

**ANALISA PEMAKAIAN DAYA LISTRIK AIR CONDITIONER
(AC) SETELAH PEMAKAIAN DIATAS 10 TAHUN DI
BEBERAPA RUANGAN GEDUNG FTI UNISSULA
SEMARANG**

TUGAS AKHIR

**Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Stara Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan
Agung Semarang**



Disusun Oleh:

MUHAMMAD RIZKY ABDILLAH

NIM: 30601501736

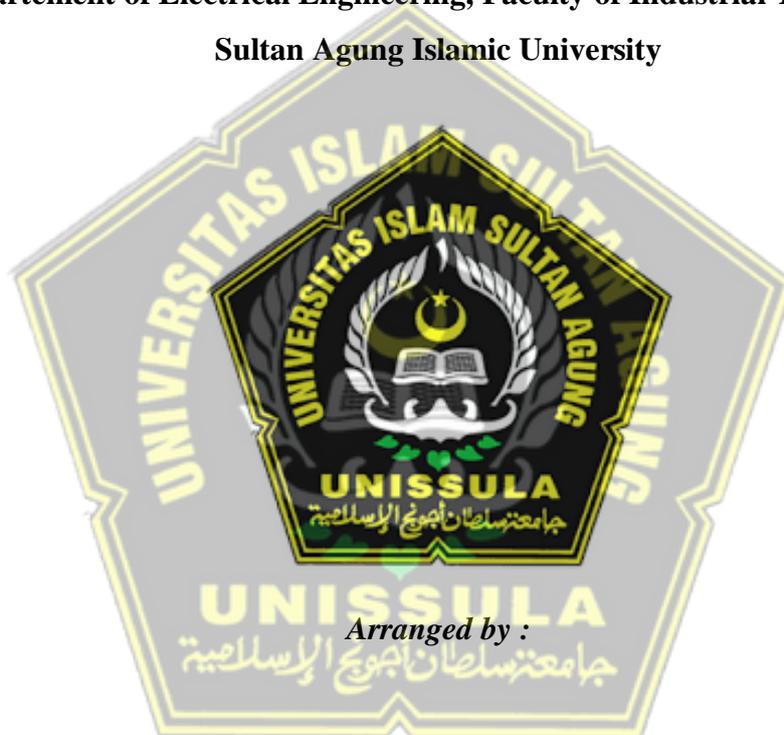
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022

FINAL PROJECT

**ELECTRICAL USE ANALYSIS OF AIR CONDITIONER (AC)
AFTER USAGE OVER 10 YEARS IN SEVERAL ROOMS
BUILDING FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNISSULA SEMARANG**

**Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1) at
Departement of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Sultan Agung Islamic University**



Arranged by :

Muhammad Rizky Abdillah

NIM 30601501736

**MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022

LEMABAR PERSEMBAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISA PEMAKAIAN DAYA LISTRIK AIR CONDITIONER (AC) SETELAH PEMAKAIAN DIATAS 10 TAHUN DI BEBERAPA RUANGAN GEDUNG FTI UNISSULA SEMARANG” ini disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD RIZKY ABDILLAH
NIM : 30601501736
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari :
Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II



Dedi Nugroho S.T., M.T.
NIDN :

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

UNISSULA
جامعة سلطان ابي جعفر الإسلامية

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro



Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.
NIDN : 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISA PEMAKAIAN DAYA LISTRIK AIR CONDITIONER (AC) SETELAH PEMAKAIAN DIATAS 10 TAHUN DI BEBERAPA RUANGAN GEDUNG FTI UNISSULA SEMARANG” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari

Tanggal

Tim Penguji

Tanda Tangan

Munaf Ismail, ST, MT.
NIDN : 0613127302
Ketua Penguji



Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT.
NIDN : 0619076401
Penguji I



Gunawan, ST, MT.
NIDN : 0607117101
Penguji II



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

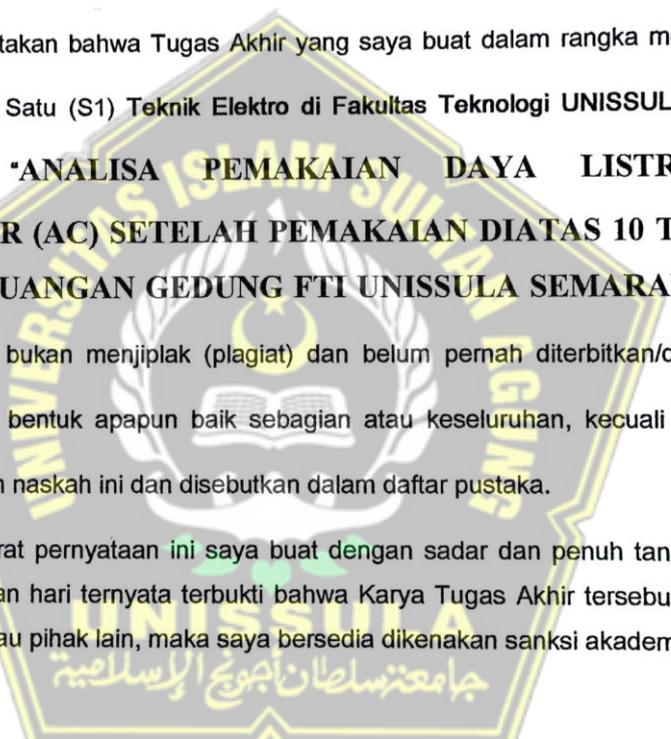
Nama : Muhammad Rizky Abdillah
NIM : 30601501736
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang dengan judul **"ANALISA PEMAKAIAN DAYA LISTRIK AIR CONDITIONER (AC) SETELAH PEMAKAIAN DIATAS 10 TAHUN DI BEBERAPA RUANGAN GEDUNG FTI UNISSULA SEMARANG"**, adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang,,

Yang Menyatakan
Mahasiswa



742AJX906597904
Muhammad Rizky Abdillah

30601501736

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Rizky Abdillah

NIM : 30601501736

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul **“ANALISA PEMAKAIAN DAYA LISTRIK AIR CONDITIONER (AC) SETELAH PEMAKAIAN DIATAS 10 TAHUN DI BEBERAPA RUANGAN GEDUNG FTI UNISSULA SEMARANG”** 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 2022

Yang Menyatakan



Muhammad Rizky Abdillah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Persembahan

Pertama,

Allah SWT yang telah memberikan rahmat taufik dan hidayah serta kasih sayang Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas saya dalam melewati setiap ujian dan cobaan-Nya

Kedua,

Bapak Slamet Ariyanto, ST. Ibu Taftirotul Khobsah, Muhammad Rizal Di Safar, Muhammad Ravi Akmal Rakhli

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua Orang Tua, Adik adik saya yang tak ada henti-hentinya dalam mendoakan dan memberi semangat serta selalu menjadi motifasi saya dalam menyelesaikan studi saya.

Ketiga,

Untuk Seluruh Dosen Fakultas Teknologi Industri Prodi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung yang selalu memberikan ilmu yang bermanfaat dan motivasi dalam menyelesaikan studi.

HALAMAN MOTTO

“Menuntut ilmu adalah Takwa. Menyampaikan ilmu adalah Ibadah. Mengulang-ulang ilmu adalah Zikir. Mencari ilmu adalah Jihad.”

(Abu Hamid AL-Ghazali)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S. Al – Baqarah 286)

“Angin Tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya.”

(Ali bin Abi Thalib)



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim
Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji dan puji bagi Allah SWT yang telah memberikan karunia serta berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“ANALISA PEMAKAIAN DAYA LISTRIK AIR CONDITIONER (AC) SETELAH PEMAKAIAN DIATAS 10 TAHUN DI BEBERAPA RUANGAN GEDUNG FTI UNISSULA”** untuk menyelesaikan persyaratan guna menempuh gelar sarjana (S1).

Banyak hambatan yang terjadi dalam penulisan tugas akhir ini tetapi dengan adanya pihak lain yang membantu sehingga penulis dapat menyelesaikannya. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Gunarto, SH, SE, Akt, M. Hum. Selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Ibu Dr. Novi Marlyana, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Bapak Dedi Nugroho S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing saya, memberi arahan, saran, masukan, motivasi, serta kesabaran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Semua Dosen dan Karyawan Fakultas Teknologi Industri atas semua ilmu, bimbingan dan bantuannya hingga penulis menyusun tugas akhir ini.
6. Spesial untuk orang tua saya yang selalu memberikan dukungan, memberi semangat, dan bekerja keras banting tulang serta memberi kasih sayang yang tak ternilai.

7. Untuk teman teman seperjuangan Teknik Elektro 2015 akhir yang selalu memberikan doa, semangat, dan keceriaan.
8. Tidak lupa juga kepada seluruh pihak yang turut serta mendoakan, mendukung, dan membantu dalam menyusun Tugas Akhir, yang tidak mampu satu persatu disebutkan.

Didasari penulis bahwasanya Tugas Akhir yang disusun masih banyak kurangnya, termasuk berdasar dari aspek penyajian ataupun material. Penulis memohon maaf dan butuh saran juga kritik membangun dari seluruh pihak, untuk itu bias dihasilkan laporan yang lebih sempurna. Akhirnya penulis mempunyai harapan semoga laporan ini dapat mendatangkan manfaat dan memberi tambahan wawasan untuk pembacanya dan terutamapun bagi para penulis.

Wallahua'lam.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Semarang, Agustus 2022

Muhammasd Rizky Abdillah



DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
FINAL PROJECT	ii
LEMABAR PERSEMBAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Daya Listrik.....	6
2.2.1 Daya Aktif (P).....	6
2.2.2 Daya Reaktif (Q)	7
2.2.3 Daya Semu (S)	7
2.2.4 Arus.....	8
2.2.5 Tegangan.....	8
2.3. Segitiga Daya.....	9
2.3.1 Wattmeter	10

2.3.2	Clampmeter	10
2.4.	Transfer Energi Panas	11
2.4.1	Perpindahan Panas Secara Konduksi	12
2.4.2	Perpindahan panas secara konveksi	12
2.4.3	Perpindahan panas secara radiasi	13
2.5.	Siklus Refrigerasi	14
2.6.	Pengukuran PK AC berdasarkan kode produk	24
BAB III	.....	25
3.1.	Obyek Penelitian	25
3.2.	Alat dan Bahan	25
3.3.	Metode penelitian	28
3.4.	Diagram Alir Penelitian	29
BAB IV	.....	30
4.1	Hasil Pengukuran AC	30
4.2	Hasil Perhitungan Daya AC	33
4.3	Pembahasan Perbandingan Daya Nameplate dan Perhitungan	38
BAB V	.....	44
PENUTUP	.....	44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	.....	46
Lampiran	.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Segitiga Daya.....	9
Gambar 2. 2	Rangkaian daya semu (S) langsung	9
Gambar 2. 3	Diagram skematik elektrodinamis	10
Gambar 2. 4	Clamp Meter Hioki 8230-20	11
Gambar 2. 5	batang tembaga ujungnya dipanaskan kemudian panas akan terasa diujung lainnya	12
Gambar 2. 6	Gerakan naik turun air ketika dipanaaskan	13
Gambar 2. 7	Sirkulasi angin darat dan angin laut.....	13
Gambar 2. 8	Intensitas dari panas radiasi berkurang oleh kuadrat jarak	14
Gambar 2. 9	Skema sistem kompresi uap, B siklus kompresi uap dalam diagram p-h.....	16
Gambar 2. 10	Siklus garis diagram pressure-enthalpy	17
Gambar 2. 11	Kondisi refrigerant direpresentasikan pada adiagram pressure- enthalpy	17
Gambar 2. 12	Menggambarkan temperature udara dan aliran udara.....	18
Gambar 2. 13	Siklus refrigerasi.....	22
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	kondisi suhu kenyamanan menurut standar	14
Tabel 2. 2	Beberapa peneliti yang membuktikan batas kenyamanan	15
Tabel 2. 3	kode angka dan artinya	24
Tabel 3. 1	Alat yang Digunakan.....	25
Tabel 3. 2	Bahan Pengukuran	26
Tabel 4. 1	Pengukuran tegangan, arus, faktor daya dan daya	33
Tabel 4. 2	Hasil Perhitungan	37
Tabel 4. 3	Perbandingan dari Nameplate dan Perhitungan.....	42
Tabel 4. 4	Selisih dan Presentase	43



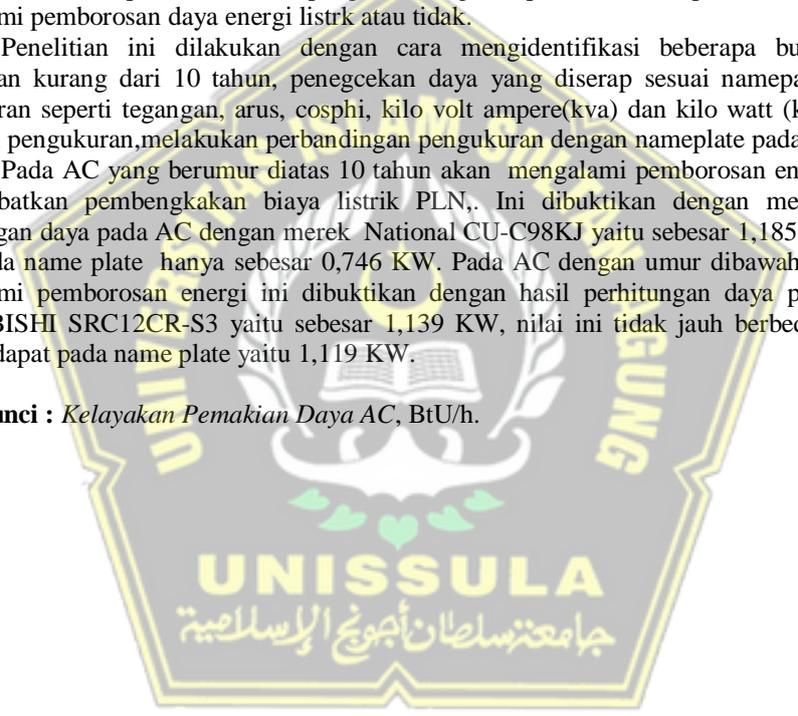
ABSTRAK

Penggunaan *Air Conditioner* (AC) semakin meningkat seiring dengan kebutuhan hidup manusia, di universitas Islam Sultan Agung Semarang sebagai salah satu lembaga pendidikan khususnya Fakultas Teknologi Industri FTI yang menggunakan sistem pendingin sebagai salah satu fasilitas yang digunakan untuk memberikan kenyamanan dalam bekerja, menuntut ilmu, dan melepas lelah, kondisi AC secara umum dibawah kinerjanya yang berpotensi pemborosan energi listrik dengan RH antara 48,1% - 78,8% (diawah standar SNI). Usia AC sudah tidak efisien karena sudah melebihi batas usia ekonomis maupun teknis (≥ 10 tahun) dengan suhu ruang kerja rata-rata diatas 26°C . Indonesia merupakan negara beriklim tropis lembab dengan temperature pada umumnya antara 24° - 32°C dengan kelembapan 60 - 90%. Dalam penggunaan AC terdapat jangka waktu yang mengakibatkan kinerja pada AC menurun, penurunan kinerja AC terjadi karena komponen-komponen outdoor AC seperti kompresor, kondensor, evaporator, refrigerant dan liannya mengalami keausan dan kerusakan sehingga kinerja pada AC menurun. Apabila kinerja AC menurun maka perlu dilakukan pengukuran agar dapat diketahui apakah dalam pengukuran mengalami pemborosan daya energi listrik atau tidak.

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi beberapa buah AC dalam pemakaian kurang dari 10 tahun, pengecekan daya yang diserap sesuai nameplate, melakukan pengukuran seperti tegangan, arus, cosphi, kilo volt ampere (kva) dan kilo watt (kw), menghitung hasil dan pengukuran, melakukan perbandingan pengukuran dengan nameplate pada AC.

Pada AC yang berumur diatas 10 tahun akan mengalami pemborosan energi yang dapat mengakibatkan pembengkakan biaya listrik PLN. Ini dibuktikan dengan melonjaknya nilai perhitungan daya pada AC dengan merek National CU-C98KJ yaitu sebesar 1,185 KW sedangkan daya pada name plate hanya sebesar 0,746 KW. Pada AC dengan umur dibawah 10 tahun tidak mengalami pemborosan energi ini dibuktikan dengan hasil perhitungan daya pada AC merek MITSUBISHI SRC12CR-S3 yaitu sebesar 1,139 KW, nilai ini tidak jauh berbeda dengan daya yang terdapat pada name plate yaitu 1,119 KW.

Kata Kunci : *Kelayakan Pemakaian Daya AC, BtU/h.*



ABSTRACT

The use of Air Conditioner (AC) is increasing along with the needs of human life, at the Sultan Agung Islamic University, Semarang as an educational institution, especially the Faculty of Industrial Technology, FTI which uses a cooling system as one of the facilities used to provide comfort in working, studying, and studying. unwind, the condition of AC is generally below its performance which has the potential to waste electrical energy with a RH between 48.1% - 78.8% (below the SNI standard). The age of the air conditioner is no longer efficient because it has exceeded the economic and technical age limit (≥ 10 years) with an average workspace temperature of above 26°C. Indonesia is a humid tropical country with temperatures generally between 24° - 32°C with humidity of 60-90%. In the use of air conditioners for a period of time which results in decreased performance of the air conditioner, the decrease in performance of the air conditioner occurs because the outdoor components of the air conditioner such as the compressor, condenser, evaporator, refrigerant and others experience wear and tear and damage so that the performance of the air conditioner decreases. If the performance of the air conditioner decreases, it is necessary to measure it so that it can be seen whether the measurement experiences a waste of electrical energy or not.

This research was conducted by identifying several AC units in use for less than 10 years, checking the absorbed power according to the nameplate, taking measurements such as voltage, current, cosphi, kilo volt ampere (kva) and kilo watt (kw), calculating results and measurements, compare measurements with the nameplate on the AC.

On the AC that is over 10 years old will experience a waste of energy which can lead to an increase in PLN electricity costs. This is evidenced by the increase in the value of the power calculation on the AC with the National CU-C98KJ brand, which is 1.185 KW while the power on the name plate is only 0.746 KW. For air conditioners under 10 years old, they do not experience energy wastage, this is evidenced by the results of the calculation of the power on the MITSUBISHI SRC12CR-S3 AC, which is 1.139 KW, this value is not much different from the power on the name plate, which is 1.119 KW.

Keywords: *Feasibility of AC Power Usage, BtU/h.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan *Air Conditioner* (AC) semakin meningkat seiring dengan kebutuhan hidup manusia, dengan mengaplikasikan yang sudah melingkupi berbagai segi aspek kehidupan mulai dari industry makan hotel , industry kimia , rumah sakit penerbangan, pelayaran dan lain sebagainya.

Universitas Islam Sultan Agung Semarang sebagai salah satu Lembaga Pendidikan khususnya Fakultas Teknologi Industri FTI yang menggunakan sistem pendingin sebagai salah satu fasilitas yang digunakan untuk memberikan kenyamanan dalam bekerja, menuntut ilmu dan melepas Lelah. Kondisi ruangan mempunyai suhu sejuk dan bersih akan membuat pengguna ruangan merasa nyaman. Untuk memenuhi suhu dan kelembapan yang nyaman diperlukan *Air Conditioner* (AC) yang sesuai dengan kebutuhan ruangan baik untuk ruang kelas, ruang dosen ataupun ruang lainnya. Kondisi AC secara umum di bawah kinerjanya yang berpotensi pemborosan energi listrik, dengan nilai RH antara 48,1% - 78,8% (dibawah standar SNI). Usia AC sudah tidak efisien karena sudah melebihi batas usia ekonomis maupun teknis (≥ 10 tahun) dengan suhu ruang kerja rata- rata diatas 26°C . (Biantoro, 2017)

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis lembab dengan temperature pada umumnya antara $24^{\circ} - 32^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban 60 - 90%. Hal ini mengakibatkan banyak daerah di Indonesia harus menggunakan sistem ventilasi buatan untuk mendapatkan kondisi udara yang nyaman didalam ruangan yaitu dengan memasang mesin penyejuk udara atau yang lebih dikenal dengan *Air Conditioner* (AC). (Syahrizal et al., 2013)

Gedung Fakultas Teknologi Industri memiliki sejumlah AC dengan kapasitas yang telah di operasikan lebih dari 10 tahun oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran dan perhitungan untuk mengetahui konsumsi daya listrik yang sebenarnya dan membandningkan dengan Nameplate dari AC tersebut dan dalam penggunaan AC terdapat jangka waktu yang mengakibatkan kinerja pada AC

menurun, penurunan kinerja AC terjadi karena komponen konnponen outdoor AC seperti compressor, kondensor , evaporator , refrigerant dan lainnnya mengalami keausan dan kerusakan, sehingga kinerja pada AC menurun. Apabila kinerja AC menurun maka perlu dilakukan pengukuran agar dapat diketahui apakah dalam pengukuran mengalami pemborosaan daya energi listrik atau tidak . Berdasarkan latar belakang tersebut maka diambil judul untuk tugas akhir adalah “ **ANALISA PEMAKAIAN DAYA LISTRIK AIR CONDITIONER (AC) SETELAH PEMAKAIAN DIATAS 10 TAHUN DI BEBERAPA RUANGAN GEDUNG FTI UNISSULA** “

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini dapat dirumuskan permasalahanya sebagai berikut :

1. Bagaimana konsumsi daya listrik pada AC di beberapa ruangan FTI setelah pemakaian usia diatas 10 tahun
2. Bagaimana perbandingan konsumsi daya listirk AC dengan *name plate* pada AC setelah pemakaian diatas 10 tahun dibeberapa ruangan Fakultas Teknologi Industri Unissula Semarang.

1.3. Tujuan Penelitian

Dalam penelitian Analisa daya AC ini dengan tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui konsumsi daya listrik yang digunakan pada AC di beberapa ruangan Fakultas Teknologi Industri Unissula Semarang.
2. Mengetahui besar nilai tegangan, arus, faktor daya, daya aktif dan daya semu pada AC di beberapa ruangan Fakultas Teknologi Industri Unissula Semarang.
3. Mengetahui nilai perbandingan nilai perhitungan daya aktif dan daya semu dengan nameplate pada AC.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah bertujuan untuk mendapatkan suatu hasil penelitian yang terfokus dan maksimal. Adapun batasan pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada beberapa ruangan di gedung Fakultas Teknologi Industri Semarang.

2. Penelitian ini hanya membahas beberapa jenis AC yang penguunaannya lebih dari 10 tahun pada beberapa ruangan di gedung Fakultas Teknologi Industri Semarang.
3. Penelitian ini hanya membahas tentang Perhitungan Daya Aktif dan Daya Semu pada beberapa ruangan di gedung Fakultas Teknologi Industri Semarang.
4. Penelitian ini hanya membandingkan daya pengukuran dengan daya perhitungan kemudian membandingkan daya perhitungan dengan daya *Name Plate*.
5. Penelitian ini tidak membahas nilai ekonomis pada AC yang digunakan.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian tugas akhir ini adalah mengetahui prinsip kerja AC dari pengukuran yang dilakukan menggunakan Alat Clamp meter dan Perbandingan daya

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam penyusunan tugas akhir ini maka penulis membuat sistematika sebagai berikut

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang tinjauan pustaka penelitian yang pernah dilakukan, penjelasan mengenai metode-metode teori yang dilakukan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini menerangkan tentang model penelitian, objek penelitian, data penelitian, dan langkah-langkah penelitian

BAB IV : HASIL DAN ANALISA

Bab ini menjelaskan tentang pembahasan data dan Analisa penelitian yang didapatkan dari hasil penelitian dan pengolahan data yang diperoleh.

BAB V : PENUTUP

Dari hasil data penelitian dan Analisa yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai penutup tugas akhir ini.



BAB II DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada studi literatur ini akan dibahas mengenai hasil dari penelitian yang sudah ada diantaranya adalah penelitian yang telah dilakukan oleh I Nyoman Maulana, Yanu Prpto Sudarmojo, dan I Gusti Ngurah Junardana pada penelitiannya yang berjudul “ Studi Pengaruh Jenis *Refrigerant* Terhadap Pemakaian Daya Listrik Pada Mesin Pengkondisian Udara AC” dengan hasil *Refrigerant* dengan jenis Isceon M099 membutuhkan daya listrik sebesar 262 Watt dan total pembayaran Rp. 33.012/bulan (Mudana et al., 2018).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mohamad Abdul Rozaq pada tahun 2019 dengan judul “ Analisa Pengaruh Setting Suhu *Air Conditioner* Terhadap Konsumsi Energi Listrik Pada *Air Conditoner* Kapasitas 5PK Type PSF 5001 “ dengan hasil bahwa kenaikan konsumsi tegangan energi listrik AC didasari dari lama waktu kompresor bekerja atau *On* untuk mendinginkan ruangan sesuai temperature yang kita setting dan saat kompresor berhenti bekerja atau *off* setelah AC berhasil mendinginkan ruangan sesuai dengan temperature yang kita setting pada AC. AC akan lebih boros jika suhu tidak bisa tercapai sesuai dengan yang kita setting, hal ini terjadi pada setting suhu 18 °C dan 19 °C. (Rozaq et al., 2019).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Sayuti pada tahun 2019 dengan judul “ Audit Energi dan Analisa Peluang Penghemat Konsumsi Energi Pada Sistem *Air Conditioning* di Ruang Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid” dengan hasil pengukuran intensitas konsumsi energi (IKE) awal menunjukkan bahwa penggunaan energi listrik di Ruang Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid adalah 99,034 kWh/bulan dengan setting AC remote ruangan 16 °C terdapat suhu ruangan 24 °C selama 6 jam, kemudian setelah menganalisa peluang penghematannya terdapat nilai 64,48 kWh/bulan dengan setting AC remote 16 °C untuk mencapai suhu ruangan 22 °C selama 4 jam. Hasil perhitungan british thermal unit (BTU) menunjukkan kebutuhan *Air Conditioning* menurut ruangnya sudah memenuhi standarisasi pemakaiannya, tetapi kurang stabil. Kemudian peluang penghematannya untuk

melakukan penyeimbangan beban, mengurangi jam operasinya, matikan *Air Conditioning* apabila sudah digunakan. (Sayuti & Herlina, 2019).

2.2. Daya Listrik

Daya listrik dalam Bahasa Inggris disebut Electrical Power. Daya listrik adalah besarnya energi listrik yang mengalir atau diserap dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik disetiap detik. Daya juga dapat didefinisikan sebagai laju aliran listrik. Satuan daya listrik SI daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir persatuan waktu (joule/detik). (Widodo, 2013, bks. 224–227)

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung daya listrik:

$$P = \frac{w}{t} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

P = Daya (W)

W = Usaha (J)

t = Waktu (s)

Rumus perhitungan daya watt :

$$W = V \cdot I \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots (2.2)$$

Rumus perhitungan KVA :

$$KVA = \frac{I \cdot V}{1000} \text{ atau } \frac{W}{\cos \varphi} \dots\dots\dots (2.3)$$

macam macam daya pada listrik arus bolak balik dalam listrik bolak balik terdapat tiga jenis daya yaitu :

2.2.1 Daya Aktif (P)

Daya aktif adalah daya sesungguhnya dibutuhkan oleh beban. Satuan daya aktif adalah W (watt) dan dapat diukur dengan menggunakan alat ukur wattmeter. Daya aktif pada beban resistansi (R), dimana tidak mengandung induktor grafik gelombang tegangan (V) dan arus se fasa, sehingga besar daya sebagai perkalian tegangan dan arus menghasilkan dua gelombang yang keduanya bernilai positif. Daya nyata (P) dalam rangkaian AC adalah daya yang sama dengan daya yang terdapat pada rangkaian DC daya dirumuskan sebagai

$$P = I^2 \cdot R \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana R adalah total komponen resistif dalam rangkaian. Untuk mencari daya nyata : nilai rms tegangan dan arus dikalikan dengan cosinus fase (ϕ).

Daya nyata :

$$P = I^2R = V \cdot I \cdot \cos(\phi) \text{ watts (w)} \dots \dots \dots (2.5)$$

2.2.2 Daya Reaktif (Q)

Daya Reaktif adalah daya yang dikonsumsi pada rangkaian AC dimana daya ini tidak melakukan kerja signifikan daya nyata akan tetapi mempunyai pengaruh yang besar pada perbedaan antara gelombang tegangan dan gelombang arus. Daya reaktif berhubungan langsung dengan reaktansi yang dihasilkan oleh induktor dan kapasitor dan menetralkan efek daya nyata dan daya reaktif tidak berpengaruh pada daya rangkaian DC.

Tidak seperti daya nyata (P) yang melakukan semua pekerjaan, daya reaktif (Q) mengambil daya dari rangkaian karena penciptaan dan pengurangan medan magnet induktif dan medan elektrostatik kapasitif, sehingga mempersulit daya sebenarnya untuk memasok daya langsung ke sirkuit atau beban, untuk menemukan daya daya reaktif, tegangan rms dan nilai arus dikalikan dengan sinus sudut fase ϕ seperti yang ditunjukkan :

Daya reaktif (Q)

$$Q = I^2X = V \cdot I \cdot \sin(\phi) \text{ dengan satuan volt ampere reactive (Var)} \dots \dots \dots (2.6)$$

2.2.3 Daya Semu (S)

Daya Semu (Apparent Power) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif, daya nyata merupakan daya yang diberikan oleh PLN kepada konsumen, satuan daya nyata adalah VA (Volt.Ampere). beban yang bersifat daya semu adalah beban yang bersifat resistansi (R), peralatan listrik atau beban pada rangkaian listrik yang bersifat resistansi tidak dapat dihemat karena tegangan dan arus listrik se fase perbedaan sudut fasa adalah 0° dan memiliki nilai faktor daya = 1. (Kuliah & Elektrik, n.d., bks. 6–10)

Persamaan daya semu :

$$S = V \cdot I \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus Listrik (A)

2.2.4 Arus

Arus Listrik adalah perbandingan antara tegangan masukan dengan hambatan rangkaian listrik. Arus listrik terbentuk adanya aliran muatan listrik yang mengalir pada medium tertentu, pembagian arus listrik dibagi menjadi 2 bagian : arus listrik searah (Direct Current) dan arus listrik bolak-balik (Alternating Current). Satuan dari arus listrik adalah Amper.

Tegangan masukan dengan Hambatan Listrik, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots(2.8)$$

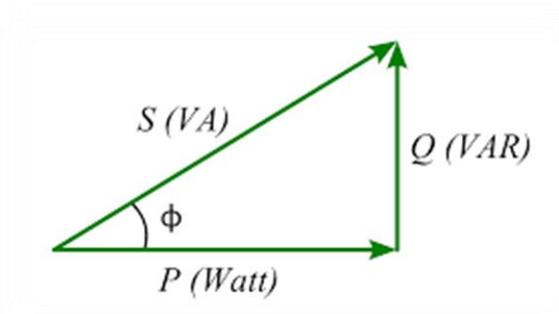
2.2.5 Tegangan

Begitu juga sama halnya dengan tegangan, tegangan adalah hasil perkalian antara arus dengan hambatan listrik. Tegangan listrik terbentuk adanya aliran-aliran arus listrik dengan hambatan listrik. Tegangan listrik terbagi menjadi 2 bagian : tegangan listrik searah (Direct Voltage) dan tegangan listrik bolak-balik (Alternating Voltage). Satuan dari tegangan adalah Voltage. (Widodo, 2013, bks. 211–218)

Tegangan adalah perkalian antara arus listrik dengan hambatan listrik, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V = I \cdot R \dots\dots\dots(2.9)$$

2.3. Segitiga Daya



Gambar 2. 1 Segitiga Daya

Daya aktif (P) digambarkan dengan garis horizontal yang lurus, daya reaktif (Q) berbeda sudut sebesar 90° dari daya aktif. Sedangkan daya semu (S) adalah hasil penjumlahan secara vektor antara daya aktif dan daya reaktif. Sesuai dengan hukum Pitagoras, maka hubungan ketiga daya tersebut secara matematis dapat ditentukan :

$$\cos \alpha = P \text{ (Watt)} / S \text{ (VA)} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\sin \alpha = Q \text{ (VAR)} / S \text{ (VA)} \dots\dots\dots (2.9)$$

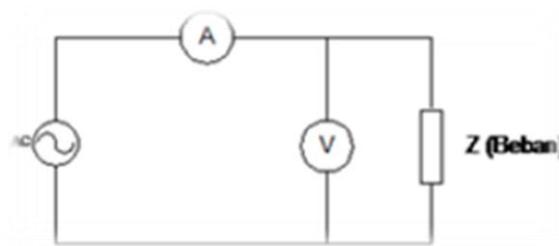
Dari dua persamaan diatas dapat diubah menjadi :

$$P = S \times \cos \phi \dots\dots\dots (2.10)$$

$$S = P / \cos \phi \dots\dots\dots (2.11)$$

$$Q = S / \sin \phi \dots\dots\dots (2.12)$$

Jadi dua parameter diketahui maka parameter lainnya dapat ditentukan bila daya semu diketahui dan besar beda fasa antara daya aktif dan daya semu diketahui maka nilai daya aktifnya dapat ditentukan. Pengukuran daya semu (Q) dapat dengan mudah dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus yang ada pada satu rangkaian arus bolak balik seperti



Gambar 2. 2 Rangkaian daya semu (S) langsung

2.3.1 Wattmeter

Wattmeter adalah instrument untuk mengukur daya aktif. Tersedia dalam dua bentuk yaitu analog dan digital. Daya aktif merupakan perkalian antara daya semu (S) yaitu perkalian tegangan (V) dan arus (I) dan faktor daya ($\cos \alpha$). Oleh karena itu wattmeter mempunyai dua kumparan yaitu kumparan putar untuk mendeteksi nilai tegangan dan kumparan statis untuk mendeteksi nilai arus yang diukur. Kontruksi wattmeter lazim sebagai wattmeter tipe elektrodinamis atau elektrodinamometer. Prinsip bergeraknya jarum berdasarkan prinsip berputarnya motor listrik.

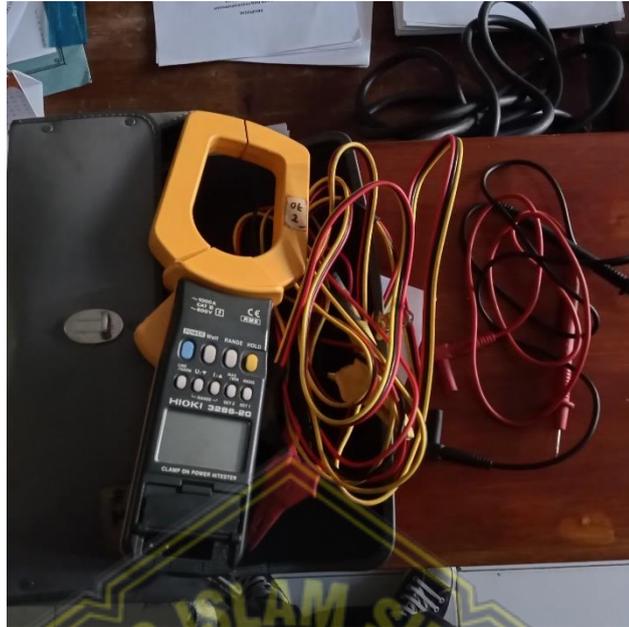


Gambar 2. 3 Diagram skematik elektrodinamis

Bahwa kumparan putar dipasang paralel dengan beban sehingga berfungsi sebagai kumparan tegangan dan kumparan tetap dipasang seri dengan beban sehingga berfungsi sebagai kumparan arus, skala pembacaan dikalibrasi dalam satuan watt atau Kw. Watt meter elektrodinamis ini termasuk alat ukur presisi dan dapat digunakan pada jaringan arus searah dan arus bolak balik.

2.3.2 Clampmeter

Clamp meter adalah sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus pada konduktor tanpa memutus kabel yang tersambung. Clamp meter juga mempunyai bagian yang berfungsi untuk mengukur arus listrik hanya dengan menjepit kabel yang tersambung. Alat ini hamper sama dengan multimeter, hanya saja alat clamp mater lebih praktis dalam penggunaannya dibandingkan dengan multimeter.



Gambar 2. 4 Clamp Meter Hioki 8230-20

Prinsip kerja clamp meter menggunakan prinsip induksi magnetik untuk menghasilkan pengukuran non kontak pada arus listrik. Arus listrik yang mengalir di kabel konduktor akan menghasilkan medan magnet, sebuah transformator yang terdapat pada clamp meter akan merasakan fluktuasi medan magnet tersebut dan kemudian mengkonversikan menjadi nilai ampere (arus listrik) sehingga kita dapat membacanya di layar clamp meter. (Widodo, 2013, bks. 224–227)

Fungsi clamp meter :

- a. Alat ini digunakan untuk mengukur arus listrik, tegangan listrik, dan resistansi (tahanan).
- b. Digunakan untuk mengecek koneksi antar arus pada kabel.
- c. Digunakan untuk mengukur kapasitor elektrolit.
- d. Dan juga alat ini dapat mengukur temperature, induktansi, dan frekuensi.

2.4. Transfer Energi Panas

Proses kerja sistem refrigerasi tidak lepas dari transfer energi (dalam hal ini muatan panas). Ada tiga perpindahan panas sebagai berikut :

2.4.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan panas melalui zat yang tidak ikut mengalami perpindahan. Apabila ujung sebatang logam dipanaskan diatas api maka ujung yang lain akan menjadi panas. Hal ini menunjukkan kalor berpindah kebagian yang memiliki suhu yang lebih rendah. Contoh : memegang kembang api yang sedang dibakar , knalpot motor menjadi panas saat mesin dihidupkan.



Gambar 2. 5 batang tembaga ujungnya dipanaskan kemudian panas akan terasa diujung lainnya

2.4.2 Perpindahan panas secara konveksi

Konveksi merupakan perpindahan panas melalui aliran yang zat perantaranya ikut berpindah. Jika partikelnya berpindah dan mengakibatkan kalor merambat, maka akan terjadi konveksi. Konveksi terjadi pada zat cair dan gas (udara/angin). Contoh : Gerakan naik turun air ketika dipanaskan, Gerakan balon udara.



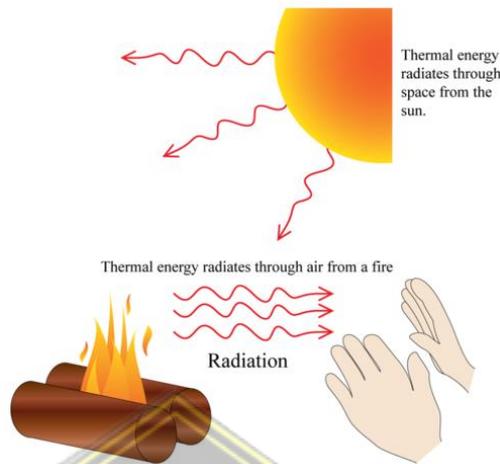
Gambar 2. 6 Gerakan naik turun air ketika dipanaskan



Gambar 2. 7 Sirkulasi angin darat dan angin laut

2.4.3 Perpindahan panas secara radiasi

Radiasi yaitu merupakan perpindahan panas tanpa zat perantaranya. Radiasi juga biasanya dapat disertai cahaya. Perpindahan panas dengan radiasi adalah dengan menggunakan matahari sebagai contoh sumber panas radiasi merupakan satu-satunya transfer panas yang dapat terjadi pada kondisi vakum, seperti ruang angkasa karena tergantung dari benda sebagai media transfer panas. Bumi tidak menerima panas total matahari karena perpindahan panas secara radiasi mengurangi intensitas panas berbanding terbalik terhadap kuadrat jarak yang ditempuh. (Sri Hardono, 2015, pp. 7–10).



Gambar 2. 8 Intensitas dari panas radiasi berkurang oleh kuadrat jarak

2.5. Siklus Refrigerasi

Air conditioning diartikan sebagai pengkondisi udara, untuk mencapai tingkat kenyamanan penghuni ruangan. Mengacu pada beberapa sumber bahwa suhu nyaman rata rata untuk manusia adalah :

- Suhu nyaman thermal untuk orang Indonesia berada pada rentang suhu 22,8°C – 25,8°C dengan kelembapan 70%. Untuk mengakomodasi kenyamanan tersebut adalah dengan melakukan pengkondisian udara (penggunaan AC) didalam bangunan.
- Suhu Nyaman menurut Standar Tata Cara Perancangan Teknis Konservasi Energi pada Bangunan Gedung.

Tabel 2. 1kondisi suhu kenyamanan menurut standar

Kondisi	Temperatur Efektif (TE)	Kelembapan (RH)
Sejuk Nyaman Ambang atas	20,5°C – 22,8°C	50%
	24°C	80%
Nyaman Optional Ambang atas	22,8°C – 25,8°C	70%
	28°C	
Hangat Nyaman Ambang atas	25,8°C – 27,1°C	60%
	31°C	

- Sejalan dengan teori Humphreys dan Nicol, Lipsmeter (1994) menunjukkan beberapa penelitian yang membuktikan batas kenyamanan (dalam Temperature

Efektif/TE) berbeda beda tergantung terhadap lokasi geografis dan subyek manusia (suku bangsa) yang diteliti pada table dibawah ini :

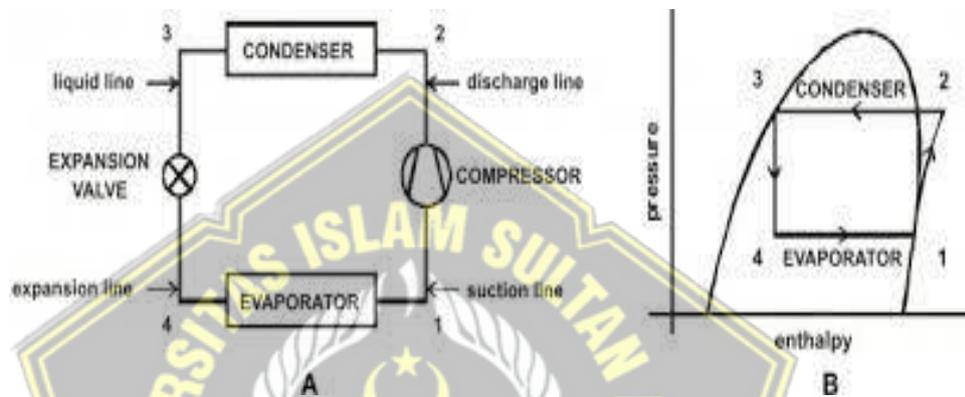
Pengarang	Tempat	Kelompok Manusia	Batas Kenyamanan
ASHRAE	USA Selatan (30°LU)	Peneliti	20,5°C – 24,5°C TE
Rao Webb	Calcutta (22°LU) Singapura	India Malaysia	20°C – 24,5°C TE 25°C - 27°C TE
Mom	Khatulistiwa Jakarta (6°LS)	Cina Indonesia	20°C - 26°C TE
Ellis	Singapura Khatulistiwa	Eropa	22°C - 26°C TE

Tabel 2. 2 Beberapa peneliti yang membuktikan batas kenyamanan

Dari uraian diatas jelas bahwa dua aspek pengkondisian udara adalah pengaturan suhu dan kelembapan, sedangkan aspek lain adalah kebersihan udara dan sirkulasi udara.

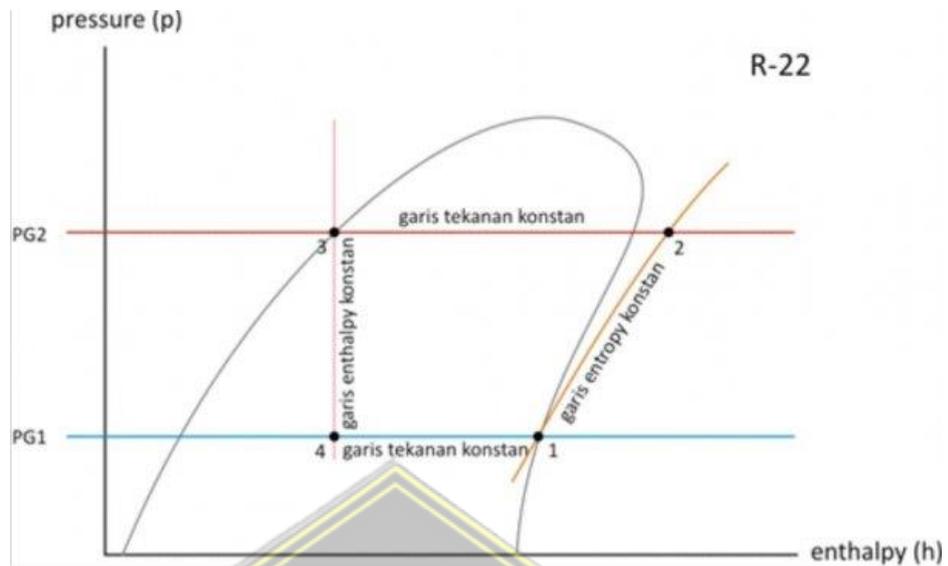
Aspek parameter itulah yang dicapai dengan menggunakan sistem pendingin udara (di negara dengan temperature diatas nilai ambang batas kenyamanan) dan Heater / pemanas (di wilayah dengan iklim dibawah nilai ambang batas kenyamanan). Jadi AC bias berupa pendingin udara atau pemanas tergantung dari kebutuhan untuk mencapai tingkat temperatur yang nyaman untuk manusia. Sistem pengkondisain udara yang dikenal luas adalah dengan sistem kompresi uap dengan menggunakan refrigerant sebagai media transfer panas. Perubahan kondisi tekanan refrigerant dengan temperature ambient yang tersedia memungkinkan perubahan fase refrigerant yang berdampak terhadap perubahan temperatur refrigerant, sehingga berada pada level diatas atau dibawah temperature ambient, sehingga memungkinkan terjadinya transfer panas (sesuai dengan sifat panas). Kondisi perubahan refrigerant tersebut bias dicapai dengan mensirkulasi refrigerant dan membuat kondisi tekanan yang berbeda pada dua area yang berbeda yang dikenal luas dengan sirkulasi refrigerasi. Siklus refrigerasi

adalah sebuah sistem yang dikenal sebagai sistem kompresi uap/gas (vapor compression). Sebuah skema dari sistem kompresi uap. Sistem ini terdiri dari sebuah kompresor, sebuah kondenser, sebuah “metering device” dan sebuah evaporator. “output kompresor”, “discharge line”, “condenser line” dan “cairan line” membentuk sisi jalur tekanan tinggi (high-pressure side) dari sistem ini. “output metering device”, “evaporator”, “suction line” dan “input kompresor” membentuk sisi jalur tekanan rendah (low-pressure side) dari sistem ini.



Gambar 2. 9 Skema sistem kompresi uap, B siklus kompresi uap dalam diagram p-h

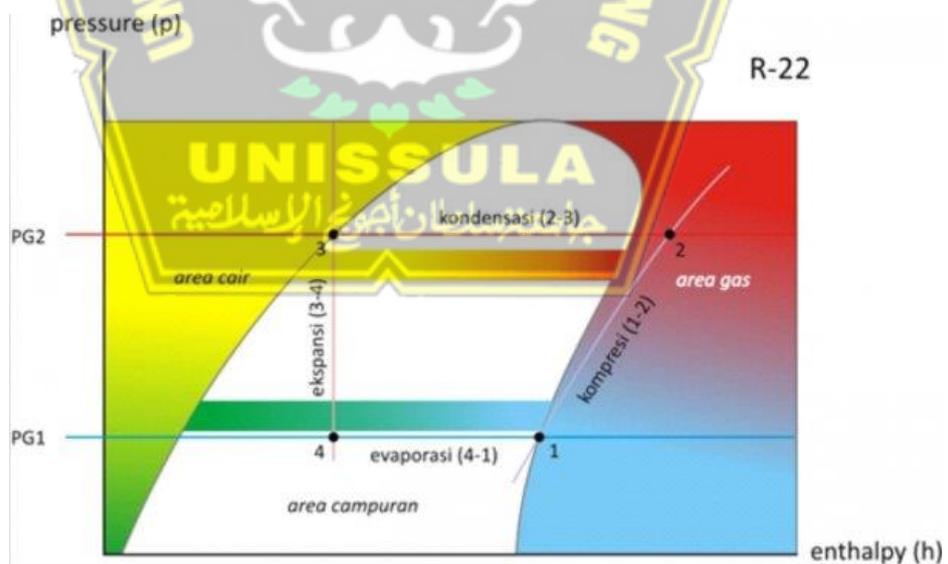
Gambar 2.9 menggambarkan diagram P-h “Pressure – Enthalpy” dari siklus refrigerasi (refrigeration cycle). Sumbu Y menunjukkan tekanan dan X menunjukkan enthalpy. Diagram p-h ini adalah alat yang paling umum digunakan dalam menganalisa dan melakukan perhitungan kalor, usaha dan perpindahan energi dalam suatu siklus refrigerasi. Sebuah siklus refrigerasi tunggal terdiri dari daerah bertekanan tinggi (high side) dan daerah bertekanan rendah (low side). Perubahan dari tekanan dapat dilihat dengan jelas pada diagram p-h ini. Kalor dan perpindahan energi dapat dihitung sebagai perubahan “enthalpy” yang tergambar dengan jelas pada diagram tersebut.



Gambar 2. 10 Siklus garis diagram pressure-enthalpy

Garis konstan pada diagram pressure-enthalpy

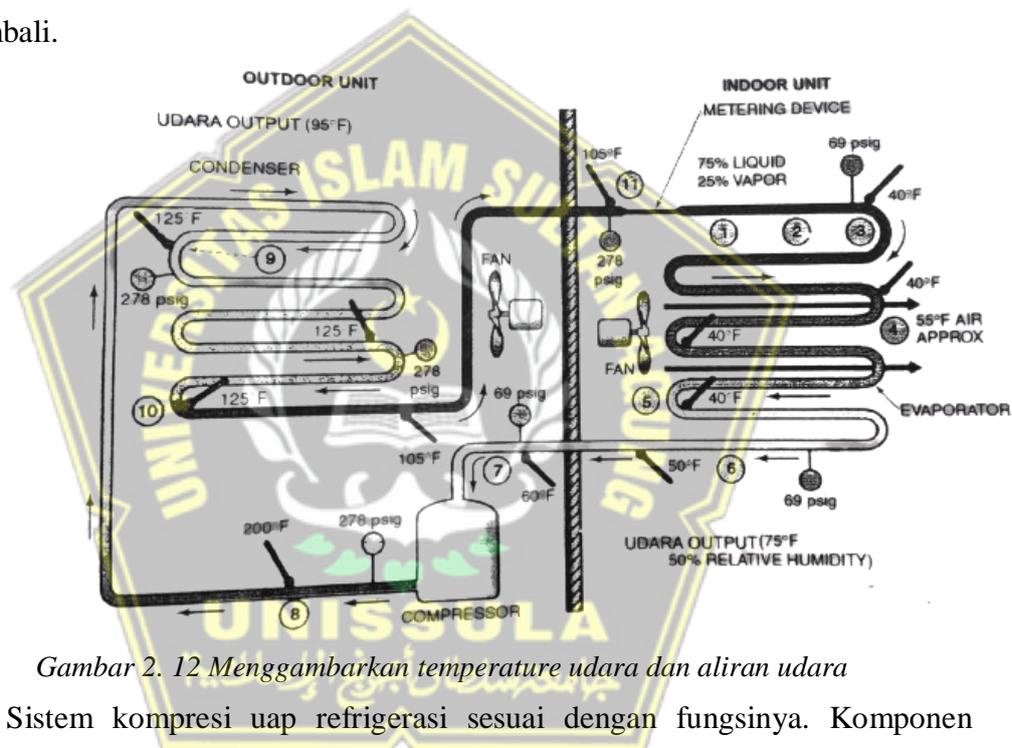
- Garis proses kompresi digambarkan sejajar dengan garis entropy konstan.
- Garis proses kondensasi digambarkan sejajar dengan garis tekanan konstan.
- Garis proses ekspansi digambarkan sejajar dengan garis enthalpy konstan.
- Garis proese evaporasi digambarkan sejajar dengan tekanan konstan.



Gambar 2. 11 Kondisi refrigerant direpresentasikan pad adiagram pressure-enthalpy

- Kompresor: Refrigerant gas tertekan rendah dikompresikan menjadi refrigerant gas bertekanan tinggi dengan bantuan daya dari luar system (input power)

- Kondenser: Refrigerant gas bertekanan tinggi dirubah menjadi refrigerant cair bertekanan tetap tinggi dengan cara membuang kalor kelingkungannya.
- Ekspansi: Refrigerant cair bertekanan tinggi diturunkan tekanannya dengan bentuk refrigerant menjadi cairan yang bercampur dengan sedikit gas. (gelembung gas terjadi karena adanya penurunan tekanan).
- Evaporator: Refrigerant cair dirubah menjadi gas/uap dengan cara menyerap kalor dari ruang yang dikondisikan.
- Refrigerant gas/uap kemudian dihisap oleh kompresor dan di sirkulasikan kembali.



Gambar 2. 12 Menggambarkan temperature udara dan aliran udara

Sistem kompresi uap refrigerasi sesuai dengan fungsinya. Komponen komponen tersebut harus benar benar sesuai dengan spesifikasi. Seperti compressor low temperature tidak bias digunakan untuk compressor pad peralatan high temperature karena perbedaan karakteristik pemompaan compressor . beberapa komponen dapat digunakan dengan baik untuk low and high temperature dengan menggunakan data manufacture, tetapi hanya orang yang memiliki pengetahuan dan pengalaman yang bias melakukannya.

Biasanya desain temperatur sistem AC rumah tangga adalah 75°F /23°C dan kelembaban relatif (kandungan kelembaban ruangan) 50%. Udara dalam ruangan meningkatkan panas refrigerant. Koil evaporator juga bertugas untuk

menyerap kelembaban udara dan menjaga kelembaban pada ambang batas yang dapat diterima. Ini dikenal dengan istilah dehumidifying. Penyerapan kelembaban memerlukan energy yang cukup besar. Kurang lebih mendekati 970 Btu penyerapan panas laten diperlukan untuk mengembunkan 1 pound (0,5 kg) uap air dari udara seperti mengkondensasi 0,5 kg uap. Semua sistem AC harus memiliki cara terkait urusan dengan kelembaban setelah berubah menjadi cairan. Biasanya menggunakan drainase melalui pipa kondensat. Berikut penjelasan terperinci tentang siklus refrigerasi pada sistem AC dengan jenis refrigerant R-22.

1. Campuran 75% cairan dan 25% uap keluar dari metering device dan memasuki evaporator.
2. Campuran tersebut merupakan saturasi R-22 pada tekanan 69 psig, yaitu 40°F. Ini penting untuk diingat bahwa tekanan kerja standar sistem R22 adalah 69 psig, karena titik didih refrigerant adalah 40°F.
3. Campuran tersebut mengalir melalui pipa evaporator untuk diuapkan dengan muatan panas dan kelembaban dari ruangan disepanjang pipa evaporator tersebut.
4. Ketika refrigerant mencapai setengah jalan koil evaporator, campurannya mulai berubah menjadi 50% cairan dan 50% vapor dengan tekanan dan suhu hal ini dikenal dengan istilah perpindahan panas laten.
5. Refrigerant 100% berbentuk uap. Dengan kata lain, sudah mencapai 100% titik saturasi penguapan. Kondisi ini memungkinkan jika sejumlah panas diambil dari refrigerant pada titik ini maka refrigerant akan berubah menjadi cair dan jika panas ditambahkan maka kenaikan temperatur uap menjadikan refrigerant tersebut menjadi uap superheat. (superheat adalah panas sensible) pada titik 5 gambar 8, saturasi penguapan adalah tetap 40°F dan tetap mampu menyerap panas dari ruangan.
6. Uap murni biasanya nilai superheat adalah 10°F di atas temperatur saturasi. Seperti terlihat pada gambar temperatur di titik ini 50°F. Uap refrigerant dikatakan sangat panas karena mengandung panas yang dibawa dari ruangan. Panas diserap ketika terjadi penguapan refrigerant di dalam evaporator. Uap

superheat yang lain 10°F dan sekarang menjadi 60°F saat bergerak ke suction line (sisi hisap) kompresor. Superheat yang terjadi di dalam evaporator disebut superheat evaporator; superheat yang dibawa dari evaporator dan suction line disebut superheat sistem. Superheat sistem juga sering disebut superheat kompresor.

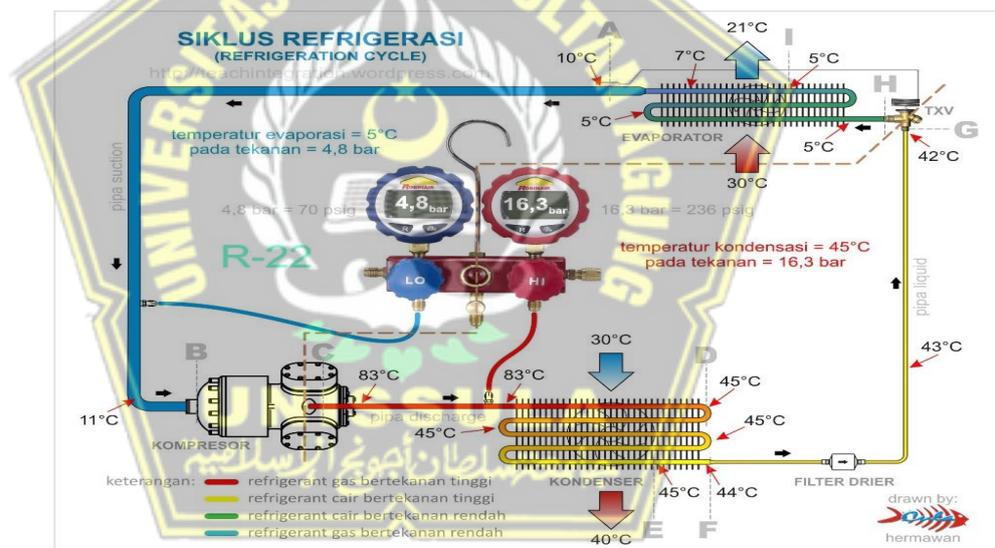
7. Uap refrigerant ditarik ke dalam kompresor dengan prinsip pemompaan, dimana menyebabkan tekanan rendah pada sisi hisap. Ketika refrigerant meninggalkan evaporator temperaturnya sekitar 50°F ditambah 10°F. Refrigerant masuk ke kompresor, melalui suction line berbahan tembaga dan harus diisolasi guna mencegah panas masuk dan mencegah pengembunan. Namun tetap saja suction line ini menyerap panas. Karena suction line berisi uap, sejumlah panas yang masuk akan cepat meningkatkan temperatur.
8. Gas panas meninggalkan kompresor melalui hot gas line (jalur pipa panas) pada sisi tekanan tinggi sistem. Jalur ini biasanya sangat pendek karena kondensor selalu berada dekat dengan kompresor. Pada saat siang hari cuaca panas, jalur gas bisa mendekati 200°F/93 °C dengan tekanan 278 psig. Karena temperatur saturasi pada tekanan 278 psig adalah 125 °F/ 52°C, jalur gas panas harus dibuang sekitar 75 °F (200°F -125 °F) superheat sebelum pengembunan dapat terwujud. Karena jalur sangat panas dan berisi uap, jalur ini akan melepaskan panas dengan cepat ke lingkungan sekitar. Temperatur udara luar sekitar 95 °F/ 35 °C.
9. Superheat telah dibuang dan refrigerant telah didinginkan menjadi suhu kondensasi 125°F/ 23°C. Tekanan tinggi terbaca 278 psig tekanan uap.
10. Kondisi untuk pengembunan dihitung dengan efisiensi kondensor. Dalam contoh ini kita menggunakan standar kondensor yang memiliki suhu kondensasi sekitar 30°F/16-17°C diatas temperatur udara lingkungan sekitar untuk menyerap panas dari kondensor. Dalam contoh' ini temperature udara sekitar 95°F/35°C menyerap panas, jadi 90°F/35°C +30°F/16°C = 125°F/51°C suhu kondensasi. Beberapa kondensor akan mulai mengembunkan refrigerant pada angka 25°F/13°C diatas temperatur udara sekitar; kondisi tersebut merupakan efisiensi kondensor dan sisi tekanan

tinggi sistem beroperasi pada tekanan yang lebih rendah. Suhu dan tekanan kondensor juga tergantung pada beban panas yang diberikan ke kondensor untuk dilepaskan. Semakin tinggi beban panas, semakin tinggi suhu dan tekanan kondensor. Hal ini dapat disimpulkan bahwa temperatur dan tekanan dalam sistem meningkat. Sebagai contoh, jika temperature lingkungan meningkat hingga 105°F/41°C, suhu saturasi kondensor juga akan meningkat menjadi 135°F/57°C.

11. Refrigerant telah menjadi 100% cairan pada suhu saturasi 125°F/51°C. Ketika cairan terus berjalan sepanjang koil, udara terus mendinginkan cairan hingga dibawah suhu kondensasi. Suhu cairan mungkin turun sebanyak 20°F dibawah suhu kondensasi 125°F/51°C sebelum sampai ke metering device. Semua cairan pada kondisi suhu dibawah suhu kondensasi 125°F/51°C disebut cairan subcooled. Dalam contoh ini cairan didinginkan hingga 105°F/41°C sebelum sampai di metering device. Cairan refrigerant sekarang telah mencapai suhu sub cool 20°F/10-11°C.
12. Cairan refrigerant sampai di metering device melalui pipa tembaga, dari kondnsor. Liquid line ini seringkali tidak diisolasi, karena temperatur cairan lebih panas dari temperatur ruangan, dengan membiarkan pipa terbuka memungkinkan penambahan pembuangan muatan panas ke udara sekitar, yang mana membantu meningkatkan efisiensi operasi sistem. Karena liquid line mungkin panjang, dan tergantung pada jarak antara kondensor dan metering device, jumlah penambahan panas yang bisa di buang akan signifikan. Panas akan keluar dari sistem, dan ini baik untuk sistem. Refrigerant memasuki metering device dengan temperatur 20°F/10°C dibawah temperatur kondensasi 125°F/51°C, jadi liquid line memasuki metering device pada temperatur 105°F/41°C.
13. Refrigerant yang memasuki metering device berbentuk 100% cairan subcool. Pada kondisi metering device yang pendek (dengan lubang sebesar jarum jaring kecil), cairan subcool berubah bentuk menjadi 75% cairan jenuh dan 25% uap jenuh. Perbandingan cairan dan uap yang meninggalkan metering device tergantung dari sistem dan kegunaannya. Jumlah uap 25% dikenal

sebagai flash gas, yang digunakan untuk mendinginkan 75% cairan menjadi 40°F/4,4°C, suhu saturasi evaporator pendinginan menjadi sia-sia karena tidak terjadi di dalam evaporator untuk menurunkan suhu udara di dalam ruangan dan mengurangi kelembaban. Satu-satunya cara adalah mengurangi flash gas untuk mendapatkan temperatur cairan subcool yang masuk ke metering device mendekati suhu penguapan.

Siklus refrigerant sudah lengkap dan siap untuk berputar lagi. Ini menjadi bukti bahwa pada kondisi ideal refrigerant tidak akan habis, berubah dari cair ke uap di dalam evaporator dan kembali menjadi cairan di dalam kondensor. Metering device membatasi aliran refrigerant ke evaporator, dan kompresor memompa refrigerant keluar dari evaporator.



Gambar 2. 13 Siklus refrigerasi

Penjelasan Siklus Refrigerasi :

- A-B : Un-useful superheat adalah kenaikan temperature yang menambah beban kompresor.
- B-C : Proses Kompresi atau gas refrigerant bertekanan dan temperature rendah dinaikkan tekanannya sehingga temperaturnya lebuah tinggi dari media pendingin di kondensor. Pada proses kompresi ini refrigerant mengalami superhat yang sangat tinggi.

- C-D : Proses de-superheating atau temperature refrigerant mengalami penurunan tetapi tidak mengalami perubahan wujud, refrigerant masih dalam bentuk gas.
- D-E : Proses Kondensasi terjadi perubahan wujud refrigerant dari gas menjadi cair tanpa mngubah temperaturnya.
- E-F : Proses sub-cooling di condenser refrigerant yang sudah dalam bentuk cair masih membuang kalor keudara sekitar sehingga mengalami penutunan temperature. Sangat berguna untuk memastikan refrigerant dalam keadaan cair sempurna.
- F-G : Proses sub-cooling di pipa liquid ialah refrigerant cair masih mengalami penutrunan temperaturnya masih diatas temperatur udara sekitar. Pipa liquid line tidak diisolasi agar terjadi perpindahan kalor ke udara tujuannya untukmenambah kapasitas refrigerasi.
- G-H : Proses Exspansi/penurunan tekanan refrigerant dalam bentuk cair diturunkan tekanannya sehingga temperatur saturasinya berada dibawah ruangan yang didinginkan, tujuannya agar refrigerant cair mudah di evaporator dengan cara menyerap kalor dari udara yang dilewatkan ke evapotor .
- Terjadi perubahan wujud refrigerant daric air menjadi bubble gas sekitar 23% karena penurunan tekanan ini . jadi refresentasi. Jadi refrigerant yang keluar dari kutub ekspansi/ masuk ke evaporator dalam bentuk campuran 77% cairan dan 23% bubble gas.
- H-I : Proses evaporasi refrigerant yang bertemperatur rendah menyerap kalor dari udara yang dilewatkan ke evaporator. Terjadi perubahan wujud refrigerant dari cair menjadi gas. Terjadi juga penurunan temperature udara keluar dari evaporator karena kalor dari udara diserap oleh refrigerant.
- I-A : Proses superheat di evaporator yaitu gas refrigerant bertemperatur rendah masih menyerap kalor dari udara karena temperaturnya yang masih dibawah temperature kenaikan. Superheat ini berguna untuk memastikan refrigerant dalam bentuk gas sempurna sebelum masuk kompresor (Sri Hardono, 2015, pp. 10–16).

2.6. Pengukuran PK AC berdasarkan kode produk

Pk merupakan istilah untuk menyatakan besaran kapasitas pendinginan sebuah Air conditioner (AC). Kata PK berasal dari belanda yaitu singkatan dari Paard Kracht yang artinya Tenaga Kuda.

Ukuran kapasitas ac dipasaran yaitu $\frac{1}{2}$ PK, $\frac{3}{4}$ PK, 1 PK, 1,5 PK, 2 PK, 2,5 PK, 3 PK dan seterusnya. Semakin besar ukuran PK maka semakin besar kemampuan AC tersebut mendinginkan suatu ruangan. Satuan baku secara internasional untuk menyatakan kapasitas pendinginan sebuah unit AC sebenarnya adalah BTU/h bukan PK.

Tabel 2. 3 kode angka dan artinya

No	Kode	BTU/h	Kapasitas AC	Untuk Ruangan
1	5	5.000 BTU/h	$\frac{1}{2}$ PK	Ukuran 3x3 m
2	7	7.000 BTU/h	$\frac{3}{4}$ PK	Ukuran 3x4 m
3	9	9.000 BTU/h	1 PK	Ukuran 4x4 m
4	12	12.000 BTU/h	1,5 PK	Ukuran 4x6 m
5	18	18.000 BTU/h	2 PK	Ukuran 6x8 m
6	24	24.000 BTU/h	2,5 PK	Ukuran 8x8 m
7	27	27.000 BTU/h	3 PK	Ukuran 10x8 m

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Obyek Penelitian

Obyek Penelitian : Sejumlah AC yang telah beroperasi kurang lebih 10 tahun di Gedung FTI Unissula. Yaitu di ruangan Lantai 1 Ruang Wakil Dekan 103, 105,106. Lantai 2 Ruang Administrasi kelas Mitra dan Ruang IT literacy. Lantai 3 Ruang Kuliah 308.

3.2. Alat dan Bahan

Peralatan, bahan bahan serta keperluan lain yang digunakan dalam perancangan tugas akhir ini adalah :

Tabel 3. 1 Alat yang Digunakan

No	Nama Alat	Jumlah	Gambar
1	Clamp Meter HIOKI 3286-20	1	
2	Probe Multitester	1	

3	Obeng Kembang	1	
4	Obeng Tespen	1	

Tabel 3. 2 Bahan Pengukuran

No	Nama Bahan	Jumlah	Gambar
1	Mitsubishi SRC12CR-S3	4	

2	Mitsubishi SRC18CS-S3	1	
3	National CU- C98KJ	3	
4	Gree GWC – 18M005/0	1	

5	Changhong CSC 09J2/D01221	1	
---	---------------------------------	---	--

3.3. Metode penelitian

Pada proses penyelesaian tugas akhir ini ada beberapa tahapan yang akan dilakukan antara lain:

1. Mengidentifikasi beberapa buah AC dalam pemakaian kurang lebih dari 10 tahun.
2. Pengecekan daya yang diserap sesuai nameplate.
3. Melakukan pengukuran seperti : Tegangan, arus , cosphi , kilo volt ampere (kVa) dan kilo watt (kw).
4. Menghitung hasil dari pengukuran .
5. Melakukan perbandingan pengukuran dengan nameplate pada AC.

3.4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian pengerjaan tugas akhir ini, tertera Digambar berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran AC

Pada pengukuran ini akan dilakukan pengukuran AC pada setiap ruangan di Gedung Fakultas Teknologi Industri UNISSULA Semarang. Selain dilakukan pengukuran akan dilakukan pengambilan data spesifikasi AC pada *name plate* masing-masing AC.

Pada ruang 1.03 menggunakan AC dengan merek National CU-C98KJ, sesuai dengan Gambar 4.1 AC dengan ini berkapasitas 1 PK/ 9000 BTU/h. Kemudian akan dilakukan pengukuran nilai tegangan, Arus, $\text{Cos } \phi$, daya semu (kVA), dan daya aktif (watt) pada AC dengan menggunakan alat *clamp meter*. Dari pengukuran yang dilakukan didapatkan nilai tegangan sebesar 207,5 V, nilai arus 5,82 A, nilai $\text{Cos } \phi$ 0,981, nilai daya semu 1,23 kVA, dan daya aktif sebesar 1,202 Watt.

Pada ruang 1.103 menggunakan AC dengan merek National CU-C98KJ, sesuai dengan Gambar 4.7 AC dengan ini berkapasitas 1 PK/ 9000 BTU/h. Kemudian akan dilakukan pengukuran nilai tegangan, Arus, $\text{Cos } \phi$, daya semu (kVA), dan daya aktif (watt) pada AC dengan menggunakan alat *clamp meter*. Dari pengukuran yang dilakukan didapatkan nilai tegangan sebesar 214,3 V, nilai arus 7,81 A, nilai $\text{Cos } \phi$ 0,953, nilai daya semu 1,517 kVA, dan daya aktif sebesar 1,342 kW.

Pada ruang 1.105 menggunakan AC dengan merek National CU-C98KJ, sesuai dengan Gambar 4.13 AC dengan ini berkapasitas 1 PK/ 9000 BTU/h. Kemudian akan dilakukan pengukuran nilai tegangan, Arus, $\text{Cos } \phi$, daya semu (kVA), dan daya aktif (watt) pada AC dengan menggunakan alat *clamp meter*. Dari pengukuran yang dilakukan didapatkan nilai tegangan sebesar 210,7 V, nilai arus 6,96 A, nilai $\text{Cos } \phi$ 0,974, nilai daya semu 1,320 kVA, dan daya aktif sebesar 1,426 Watt.

Pada ruang 1.106 menggunakan AC dengan merek Mitsubishi SRC12CR-S3, sesuai dengan Gambar 4.19 AC dengan ini berkapasitas 1,5 PK/ 12000 BTU/h. Kemudian akan dilakukan pengukuran nilai tegangan, Arus, $\text{Cos } \phi$, daya

semu (kVA), dan daya aktif (watt) pada AC dengan menggunakan alat *clamp meter*. Dari pengukuran yang dilakukan didapatkan nilai tegangan sebesar 220,8 V, nilai arus 5,25 A, nilai $\text{Cos}\phi$ 0,983, nilai daya semu 1,144 kVA, dan daya aktif sebesar 1,127 Watt.

Pada ruang 1.105 menggunakan AC dengan merek GREE GWC-18M005/0 sesuai dengan Gambar 4.25 AC dengan ini berkapasitas 2 PK/18000 BTU/h. Kemudian akan dilakukan pengukuran nilai tegangan, Arus, $\text{Cos}\phi$, daya semu (kVA), dan daya aktif (watt) pada AC dengan menggunakan alat *clamp meter*. Dari pengukuran yang dilakukan didapatkan nilai tegangan sebesar 204,6 V, nilai arus 6,96 A, nilai $\text{Cos}\phi$ 0,991, nilai daya semu 1,450 kVA, dan daya aktif sebesar 1,434 Watt.

Pada ruang Administrasi Kelas Mitra menggunakan AC dengan merek MITSUBISHI SRC12CM-3 sesuai dengan Gambar 4.30 AC dengan ini berkapasitas 1,5 PK/12000 BTU/h. Kemudian akan dilakukan pengukuran nilai tegangan, Arus, $\text{Cos}\phi$, daya semu (kVA), dan daya aktif (watt) pada AC dengan menggunakan alat *clamp meter*. Dari pengukuran yang dilakukan didapatkan nilai tegangan sebesar 199,1 V, nilai arus 4,88 A, nilai $\text{Cos}\phi$ 0,972, nilai daya semu 0,976 kVA, dan daya aktif sebesar 0,942 Watt.

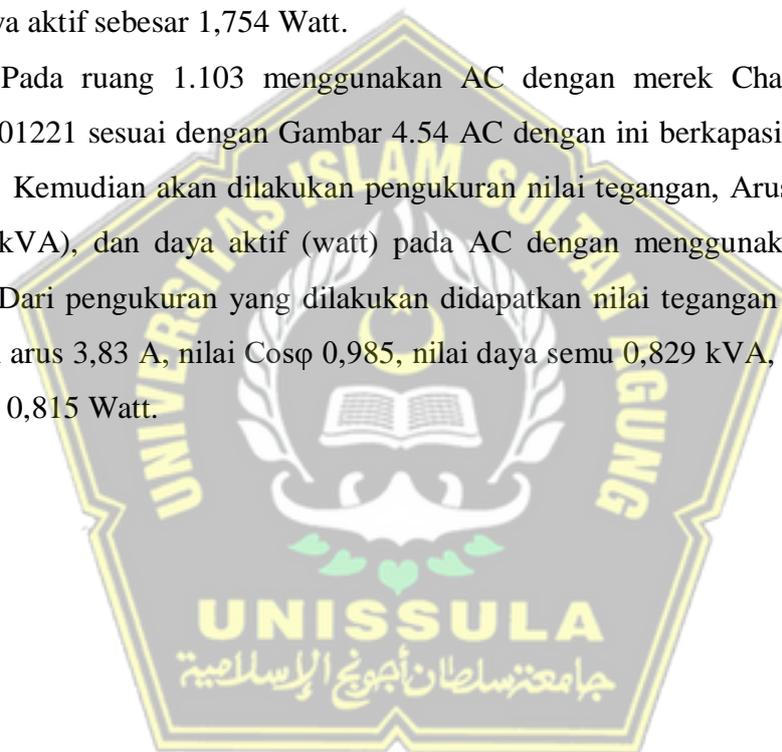
Pada ruang Administrasi IT Literacy menggunakan AC dengan merek MITSUBISHI SRC12CR-S3 sesuai dengan Gambar 4.36 AC dengan ini berkapasitas 1,5 PK/12000 BTU/h. Kemudian akan dilakukan pengukuran nilai tegangan, Arus, $\text{Cos}\phi$, daya semu (kVA), dan daya aktif (watt) pada AC dengan menggunakan alat *clamp meter*. Dari pengukuran yang dilakukan didapatkan nilai tegangan sebesar 215 V, nilai arus 7,38 A, nilai $\text{Cos}\phi$ 0,987, nilai daya semu 1,615 kVA, dan daya aktif sebesar 1,556 Watt.

Pada ruang 1.308 menggunakan AC dengan merek MITSUBISHI SRC12CR-S3 sesuai dengan Gambar 4.42 AC dengan ini berkapasitas 1,5 PK/12000 BTU/h. Kemudian akan dilakukan pengukuran nilai tegangan, Arus, $\text{Cos}\phi$, daya semu (kVA), dan daya aktif (watt) pada AC dengan menggunakan alat *clamp meter*. Dari pengukuran yang dilakukan didapatkan nilai tegangan

sebesar 205,7 V, nilai arus 5,95 A, nilai $\text{Cos}\phi$ 0,984, nilai daya semu 1,224 kVA, dan daya aktif sebesar 1,198 Watt.

Pada ruang 1.308 menggunakan AC dengan merek MITSUBISHI SRC18CS-S3 sesuai dengan Gambar 4.48 AC dengan ini berkapasitas 2 PK/18000 BTU/h. Kemudian akan dilakukan pengukuran nilai tegangan, Arus, $\text{Cos}\phi$, daya semu (kVA), dan daya aktif (watt) pada AC dengan menggunakan alat *clamp meter*. Dari pengukuran yang dilakukan didapatkan nilai tegangan sebesar 202,9 V, nilai arus 8,88 A, nilai $\text{Cos}\phi$ 0,988, nilai daya semu 1,782 kVA, dan daya aktif sebesar 1,754 Watt.

Pada ruang 1.103 menggunakan AC dengan merek Changhong CSC-09J2/D01221 sesuai dengan Gambar 4.54 AC dengan ini berkapasitas 1 PK/9000 BTU/h. Kemudian akan dilakukan pengukuran nilai tegangan, Arus, $\text{Cos}\phi$, daya semu (kVA), dan daya aktif (watt) pada AC dengan menggunakan alat *clamp meter*. Dari pengukuran yang dilakukan didapatkan nilai tegangan sebesar 216,4 V, nilai arus 3,83 A, nilai $\text{Cos}\phi$ 0,985, nilai daya semu 0,829 kVA, dan daya aktif sebesar 0,815 Watt.



Tabel 4. 1 Pengukuran tegangan, arus, faktor daya dan daya

NO	Type AC	Ruangan	V	I	Cos ϕ	KVA	KW	Daya Namplate
1	National CU-C98KJ	R.1.103	207,5	5,82	0,981	1,230	1,202	1 PK / 9000 BTU/h
2	National CU-C98KJ	R.1.103	214,3	7,81	0,953	1,517	1,342	1 PK / 9000 BTU/h
3	National CU-C98KJ	R.1.105	210,7	6,96	0,974	1,320	1,426	1 PK / 9000 BTU/h
4	Mitsubishi SRC12CR-S3	R.1.106	220,8	5,25	0,983	1,144	1,127	1,5 PK / 12000 BTU/h
5	GREE GWC-18M005/0	R.1.105	204,6	6,96	0,991	1,450	1,434	2 PK / 18000 BTU/h
6	Mitsubishi SRC12CR-S3	R. Adm Mitra	199,1	4,88	0,972	0,976	0,942	1,5 PK / 12000 BTU/h
7	Mitsubishi SRC12CR-S3	R. Adm IT	215	7,38	0,987	1,615	1,556	1,5 PK / 12000 BTU/h
8	Mitsubishi SRC12CR-S3	R.1.308	205,7	5,95	0,984	1,224	1,198	1,5 PK / 12000 BTU/h
9	Mitsubishi SRC18CS-S3	R.1.308	202,9	8,88	0,988	1,782	1,754	2 PK / 18000 BTU/h
10	Changhong CSC-09J2/D01221	R.1.103	216,4	3,83	0,985	0,829	0,815	1 PK / 9000 BTU/h

4.2 Hasil Perhitungan Daya AC

1. National CU-C98KJ lantai 1 Ruang 1.103

Daya aktif :

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi \\
 &= 207,5 \cdot 5,82 \cdot 0,981 \\
 &= 1.184,705 \text{ Watt} \\
 &= 1,185 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Daya Semu :

$$\begin{aligned}
 S &= V \cdot I \\
 &= 207,5 \cdot 5,82 \\
 &= 1.207,65 \text{ VA} \\
 &= 1,208 \text{ kVA}
 \end{aligned}$$

2. National CU-C98KJ Lantai 1 Ruangan 1.103

Daya Aktif :

$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \cdot \cos \varphi \\ &= 214,3 \cdot 7,81 \cdot 0,953 \\ &= 1.595,0199 \text{ Watt} \\ &= 1,596 \text{ kW} \end{aligned}$$

Daya Semu :

$$\begin{aligned} S &= V \cdot I \\ &= 214,3 \cdot 7,81 \\ &= 1.673,683 \text{ VA} \\ &= 1,674 \text{ kVA} \end{aligned}$$

3. National CU-C98KJ Lantai 1 Ruangan 1.105

Daya Aktif :

$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \cdot \cos \varphi \\ &= 210,7 \cdot 7,81 \cdot 0,953 \\ &= 1.568,22535 \text{ Watt} \\ &= 1,568 \text{ kW} \end{aligned}$$

Daya Semu :

$$\begin{aligned} S &= V \cdot I \\ &= 210,7 \cdot 7,81 \\ &= 1.645,567 \text{ VA} \\ &= 1,646 \text{ kVA} \end{aligned}$$

4. Mitsubishi SRC12CR-S3 Lantai 1 Ruangan 1.106

Daya Aktif :

$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \cdot \cos \varphi \\ &= 220,8 \cdot 5,25 \cdot 0,983 \\ &= 1.139,4936 \text{ Watt} \\ &= 1,139 \text{ kW} \end{aligned}$$

Daya Semu :

$$\begin{aligned} S &= V.I. \\ &= 220,8 \cdot 5,25 \\ &= 1.159,2 \text{ VA} \\ &= 1,159 \text{ kVA} \end{aligned}$$

5. GREE GWC-18M005/0 Lantai 1 Ruangan 105

Daya Aktif :

$$\begin{aligned} P &= V.I.Cos \varphi \\ &= 204,6 \cdot 6,96 \cdot 0,991 \\ &= 1.411,19986 \text{ Watt} \\ &= 1,411 \text{ kW} \end{aligned}$$

Daya Semu :

$$\begin{aligned} S &= V.I. \\ &= 204,6 \cdot 6,96 \\ &= 1.424,016 \text{ VA} \\ &= 1,424 \text{ kVA} \end{aligned}$$

6. Mitsubishi SRC12CR-S3 Lantai 2 Ruangan Administrasi Kelas Mitra

Daya Aktif :

$$\begin{aligned} P &= V.I.Cos \varphi \\ &= 199,1 \cdot 4,88 \cdot 0,972 \\ &= 944,402976 \text{ Watt} \\ &= 0,944 \text{ kW} \end{aligned}$$

Daya Semu :

$$\begin{aligned} S &= V.I. \\ &= 199,1 \cdot 4,88 \\ &= 971,608 \text{ VA} \\ &= 0,972 \text{ kVA} \end{aligned}$$

7. Mitsubishi SRC12CR-S3 Lantai 2 Ruangan IT Literacy

Daya Aktif :

$$\begin{aligned}P &= V . I . \text{Cos } \varphi \\&= 215,0 . 7,38 . 0,987 \\&= 1.556,0729 \text{ Watt} \\&= 1,556 \text{ kW}\end{aligned}$$

Daya Semu :

$$\begin{aligned}S &= V . I. \\&= 215,0 . 7,38 \\&= 1.683,45 \text{ VA} \\&= 1,683 \text{ kVA}\end{aligned}$$

8. Mitsubishi SRC12CR-S3 Lantai 3 Ruangan 1.308

Daya Aktif :

$$\begin{aligned}P &= V . I . \text{Cos } \varphi \\&= 205,7 . 5,95 . 0,984 \\&= 1.204,33236 \text{ Watt} \\&= 1,204 \text{ kW}\end{aligned}$$

Daya Semu :

$$\begin{aligned}S &= V . I. \\&= 205,7 . 5,95 \\&= 1.223,915 \text{ VA} \\&= 1,224 \text{ kVA}\end{aligned}$$

9. Mitsubishi SRC18CS-S3 Lantai 3 Ruangan 1.308.

Daya Aktif :

$$\begin{aligned}P &= V . I . \text{Cos } \varphi \\&= 202,9 . 8,88 . 0,988 \\&= 1.780,13098 \text{ Watt} \\&= 1,780 \text{ kW}\end{aligned}$$

Daya Semu :

$$S = V . I.$$

$$= 202,9 \cdot 8,88$$

$$= 1.801,752 \text{ VA}$$

$$= 1,802 \text{ kVA}$$

10. Changhong CSC-09J2/D01221 Lantai 1 Ruangan 1.103.

Daya Aktif :

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

$$= 216,4 \cdot 3,83 \cdot 0,985$$

$$= 816,37982 \text{ Watt}$$

$$= 0,816 \text{ kW}$$

Daya Semu :

$$S = V \cdot I$$

$$= 216,4 \cdot 3,83$$

$$= 828,812 \text{ VA}$$

$$= 0,829 \text{ kVA}$$

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan

No	Type AC	Ruangan	Daya Aktif (P)	Daya Semu (S)
1	National CU-C98KJ	Lantai 1 Ruangan 1.103	1184,70465	1207,65
2	National CU-C98KJ	Lantai 1 Ruangan 1.103	1595,0199	1673,68
3	National CU-C98KJ	Lantai 1 Ruangan 1.105	1428,34373	1466,47
4	Mitsubishi SRC12CR-S3	Lantai 1 Ruangan 1.106	1139,4936	1159,2
5	GREE GWC-18005	Lantai 1 Ruangan 1.105	1411,19986	1424,02
6	Mitsubishi SRC12CR-S3	Lantai 1 Ruangan Adm Kelas Mitra	944,402976	971,608
7	Mitsubishi SRC12CR-S3	Lantai 1 Ruangan IT Literacy	1566,0729	1586,7
8	Mitsubishi SRC12CR-S3	Lantai 1 Ruangan 1.308	1204,33236	1223,92
9	Mitsubishi SRC18CS-S3	Lantai 1 Ruangan 1.308	1780,13098	1801,75
10	Changhong CSC-09J2/D01221	Lantai 1 Ruangan 1.103	816,37982	828,812

4.3 Pembahasan Perbandingan Daya Nameplate dan Perhitungan

Setelah didapatkan nilai dari pengukuran dan dilakukannya perhitungan akan dilakukan perbandingan antara daya hasil pengukuran dengan daya hasil perhitungan kemudian akan dibandingkan juga antara daya hasil perhitungan dengan daya pada *name plate* yang terdapat pada AC disetiap ruangan.

Pada AC diruang 1.103 dengan merek national CU-C98KJ dengan umur AC di lebih dari 10 tahun didapatkan nilai pengukuran daya semu sebesar 1,230 KVA jika dibandingkan dengan hasil perhitungan nilai ini lebih besar yaitu yang hanya 1,208 kVA. Pada daya aktif hasil pengukuran mendapatkan nilai sebesar 1,202 KW dan pada saat dilakukan perhitungan nilainya menurun sebesar 1,185 KW. Perbedaan nilai perhitungan dengan nilai pengukuran ini dikarenakan adanya pengaruh pada peralatan listrik dan alat ukur tidak terkalibrasi dengan baik,. Jika dilakukan perbandingan antara perhitungan nilai daya aktif dengan nilai daya pada *name plate* terjadi kenaikan daya yang sangat besar yaitu pada *name plate* AC daya AC hanya 0,746 KW sedangkan pada perhitungan daya aktif nilainya sebesar 1,185 KW, maka dari itu dapat dikatakan bahwa AC ini mengalami pemborosan energi yang nantinya akan mengakibatkan melonjaknya biaya pembayaran listrik pada PLN.

Pada AC diruang 1.103 dengan merek national CU-C98KJ dengan umur lebih dari 10 tahun didapatkan nilai pengukuran daya semu sebesar 1,517 KVA jika dibandingkan dengan hasil perhitungan nilai ini lebih kecil yaitu yang hanya 1,674 KW. Perbedaan nilai perhitungan dengan nilai pengukuran ini dikarenakan adanya pengaruh pada peralatan listrik dan alat ukur tidak terkalibrasi dengan baik, jika dilakukan perbandingan antara perhitungan nilai daya aktif dengan nilai daya pada *name plate* terjadi kenaikan daya yang sangat besar yaitu pada *name plate* AC daya AC HANYA 0,746 KW sedangkan pada perhitumngan daya aktif nilainya sebesar 1,595 KW, maka dari itu dapat dikatakan bahwa AC ini mengalami pemborosan energi yang nantinya akan mengakibatkan melonjaknya biaya pembayaran listrik pada PLN.

Pada AC diruang 1.105 dengan merek national CU-C98KJ dengan umur lebih dari 10 tahun didapatkan nilai pengukuran daya semu sebesar 1,320 KVA, jika dibandingkan dengan hasil perhitungan nilai ini lebih kecil yaitu yang hanya 1,466 KW. Perbedaan nilai perghitungan dengan nilai pengukuran ini dikarenakan adanya pengaruh pada peralatan listrik dan alat ukur tidak terkalibrasi dengan baik, jika dilakukan perbandingan antara perhitungan nilai daya aktif dengan nilai daya pada *name plate* terjadi kenaikan daya yang sangat besar yaitu pada daya *name plate* AC hanya 0,746 KW , sedangkan pada perhitungan daya aktif nilainya sebesar 1,428 KW, maka dari itu dapat dikatakan bahwa AC ini mengalami pemborosan energi yang nantinya akan mengakibatkan melonjaknya biaya pembayaran listrik pada PLN.

Pada AC ruang 1.106 dengan merek Mitsubishi SRC12CR-S3 dengan umur kurang dari 10 tahun didapataka nilai pengukuran daya semu sebesar 1,144 KVA, jika dibandingkan dengan hasil perhitungan nilai ini lebih kecil yaitu yang hanya 1,159 KW. Perbedaan nilai perhitungan dengan nilai pengukuran ini dikarenakan adanya pengaruh pada peralatan listrik dan alat ukur yang tidak terkalibrasi dengan baik, jika dilakukan perbandingan antara nilai daya aktif dengan nilai daya pada *name plate* terjadi kenaikan daya yang sangat sedikit sekali yaitu hanya 0,02 . Pada daya *name plate* AC nilainya sebesar 1,119 KW, sedangkan pada perhitungan daya aktif nilainya sebesar 1,139 KW, maka dari itu dapat dikatakan bahwa AC ini tidak mengalami pemborosan energi yang mengakibatkan terjadinya lonjakan biaya listrik pada PLN.

Pada AC ruang 1.105 dengan merek GREE GWC -18M005/0 dengan umur kurang dari 10 tahun didapatkan nilai pengukuran daya semu sebesar 1,450 KVA, Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan nilai ini lebih besar yaitu yang hanya 1,424 KW. Perbedaan nilai perhitungan dengan nilai pengukuran ini dikarrenakan adanya pengaruh pada peralatan listrik dan alat ukur yang tidak dikalibrasi dengan baik, jika dilakukan perbandingan antara nilai daya aktif dengan nilai daya pada *name plate* terjadi kenaikan daya yang

sangat sedikit sekali yaitu hanya 0,081. Pada daya *name plate* AC nilainya sebesar 1,492 KW, sedangkan pada perhitungan daya aktif nilainya sebesar 1,411 KW, maka dari itu dapat dikatakan bahwa AC ini tidak mengalami pemborosan energi yang mengakibatkan terjadinya lonjakan biaya listrik PLN.

Pada AC ruang Administrasi Kelas Mitra dengan merek Mitsubishi SRC12CR-S3 dengan umur lebih dari 10 tahun didapatkan nilai pengukuran daya semu 0,976 KVA, jika dibandingkan dengan hasil perhitungan nilai ini lebih besar yaitu yang hanya 972 KW. Perbedaan nilai perhitungan dengan nilai pengukuran ini dikarenakan adanya pengaruh pada peralatan listrik dan alat ukur yang tidak dikalibrasi dengan baik,, jika dilakukan perbandingan antara nilai daya aktif dengan daya pada *name plate* tidak terjadi kenaikan yaitu pada daya *name plate* AC hanya 1,119 KW, sedangkan pada perhitungan daya aktif nilainya sebesar 0,944 KW, maka dari itu dapat dikatakan bahwa AC ini tidak mengalami pemborosan energi yang mengakibatkan terjadinya lonjakan biaya listrik pada PLN.

Pada AC ruang Administrasi IT Literacy dengan merek Mitsubishi SRC12CR-S3 dengan umur lebih dari 10 tahun didapatkan nilai pengukuran daya semu 1,615 KVA, jika dibandingkan dengan hasil perhitungan nilai ini lebih besar yaitu yang hanya 1,587 KVA. Perbedaan nilai perhitungan dengan nilai pengukuran ini dikarenakan adanya pengaruh pada peralatan listrik dan alat ukur yang tidak dikalibrasikan dengan baik, jika dilakukan perbandingan antara nilai daya aktif dengan daya pada *name plate* terjadi kenaikan yang sangat besar yaitu pada daya *name plate* AC hanya 1,119 KW, sedangkan pada perhitungan daya aktif nilainya sebesar 1,566 KW, maka dari itu dapat dikatakan bahwa AC ini mengalami pemborosan energi yang mengakibatkan terjadinya lonjakan biaya listrik pada PLN.

Pada AC ruang 1.308 dengan merek Mitsubishi SRC12CR-S3 dengan umur lebih dari 10 tahun didapatkan nilai pengukuran daya semu 1,224 KVA, jika dibandingkan dengan hasil perhitungan didapatkan nilai yang sama yaitu 1,224 KVA. Jika dilakukan perbandingan antara nilai daya aktif dengan

daya pada *name plate* terjadi kenaikan yang sangat sedikit yaitu hanya 0,079. Pada daya *name plate* AC hanya 1,119 KW, sedangkan pada perhitungan daya aktif nilainya sebesar 1,198 KW, maka dari itu dapat dikatakan bahwa AC ini tidak mengalami pemborosan energi yang mengakibatkan terjadinya lonjakan biaya listrik pada PLN.

Pada AC ruang 1.108 dengan merek Mitsubishi SRC18CS-S3 dengan umur lebih dari 10 tahun didapatkan nilai pengukuran daya semu 1,782 KVA, jika dibandingkan dengan hasil perhitungan nilai ini lebih kecil yaitu yang hanya 1,802 KVA. Perbedaan nilai perhitungan dengan nilai pengukuran ini dikarenakan adanya pengaruh pada peralatan listrik dan alat ukur yang tidak dikalibrasikan dengan baik, jika dilakukan perbandingan antara nilai perhitungan daya aktif dengan daya pada *name plate* terjadi kenaikan yang sangat besar. Pada daya *name plate* AC hanya 1,492 KW, sedangkan pada perhitungan daya aktif nilainya sebesar 1,780 KW, maka dari itu dapat dikatakan bahwa AC ini mengalami pemborosan energi yang mengakibatkan terjadinya lonjakan biaya listrik pada PLN.

Pada AC ruang 1.103 dengan merek Changhong CSC-09J2/D01221 dengan umur lebih dari 10 tahun didapatkan nilai pengukuran daya semu 0,829 KVA, jika dibandingkan dengan hasil perhitungan didapatkan nilai yang sama yaitu 0,829 KVA. Jika dilakukan perbandingan antara nilai daya aktif dengan daya pada *name plate* terjadi kenaikan yang sangat sedikit yaitu 0,07. Pada daya *name plate* AC hanya 0,746 KW, sedangkan pada perhitungan daya aktif nilainya sebesar 0,816 KW, maka dari itu dapat dikatakan bahwa AC ini tidak mengalami pemborosan energi yang mengakibatkan terjadinya lonjakan biaya listrik pada PLN.

Dari pembahasan dimasing AC, semua AC memiliki umur diatas 10 tahun akan mengalami pemborosan energi yang mengakibatkan pembengkakan biaya, sedangkan semua AC dengan umur dibawah 10 tahun tidak terjadi pemborosan energi perbandingan perbedaan daya ini dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Perbandingan dari Nameplate dan Perhitungan.

NO	TYPE AC	Data pengukuran						Daya Namplate (KW)	Perhitungan		Umur AC	
		Ruangan	V	I	Cos ϕ	kVA	KW		Daya Aktif (kW)	Daya Semu (kVA)	<10 Thn	>10 Thn
1	National CU-C98KJ	Lantai 1 Ruang 1.103	207,5	5,82	0,981	1,23	1,202	0,746	1,185	1,208		√
2	National CU-C98KJ	Lantai 1 Ruang 1.103	214,3	7,81	0,953	1,517	1,342	0,746	1,595	1,674		√
3	National CU-C98KJ	Lantai 1 Ruang 105	210,7	6,96	0,974	1,32	1,426	0,746	1,428	1,466		√
4	MITSUBISHI SRC12CR-S3	Lantai 1 Ruang 106	220,8	5,25	0,983	1,144	1,127	1,120	1,139	1,159	√	
5	GREE GWC-18M005/0	Lantai 1 Ruang 105	204,6	6,96	0,991	1,45	1,434	1,492	1,411	1,424	√	
6	MITSUBISHI SRC12CR-S3	Lantai 2 Ruang Adm Kelas Mitra	199,1	4,88	0,972	0,976	0,942	1,090	0,944	0,972		√
7	MITSUBISHI SRC12CR-S3	Lantai 2 Ruang IT	215	7,38	0,987	1,615	1,556	1,370	1,566	1,587		√
8	MITSUBISHI SRC12CR-S3	Lantai 3 Ruang 1.308	205,7	5,95	0,984	1,224	1,198	1,120	1,204	1,224		√
9	MITSUBISHI SRC18CS-S3	Lantai 3 Ruang 1.308	202,9	8,88	0,988	1,782	1,754	1,492	1,780	1,802		√
10	Changhong CSC-09J2/D01221	Lantai 1 Ruang 1.103	216,4	3,83	0,985	0,829	0,815	0,746	0,816	0,829		√

Pada table 4.4 ini menjelaskan tentang selisih dari daya perhitungan dengan *name plate* dan pengukuran daya aktif dengan *name plate*, tidak hanya membahas selisih juga membahas presentase perhitungan dengan *name plate* dan presentase pengukuran dengan *name plate*. Maka dari itu akan ditemukan selisih dari daya perhitungan dengan *name plate* dan presentase

Tabel 4. 4 Selisih dan Presentase

No	Type AC	Ruangan	Slisih Daya Perhitungan dengan Nameplate	Presentase (%) perhitungan dengan name plate	Selisih Pengukuran Daya Aktif dengan Daya Nameplate	Presentase (%) Pengukuran dengan Nameplate
1	National CU-C98KJ	Lantai 1 Ruang 1.103	439	59%	456	61%
2	National CU-C98KJ	Lantai 1 Ruang 1.103	849	114%	596	80%
3	National CU-C98KJ	Lantai 1 Ruang 1.105	682	91%	680	91%
4	MITSUBISHI SRC12CR-S3	Lantai 1 Ruang 1.106	19	2%	7	1%
5	GREE GWC-18M005/0	Lantai 1 Ruang 1.105	-81	-5%	-58	-4%
6	MITSUBISHI SRC12CR-S3	Lantai 2 Ruang Adm Mitra	-146	-13%	-148	-14%
7	MITSUBISHI SRC12CR-S3	Lantai 2 Ruang Adm IT Literacy	196	14%	186	14%
8	MITSUBISHI SRC12CR-S3	Lantai 3 Ruang 1.308	84	8%	78	7%
9	MITSUBISHI SRC18CS-S3	Lantai 3 Ruang 1.308	288	19%	262	18%
10	Changhong CSC-09J2/D01221	Lantai 1 Ruang 1.103	70	9%	69	9%

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisa yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Pada pengukuran AC National CUC98KJ diketahui menggunakan suhu 20 °C dengan daya hasil dari pengukuran memiliki rata rata sekitar 1,323 kw, sedangkan daya pada nameplate 0,746 kw. Maka dari itu perbandingan antara hasil pengukuran dengan daya dari nameplate memiliki selisih 657 diatas dari daya nameplate. Pada pengukuran AC Mitsubishi SRC12CR-S3 diketahui menggunakan suhu 20 °C dengan daya hasil pengukuran 1,323 kw dan pada daya dari nameplate 0,746 kw. Perbandingan antara hasil pengukuran dengan daya dari nameplate selisihnya 60 diatas dari daya nameplate. Pada AC GREE GWC18M005/0 diketahui menggunakan suhu 20 °C dengan daya hasil pengukuran 1,434 kw dan pada daya dari nameplate 1,492 kw. Perbandingan antara hasil pengukuran dengan daya dari nameplate selisihnya -81/-5% dibawah dari daya nameplate. Pada AC Changhong CSC-09J2/D01221 diketahui menggunakan suhu 20 °C dengan daya hasil pengukuran 0,815 kw dan pada daya dari nameplate 0,746 kw. Perbandingan antara hasil pengukuran dengan daya pad anameplate selisihnya 70/9% diatas dari daya nameplate.
2. Pada AC yang berumur diatas 10 tahun akan mengalami pemborosan energi yang dapat mengakibatkan pembengkakan biasya listrik PLN ini dapat dibuktikan bahwa terdapat perbandingan presentase nilai diatas pengukuran dengan nameplate dari 2% sampai 114% dan nilai diatas perhitungan dengan nameplate yaitu dari 1% sampai 91%. Pada AC yang berumur dibawah 10 tahun tidak mengalami pemborosan energi ini dapat dibuktikan bahwa terdapat perbandingan dibawah nilai pengukuran dengan nameplate yaitu sebesar 13% sampai 5% dan nilai dibawah perhitungan dengan nameplate yaitu sebesar 14% sampai 4%.

5.2 Saran

1. Penelitian dapat dikembangkan lebih lanjut dengan melakukan perhitungan nilai ekonomis yang diakibatkan oleh AC.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan jenis AC yang lainnya.
3. Pengukuran ini harus dilakukan lebih dari 3 kali pengukuran pada AC dengan keadaan menyala.



DAFTAR PUSTAKA

- Hardono, S. (2015). *Memelihara dan Memperbaiki Peralatan Pendingin AC untuk rumah tangga* (Vol. LOG.OO18.031.01). Bekasi: Kementerian Ketenagakerjaan R.I.
- Mudana, I. N. (2018). Studi Pengaruh Jenis Refrigerant Terhadap Pemakaian Daya Listrik Pada Mesin Pengkondisian Udara (AC). *E-Journal SPEKTRUM Vol. 5, No. 1 Juni 2018, 5(1)*, 146.
- Puspitasari, M. D. (2018). ANALISA PERBANDINGAN EFISIENSI DAYA DAN KAPASITAS PENDINGINAN. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia Volume II Nomor 2 November 2018, 2*, 110-119.
- Rozaq, M. A. (2019). Analisa Pengaruh Setting Suhu Air Conditioner Terhadap Konsumsi Energi Listrik Pada Air Conditioner Kapasitas 5 Pk Type PSF 5001. *Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) 2*, 354-369.
- Sayuti, M. (2019). AUDIT ENERGI. *Biantoro, A. (2017). ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI ENERGI PADA GEDUNG P KABUPATEN TANGERANG DAN GEDUNG TOWER UMB JAKARTA. Jurnal Teknik Mesin, 6*, 164. <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i3.1966>
- Kuliah, M., & Elektrik, R. (n.d.). *Segitiga Daya dan Faktor Daya*.
- Mariana Diah Puspitasari. (2018). Analisa Perbandingan Efisiensi Daya Dan Kapasitas Pendinginan Antara Ac Central Dan Ac Split Pada Kereta Ekonomi. *Teknik Elektro Perkeretaapian, 2(2)*, 110–119.
- Mudana, I. N., Sudarmojo, Y. P., & Janardana, I. G. N. (2018). Studi Pengaruh Jenis Refrigerant Terhadap Pemakaian Daya Listrik Pada Mesin Pengkondisian Udara (AC). *Jurnal SPEKTRUM, 5(1)*, 146. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2018.v05.i01.p21>
- Rozaq, M. A., Sukoco, B., & Nugroho, D. (2019). Analisa Pengaruh Setting Suhu Air Conditioner Terhadap Konsumsi Energi Listrik Pada Air Conditioner Kapasitas 5 Pk Type PSF 5001. *Prosiding Konferensi Ilmiah ...h ...*, 354–369. <http://lppm-unissula.com/jurnal.unissula.ac.id/index.php/kimueng/article/view/8603>
- Sayuti, M., & Herlina, A. (2019). Audit Energi Dan Analisa Peluang Penghematan Konsumsi Energi Pada Sistem Air Conditioning Di Ruang Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid. *JEEDCOM: Journal of Electrical Engineering and Computer, 1(1)*. <https://doi.org/10.33650/jeecom.v1i1.885>
- Setiaji, N., MM, I. S., & Agus Sugiharto, S. M. (2022). *Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik. 11(1)*.
- Sri Hardono. (2015). *Memelihara dan Memperbaiki Peralatan Pendingin AC untuk rumah tangga*. kemeneterian ketenagakerjaan R.I.
- Syahrizal, I., Panjaitan, S., & Yandri. (2013). Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pengkondisian Udara Berdasarkan Variasi Kondisi Ruang (Studi Kasus Di Politeknik Terpikat Sambas). *Jurnal ELKHA, 5(1)*, 1–7.

Widodo, S. (2013). *DASAR DAN PENGUKURAN LISTRIK Semester 1*. 1–296.

I DAN ANALISA PELUANG PENGHEMAT KONSUMSI ENERGI PADA AIR CONDITIONING DIRUANG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NURUL JADID. *JEECOM, Vol. 1, No. 1, Oktober 2019, 1(1)*.

Setiaji, N. (n.d.). ANALISIS KONSUMSI DAYA DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK. *11(1)*.

Syahrizal, I. (2013). Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pengkondisian Udara. *Jurnal ELKHA Vol.5, No 1, Maret 2013, 5(1), 1-7*.

Widodo, M. S. (2013). *Dasar dan Pengukuran Listrik*. Jakarta: Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA.

