Roskilly, A. P. (2018). Thermodynamics and economics of liquid desiccants for heating , ventilation and air-conditioning – An overview. *Applied Energy*, 220(March), 455–479. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.112>
- Guide to Thermostatic Expansion Valves on Air Conditioners & Heat Pumps.*

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(n.d.).

Gunoto, P., & Sofyan, S. (2020). PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 100 Wp UNTUK PENERANGAN LAMPU DI RUANG SELASAR FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU KEPULAUAN. *Sigma Teknika*, 3(2), 96–106. <https://doi.org/10.33373/sigma.v3i2.2754>

Hidayati, B., Irawan, F., Herawati, Y. B., Kol, J., Udin, W., Kayuara, K., Sekayu, K., Musi, K., Prop, B., & Selatan, S. (2021). ANALISIS KELEMBABAN UDARA PADA AC SPLIT WALL USIA PAKAI 8 TAHUN DENGAN KAPASITAS 18000 Btu / hr. 13(1), 8–12.

Huang, B. J., Hou, T. F., Hsu, P. C., Lin, T. H., Chen, Y. T., Chen, C. W., Li, K., & Lee, K. Y. (2016). Design of direct solar PV driven air conditioner. *Renewable Energy*, 88, 95–101. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.11.026>

Karuniawan, E. A. (2021a). Analisis Perangkat Lunak PVSYST, PVSOL dan HelioScope dalam Simulasi Fixed Tilt Photovoltaic. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(3), 100. <https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i3.001>

Karuniawan, E. A. (2021b). Analisis Perangkat Lunak PVSYST, PVSOL dan HelioScope dalam Simulasi Fixed Tilt Photovoltaic. 12(3), 100–105. <https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i3.001>

Lazaroiu, A. C., Gmal Osman, M., Strejoiu, C.-V., & Lazaroiu, G. (2023). A Comprehensive Overview of Photovoltaic Technologies and Their Efficiency for Climate Neutrality. *Sustainability*, 15(23), 16297. <https://doi.org/10.3390/su152316297>

Li, Y., Zhang, G., Lv, G. Z., Zhang, A. N., & Wang, R. Z. (2015). *ScienceDirect Performance study of a solar photovoltaic air conditioner in the hot summer and cold winter zone*. 117, 167–179. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2015.04.015>

Maka, A. O. M., & Alabid, J. M. (2022). Solar energy technology and its roles in sustainable development. *Clean Energy*, 6(3), 476–483.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

<https://doi.org/10.1093/ce/zkac023>

Mertens, N., Alobaid, F., Lanz, T., Epple, B., & Kim, H. (2016). Dynamic simulation of a triple-pressure combined-cycle plant : Hot start-up and shutdown. *FUEL*, *167*, 135–148. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.11.055>

Mondal, S. K., Uddin, M. R., Majumder, S., & Pokhrel, J. (2015). HYSYS Simulation of Chemical Process Equipments. *Chemical Engineering and Processing*, 1–7.  
[https://www.researchgate.net/publication/281608946\\_HYSYS\\_Simulation\\_of\\_Chemical\\_Process\\_Equipments](https://www.researchgate.net/publication/281608946_HYSYS_Simulation_of_Chemical_Process_Equipments)

Morishita, E., Sugihara, M., Inaba, T., & Nakamura, T. (1984). *Scroll compressor analytical model*.

Nasution, A. H., Ambarita, H., Sihombing, H. V., Setiawan, E. Y., & Kawai, H. (2020). The effect of stage number on the performance of a vapor compression refrigeration cycle using refrigerant R32. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *851*(1).  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/851/1/012039>

Nugraha, D., & Krismadinata, K. (2020). Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Dengan Dengan Modulasi Lebar Pulsa PWM Menggunakan Antarmuka Komputer. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, *6*(1), 340.  
<https://doi.org/10.24036/jtev.v6i1.108035>

*Part 2 Vapour Compression Refrigeration*. (n.d.). 42–45.

Raharjo, S. (2020). *Efisiensi Penggunaan Refrigerant Pada Mesin Pengkondisian Udara Split*.

Rasmussen, B. P., Price, C., Koeln, J., Keating, B., & Alleyne, A. (2018). HVAC system modeling and control: Vapor compression system modeling and control. In *Advances in Industrial Control* (Issue 9783319684611).  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-68462-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68462-8_4)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sari, M. (2019). Disusun Oleh : Disusun Oleh : *Pelaksanaan Pekerjaan Galian Diversion Tunnel Dengan Metode Blasting Pada Proyek Pembangunan Bendungan Leuwikeris Paket 3, Kabupaten Ciamis Dan Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat*, 1(11150331000034), 1–147.

Sari, N. (2017). *Penggunaan Sinar Matahari Final Project – Tk141581 Utilization of Solar Energy for.*

Siagian, S. (2017). ANALISIS KARAKTERISTIK UNJUK KERJA KONDENSOR PADA SISTEM PENDINGIN (AIR CONDITIONING) YANG MENGGUNAKAN FREON R-134 a BERDASARKAN PADA VARIASI PUTARAN KIPAS PENDINGIN. *Bina Teknika*, 11(2), 124. <https://doi.org/10.54378/bt.v11i2.104>

Sporlan Division, P. H. C. (2011). *Thermostatic Expansion Valves Theory of Operation, Application, and Selection. March.* [https://www.parker.com/literature/Sporlan/Sporlan pdf files/Sporlan pdf 010/10-9.pdf](https://www.parker.com/literature/Sporlan/Sporlan%20pdf%20files/Sporlan%20pdf%20010/10-9.pdf)

Triyanto, A. (2023). *OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer dan Science PENGARUH VARIASI TEKANAN REFRIGERANT TERHADAP KINERJA SISTEM AIR CONDITIONER SPLIT KONVENSIONAL*. 2(12).

Zhu, Lijin., Li, Cunyong. (2020). Refrigerant Storage Tank, Multi-Split Air Conditioner And Refrigerant Control Method.