

**ANALISA PERBANDINGAN PENGARUH *SETTING* SUHU AIR
CONDITIONER TERHADAP KONSUMSI ENERGI LISTRIK
PADA *AIR CONDITIONER INVERTER* DENGAN *NON –
INVERTER***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang



Disusun oleh:

ARY ZAKIYUDDIN

NIM.30601501767

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

**ANALISA PERBANDINGAN PENGARUH *SETTING* SUHU AIR
CONDITIONER TERHADAP KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA
AIR CONDITIONER INVERTER DENGAN NON – INVERTER**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Pada Program Studi
Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang



OLEH

ARY ZAKIYUDDIN

30601501767

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNOLOGI
INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2022**

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ary Zakiyuddin
NIM : 30601501767
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **“ANALISA PERBANDINGAN PENGARUH SETTING SUHU AIR CONDITIONER TERHADAP KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA AIR CONDITIONER INVERTER DENGAN NON- INVERTER ”** adalah hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, September 2023

Yang Menyatakan



Ary Zakiyuddin

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISA PERBANDINGAN PENGARUH *SETTING* SUHU *AIR CONDITIONER* TERHADAP KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA *AIR CONDITIONER INVERTER* DENGAN *NON- INVERTER*" ini disusun oleh:


Nama : ARY ZAKIYUDDIN
NIM : 30601501767
Program Studi : Teknik Elektro

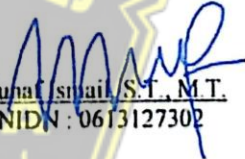
Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Senin
Tanggal : 11 september 2023

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T.
NIDN : 0628086501


Munaf Ismail, S.T., M.T.
NIDN : 0613127302

Mengetahui,

Ka Program Studi Teknik Elektro




Jenny Putri Hapsari, ST, MT
NIDN : 0607018501

12 09 23

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISA PERBANDINGAN PENGARUH *SETTING* SUHU *AIR CONDITIONER* TERHADAP KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA *AIR CONDITIONER INVERTER* DENGAN *NON- INVERTER*" ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Senin
Tanggal : 11 September 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

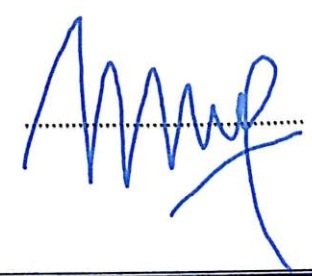
Agus Suprajitno, S.T., M.T.
NIDN : 0602047301
Ketua penguji



Dr.Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T.
NIDN : 0628086501
Penguji I



Munaf Ismail, S.T., M.T.
NIDN : 0613127302
Penguji II



PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ary Zakiyuddin
NIM : 30601501767
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri
Alamat Asal : Dk. krajan RT 2/ RW 3 desa grogol,karangtengah, Demak
No. HP / Email : 081295698641/ ary.zaky12@gmail.com

Dengan ini saya menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul **“ANALISA PERBANDINGAN PENGARUH *SETTING* SUHU *AIR CONDITIONER* TERHADAP KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA *AIR CONDITIONER INVERTER* DENGAN *NON- INVERTER*”** dan menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/ Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung

Semarang, September 2023

Yang Menyatakan



Ary Zakiyuddin

KATA PENGANTAR

Segala puji kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segenap hati pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut.

1. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri UNISSULA, yang telah mengesahkan tugas akhir ini.
2. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan izin kepada penulis untuk membuat dan menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Agus Adhi Nugroho, ST., MT selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya dalam membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Munaf Ismail, ST., MT Selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya dalam membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Semua dosen Jurusan Teknik Elektro UNISSULA, terima kasih atas semua jasa Bapak dan Ibu dosen.
6. Seluruh Pegawai dan Karyawan di PT Glory Industrial Semarang-Demak yang dengan semangat membantu proses penelitian ini.
7. Semua pihak yang tidak mungkin saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan kontribusinya dalam membantu pelaksanaan penelitian ini.

Semoga segala bantuan yang sudah diberikan kepada penulis menjadi amalan yang akan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

Semarang, 23 Desember 2022

Ary Zakiyuddin

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAK	xiii
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Manfaat	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori.....	6

2.2.1	Air conditioner	6
2.2.2	Air Condition Inverter	8
2.2.3	Gas law	8
2.2.4	Sirkulasi udara	12
2.2.5	Sirkulasi <i>refrigerant</i> didalam sistem pendingin	12
2.2.6	Proses Kompresi	13
2.2.7	Proses Kondensasi	14
2.2.8	Proses Penurunan Tekanan	14
2.2.9	Proses Evaporasi	15
2.2.10	Perhitungan kebutuhan <i>Air Conditioner</i> dalam sebuah ruangan 15	
2.2.11	Daya listrik	16
2.2.12	Energi listrik	17
2.2.13	Tarif dasar listrik	18
METODE PENELITIAN		19
3.1	Model Penelitian	19
3.2	Metode Penelitian	20
3.2.1	Metode Studi Literature	20
3.2.2	Metode Pencatatan Data Awal	20
HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Perhitungan BTU Ruang	29
4.2	Perhitungan Daya Dan Energi <i>Air Conditioner</i>	29
4.2.1	Perhitungan daya <i>Air Conditioner inverter</i> pada suhu ruangan 30°C dan <i>setting</i> suhu <i>Air Conditioner</i> 22°C dalam satu jam	29
4.2.2	Perhitungan daya <i>Air Conditioner Non - inverter</i> pada suhu ruangan 30°C dan <i>setting</i> suhu <i>Air Conditioner</i> 22°C dalam satu jam ..	35
PENUTUP		40
5.1	Kesimpulan	40

5.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....		42



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Air Conditioner SHARP <i>Inverter</i>	20
Tabel 3. 2 Spesifikasi <i>Air Conditioner</i> SHARP <i>Non – Inverter</i>	22
Tabel 3. 3 Daftar Alat Penelitian.....	25
Tabel 3. 4 Data Pengukuran Egangan Dan Arus <i>Air Conditioner Inverter</i>	28
Tabel 3. 5 Data Pengukuran Tegangan Dan Arus <i>Air Conditioner Non-Inverter</i>	28
Tabel 4. 1 Perhitungan Penggunaan daya dan Energi AC Dalam Satu Jam	31
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Biaya Energi.....	34
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Biaya Total	34
Tabel 4. 4 Perhitungan Penggunaan Daya Dan Energi AC Dalam Satu Jam.....	36
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Biaya Energi.....	38
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Total Biaya Energi	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 sirkulasi Pendingin	7
Gambar 2. 2 grafik panas	10
Gambar 2. 3 dasar siklus <i>refrigerant</i> langkah demi langkah	11
Gambar 2. 4 sirkulasi udara pada Air onditioner	12
Gambar 2. 5 Sirkulasi Refrigerant	13
Gambar 2. 6 Proses Kompresi	14
Gambar 3. 1 <i>Single Line Diagram</i> Dari Kwh Meter Ke <i>Air Conditioner Inverter</i> ...	19
Gambar 3. 2 <i>Single Line Diagram</i> Dari Kwh Meter Ke AC Non-Inverter	19
Gambar 3. 3 Denah Ruangn Tempat Penelitian	24
Gambar 3. 4 Flowchart Penelitian	26
Gambar 3. 5 Multi Diagram Line Air Conditioner AH-AP5KHL	27
Gambar 4. 1 Grafik Daya <i>Air Conditioner Inverter</i> Saat Kompresor <i>ON</i>	31
Gambar 4. 2 Konsumsi Energi <i>Air Conditioner</i>	32
Gambar 4. 3 Gambar Pengukuran Arus	32
Gambar 4. 4 Gambar Pengukuran Tegangan	33
Gambar 4. 5 Daya <i>Air Conditioner Non - Inverter</i> Saat Kompresor <i>ON</i>	36
Gambar 4. 6 Kebutuhan Energi <i>Air Conditioner Non - Inverter</i>	37
Gambar 4. 7 Pengukuran Tegangan AH-AP5KHL	37
Gambar 4. 8 Pengukuran Arus AH-AP5KHL	38
Gambar 4. 9 Pengukuran Cos Phi AH-AP5KHL	38

ABSTRAK

Inverter adalah salah satu teknologi yang diterapkan dalam *air conditioner* untuk merubah putaran motor pada kompresor dengan merubah frekuensi listrik sebelum masuk ke kompresor. Konsumsi energi dan pemilihan BTU untuk menemukan pengaturan suhu yang sesuai menjadi anjuran mendapatkan kepuasan penggunaan air conditioner.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk: mengetahui hasil estimasi dari kedua ruangan tersebut; menentukan bagaimana pengaturan suhu AC mempengaruhi konsumsi energi; mencari tahu alasan perbedaan penggunaan energi listrik ketika mengubah pengaturan suhu sistem kontrol iklim; bandingkan jumlah biayanya dengan kebutuhan pendinginan;serta mengetahui kebutuhan dan jenis AC yang diperlukan dalam ruangan atau suatu tempat. Penelitian ini menggunakan metode observasi dan perhitungan BTU ruangan dan perhitungan daya dan energi AC.

Hasil penelitian ini adalah: konsumsi energi listrik yang lebih variatif dan bisa lebih rendah dalam biaya dan konsumsi energi listrik yang dipakai saat suhu ruangan sudah mendekati sesuai dengan settingan, dibandingkan dengan Air conditioner non – inverter yang dimana pemakaian energinya sama meski suhu sudah mencapai settingan; Perubahan konsumsi energi listrik selama satu jam didasarkan pada berapa lama kompresor bekerja untuk menjaga ruangan pada suhu yang disetel dan kapan berhenti bekerja setelah AC berhasil menjaga ruangan pada suhu yang ditetapkan penulis dalam penelitian; pada setting suhu 20⁰C dalam satu jam sistem pendingin tidak dapat mendinginkan ruangan hingga suhu tersebut, sehingga blower harus terus bekerja tanpa henti selama satu jam dan mempertahankan energi listrik secara terus-menerus sehingga terjadi pemborosan; Suhu memiliki konsumsi energi listrik terendah 25⁰C yaitu 0.36 KWh dan tertinggi pada suhu 20⁰C yaitu 0.43KWh untuk Air conditioner Inverter tipe AH-XP6UHY, sedangkan konsumsi energi listrik pada air conditioner tipe *non- inverter* AH-AP5KHL terhitung pada konsumsi yang sama – sama untung penggunaan setiap perubahan suhunya.

Kata Kunci: *Air Conditioner*, BTU Ruangan, *Inverter*, Daya Dan Energi.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu hal yang memudahkan bekerja, belajar, dan melakukan hal lainnya adalah membutuhkan AC di dalam ruangan saat melakukan kegiatan. Pengguna akan merasa nyaman berada di ruangan dengan suhu yang sejuk dan bersih. Pengkondisian udara merupakan proses perlakuan terhadap udara sebagai langkah mengatur suhu, kelembaban, kebersihan, dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman dengan yang dibutuhkan oleh penghuni yang ada diruangan.

Air Conditioner (AC) adalah suatu alat atau mesin elektronik yang memiliki kegunaan mengatur suhu suatu ruangan, kelembapan serta kualitas udara yang beredar pada ruangan. Banyak perusahaan Produsen AC di Indonesia yang menyediakan AC beragam dengan fitur peredaran udara yang tidak sama.

Inverter adalah salah satu teknologi yang diterapkan dalam *air conditioner* untuk merubah putaran motor pada kompresor dengan merubah frekuensi listrik sebelum masuk ke kompresor .

Pemanfaatan energi dan penentuan BTU untuk mendapatkan pengaturan suhu yang tepat merupakan usulan pemenuhan dari pemanfaatan sistem pengendalian tata udara. Berdasarkan latar belakang tersebut maka diambil judul untuk tugas akhir adalah “ANALISA PERBANDINGAN PENGARUH *SETTING* SUHU *AIR CONDITIONER* TERHADAP KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA *AIR CONDITIONER INVERTER* DENGAN *NON – INVERTER*”.

1.2 Perumusan masalah

Permasalahan yang menjadi pembahasan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh pengaturan suhu terhadap ruang yang sama pada konsumsi energi listrik.
2. Faktor apa saja yang menjadi penyebab perubahan konsumsi energi listrik pada setting suhu *air conditioner*
3. Pada setting temperatur berapa konsumsi energi listrik terendah dan tertinggi.

1.3 Pembatasan Masalah

Di dalam penulisan skripsi ini, penulis membatasi permasalahan pada:

1. Permasalahan yang dibahas dibatasi hanya pada jenis *air conditioner* 1/2 pk type split *inverter* merk SHARP dan *non-inverter* merk SHARP.
2. Dilakukan dengan unit *Air Conditoner* yang memiliki daya yang sama
3. Pengukuran tegangan dan arus dilakukan selama satu jam
4. Didalam ruangan berisi 1 orang
5. Pembahas perhitungan luas ruangan yang digunakan penelitian
6. Penelitian diawali dengan setting suhu pada *air conditioner* 20°C - 25°C
7. Penelitian dilakukan pada suhu awal ruangan 30°C

1.4 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini antara lain:

1. Mengetahui hasil dari pengukuran dari kedua ruangan.
2. Mengetahui pengaruh setting suhu pada *air conditioner* terhadap konsumsi energi listrik
3. Mengetahui penyebab terjadinya perbedaan konsumsi energi listrik pada saat kita mengatur *setting* suhu *air conditioner*

4. Membandingkan berapa biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan *air conditioner* tersebut.

1.5 Metode Penelitian

1. Metode Studi literature

Fase yang mendasari eksplorasi dimulai dengan berkonsentrasi pada berbagai buku, buku harian dan sumber dari web dan berbagai sumber yang akan menjadi referensi yang dicatat sebagai hard copy ujian ini. Kajian menulis berubah menjadi premis hipotetis yang akan dicoba dalam ujian yang akan diselesaikan dalam eksplorasi

2. Metode pengukuran awal

Pencipta mengumpulkan informasi tentang objek penelitian sistem pengendalian tata udara *Air Conditioner inverter* dan *non-inverter*. Pengumpulan data berupa spesifikasi *Air Conditioner* inverter dan non-inverter. Data spesifikasi dasar pada *Air Conditioner* adalah mencakup tegangan masukan, arus total *Air Conditioner*, dan kapasitas pendinginan.

3. Observasi lapangan

Dalam peninjauan di lapangan, pengujian dilakukan dengan melakukan estimasi langsung terhadap sumber informasi listrik ke sistem udara paksa di udara terbuka dengan menggunakan alat penduga *Clamp Meter* yang terkomputerisasi untuk menentukan nilai arus utama *air conditioner* dan tegangan informasi pada *air conditioner*.

1.6 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa, dapat digunakan sebagai referensi untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan.
2. Sebagai bahan acuan mengenai penggunaan *Air Conditioner* dan mengetahui kebutuhan *Air Conditioner* dalam ruangan.
3. Bagi masyarakat umum dapat digunakan sebagai referensi dalam memilih jenis *Air Conditioner*.

4. Untuk dosen dan mahasiswa diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan baru dalam bidang sistem *Air Conditioner*

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran secara garis besar tentang isi dari penelitian. Adapun susunan sistematika penelitian ini sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang dasar – dasar teori penggunaan energi listrik yang dikonsumsi *Air Conditioner* dan tinjauan pustaka dalam melakukan perbandingan perhitungan konsumsi energi listrik.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang metode penelitian yang digunakan pada penelitian yang dilakukan.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang data – data yang terkumpul setelah melakukan penelitian dan melakukan pengolahan data tersebut dan nantinya menghasilkan pembahasan dan solusi.

BAB V DAFTAR PUSTAKA

Bab ini memberikan informasi literatur – literatur yang diambil.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Dalam melakukan penelitian ini penulis mengambil beberapa referensi yang dijadikan sebagai tinjauan agar Tugas Akhir yang dibuat oleh penulis menjadi lebih baik dari penelitian sebelumnya dan beberapa referensi pustaka yang ada yaitu :

1. Pemakaian energi listrik, seperti yang terjadi di Politeknik Negeri Malang memiliki daya besar pada pemakaian AC yang belum menggunakan teknologi *inverter* yang dapat menghemat energi pemakaian listrik dengan kerja pendinginan yang maksimal. Jika di siang hari yang panas dipilih suhu 25°C pada AC tanpa *inverter*, air conditioner otomatis akan mati sendiri ketika suhu ruangan sudah dibawah 25°C , dan akan hidup lagi pada saat suhu naik diatas 25°C . Hal ini akan terus berulang dan akan menyebabkan banyak energi listrik menjadi boros. Selain itu gangguan oleh adanya suara air conditioner yang hidup dan mati berulang-ulang dapat dihindari. Pada AC *inverter*, dimungkinkan untuk menjaga ruangan pada suhu tertentu tanpa air conditioner harus hidup dan mati berulang-ulang. (Joto, 2013)
2. *Air Conditioner* (AC) adalah alat yang berfungsi sebagai penyejuk udara . Mulai dari AC untuk kebutuhan pada rumah, kantor, hingga disetiap even-even tertentu. Alasan utama penggunaan AC adalah untuk membuat suhu udara sejuk atau dingin dan sirkulasi udara agar tetap lancer dan nyaman. Banyak dari perusahaan pembuat AC di Indonesia yang menyediakan AC beragam dengan fitur sirkulasi udara yang berbeda beda. Suhu ruangan memang terkadang tidak menentu, terkadang panas, terkadang lembab dan bisa dingin saat udara dingin. Namun dengan menggunakan AC, desain

ruangan, polusi maupun sirkulasi yang buruk bisa menjadikan Perubahan suhu ruangan.(Rozaq, Sukoco and Nugroho, 2020)

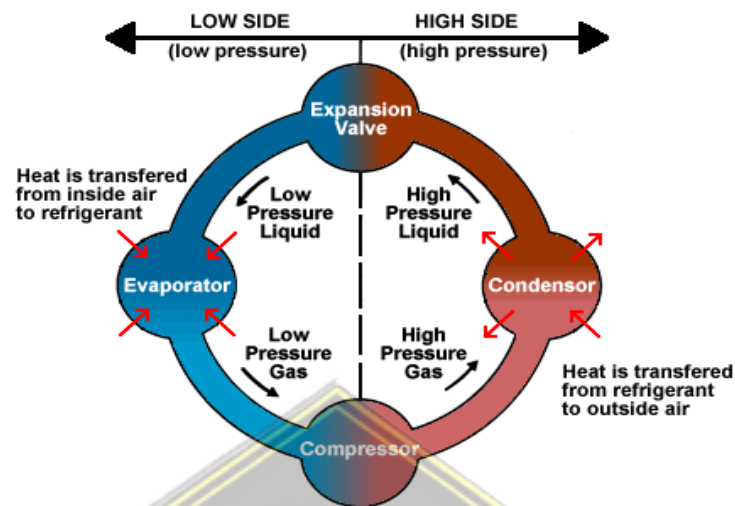
3. Pada jurnal ini dibahas bahwa energi yang dihasilkan oleh AC *inverter* lebih bagus dari pemakaian AC konvensional itu disebabkan karena daya dan arus yang dihasilkan oleh AC *inverter* lebih baik dari pada AC konvensional. Pada AC *inverter* waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang ditentukan oleh remot tidak terlalu lama maka dari itu energi yang dipakai oleh AC *inverter* tidak terlalu besar itu disebabkan arusnya turun.(Studi *et al.*, no date)
4. Salah satu metode penurunan konsumsi energi pada kompresor adalah menggunakan *inverter*. Cara kerja *inverter* adalah mengatur putaran kompresor sesuai dengan beban pendinginan yang sedang ditangani oleh AC (Nasution et al., 2014). Konsumsi energi listrik oleh AC pada suatu gedung adalah yang terbesar, yaitu berkisar antara 50-70% (Pérez-Lombard et al., 2008). Oleh sebab itu, upaya peningkatan kinerja AC untuk menurunkan konsumsi energi listrik perlu dilakukan.(Wellid, Hikmat and Sumeru, 2019)

2.2.Landasan Teori

2.2.1 Air conditioner

Air conditioning adalah proses mengubah udara menjadi sesuai dengan kondisi sekitar yang menimbulkan kenyamanan dengan cara pendistribusian udara ditempat yang ditentukan.

Elemen, khususnya; Blower AC, kondensor, evaporator, dan katup ekstensi. Sistem aliran udara balik, yang dirancang untuk mampu menyerap suhu panas udara dalam suatu ruangan dan memindahkan suhu panas tersebut ke luar ruangan, memasukkan elemen pendingin dengan sifat mekanik ke dalam sistem pendingin udara.



Gambar 2. 1 sirkulasi Pendingin

Berdasarkan gambar 2.1 siklus dasar refrigerant yaitu cairan pendingin yang menyerap panas saat berubah dari fasa cair menjadi gas (ekspansi). Kemudian gas akan mengeluarkan panas saat dikompresikan dari gas ke cair.

Secara khusus yang dimaksud dengan AC (*Air Conditioner*) adalah mesin yang digunakan untuk mengalirkan gas *refrigeran* melalui saluran yang ditekan dan dihisap dengan blower untuk mendinginkan udara disekitarnya. Karena zat ini tidak stabil dan bentuknya dapat berubah, dari cair menjadi gas, inilah alasan mengapa gas *refrigeran* dipilih untuk material gas nya. Gas *refrigeran* yang diperas oleh blower dapat menjadi panas di dalam pipa kondensor dan penyebaran gas *refrigeran* di dalam pipa *Programmed Expantion Valve* berkurang, sehingga regangan dapat bertambah dan pipa evaporator menjadi dingin. (Rozaq, Sukoco and Nugroho, 2020)

2.2.2 *Air Condition Inverter*

AC Inverter merupakan jenis AC yang menggunakan teknologi lebih maju dibandingkan AC standar. Inovasi inverter ini mempunyai pendekatan yang unik dalam pengoperasian AC, khususnya inovasi inverter listrik yang digunakan. Tegangan listrik searah (DC) pada akhirnya akan menggantikan tegangan listrik bolak-balik (AC) pada listrik inverter. Dalam jangka panjang, penggunaan teknologi inverter ini diharapkan dapat mengurangi konsumsi listrik. (sharp.id, no date)

Kelebihan pada Air Conditioner inverter :

- Mampu menghemat energi listrik sampai 65%
- Mampu mempertahankan suhu dingin lebih lama
- Outdoor tidak terlalu berisik karena mesin kompresor tidak bergerak secara konstan
- Menggunakan freon R32 yang lebih ramah lingkungan

Kekurangan pada Air Conditioner Inverter :

- Harga unit yang lebih relatif mahal
- Dan harga spare part yang mahal

2.2.3 *Gas law*

Berdasarkan prinsip kerja yang digunakan dalam *air conditioner* diketahui terdapat komponen penting yang digunakan untuk mengkondisikan suatu ruangan komponen tersebut adalah gas. Gas tersebut dinamakan gas *refrigerant* yang disirkulasikan terus menerus didalam proses pendinginan *air conditioner*

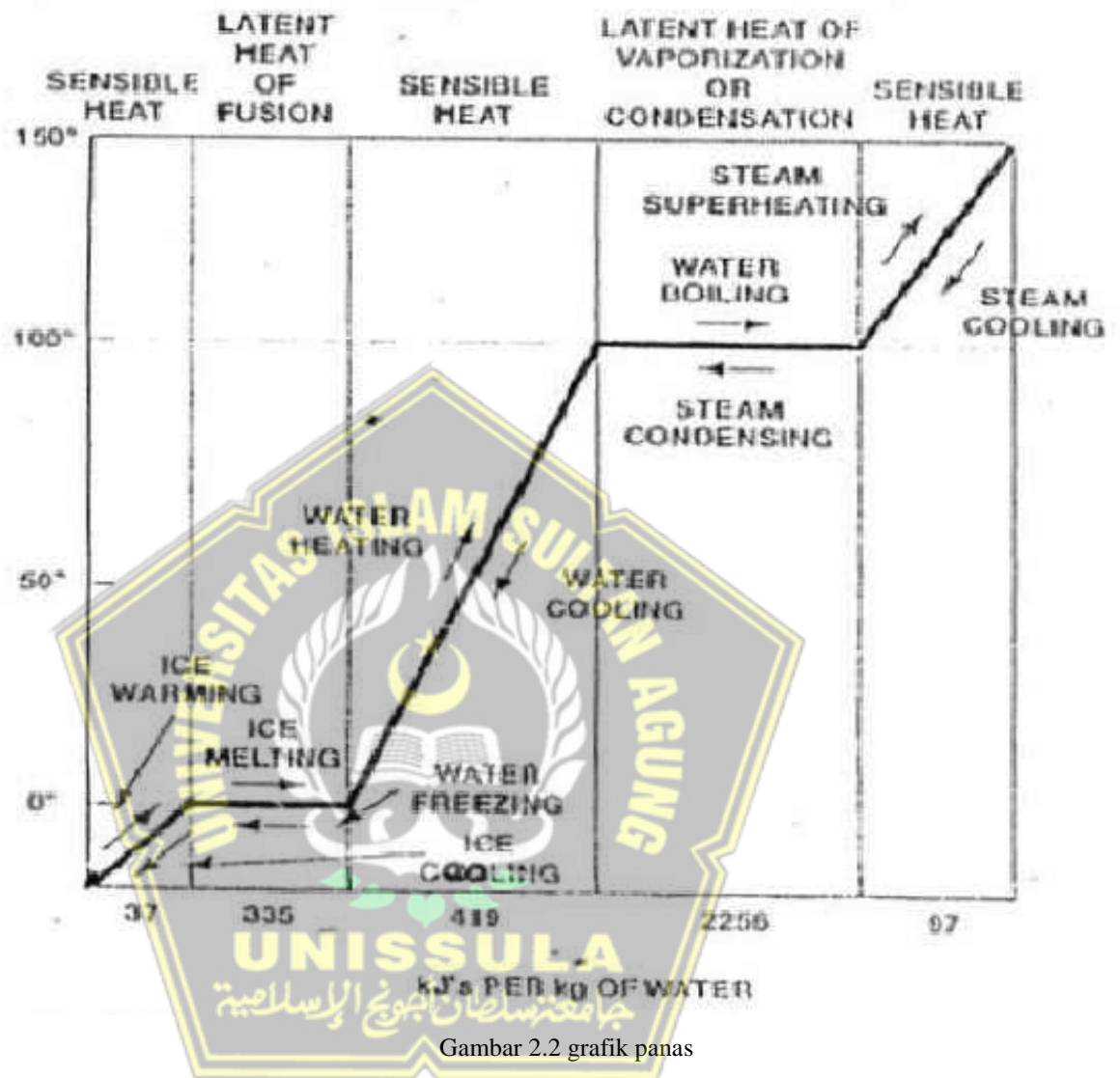
Refrigerant adalah suatu zat, sering kali berupa cairan, yang digunakan dalam siklus pendinginan untuk memindahkan panas dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan hukum termodinamika.

Refrigerant mengubahnya fase dari cair ke gas dan kembali ke cair selama setiap siklus sehingga memungkinkan terjadinya perpindahan panas yang sangat penting untuk keperluan pendinginan/AC.(Cooling, no date)

Ketika suatu zat mengubah materinya, zat juga mengalami perubahan memperoleh panas atau kehilangan panas. menjadi transisi dari padat ke cair ke gas menyerap panas dan transisi dari gas ke cair ke padat melepaskan panas. sifat zat ini yang digunakan dalam AC berfungsi menyerap panas dari dalam ruangan kemudian melepaskan panas ke luar ruangan.(Cooling, no date)

Beberapa panas yang perlu diketahui yang terdapat dalam proses perubahan zat pada kerja *air conditioner*, panas tersebut di tunjukan pada gambar 2.2 sebagai berikut :



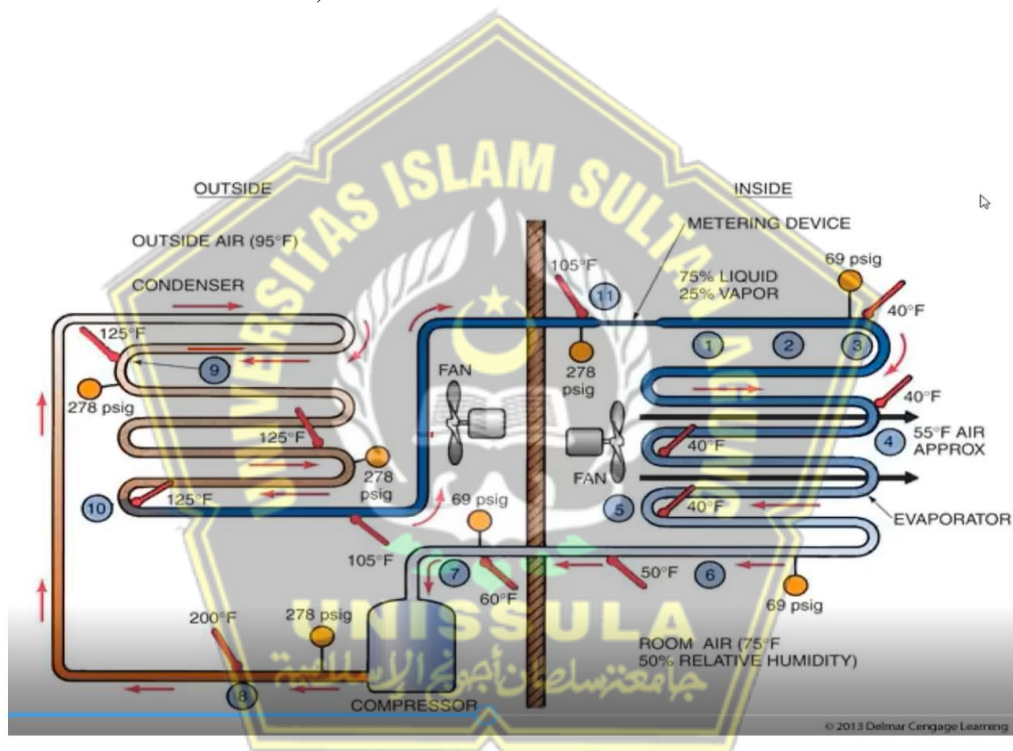


Gambar 2.2 grafik panas

1. **Panas *sensible*** adalah panas yang menyebabkan terjadinya kenaikan/penurunan temperatur, tetapi *phasa* (wujud) tidak berubah.
2. **Panas *laten*** adalah panas yang diperlukan untuk merubah phasa (wujud) benda, tetapi temperaturnya tetap.
3. ***Superheat*** (panas lebih) adalah kondisi setelah cairan benar-benar berubah menjadi uap, menambahkan lebih

banyak panas akan MENINGKATKAN suhu. Superheat mengacu pada jumlah uap derajat di atas suhu jenuhnya (titik didih) pada tekanan tertentu.

4. **Subcooling** (Pendinginan) adalah Untuk mencegah refrigeran mendidih akibat peralihan fasa cair ke gas, diperlukan kondisi dimana refrigeran cair lebih dingin dari suhu minimum (suhu saturasi).



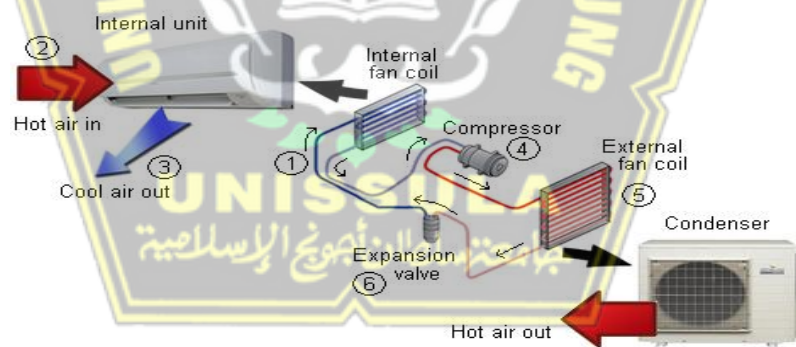
Gambar 2.3 Dasar siklus *refrigerant* langkah demi langkah

Berdasarkan gambar 2.3 sirkulasi gas *Refrigerant* berada dalam bentuk uap ketika memasuki kompresor di mana uap akan dikompresi, menjadi tekanan tinggi dan Uap bersuhu tinggi dari kompresor dialirkan ke kondensor (penukar panas) di mana gas *refrigerant* kehilangan sebagian panasnya ke lingkungan luar dan mengembun, yaitu berubah menjadi keadaan cair. Berupa cairan bersuhu rendah

yang masih bertekanan tinggi kemudian dikirim ke katup ekspansi, dimana tekanan turun secara tiba-tiba menyebabkan sebagian cairan menguap dan dalam proses mendinginkannya. katup ekspansi, juga disebut unit pengukuran atau *throttling* unit, juga mengatur rendahnya cairan yang masuk ke evaporator. Dinginya campuran cairan dan uap kemudian dikirim ke evaporator dimana sisa cairan juga menguap menyerap panas dari udara hangat di sekitarnya dan dalam proses pendinginan. Uap air dari udara juga dihilangkan saat uap air mengembun pada koil evaporator. Air akan menetes ke dalam wadah kondensat yang terletak di bawah koil.

2.2.4 Sirkulasi udara

Berdasarkan gambar 2.2 yang merupakan Komponen Proses sirkulasi udara pada AC dikendalikan oleh sebuah *blower* baik di dalam ruangan (*indoor*) maupun di luar ruangan (*outdoor*) yang dikendalikan oleh *fan blower AC (Air Conditioner)*. (Rozaq, Sukoco and Nugroho, 2020)

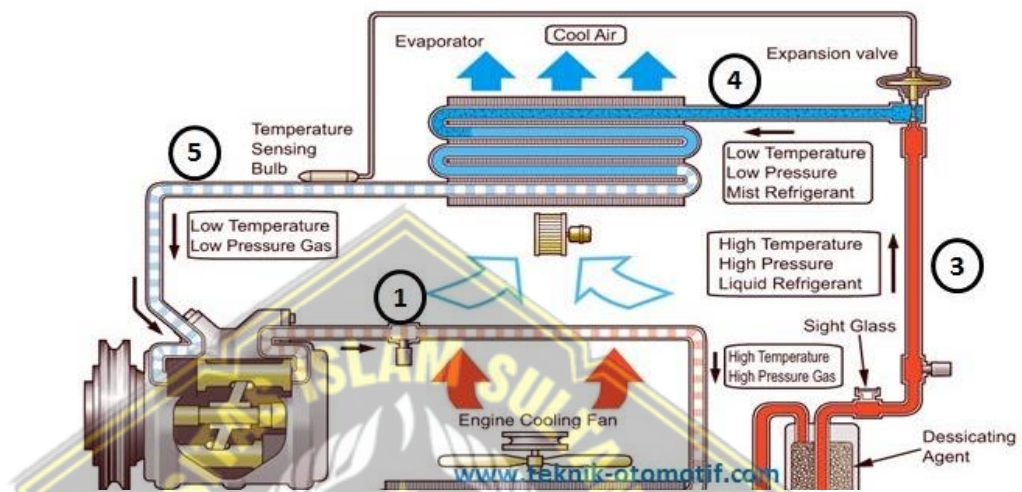


Gambar 2. 4 sirkulasi udara pada Air onditioner

2.2.5 Sirkulasi *refrigerant* didalam sistem pendingin

Gas pendingin adalah zat yang mengalir terus menerus melalui komponen utama AC. jika tidak ada pemutusan pada sistem aliran, maka gas *refrigeran* tidak akan berkurang selama sistem sikulasi

berlangsung. Bentuk, suhu, dan tekanan gas *refrigeran* akan berubah. Aliran gas refrigeran di unit AC dipandang sebagai siklus pendinginan tekanan uap pada gambar 2.3. (Rozaq, Sukoco and Nugroho, 2020)

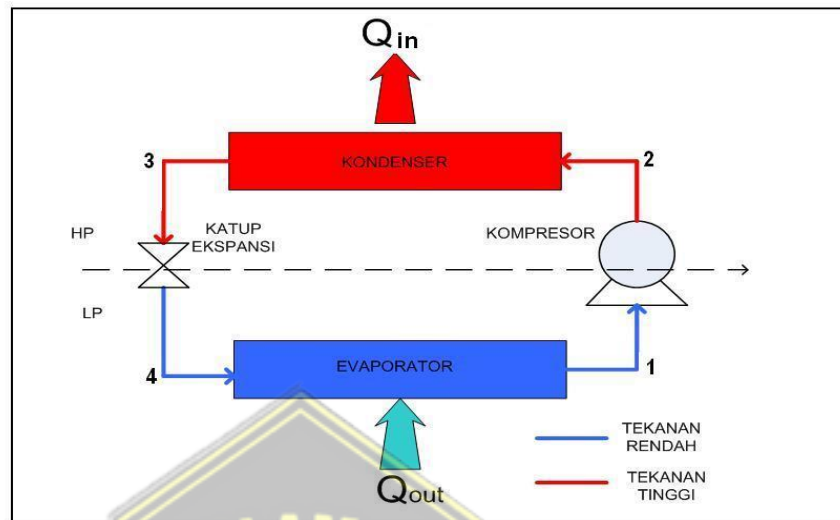


Gambar 2. 5 Sirkulasi Refrigerant

2.2.6 Proses Kompresi

Pada titik ketika gas *refrigeran* meninggalkan evaporator. Gas *refrigerant* akan masuk ke blower melalui saluran dan masuk ke blower (*admission*), dimana terjadi interaksi tekanan. Gas pendingin berbentuk gas atau uap, regangan rendah dan suhu rendah.

Kompresor merupakan sumber gas refrigeran yang berbentuk gas namun masih mempunyai temperatur dan tekanan yang tinggi. Setelah tegangan dan temperatur refrigeran diubah, maka pada saat itulah gas refrigeran akan dialirkan dan dialirkan ke kondensor, interaksi yang ditampilkan sebelumnya pada gambar 2.4. (Rozaq, Sukoco and Nugroho, 2020)



Gambar 2. 6 Proses Kompresi

2.2.7 Proses Kondensasi

Kondensasi dimulai ketika gas *refrigeran* keluar dari kompresor. Gas *refrigeran* akan masuk ke kondensor sebagai gas bertegangan tinggi dan bersuhu tinggi. Gas *refrigeran* akan berubah menjadi struktur *fluida* di kondensor. Udara yang berada di luar pipa kondensor akan menyerap panas yang dihasilkan oleh *refrigeran*. Kipas yang dapat memindahkan panas dalam *refrigeran* ke udara luar digunakan untuk meningkatkan efisiensi proses kondensasi. Kemudian *refrigeran* akan mengalir ke garis seperti rambut setelah melalui siklus penumpukan, gas *refrigeran* berada dalam struktur *fluida* dengan suhu yang lebih rendah, namun tekanan *refrigeran* masih tinggi. (Rozaq, Sukoco and Nugroho, 2020)

2.2.8 Proses Penurunan Tekanan

Ketika zat pendingin meninggalkan kondensor, tegangan zat pendingin mulai turun. Penurunan tekanan *refrigeran* terjadi pada garis-garis yang menyerupai rambut sehingga *refrigeran* yang keluar memiliki regangan yang rendah. Selain itu juga mengarahkan pergerakan

refrigeran antar sisi yang berbeda pada tegangan yang berbeda, tegangan tinggi dan tegangan rendah.

. Kemudian pada suhu rendah, *refrigeran* cair akan mengalir ke evaporator. Pendinginan zat pendingin adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan prosedur ini. (Rozaq, Sukoco and Nugroho, 2020)

2.2.9 Proses Evaporasi

Ketika *refrigeran* memasuki *evaporator*, proses penguapan dimulai. Dalam keadaan sekarang ini, zat pendingin berada dalam struktur fluida, tekanan rendah, dan suhu rendah. Kondisi seperti ini dimanfaatkan untuk mendinginkan udara luar yang melewati titik tertinggi evaporator. Kipas blower digunakan pada AC dalam ruangan untuk mengontrol aliran udara melalui evaporator, sehingga pendinginan ruangan lebih efisien dan cepat. Proses ini diulangi hingga suhu ruangan memenuhi harapan. (Rozaq, Sukoco and Nugroho, 2020)

2.2.10 Perhitungan kebutuhan Air Conditioner dalam sebuah ruangan

Tiga variabel menentukan kebutuhan PK (Paard Kracht/Strength/Drive (HP) AC), yaitu daya pendingin AC spesifik (BTU/jam English Warm Unit per jam), daya listrik (watt), dan PK blower AC. PK adalah satuan gaya pada blower AC, bukan daya pendingin AC. PK lebih disukai diketahui daripada BTU/jam. Metode paling efektif untuk mengatasi dan mengubah daya pendinginan sistem tekanan udara dengan me-konversi PK BTU/h luas ruangan (m²). (Joto, 2013)

$$1 \text{ PK} = 9.000-10.000 \text{ BTU/h}$$

$$1 \text{ m}^2 = 600 \text{ BTU/h}$$

$$3 \text{ mx} = 10 \text{ kaki} > 1 \text{ m} = 3.33 \text{ kaki}$$

Daya Pendingin AC berdasarkan PK AC

Tabel 2. 1 Tabel Kapasitas Pendinginan

Kapasitas Ac	Setara dengan	Ukuran Ruangan
1/2 pk	5000 Btu/hr	3 x 3 m
3/4 pk	7000Btu/hr	3 x 4 m
1 pk	9000 Btu/hr	4 x 4 m
1,5pk	12000 Btu/hr	4 x 6 m
2pk	18.000 Btu/hr	6 x 8 m
2,5 pk	24.000 Btu/hr	8 x 8 m
3pk	27.000 Btu/hr	10 x 8 m
3,5 pk	45.000 Btu/hr	10 x 10 m

Untuk menghitung kebutuhan BTU digunakan rumus:

$$(W \times H \times I \times L \times E) / 60 = \text{kebutuhan BTU} \quad (2.1)$$

Keterangan :

W = panjang ruang (dalam feet)

H = tinggi ruang (dalam feet)

I = nilai 10 jika ruang berinsulasi (berada di lantai bawah, atau berhimpit dengan ruang lain). Nilai 18 jika ruang tidak berinsulasi (di lantai atas).

L = lebar ruang (dalam feet)

E = nilai 16 jika dinding terpanjang menghadap utara; nilai 17 jika menghadap timur; nilai 18 jika menghadap selatan; dan nilai 20 jika menghadap barat.

2.2.11 Daya listrik

Dalam bahasa *Inggris*, tenaga listrik disebut dengan istilah *electrical*. Daya listrik berarti berapa banyak daya listrik yang mengalir atau ditangkap dalam suatu rangkaian atau organisasi kelistrikan secara konsisten. Kekuasaan juga dapat digambarkan sebagai laju penyebaran energi listrik. Watt yang menunjukkan jumlah energi listrik yang

mengalir per satuan waktu (joule/detik) adalah satuan SI daya listrik. (Rozaq, Sukoco and Nugroho, 2020)

Rumus menghitung kebutuhan daya aktif pada sistem 1 fasa sebagai berikut.

$$P=V.I.CosQ \quad (2.2)$$

di mana :

P = adalah daya aktif (watt atau W)

I = adalah arus (ampere atau A)

V = adalah perbedaan potensial / tegangan (volt atau V)

Cos Q = Faktor Daya (cos Q = 1)

2.2.12 Energi listrik

Untuk menggerakkan sepeda motor, memanaskan lampu, mendinginkannya atau membentuk gaya lain dengan menghidupkan kembali alat mekanis kebutuhan aliran listrik dalam satuan ampere (A) dan tegangan listrik dalam satuan volt (V) menyangkut pengaturan persyaratan pemanfaatan tenaga listrik yang memanfaatkan satuan Watt (W) yang dijamin energinya. (Rozaq, Sukoco and Nugroho, 2020)

$$E = P \times t \quad (2.3)$$

Dimana :

E = Energi (wh)

p = Daya (watt)

t = Waktu (h)

2.2.13 Tarif dasar listrik

Biaya Tenaga Listrik merupakan pajak yang dibebankan atas pemanfaatan tenaga listrik yang diberikan oleh PT Perusahaan Perusahaan Listrik Negara (Persero). PT PLN (Persero) merupakan badan usaha milik negara yang didirikan berdasarkan pengalihan bentuk Perusahaan Umum (Perum) Listrik Negara menjadi Perusahaan Perseroan (Persero) sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 1994. Setiap badan usaha atau perseorangan yang membeli energi listrik dari pemegang izin usaha pemberi tenaga listrik, dinyatakan sebagai pelanggan. (Rozaq, Sukoco and Nugroho, 2020)

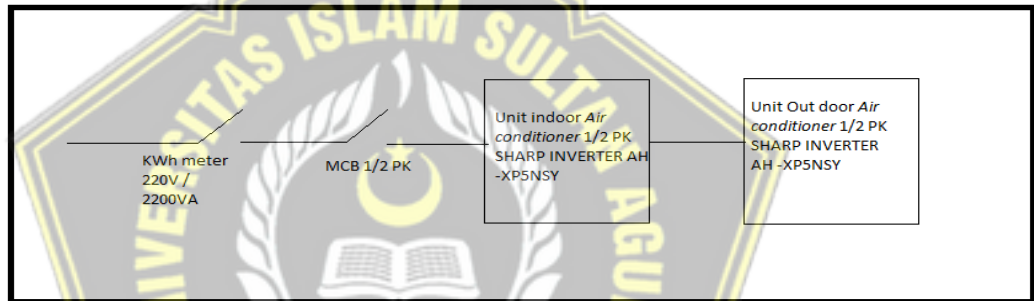


BAB III

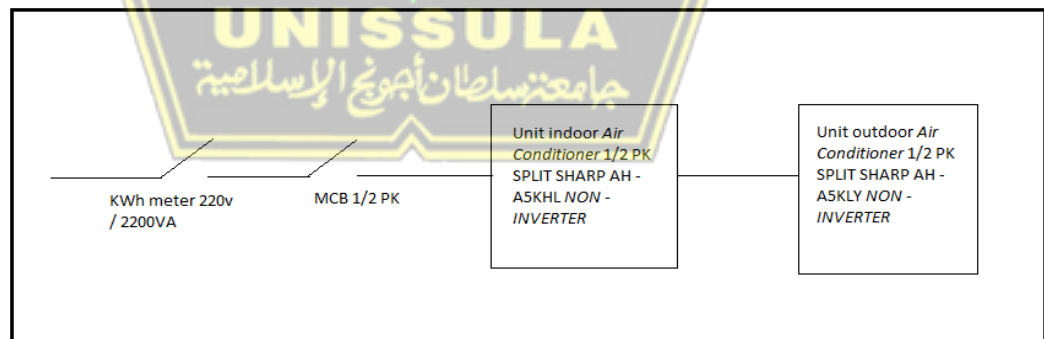
METODE PENELITIAN

3.1 Model Penelitian

Penelitian yang dilakukan difokuskan pada *Air Conditioner* model AH – XP 6 UHY yang merupakan jenis *split Air Conditioner Inverter* dan *split Air Conditioner* model AH – AP 5 KHL yang merupakan *air conditioner non - Inverter*. *Single line diagram* dari masing – masing *Air Conditioner* sebagai berikut:



Gambar 3. 1 *Single Line Diagram* Dari Kwh Meter Ke *Air Conditioner Inverter*



Gambar 3. 2 *Single Line Diagram* Dari Kwh Meter Ke *Air Conditioner Non-Inverter*

Eksperimen dilakukan dengan melakukan pengukuran di kabel daya masukan *Air Conditioner*. Pengambilan nilai arus memakai *Clamp Meter* HIOKI 3286-

20 untuk mengukur tegangan, arus, serta $\cos \phi$ pada waktu sekali pengukuran. dan digunakan juga stopwatch untuk mengetahui saat kerja kompresor dan saat kompresor berhenti. Peninjauan tersebut dilakukan dengan menguraikan arus, tegangan dan $\cos \phi$ serta waktu kerja blower dengan masing-masing penyesuaian pengaturan suhu dimulai dari pengaturan suhu $25^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$. Perkiraan arus dilakukan pada saat blower bekerja dan selanjutnya pada saat blower tidak bekerja

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Metode Studi Literature

Fase yang mendasari eksperimen dimulai dengan berkonsentrasi pada berbagai buku, buku harian dan sumber dari web dan berbagai sumber yang akan menjadi referensi yang dicatat sebagai hard copy ujian ini. Studi menulis berubah menjadi premis hipotetis yang dilatih dalam penelitian dan dilakukan dalam eksperimen.

3.2.2 Metode Pencatatan Data Awal

Penulis mengumpulkan data terhadap objek penelitian *Air Conditioner inverter* dan *non-inverter* dengan model AH-XP6UHY (*Inverter*) serta AH-AP5KHL (*non – inverter*). Pengumpulan data berupa spesifikasi *Air Conditioner inverter* dan *non-inverter*. Informasi khusus yang penting untuk sistem pengendalian tata udara mencakup tegangan input, arus sistem air conditioner, BTU. Berikutnya adalah tabel detail objek eksperime

Tabel 3. 1 Spesifikasi Air Conditioner SHARP *Inverter*

ITEMS	MODEL	INDOOR UNIT	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR
		AH-XP6UHY	UNITAU-X6UHY	UNITAH-XP10UHY	UNITAU-X10UHY
Cooling capacity (Min. - Max.)	kW	1.49 (0.84 - 2.05)		2.85(0.84 -3.64)	

Moisture removal (at cooling)	Liters/h	0.3	0.8
-------------------------------	----------	-----	-----

Electrical data

Phase		Single		Single		
Rated frequency		Hz	50	50		
Rated voltage		V	220	220		
Rated current ☆ (Min. - Max.)	Cool	A	2.0 (1.3 - 3.3)	4.0 (1.3 - 6.9)		
Rated input ☆ (Min. - Max.)	Cool	W	330 (230 - 600)	695 (230 - 1200)		
Power factor ☆	Cool	%	82	79		
Compressor	Type	Single rotary type		Single rotary type		
	Model	39W23MYJ&FJ MD				
	Oil charge	320cc (RM-LP68EP or equivalent)				
Refrigerant system	Evaporator	Slit Fin and Grooved tube type				
	Condenser	Aluminum Fin and Aluminum Mico Channel				
	Control	Capillary tube $\Phi 2.5 \times \Phi 1.1 \times 500\text{mm}$				
	Refrigerant (R32)	320g		350g		
	De-Ice system	-		-		
Noise level (at cooling g)	High	dB(A)	33	45	40	48
	Low	dB(A)	28	-	33	-
	Soft	dB(A)	24	-	28	-
	Quiet	dB(A)	19	-	19	-

Fan system

Drive			Direct drive		Direct drive	
Air flow quantity (at cooling)	High	m ³ /min	7.0	17.6	9.1	22.2
	Low	m ³ /min	5.2	-	6.7	-
	Soft	m ³ /min	4.1	-	5.4	-
	Quiet	m ³ /min	2.9	-	2.9	-
Fan			Cross flow fan	Propeller fan	Cross flow fan	Propeller fan

Connections

Refrigerant coupling		Flare type		Flare type	
Refrigerant tube size Liquid, Gas	inch	1/4", 3/8"		1/4", 3/8"	
Drain piping mm	mm	O.D. $\phi 17$ and $\phi 20$		O.D. $\phi 17$ and $\phi 20$	

Others

Safety device			Compressor: Thermal protector			
			Fan motors: thermal fuse	-	Fan motors: thermal fuse	-
			Fuse, Micro computer control			
Air filter			Polypropylene net (Washable)			
Net dimensions	Width	m	856	598	856	598
	Height	m	290	495	290	495
	Depth	m	244	265	244	265
Net weight		kg	8	20	8	20

Tabel 3. 2 Spesifikasi Air Conditioner SHARP Non – Inverter

ITEMS		INDOORUNIT AH-AP5KHL		OUTDOORUNIT AU-A5KLY	
Coolingcapacity ☆	kW	1.41			
Moistureremoval ☆	Liters/h	0.3			
Electricaldata					
Phase		Single			
Ratedfrequency		Hz	50		
Ratedvoltage		V	220		
Ratedcurrent ☆		A	1.6		
Ratedinput ☆		W	330		
Powerfactor ☆		%	94		
Compressor		Type	Hermeticallysealedrotarytype		
		Model	39R094AD&5DSB		
		Oilcharge	210cc(SUNISO4GSD)		
Refrigerantsystem		Evaporator	LouverfinandGroovedtubetype		
		Condenser	LouverfinandGroovedtubetype		
		Control	Capillarytube		
		Refrigerantvolume	R22460g		
Noiselevel		High	dB(A)	29	43
		Low	dB(A)	26	-
		Soft	dB(A)	22	-
Fansystem					
Drive		Directdrive			
Airflowquantity		High	m ³ /min.	6.2	17.5
		Low	m ³ /min.	5.3	-
		Soft	m ³ /min.	4.4	-
Fan		Crossflow fan		Propellerfan	
Connections					

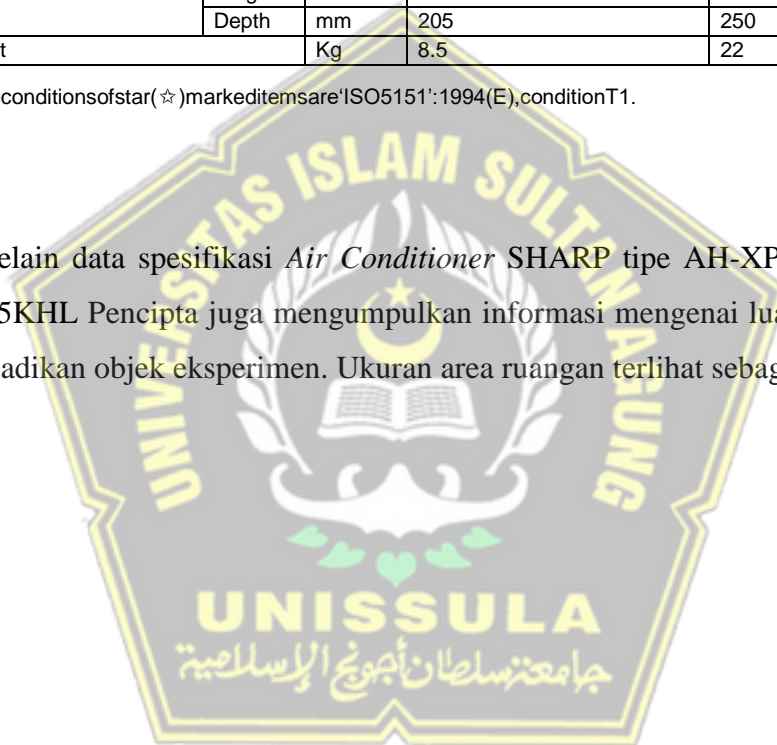
Refrigerantcoupling		Flaretype
Refrigeranttube size Gas, Liquid		3/8", 1/4"
Drain piping	mm	O.Dφ18

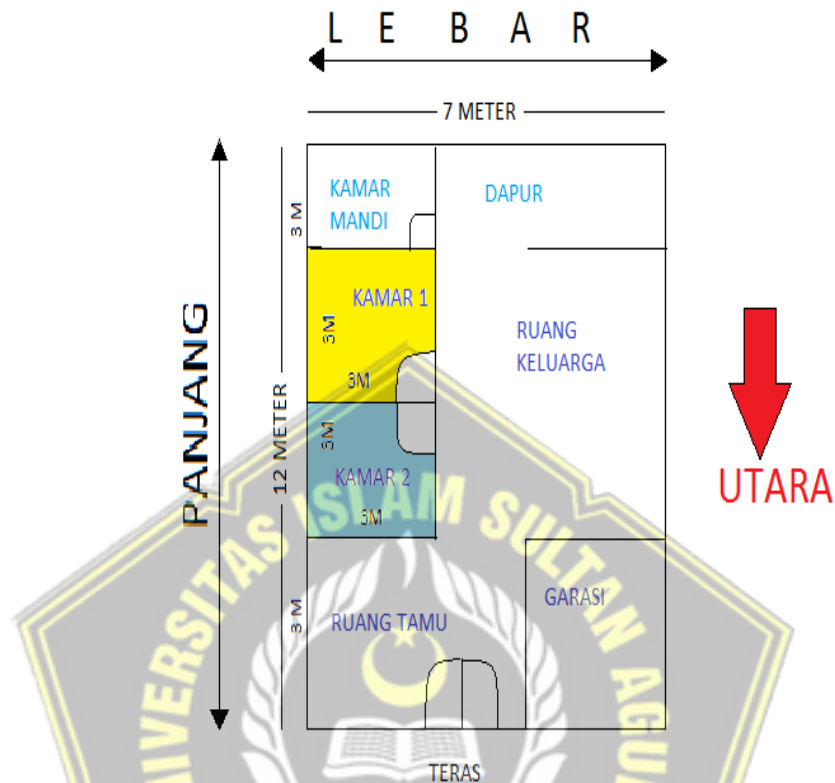
Others

Safety device			Compressor: Overload protector	
			Fan motor: Thermal fuse/ Protector	
			Fuse, Microcomputer control	
Air filters			Polypropylene net (Washable)	
Net dimensions	Width	mm	860	730
	Height	mm	292	540
	Depth	mm	205	250
Net weight		Kg	8.5	22

NOTE: The conditions of star (☆) marked items are 'ISO 5151': 1994 (E), condition T1.

Selain data spesifikasi *Air Conditioner* SHARP tipe AH-XP6UHY dan tipe AH-AP5KHL Pencipta juga mengumpulkan informasi mengenai luas ruangan yang akan dijadikan objek eksperimen. Ukuran area ruangan terlihat sebagai gambar





Gambar 3. 3 Denah Ruangn Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan dirumah bapak Andi Baskoro yang beralamatkan Jl.beruang raya IV nomor 7, Gayamsari, Semarang. Penelitian dilakukan pada pukul 09.00 – 15.00.

3.2.3 Observasi Lapangan

Dalam persepsi lapangan, pemeriksaan dilakukan dengan melakukan estimasi langsung terhadap sumber energi informasi pada sistem udara paksa dengan menggunakan alat ukur *Clamp Meter* HIOKI 3286-20 sebagai acuan untuk mengetahui nilai arus, tegangan serta $\cos\phi$ pada *Air Conditioner*, Thermometer digital, Thermometer Air raksa untuk ruangan untuk mengetahui suhu ruangan. Alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini terdapat dalam tabel berikut:

Tabel 3. 3 Daftar Alat Penelitian

No .	Alat	Fungsi
1.		<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur arus - Mengukur tegangan - Mengukur $\cos\phi$ - Mengukur daya
2.		<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur suhu ruangan - Mengetahui kelembaban ruangan
3.		<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur suhu ruangan

3.2.4 Diagram Alur / Flowchart

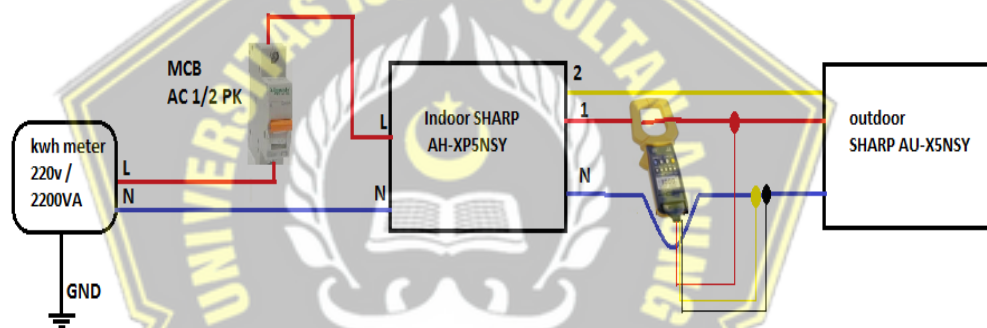
Untuk memperoleh informasi khusus dan naratif, jalur eksperimen terdiri dari beberapa tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil pemeriksaan untuk diselesaikan. Berikutnya adalah diagram alur eksperimen.



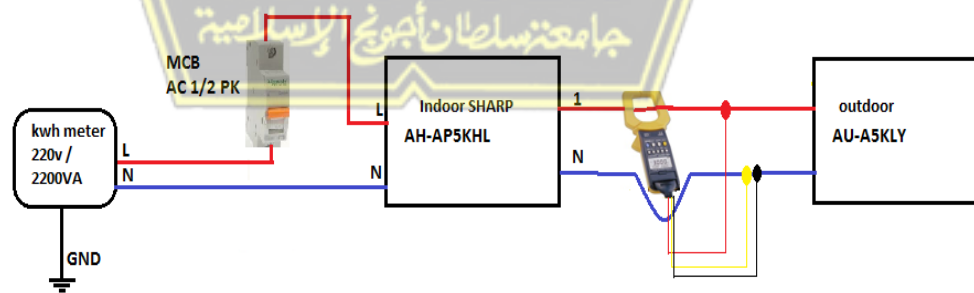
Gambar 3. 4 Flowchart Penelitian

3.2.5 Data Penelitian

Data yang di dapat dalam penelitian dari objek pengaturan temperature pada Air Conditioner SHARP AH-XP6UHY dan SHARP AH-AP5KHL sehubungan dengan pemanfaatan energi yang diharapkan pada *Air Conditioner*, dimana arus, tegangan, faktor daya, dan waktu yang diharapkan untuk blower bekerja dalam sistem pendingin akan diperkirakan dan kapan blower berhenti bekerja, khususnya pada saat suhu ruangan atau tempat terkondisikan pada apa yang diatur oleh *air conditioner*. Berikutnya adalah grafik multi-garis dari *air conditioner*



Gambar 3.4 Multi diagram line Air Conditioner AH-XP6UHY



Gambar 3. 5 Multi Diagram Line Air Conditioner AH-AP5KHL

Konsekuensi dari memperkirakan arus, tegangan, $\cos\phi$ dan waktu yang diharapkan blower bekerja di sistem pendingin dan kapan blower berhenti atau bekerja ketika suhu ruangan telah tercapai oleh pengaturan harus terlihat di tabel 3.1 dan 3.2

Tabel 3. 4 Data Pengukuran Tegangan Dan Arus *Air Conditioner Inverter*

No	Suhu Awal Ruangan (°c)	Suhu Setting Air Conditioner(°c)	waktu (m)		Tegangan(V)	Arus(I)	cos ϕ	daya (P)
			Inverter	non-inverter				
1	30	20	60	0	201	2,33	0,6	288
2	30	21	60	0	199	1,7	0,6	197
3	30	22	60	0	200	1,7	0,6	185
4	30	23	60	0	203	1,7	0,6	196
5	30	24	60	0	203	1,6	0,6	188
6	30	25	60	0	204	1,6	0,6	183

Tabel 3. 5 Data Pengukuran Tegangan Dan Arus *Air Conditioner Non-Inverter*

No	Suhu Awal Ruangan (°c)	Suhu Setting Air Conditioner(°c)	waktu (m)		Tegangan(V)	Arus(I)	cos ϕ	daya (P)
			Inverter	non-inverter				
1	30	20	0	60	213	1,4	0,97	301
2	30	21	0	60	214	1,4	0,97	305
3	30	22	0	60	214	1,4	0,97	305
4	30	23	0	60	216	1,4	0,97	308
5	30	24	0	60	216	1,4	0,97	307
6	30	25	0	60	215	1,4	0,97	307

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan BTU Ruang

Perhitungan BTU dilakukan guna mendapatkan besarnya daya *Air conditioner* yang akan digunakan untuk mendinginkan ruangan tersebut. Besarnya BTU yang dibutuhkan suatu ruangan dapat digunakan persamaan rumus (2.1) dan data ruangan dari gambar (3.3).

- **Volume ruangan** = (L x W x H)

$$\text{Volume ruangan} = (3 \times 3 \times 3)$$

$$\text{Volume ruangan} = 27 \text{ m}^3$$

- **Kapasitas Pendinginan**

$$\begin{aligned} &= \frac{(P \times L \times T \times I \times E)}{60} \\ &= \frac{(3(3,33) \times 3(3,33) \times 3(3,33) \times 10 \times 20)}{60} \\ &= \frac{10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 20}{60} \\ &= \frac{200.000}{60} \\ &= 3.333,33 \text{ BTU/h} \end{aligned}$$

Maka dari perhitungan diatas didapat kan kapasitas pendinginan ruangan dari rumus sebesar 3.333,33 BTU/h untuk masing – masing ruangan.

4.2 Perhitungan Daya Dan Energi *Air Conditioner*

Estimasi daya dan energi listrik dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya dan energi sistem udara paksa yang digunakan untuk mendinginkan ruangan yang menjadi objek eksplorasi. Berapa banyak daya yang digunakan untuk mendinginkan ruangan dapat direncanakan berdasarkan kondisi (2.2) dan

estimasi energi dapat diketahui berdasarkan kondisi (2.3) yang bergantung pada informasi pada tabel 3.4 dan 3.5

4.2.1 Perhitungan daya *Air Conditioner* inverter pada suhu ruangan 30°C dan *setting* suhu *Air Conditioner* 22°C dalam satu jam.

⇒ Perhitungan daya saat kompresor *ON*

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = 200 \times 1,7 \times 0,6$$

$$P = 204 \text{ Watt}$$

⇒ Total energi *Air Conditioner* inverter pada suhu ruangan 30°C saat *setting* 22°C

$$E = P \times t$$

$$E = 204 \times 1$$

$$E = 204 \text{ Wh} = 0,204 \text{ KWh}$$

Jadi total biaya tarif yang dibebankan untuk mendinginkan suhu ruangan 30°C dan *setting* *Air Conditioner* 22°C dalam satu jam.

Total energi *Air Conditioner* x tarif dasar listrik

$$0,204 \times \text{Rp.1.444,70}$$

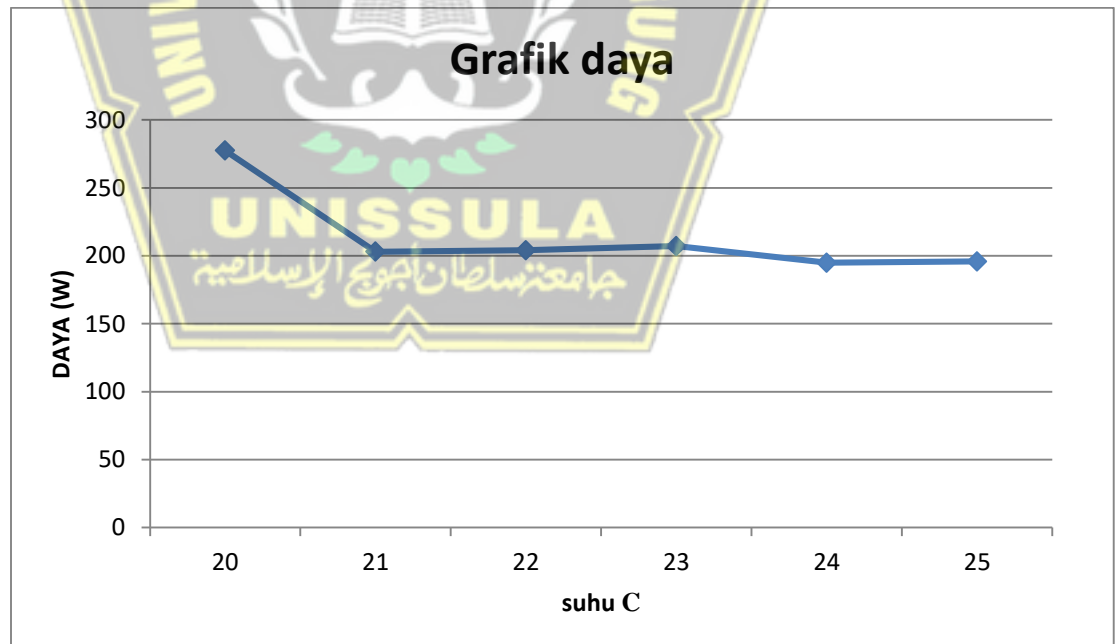
$$\text{Rp.294,72,-/KWh}$$

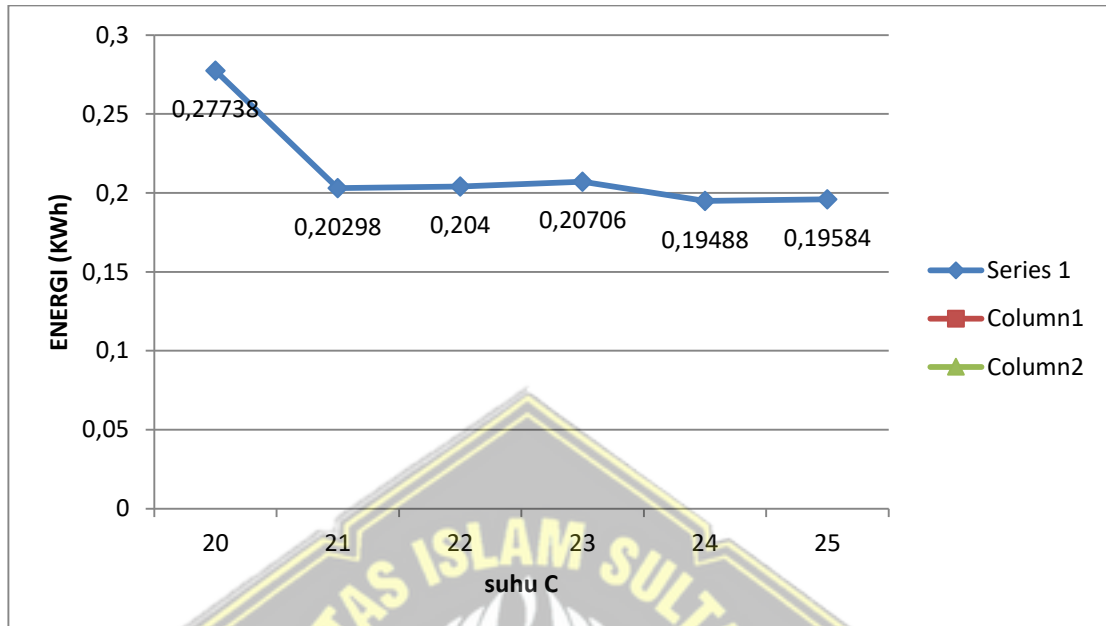
Dari perhitungan diatas penggunaan *Air Conditioner* dalam satu jam dari *setting* suhu 20°C - 21°C dapat dilihat tabel 4.1

Tabel 4. 1 Perhitungan Penggunaan daya dan Energi *Air Conditioner* Dalam Satu Jam

suhu ruangan awal °C	suhu Air Conditioner °C	Tegangan (V)	Arus (I)	cos Q	daya total (Watt)	waktu pengukuran (h)	daya saat kompresor ON	
							$E = P \times T$ (Wh)	Kwh
30	20	201	2,3	0,6	277,38	1	277,38	0,27738
30	21	199	1,7	0,6	202,98	1	202,98	0,20298
30	22	200	1,7	0,6	204	1	204	0,204
30	23	203	1,7	0,6	207,06	1	207,06	0,20706
30	24	203	1,6	0,6	194,88	1	194,88	0,19488
30	25	204	1,6	0,6	195,84	1	195,84	0,19584

Berdasarkan Dari data tabel diatas dapat dibuat sebuah grafik kerja pada saat kompresor *ON* sebagai berikut :

Gambar 4. 1 Grafik Daya *Air Conditioner* Inverter Saat Kompresor *ON*



Gambar 4. 2 Konsumsi Energi Air Conditioner

Berdasarkan dari data perhitungan tabel 4.1 di dapatkan dari pengukuran yang dilakukan pada Air Conditioner tipe AH-XP6UHY dengan menggunakan clamp meter model HIOKI 3286-20 sebagai berikut gambar pengukurannya.



Gambar 4. 3 Gambar Pengukuran Arus



Gambar 4. 4 Gambar Pengukuran Tegangan

Dari penelitian lapangan penulis mendapatkan hasil pengukuran pada tabel 4.1 yang menjadi dasar perhitungan biaya penggunaan energi listrik yang digunakan dalam pendinginan ruangan Pada premis hipotetis, masuk akal bahwa suhu yang dibutuhkan tubuh agar dapat bekerja dengan baik dan mudah berada di antara kisaran suhu ($22,8^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ untuk kelembaban kurang lebih antara 70 %). Jika diasumsikan penggunaan *air conditioner* type AH-XP6UHY dengan kapasitas $\frac{1}{2}$ PK yang diposisikan pada ruangan 27m^3 yang *disetting* pada suhu $20^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ dengan waktu kerja menyala *Air Conditioner* 12 jam dalam satu hari dapat dilihat pada tabel 4.2 dan tabel 4.3

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Biaya Energi

no	suhu ruangan awal °C	suhu Air Conditioner °C	Tegangan (V)	Arus (I)	cos Q	daya total (Watt)	waktu pengukuran (h)	daya saat kompressor ON		biaya /KWh	biaya / jam
								$E = P \times T$ (Wh)	Kwh		
1	30	20	201	2,3	0,6	277,38	1	277,38	0,27738	Rp 1.444,70	Rp 400,73
2	30	21	199	1,7	0,6	202,98	1	202,98	0,20298	Rp 1.444,70	Rp 293,25
3	30	22	200	1,7	0,6	204	1	204	0,204	Rp 1.444,70	Rp 294,72
4	30	23	203	1,7	0,6	207,06	1	207,06	0,20706	Rp 1.444,70	Rp 299,14
5	30	24	203	1,6	0,6	194,88	1	194,88	0,19488	Rp 1.444,70	Rp 281,54
6	30	25	204	1,6	0,6	195,84	1	195,84	0,19584	Rp 1.444,70	Rp 282,93

Berdasarkan Dari tabel diatas dapat dihitung biaya konsumsi energi selama *Air conditioner* tersebut ber operasi selama 12 jam

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Biaya Total

no	suhu ruangan awal °C	suhu Air Conditioner °C	Tegangan (V)	Arus (I)	cos Q	daya total (Watt)	waktu pengukuran (h)	daya saat kompressor ON		biaya /KWh	biaya / jam	jam operasional (jam)	biaya / hari
								$E = P \times T$ (Wh)	Kwh				
1	30	20	201	2,3	0,6	277,38	1	277,38	0,27738	Rp 1.444,70	Rp 400,73	12	Rp 4.808,77
2	30	21	199	1,7	0,6	202,98	1	202,98	0,20298	Rp 1.444,70	Rp 293,25	12	Rp 3.518,94
3	30	22	200	1,7	0,6	204	1	204	0,204	Rp 1.444,70	Rp 294,72	12	Rp 3.536,63
4	30	23	203	1,7	0,6	207,06	1	207,06	0,20706	Rp 1.444,70	Rp 299,14	12	Rp 3.589,67
5	30	24	203	1,6	0,6	194,88	1	194,88	0,19488	Rp 1.444,70	Rp 281,54	12	Rp 3.378,52
6	30	25	204	1,6	0,6	195,84	1	195,84	0,19584	Rp 1.444,70	Rp 282,93	12	Rp 3.395,16

Berdasarkan penghitungan biaya pada tabel 4.3 Pemanfaatan sistem *air conditioner inverter* yang paling konservatif terjadi ketika suhu sistem *air conditioner* diatur pada 22°C. karena pada suhu ini pengguna merasa nyaman, tidak terlalu kedinginan dan juga biaya yang dikeluarkan tidak terlalu mahal.

Perhitungan daya Air Conditioner Non - inverter ketika suhu ruangan 30°C dan setting suhu Air Conditioner 22°C ketika waktu satu jam.

⇒ Perhitungan daya saat kompresor ON

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = 214 \times 1,4 \times 0,97$$

$$P = 290,6 \text{ Watt}$$

⇒ Total energi Air Conditioner Non - inverter pada suhu ruangan 30°C saat disetting 22°

$$E = P \times t$$

$$E = 290,6 \times 1$$

$$E = 290,6 \text{ Wh} = 0,29 \text{ kwh}$$

Jadi total biaya yang diperlukan untuk mendinginkan suhu ruangan 30°C dan setting Air Conditioner 22°C dalam satu jam.

Energi Total Air Conditioner x tarif dasar listrik

$$0,29 \times \text{Rp } 1.444,70$$

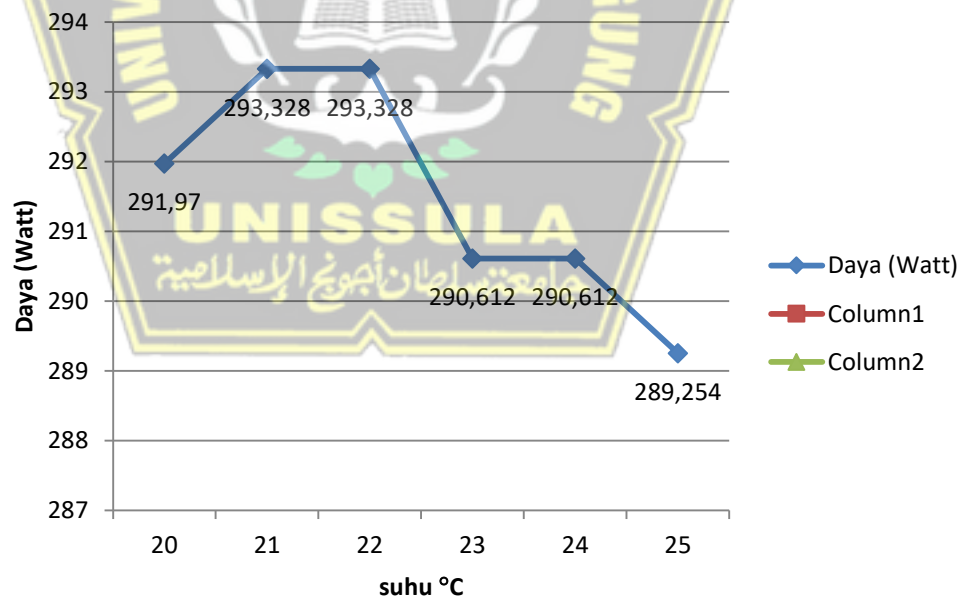
$$\text{Rp } 418,96 / \text{KWh}$$

berdasarkan perhitungan diatas penggunaan Air Conditioner dalam waktu satu jam dari setting suhu 20°C - 21°C dapat dilihat tabel 4.4

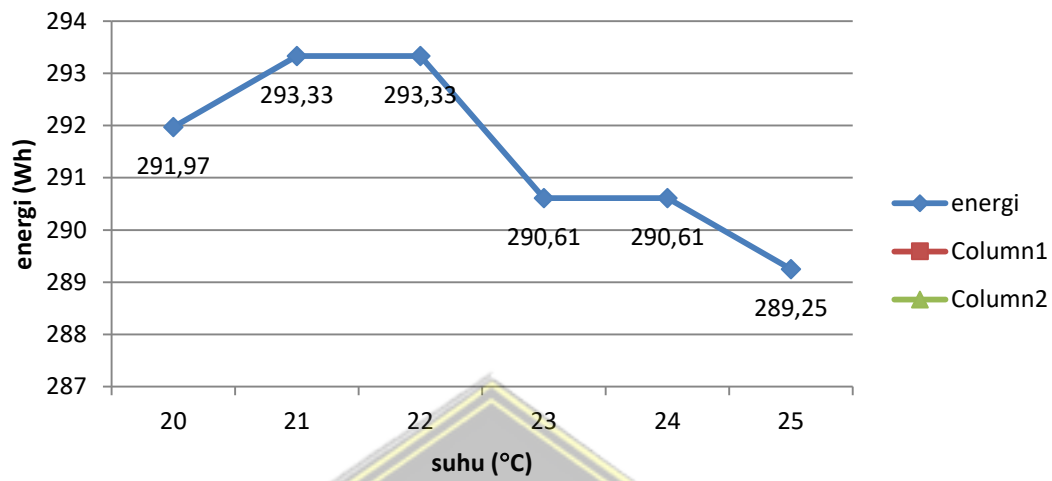
Tabel 4. 4 Perhitungan Penggunaan Daya Dan Energi *Air Conditioner* Dalam Satu Jam

Suhu Ruang Awal °C	Suhu <i>Air Conditioner</i> °C	Daya Total (Watt)	Energi Saat Kompresor <i>ON</i>	
			$E = P \times T$ (Wh)	Kwh
30	20	291.97	291.97	0.29
30	21	293.328	293.33	0.29
30	22	293.328	293.33	0.29
30	23	290.612	290.61	0.29
30	24	290.612	290.61	0.29
30	25	289.254	289.25	0.29

Dari data tabel diatas dapat dibuat sebuah grafik kerja pada saat kompresor *ON* sebagai berikut :



Gambar 4. 5 Daya *Air Conditioner Non - Inverter* Saat Kompresor *ON*



Gambar 4. 6 Kebutuhan Energi Air Conditioner Non - Inverter

Data diatas di dapat kan dari hasil pengukuran kemudian dilakukan perhitungan sesuai rumus pada dasar teori 2.2 dan 2.3. yang kemudian dibuatlah tabel hasil pengukuran dari perhitungan tersebut menjadi tabel dan grafik pergerakan daya serta energi konsumsi Air Conditioner Non – Inverter dengan tipe AH – AP5KHL yang bisa dilihat dalam gambar berikut untuk pengukuran datanya.



Gambar 4. 7 Pengukuran Tegangan AH-AP5KHL



Gambar 4. 8 Pengukuran Arus AH-AP5KHL



Gambar 4. 9 Pengukuran Cos Phi AH-AP5KHL

Untuk mengetahui biaya dari konsumsi energi *Air Conditioner* dapat dilihat dari tabel 4.5 yang dihitung hasil selama penggunaan energi setiap jam nya.

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Biaya Energi

No	Suhu Ruangan Awal °C	Suhu Air Conditioner °C	Energi Saat Kompresor On		Biaya/Jam
			$E = P \times T$ (Wh)	Kwh	
1	30	20	291.97	0.29	Rp418.98
2	30	21	293.33	0.29	Rp418.98
3	30	22	293.33	0.29	Rp418.98
4	30	23	290.61	0.29	Rp418.98
5	30	24	290.61	0.29	Rp418.98
6	30	25	289.25	0.29	Rp418.98

Dari tabel diatas dapat dihitung biaya konsumsi energi selama *Air conditioner* tersebut ber operasi selama 12 jam

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Total Biaya Energi

No	Suhu Ruang Awal °C	Suhu Air Conditioner °C	Daya Saat Kompresor On		Biaya/Jam	Jam Operasi (Jam)	Total Biaya / Hari (Rp)
			$E = P \times T$ (Wh)	Kwh			
1	30	20	291.97	0.29	Rp418.98	12	Rp5,027.80
2	30	21	293.33	0.29	Rp418.98	12	Rp5,027.80
3	30	22	293.33	0.29	Rp418.98	12	Rp5,027.80
4	30	23	290.61	0.29	Rp418.98	12	Rp5,027.80
5	30	24	290.61	0.29	Rp418.98	12	Rp5,027.80
6	30	25	289.25	0.29	Rp418.98	12	Rp5,027.80

Berdasarkan perhitungan dari penelitian *Air Conditioner* AH – AP5KHL didapatkan hasil yang sama setiap konsumsi energi ketika kompresor dalam keadaan ON / menyala. Dalam hasil ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan energi pada *Air Conditioner* tipe AH – AP5KHL tersebut memiliki konsumsi daya dan energi yang kontinue.

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan kedua model *Air Conditioner* AH – XP5NSY dan AH – AP5KHL merk SHARP didapatkan data perbandingan dari masing – masing tipe *Air Conditioner*. Pada tipe *Air conditioner* inverter AH-XP6UHY arus lebih cenderung menurun ketika suhu ruangan mendekati sesuai *settingan* suhu pada *Air Conditioner* tersebut. Dalam biaya penggunaan energi dan biaya yang di pakai bisa berbeda dan tidak kontinue. Sedangkan hasil dari perhitungan *Air conditioner* tipe non – inverter AH – AP5KHL didapatkan bahwa konsumsi energi dan daya listrik dari model *Air Conditioner* tersebut mengkonsumsi energi yang kontinue dalam kerjanya disetiap energi yang dipakai serta biaya yang sama disetiap KWh nya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Tujuan yang dapat diambil dari eksperimen “Analisa Perbandingan Pengaruh *Setting* Suhu *Air Conditioner* Terhadap Konsumsi Energi Listrik Pada *Air Conditioner Inverter* Dengan *Non – Inverter* kapasitas ½ PK tipe model SHARP AH-XP6UHY dan AH-AP5KHL” adalah:

- A.** Pengaruh dari pengaturan suhu *Air Conditioner* yang dilakukan terhadap ruangan yang sama pada konsumsi daya listrik dan energi listrik sangat menentukan jumlah energi listrik yang dipakai oleh *Air Conditioner Inverter*. Pada awal bekerja atau awal dinyalakan dengan suhu ruangan masih di suhu awal yaitu 30 derajat *Air conditioner* akan melakukan kerja maksimal untuk melakukan pendinginan dengan daya listrik yang tinggi dan akan menurunkan pemakaiannya ketika suhu sudah mencapai rentang suhu yang disetting. Sedangkan pada *Air conditioner non – inverter* akan bekerja dengan konstan dengan batas spesifikasi daya pada *air conditioner* terus menerus selama *Air conditioner* bekerja.
- B.** Faktor yang merupakan penyebab terjadinya perubahan pemanfaatan energi listrik pada pengaturan suhu sistem *air conditioner* yaitu tidak tercapainya suhu ruangan yang diinginkan karena terlalu besarnya ruangan yang harus didinginkan, kemampuan *Air conditioner* yang tidak sesuai dengan kapasitasnya, dan ruangan yang tidak tertutup rapat.
- C.** Konsumsi energi listrik terendah terjadi pada suhu 25°C yaitu 0.36 KWh dan tertinggi pada suhu 20°C yaitu 0.43KWh untuk *Air conditioner Inverter* tipe AH-XP6UHY, sedangkan Konsumsi energi listrik pada *air conditioner* tipe *non- inverter* AH-AP5KHL terhitung pada konsumsi yang sama untuk penggunaan setiap perubahan suhunya.

5.2 Saran

Saran yang diberikan penulis sebagai berikut:

1. Pemilihan kapasitas *Air conditioners* sangat penting dilakukan ketika kita memilih ukuran dalam penempatan *Air conditioner*
2. Pengaturan suhu disesuaikan dalam kebutuhan dalam ukuran nyaman dengan kebutuhan.
3. Jangan terlalu dingin dalam penyetingan suhu *Air Conditioner*
4. Perawatan yang rutin dalam menjaga kondisi *Air conditioner* tersebut
5. Lakukan perawatan *overhold* dalam kurun waktu 2 – 3 tahun untuk menjaga kondisi evaporator dalam keadaan bebas lendir kotor.



DAFTAR PUSTAKA

- Cooling, T.O.F. (no date) 'AIR-CONDITIONING SYSTEMS', pp. 41–66.
- Joto, R. (2013) 'Studi Perbandingan Pemakaian Energi Air Conditioner Inverter Dengan Air Conditioner Konvensional', 11(1), pp. 111–121.
- Rozaq, M.A., Sukoco, B. and Nugroho, D. (2020) 'Analisa Pengaruh Setting Suhu Air Conditioner Terhadap Konsumsi Energi Listrik Pada Air Conditioner Kapasitas 5 Pk Type Psf 5001', *Prosiding Konferensi Ilmiah ...*, pp. 354–369.
- sharp.id (no date) *AC Inverter & AC Low Watt, berita press & article.*
- Studi, P. *et al.* (no date) 'ANALISIS PENGARUH INFILTRASI PADA AC SPLIT INVERTER', 10(2), pp. 36–42.
- Wellid, I., Hikmat, Y.P. and Sumeru, K. (2019) 'Kaji Experimental Perbandingan Kinerja Pengkondisi Udara Antara Menggunakan Inverter Dan Non-Inverter', pp. 148–154.

