



**PENGARUH WAKTU PENGGUNAAN KONDENSOR *AIR*
CONDITIONING (AC) DARI BERBAGAI TIPE TERHADAP
PENINGKATAN SUHU YANG DIHASILKAN**

SKRIPSI

Oleh :

**SILVILIA WAHYU KURNIA PUTRI
NIM 140210102020**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



PENGARUH WAKTU PENGGUNAAN KONDENSOR *AIR CONDITIONING* (AC) DARI BERBAGAI TIPE TERHADAP PENINGKATAN SUHU YANG DIHASILKAN

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.)

Oleh
Silvia Wahyu Kurnia Putri
NIM 140210102020

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Sutilah, Ayahanda Samsul Arifin, Adik Irwanto Aris Fathoni dan Alif Altaf Sabilillah tercinta, serta seluruh keluarga besar Bapak Toyib yang selalu memberikan motivasi dan doa dalam setiap perjuanganku serta curahan kasih sayang yang telah diberikan selama ini
2. Guru-guruku sejak Taman Kanak-Kanak sampai Perguruan Tinggi, yang telah memberikan ilmu, membimbing, dan mendidik dengan kesabaran dan keikhlasan hati;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

MOTTO

“Dan barang siapa berserah diri kepada Allah, sedang dia orang yang berbuat kebaikan, maka sesungguhnya dia telah berpegang kepada bahu (tali) yang kokoh. Hanya kepada Allah kesudahan segala urusan”

(Terjemahan Surat Luqman ayat 22)



*Departemen Agama RI. 2009. Al Qur'an dan Terjemahannya. Solo: Tiga Serangkai

PERNYATAAN

Saya yang bertanda-tangan di bawah ini:

Nama : Silvia Wahyu Kurnia Putri

NIM : 140210102020

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Penggunaan Kondensor *Air Conditioning* (AC) Terhadap Peningkatan Suhu Yang Dihasilkan Dari Berbagai Tipe” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2018

Yang menyatakan,

Silvia Wahyu K.P

NIM. 140210102020

SKRIPSI

**PENGARUH WAKTU PENGGUNAAN KONDENSOR *AIR*
CONDITIONING (AC) TERHADAP PENINGKATAN SUHU YANG
DIHASILKAN DARI BERBAGAI TIPE**

Oleh:

Silvilia Wahyu Kurnia Putri
NIM. 140210102020

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Yushardi, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Bambang Supriadi, M.Sc

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Waktu Penggunaan Kondensor *Air Conditioning* (AC) Dari Berbagai Tipe Terhadap Peningkatan Suhu Yang Dihasilkan ” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : , Juli 2018

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Yushardi, M.Si
NIP.19650420 199512 1 001

Drs. Bambang Supriadi, M.Sc
NIP.19680710 199302 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Supeno, S.Pd., M.Si
NIP. 19741207 199903 1 002

Drs.Trapsilo Prihandono, M.Si
NIP. 19620401 198702 1 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
NIP 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Pengaruh Waktu Penggunaan Kondensor *Air Conditioning* (AC) Terhadap Peningkatan Suhu Yang Dihasilkan Dari Berbagai Tipe; Silvilia Wahyu Kurnia Putri; 140210102020; 40 halaman; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Fisika Universitas Jember.

Pada perkembangan zaman yang serba modern ini, penggunaan teknologi juga semakin berkembang pesat. Salah satu contoh penggunaan teknologi yang semakin berkembang pesat di lingkungan masyarakat adalah teknologi pengkondisian udara atau lebih dikenal dengan *Air Conditioning* (AC). Kondensor adalah salah satu komponen penting dari *Air Conditioning* (AC) yang berfungsi sebagai alat penukar kalor. Kerja kondensor yang baik akan berpengaruh terhadap penggunaan *Air Conditioning* (AC), sehingga perlu adanya penelitian terkait karakteristik kondensor sebagai sumber informasi untuk pengembangan *Air Conditioning* (AC).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh waktu penggunaan kondensor *Air Conditioning* (AC) dengan variasi tipe terhadap peningkatan suhu yang dihasilkan. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Penelitian ini dilaksanakan di perpustakaan pusat Universitas Jember dengan penentuan tempat menggunakan metode *purposive sampling area*. Penelitian ini menggunakan 2 sampel kondensor yaitu kondensor tipe CU-C18DKF dan kondensor tipe CU-PC12GK. Dalam hal ini kondensor tipe CU-C18DKF memiliki nilai spesifikasi yang lebih besar dari kondensor tipe CU-PC12GK.

Data hasil pengukuran dari kedua tipe kondensor dimasukkan ke dalam tabel, kemudian dianalisis menggunakan grafik. Selama 240 menit penggunaan kondensor dari berbagai tipe, diketahui bahwasanya setiap kondensor memiliki besar kenaikan suhu tersendiri sehingga membentuk pola kenaikan dan pola penurunan yang berbeda. Kondensor tipe CU-C18DKF menghasilkan 4 pola kenaikan suhu dan 3 pola penurunan suhu. Nilai spesifikasi yang lebih besar jika dibandingkan dengan tipe CU-PC12GKH, besar suhu yang dihasilkan oleh tipe CU-C18DKF lebih kecil dalam pembentukan polanya. Hal ini terkait dengan proses pendinginan yang dilakukan kondensor tipe CU-C18DKF dalam

melakukan ekspansinya untuk ruangan yang luasnya 99 m^2 relatif lebih stabil sehingga suhu yang dihasilkan juga lebih stabil dalam pembentukan polanya. Untuk kondensor tipe CU-PC12GKH menghasilkan 3 pola kenaikan suhu dan 3 pola penurunan suhu, dengan nilai spesifikasi yang lebih kecil, besar suhu yang dihasilkan oleh tipe CU-PC12GKH lebih besar dalam pembentukan polanya. Hal ini terkait dengan ekspansi yang dilakukan oleh tipe CU-PC12GKH untuk luas ruangan yang sama 99 m^2 relatif lebih tidak stabil sehingga besar suhu yang dihasilkan juga tidak stabil dengan pola kenaikan dan pola penurunan yang curam. Diketahui juga bahwasanya kondensor tipe CU-C18DKF mengalami pola kenaikan suhu pada rentang waktu yang lebih cepat yaitu pada rentang waktu 20-30 menit, jika dibandingkan dengan kondensor tipe CU-PC12GKHF yang mengalami pola kenaikan suhu pada rentang waktu 50-70 menit.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Penggunaan Kondensor *Air Conditioning* (AC) Dari Berbagai Tipe Terhadap Peningkatan Suhu Yang Dihasilkan”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah menerbitkan surat izin penelitian;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA yang telah memfasilitasi dalam proses pengajuan ujian skripsi;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memfasilitasi dalam proses pengajuan judul skripsi;
4. Dr. Yushardi, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Drs. Bambang Supriadi, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Dr. Supeno, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Penguji Utama dan Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si, selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya dalam penulisan skripsi ini;
5. Drs. Subiki, M.Kes., selaku Komisi Bimbingan Skripsi yang telah menerima judul, memberikan dosen pembimbing dan memberikan dosen penguji;
6. Dr. Sudarti M.Kes selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa.
7. Seluruh dosen Program Studi Pendidikan Fisika yang senantiasa bersedia meluangkan waktu dalam membimbing penulis serta meberikan ilmu dalam beberapa tahun ini
8. Ayahanda Samsul Arifin, Ibunda Sutilah, Adik Irwan dan Alif, serta Keluarga Besar Bapak Toyib yang selalu mendukung dan memberikan doa.

9. Kakak sepupu M. Saiful dan Kakak Ipar Diniah Ayu yang selalu memberikan semangat dan selalu ada dalam keadaan terpuruk setelah kedua orang tua.
10. Para sahabat tercinta dan teman-teman mahasiswa peneliti Kondensor *Air Conditioning* (AC) yaitu Hediana Alfian, Nata Amalia, Dewi Nofi, Ulfa Riski, Octa Vadini, Laila Qonita, Faridatul Istiana, Putri Okta, Isma Dwi, dan Safira Salsabila
11. Andi Wibisono Mataram yang selalu menjadi stimulus dalam perjalan tugas akhir ini, serta yang selalu mengajarkanku arti kesabaran menunggu
12. Serta seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu mendukung terselesaikannya skripsi ini

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Amin.

Jember, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN.....	vii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1..Latar belakang.....	1
1.2..Rumusan Masalah.....	4
1.3..Tujuan Penelitian.....	4
1.4..Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Termodinamika.....	5
2.2 Sistem dan Lingkungan.....	5
2.3 Temperatur.....	6
2.4 Proses Termodinamika.....	6
2.5 Hukum ke-1 Termodinamika.....	7
2.6 Hukum ke-2 Termodinamika.....	8
2.7 Perpindahan Kalor.....	16
2.8 Konveksi.....	17
2.9 Alat Penukar Panas (Heat Exchanger).....	19
2.10 Air Conditioning (AC).....	19
2.11 Kondensor.....	20

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Jenis Penelitian.....	22
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	22
3.3 Subjek Penelitian.....	22
3.4 Variabel Penelitian.....	23
3.5 Alur Penelitian.....	25
3.6 Metode Pengambilan Data.....	27
3.7 Teknik Analisa Data.....	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Hasil Penelitian.....	29
4.1.1 Pelaksanaan Penelitian.....	29
4.1.2 Hasil Pengukuran Suhu Kondensor <i>Air Conditioning</i> (AC)....	29
4.3..Analisis Data.....	31
4.3 Pembahasan.....	34
4.3.1.Kenaikan Suhu Yang Dihasilkan oleh Kondensor Tipe CU- C18DKF.....	34
4.3.2.Kenaikan Suhu Yang Dihasilkan oleh Kondensor Tipe CU- PC12GKH.....	36
4.3.3. Sumber-Sumber Yang Terkait Dengan Penelitian.....	38
BAB 4. PENUTUP.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	4
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

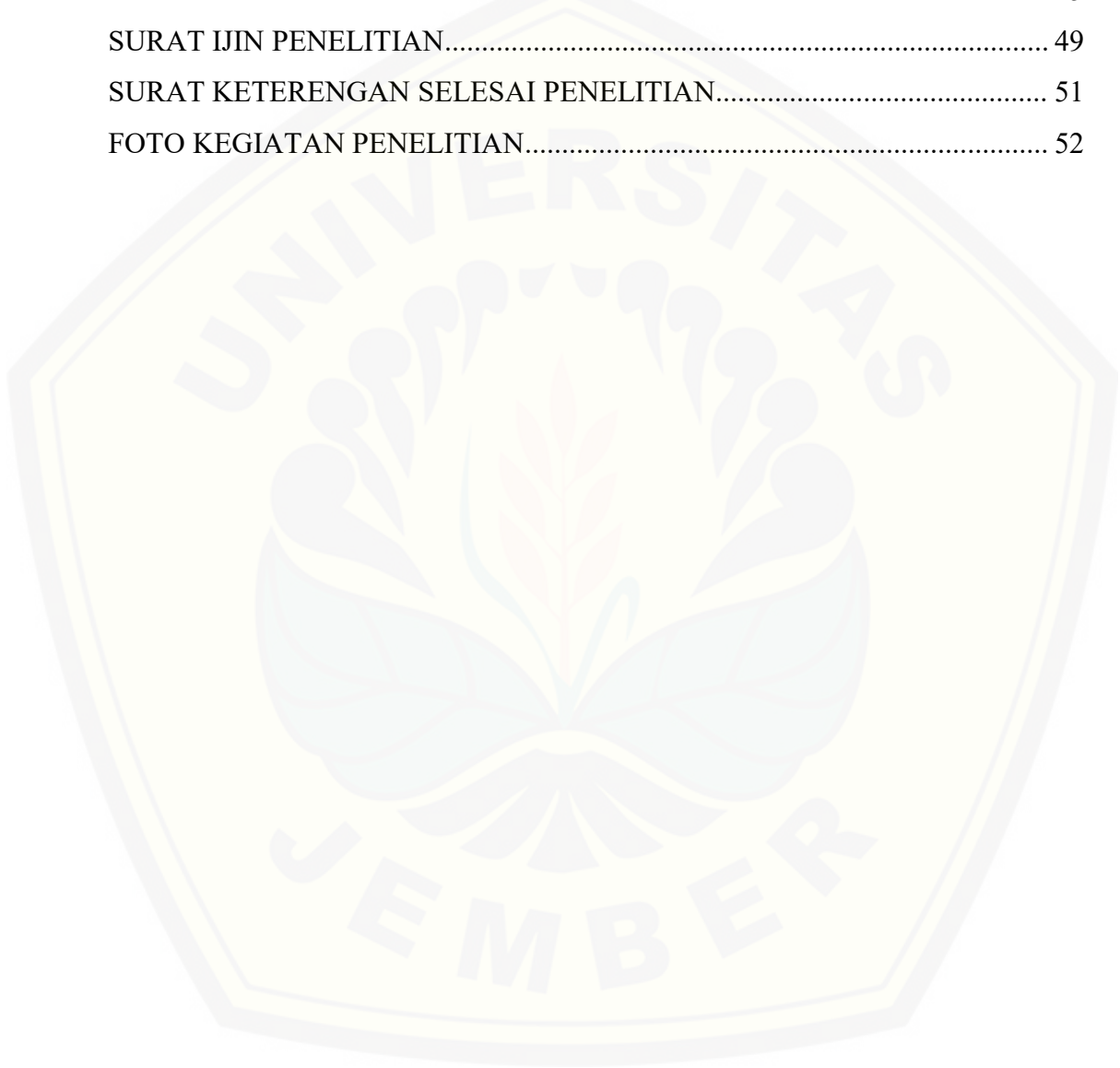
Tabel 3.1 Kondensor dengan tipe CU-C18DKF.....	23
Tabel 3.2 Kondensor dengan tipe CU-PC12GKH.....	23
Tabel 3.3 Spesifikasi singkat Compact infrared thermometer with dual laser targeting.....	27
Tabel 3.4 Data hasil pengukuran kondensor dengan tipe CU-C18DKF.....	28
Tabel 3.5 Data hasil pengukuran kondensor dengan tipe CU-PC12GKH.....	28
Tabel 4.1 Kondensor dengan tipe CU-C18DKF.....	29
Tabel 4.2 Kondensor dengan tipe CU-PC12GKH.....	29
Tabel 4.3 Hasil data pengukuran kondensor dengan tipe 1.....	30
Tabel 4.4 Hasil data pengukuran kondensor dengan tipe 2.....	31
Tabel 4.5 Kondensor dengan tipe CU-C18DKF.....	34
Tabel 4.6 Kondensor dengan tipe CU-PC12GKH.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Hukum 2 Termodinamika.....	9
Gambar 2.2 Diagram Mesin Kalor.....	11
Gambar 2.3 Diagram Skematik Lemasi Es.....	13
Gambar 2.4 Bentuk Semburan Kalor.....	22
Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Ilustrasi Titik Pengukuran Kondensor AC.....	26
Gambar 3.3 Compact infrared thermometer with dual laser targeting.....	27
Gambar 4.1 Grafik Hasil Data Pengukuran Suhu Kondensor Dengan Tipe CU-C18DKF.....	32
Gambar 4.2 Grafik Hasil Data Pengukuran Suhu Kondensor Dengan Tipe CU-PC12GKH.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

MATRIK PENELITIAN.....	42
GRAFIK HASIL DATA PENGUKURAN.....	43
TABEL HASIL DATA PENGUKURAN.....	45
SURAT IJIN PENELITIAN.....	49
SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN.....	51
FOTO KEGIATAN PENELITIAN.....	52



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pada perkembangan zaman yang serba modern dan penggunaan teknologi semakin berkembang pesat. Kebutuhan manusia terhadap penggunaan teknologi juga mengalami peningkatan, baik digunakan untuk kebutuhan sekunder maupun kebutuhan primer. Salah satu contoh penggunaan teknologi yang sekarang sudah menjadi umum di lingkungan masyarakat adalah penggunaan teknologi pengkondisian udara atau yang lebih dikenal dengan *Air Conditioning*(AC). Penggunaan AC oleh manusia pada zaman sekarang ini semakin pesat, hal ini dapat kita lihat pada penggunaan AC yang bukan hanya di gedung-gedung besar perkotaan tetapi juga merambah pada rumah-rumah masyarakat yang sudah mulai menggunakan AC.

Penggunaan akan *Air Conditioning* (AC) tak lepas dari keinginan manusia terkait kenyamanan dalam hidupnya. Tubuh manusia adalah suatu organisme yang dapat menyesuaikan diri. Dalam jangka waktu yang lama tubuh mampu berfungsi di dalam kondisi termal yang cukup ekstrim. Tetapi juga keanekaragaman suhu dan adaptasi tubuh, karena itu diperlukan kondisi yang baik didalam rumah agar dapat dipertahankan lingkungan yang sehat dan nyaman tersebut (Stoeker dan Jerold, 1996:55).

Sistem pengkondisian udara atau yang lebih dikenal dengan sebutan AC (*Air Conditioning*) adalah suatu sistem untuk mendinginkan udara. Dalam hal ini pendinginan bertujuan untuk mencapai temperatur atau kelembapan yang sesuai dengan yang dipersyaratkan. Sistem pengkondisian udara bukan hanya berfungsi untuk mendinginkan udara tetapi juga berfungsi untuk mengatur aliran udara dan kebersihannya.

Sistem dari kerja AC (*Air Conditioning*) yaitu kipas sentrifugal yang ada dalam evaporator menghisap udara di dalam ruangan dan udara tersebut akan bersentuhan dengan pipa coil yang berisi cairan refrigerant (fluida kerja). Refrigerant kemudian akan menyerap panas udara (ruangan) sehingga udara menjadi dingin yang menyebabkan air yang melewati refrigerant akan

menguap, kemudian tekanan uap yang berasal dari evaporator disirkulasikan menuju kondensor. Di bagian kondensor ini hasil dari refrigerant yang dimampatkan akan berubah dari fasa uap menjadi fasa cair.

Menurut Konrad *et al* (2015), mesin pengkondisian udara adalah mesin yang dipergunakan untuk menyerap panas dari ruangan yang didinginkan kemudian melepas panas tersebut keluar ruangan. Kalor tersebut dilepas melalui kondensor, dengan temperatur refrigerant masuk kondensor sekitar 50 °C, dan didinginkan hingga temperatur keluar kondensor 55 °C. Sehingga dapat diketahui bahwasanya kalor yang dilepas oleh kondensor *Air Conditioning* cukup besar.

Sistem pendinginan memiliki 4 komponen utama yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator (Hartanto *et al*, 2014:1). Seperti apa yang sudah dijelaskan sebelumnya kondensor adalah salah satu komponen penting dari mesin pendingin yang berfungsi sebagai alat penukar kalor yaitu mengubah fase refrigeran dari wujud gas menjadi cair. Bagian kondensor yang berperan aktif dalam membantu proses penukaran kalor adalah fan yang terletak di luar ruangan, berbentuk kipas, dan berfungsi untuk mendinginkan refrigerant pada kondensor. Pada daerah fan yang merupakan bagian dari kondensor inilah kalor dari evaporator dilepaskan. Peristiwa tersebut merupakan sebuah mekanisme perpindahan panas yang dikenal dengan peristiwa konveksi paksa.

Perpindahan kalor atau alih bahang (*heat transfer*) ialah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material. Dari termodinamika diketahui bahwa energi yang pindah itu dinamakan kalor atau bahang atau panas (*heat*). Ilmu perpindahan kalor tidak hanya mencoba menjelaskan bagaimana energi kalor itu berpindah dari satu benda ke benda lain, tetapi juga dapat meramalkan laju perpindahan yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu (Holman, 1993:1).

Konveksi adalah proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas. Perpindahan energi dengan cara konveksi dari suatu permukaan yang suhunya diatas fluida sekitarnya berlangsung dalam beberapa

tahap (Kreith, 1997: 9). Menurut Bejan (1993), perpindahan panas secara konveksi dapat diklasifikasikan dalam tiga kategori yaitu konveksi bebas (*free convection*), konveksi paksa (*forced convection*) dan konveksi campuran (*mixture convection*). Bila gerakan mencampur berlangsung semata-mata sebagai akibat dari perbedaan kerapatan yang disebabkan gradient temperatur, maka dikatakan sebagai konveksi bebas/alamiah (natural), sedangkan bila gerakan mencampur disebabkan oleh suatu alat tertentu dari luar dikatakan sebagai konveksi paksa dan gerakan mencampur berlangsung disebabkan akibat dari perbedaan kerapatan dan alat dari luar dikatakan sebagai konveksi campuran.

Berdasarkan penelitian Widodo *et al* (2014) menjelaskan bahwa kondensor adalah salah satu komponen penting dari mesin pendingin. Dimana variasi fan pada kondensor berpengaruh terhadap besarnya debit udara yang dipindahkan. Sehingga panas yang dibuang oleh kondensor juga lebih besar. Semakin besar panas yang dibuang oleh kondensor berpengaruh terhadap banyaknya panas yang diserap oleh evaporator sehingga dampak refrigerasi juga meningkat.

Berdasarkan penelitian Setyawan *et al* (2016) menjelaskan bahwa pada penambahan luasan sirip terjadi perpindahan panas secara konveksi paksa. Pada perpindahan konveksi paksa aliran udara yang digunakan untuk mendinginkan kondensor dipaksa mengalir melintasi pipa-pipa kondensor mesin pendingin, hal itu yang mempercepat proses perpindahan panas yang terjadi di kondensor. Dalam penelitiannya juga dijelaskan bahwa media pendingin kondensor berpengaruh terhadap proses pelepasan panas dan merupakan salah satu komponen penting pada pendingin.

Hasil penelitian Poernomo (2015) menyatakan bahwa kondensor adalah komponen penting dari mesin pendingin yang berfungsi sebagai *heat exchanger*. Udara yang dibuang atau dikeluarkan oleh kondensor menyebabkan sebuah perambatan panas. Dalam penelitian ini juga dijelaskan bahwa temperatur yang dihasilkan oleh panas buangan kondensor relatif besar.

Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui bahwasanya kondensor adalah komponen penting dari mesin pendingin yang berfungsi sebagai penukar kalor. Kerja kondensor yang baik akan berpengaruh terhadap penggunaan AC itu sendiri,

sehingga perlu adanya penelitian terkait karakteristik kondensor sebagai sumber informasi untuk pengembangan mesin pendingin. Maka berdasarkan apa yang sudah dijelaskan tersebut judul skripsi yang akan diajukan yakni **“Pengaruh Waktu Penggunaan Kondensor *Air Conditioning* (AC) Dari Berbagai Tipe Terhadap Peningkatan Suhu Yang Dihasilkan ”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut yaitu bagaimana pengaruh waktu penggunaan kondensor *Air Conditioning* (AC) dari berbagai tipe terhadap peningkatan suhu yang dihasilkan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut yaitu untuk mengkaji pengaruh waktu penggunaan kondensor *Air Conditioning* (AC) dari berbagai tipe terhadap peningkatan suhu yang dihasilkan

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat antara lain:

- a. Bagi peneliti memberikan pengetahuan tentang termodinamika pada pembelajaran fisika.
- a. Bagi masyarakat dan penulis, dapat dijadikan informasi ilmiah mengenai pengaruh waktu penggunaan kondensor *Air Conditioning* (AC) terhadap besarnya peningkatan suhu yang dihasilkan dari berbagai tipe
- b. Bagi peneliti lain dalam bidang yang sama, sebagai bahan acuan dan pertimbangan untuk melakukan penelitian selanjutnya

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Termodinamika

Kajian termodinamika secara formal dimulai pada awal abad ke-19 melalui pemikiran mengenai pergerakan daya dari kalor (*heat*), yaitu kemampuan benda panas untuk menghasilkan kerja (*work*) (Moran et al, 2004:1). Termodinamika merupakan salah satu cabang ilmu fisika yang memusatkan pada energi (terutama energi panas) dan transformasinya. Transformasi energi pada termodinamika berlandaskan dua hukum yaitu hukum pertama termodinamika atau juga disebut dengan hukum kekekalan energi dan hukum kedua termodinamika.

Dalam hal ini hukum-hukum termodinamika selalu berkaitan dengan sistem dan lingkungan. Sistem adalah benda atau sekumpulan benda apa saja yang akan diteliti. Sesuatu yang lain di alam semesta akan merujuk pada “lingkungannya”. Ada beberapa jenis sistem. Sistem tertutup adalah salah satu sistem yang tidak mempunyai massa masuk atau keluar (tetapi energi boleh saling bertukar dengan lingkungannya). Sedangkan untuk sistem terbuka, massa boleh masuk atau keluar (sebagai energi). Sistem tertutup dikatakan terisolasi jika tak terjadi pertukaran panas, benda atau kerja dengan lingkungan (Giancoli, 2001: 519).

2.2 Sistem dan Lingkungan

Menurut Abbot dan Van (1994), sebuah sistem dapat berupa apa saja, tiap kuantitas bahan, tiap daerah ruang, dan lain-lain, yang dipilih untuk dipelajari dan dipisahkan secara mental dari yang lain, yang kemudian menjadi lingkungan. Sistem yang diamati dalam termodinamika terbatas, dan lebih dipandanginya secara makroskopik dari pada secara mikroskopik. Dengan kata lain, tidak memperhatikan struktur yang lebih detail, tapi hanya karakteristik yang kasar, seperti suhu dan tekanan, yang dianggap sebagai koordinat termodinamika.

2.3 Temperatur

Temperatur adalah salah satu dari tujuh besaran pokok SI. Fisikawan mengukur temperatur dalam skala kelvin yang unit satuannya disebut kelvin. Dalam kehidupan sehari-hari temperatur merupakan satu ukuran seberapa panas atau dinginnya suatu benda. Misalnya, sebuah oven yang panas dikatakan memiliki temperatur tinggi, sebaliknya es dari suatu danau beku dikatakan memiliki temperatur rendah (Giancoli, 2001:449).

Moran *et al* (2004) menjelaskan sangatlah sulit untuk memberikan definisi temperatur berdasarkan konsep yang umum digunakan seperti pada besaran yang lain. Untuk menggambarkan hal ini, digunakan dua batang tembaga dimana batang yang satu lebih panas dari batang yang lain. Jika kedua batang tersebut disentuhkan dan diisolasi terhadap lingkungannya, maka akan terjadi interaksi termal (kalor) (*thermal / heat interaction*).

Alat-alat yang dirancang untuk mengukur temperatur disebut termometer. Ada banyak jenis termometer, tetapi cara kerjanya selalu bergantung pada beberapa sifat materi yang berubah terhadap temperatur. Sebagian besar termometer bergantung pada pemuaian materi terhadap naiknya temperatur. Untuk mengukur temperatur secara kuantitatif, perlu didefinisikan secara skala numerik. Skala yang paling banyak dipakai sekarang adalah celsius, kadang-kadang disebut skala centigrade. Skala yang paling penting dalam sains adalah skala absolut, atau kelvin (Giancoli, 2001:449).

2.4 Proses Termodinamika

Dalam membicarakan sifat termodinamika, hal ini berkenaan dengan beberapa proses termodinamika yaitu pemanasan dan pendinginan, tetapi dalam hal ini perlu mengulang beberapa definisi lagi serta model dan hukum dasar yang akan digunakan sebelum memperluas pembicaraan ini kemasalah penerapan. Karena energi adalah pusat pemikiran bagi termodinamika, maka telah dikembangkan model dan hukum dasar sebagai alat dalam menganalisis energi tersebut, misalnya untuk menentukan kandungan dan perpindahan energi. Dalam hal ini juga dimaknai istilah sistem sebagai objek atau benda yang dihadapi dalam

pembicaraan atau pada saat analisis. Suatu sistem dapat berbentuk sederhana seperti sebuah volume dari fluida tertentu yang homogen dan dapat berbentuk rumit seperti jaringan distribusi termal total didalam sebuah gedung besar. Dalam banyak hal, juga perlu mendefinisikan sebuah sistem yang berkaitan dengan daerah tertentu dalam ruangan (kadang-kadang berupa volume terkendali) dan keseluruhan ruangan yang di tutupi oleh lapisan permukaan yang berfungsi sebagai pembatas sistem atau permukaan terkendali. Ukuran dan bentuk pembatas sistem bersifat bebas atau tertentu untuk masing-masing persamaan ,yang akan menyederhankan perhitungan perubahan energi yang tersimpan di dalam sistem atau perpindahan energi yang menyebrangi suatu pembatas sistem. Semua yang tidak termasuk di dalam sistem disebut lingkungan (Stoecker dan Jerold, 1996:18).

2.5 Hukum ke-1 Termodinamika

Menurut Kreith (1997), hukum pertama termodinamika menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan maupun dihilangkan tetapi hanya dapat diubah dari satu bentuk menjadi bentuk lainnya. Hukum ini mengatur semua perubahan bentuk energi secara kuantitatif tetapi tidak membatasi perubahan bentuk itu. Giancoli (2001) menjelaskan energi internal sistem didefinisikan sebagai jumlah total semua energi molekul sistem. Diharapkan bahwa energi internal sistem akan bertambah jika kerja dilakukan pada sistem, atau jika kalor ditambahkan ke sistem. Dengan cara yang sama, energi internal sistem akan berkurang jika kalor dilepaskan dari sistem atau jika kerja dilakukan oleh sistem pada sesuatu yang lain. Jadi layak diusulkan suatu hukum penting: perubahan energi internal dari sistem tertutup, ΔU akan diberikan oleh :

$$\Delta U = Q - W \quad (2.1)$$

Dengan Q adalah kalor yang ditambahkan ke sistem dan W adalah kerja yang dilakukan oleh sistem. Dalam hal ini harus konsisten mengikuti kovensi tanda Q dan W (Giancoli, 2001:519). Jika $W > 0$ (W bernilai positif) maka kerja dilakukan oleh sistem, sedangkan jika $W < 0$ (W bernilai negatif) maka kerja dilakukan pada sistem (Moran *et al*, 2004:19). Karena W adalah kerja dilakukan pada sistem, kemudian jika W negatif dan ΔU akan bertambah. Dengan cara yang

sama Q positif untuk kalor yang ditambahkan pada sistem, maka jika kalor keluar dari sistem, Q negatif. Persamaan diatas dikenal sebagai hukum pertama termodinamika. Ini merupakan satu dari hukum fisika yang terkenal, dan pembuktiannya tinggal pada eksperimen (seperti joule) dengan tidak ada kekecualian tidak terlihat. Karena Q dan W menyatakan energi yang di transfer ke dalam atau keluar sistem, energi internal (dalam) juga ikut berubah.

Hukum pertama permodinamika merupakan pernyataan dari hukum kekekalan energi. Perlu diperhatikan bahwa hukum kekekalan energi tidak dirumuskan sampai abad ke-19, yang tergantung pada interpretasi kalor sebagai transfer energi. Persamaan hukum pertama termodinamika digunakan untuk sistem tertutup. Ini juga digunakan pada sistem terbuka jika kita ambil kedalam perhitungan perubahan energi internal yang disebabkan peningkatan atau penurunan jumlah materi. Untuk sistem terisolasi, $W = Q = 0$ dan dengan demikian $\Delta U = 0$ (Giancoli, 2001:519).

2.6 Hukum ke-2 Termodinamika

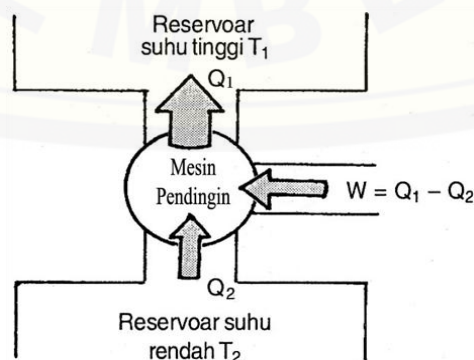
Hukum pertama termodinamikan merupakan pernyataan tentang kekekalan energi. Hukum ini menyatakan bahwa perubahan energi dalam pada sistem disebabkan perpindahan energi berupa kalor, usaha, ataupun keduanya. Hukum ini tidak membedakan antara hasil dari kalor dan usaha, sehingga baik kalor maupun usaha dapat menyebabkan perubahan energi dalam. Meskipun demikian, sebenarnya terdapat perbedaan penting antara kalor dan usaha yang tidak tampak jelas dari hukum pertama termodinamika. Salah satu wujud perbedaan ini adalah bahwa kita tidak mungkin membuat alat yang bekerja secara siklis, menerima energi kalor dan mengeluarkan sejumlah energi yang sama besar dalam bentuk usaha (Raymond dan John, 2010: 130).

Berikut ini adalah beberapa contoh proses yang diatur oleh hukum kedua termodinamika:

- a. Jika dua buah benda yang berbeda suhunya saling bersentuhan, perpindahan energi berupa energi kalor akan selalu dari benda yang lebih panas ke benda

yang lebih dingin secara spontan, tidak pernah dari benda yang lebih dingin ke benda yang lebih panas.

- b. Sebuah bola karet yang dijatuhkan ke tanah akan memantul beberapa kali dan pada akhirnya berhenti, tetapi sebuah bola yang diam diatas tanah tidak pernah mengumpulkan energi dalam dari tanah dan memantul sendiri.
- c. Sebuah bandul yang bergoyang akhirnya berhenti akibat tumbukan dengan molekul udara dan gesekan pada titik tumpunya. Energi mekanik sistem diubah menjadi energi termal pada udara, bandul dan gantungannya, tetapi perubahan energi kearah sebaliknya tidak pernah terjadi.
- d. Sebuah mesin kalor membawa suatu zat kerja melalui proses siklus dimana zat kerja menyerap energi berupa kalor dari reservoir bersuhu tinggi, kemudian mesin melakukan usaha, akhirnya energi berupa kalor dikeluarkan menuju reservoir rendah. Sebagai contohnya adalah mesin uap yang menggunakan air sebagai zat kerja. Air di dalam ketel menyerap energi dari bahan bakar dan menguap, yang kemudian uap itu melakukan usaha dengan mengembang melawan sebuah piston. Setelah uap mendingin dan mengembun, air yang dihasilkan kembali ke ketel dan siklusnya berulang. Sedangkan contoh lain adalah sebuah mesin yang menyerap sejumlah energi Q_h dari reservoir panas, mesin melakukan usaha sebesar W usaha (jika usaha bernilai negatif maka usaha dilakukan pada mesin) dan kemudian memberikan sejumlah energi Q_c ke reservoir dingin. Di bawah ini adalah cara kerja dari sebuah mesin kalor sesuai dengan prinsip yang dikemukakan oleh Kelvin-Planck (Raymond dan John, 2010: 133):



Gambar 2.1 Proses Hukum 2 Termodinamika

Usaha yang dilakukan mesin kalor dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$W_{mesin} = Q_h - Q_c \quad 2.2$$

Dengan:

W_{mesin} = Usaha yang dilakukan oleh mesin (J)

Q_h = Kalor yang keluar dari reservoir suhu tinggi (J)

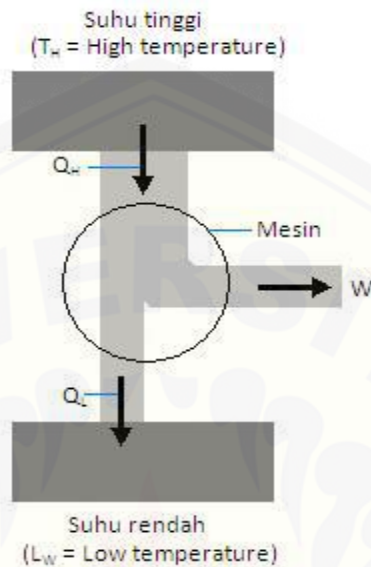
Q_c = Kalor yang masuk pada reservoir suhu rendah (J)

Hukum pertama termodinamika, kekekalan energi, tidak akan dilanggar jika setiap proses ini terjadi sebaliknya. Untuk menerangkan kekurangan kemampuan balik ini, ilmuwan dalam abad 19 pertengahan mencoba memformulasikan prinsip baru yang dikenal sebagai Hukum Termodinamika Kedua. Hukum ini merupakan pernyataan tentang proses mana yang terjadi di alam dan mana yang tak terjadi. Satu pernyataan yang ditemukan R.J.E. Clausius (1822-1888) adalah bahwa “Kalor mengalir secara alamiah dari obyek panas ke obyek dingin, kalor tidak akan mengalir secara spontan dari obyek dingin ke obyek panas” (Giancoli, 2001:526). Pernyataan Clausius bisa diartikan bahwa adalah tidak mungkin untuk membuat suatu siklus pendinginan yang beroperasi tanpa adanya masukan berupa kerja. Sebagai contoh, pendinginan di dalam rumah ditangani oleh mesin pendingin yang digerakkan oleh motor listrik yang membutuhkan kerja dari sekelilingnya untuk dapat beroperasi (Moran & Shapiro, 2004:229).

2.6.1 Mesin Kalor

Pengembangan pernyataan umum hukum kedua termodinamika sebagian didasarkan pada studi mesin kalor. Adalah setiap alat yang mengubah energi termal menjadi kerja mekanik. Ide dasar melatar belakangi setiap mesin kalor adalah energi mekanik yang dapat diperoleh dari energi termal hanya jika kalor mengalir dari suhu tinggi ke suhu rendah. Pada proses ini, sejumlah kalor dapat diubah lagi menjadi energi mekanik, seperti diagram Gambar 2.2 itu adalah kalor masukan Q_H pada suhu tinggi T_H yang sebagian diubah ke dalam kerja W dan sebagian dilepaskan sebagai kalor Q_L pada suhu yang lebih rendah T_L . Dengan kekekalan energi $Q_H = W + Q_L$. Suhu tinggi dan rendah disebut mengatur temperatur mesin. Dalam hal ini akan tertarik hanya pada mesin yang berjalan

dalam siklus yang berulang dan dapat bergerak secara terus menerus (perhatikan dengan hati-hati bahwa dalam hal ini akan menggunakan konvensi tanda yang amat sederhana: diambil dari Q_H , Q_L , dan W selalu bernilai positif).



Gambar 2.2 Diagram mesin kalor

Efisiensi, e dari setiap mesin kalor dapat di definisikan sebagai rasio kerja yang dilakukan W , dengan kalor masuk pada suhu tinggi Q_H

$$e = \frac{W}{Q_H} \quad (2.3)$$

Ini merupakan definisi yang dapat dibalik, karena W merupakan keluaran, sedangkan Q_H (masukan) adalah apa yang anda masukkan. Karena energi dihemat, kalor masukan Q_H harus sama dengan kerja yang dilakukan plus kalor yang keluar pada suhu rendah

$$Q_H = W + Q_L \quad (2.4)$$

Jadi $W = Q_H - Q_L$, dan efisiensi mesin adalah

$$e = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} \quad (2.5)$$

Dari persamaan 2.5 bahwa efisiensi akan lebih besar jika Q_L dapat dibuat kecil. Perhatikan bahwa untuk memberikan efisiensi sebagai %, persamaan harus dikalikan 100.

2.6.2 Mesin Carnot

Untuk melihat bagaimana meningkatkan efisiensi, ilmuwan perancis Sadi Carnot (1796-1832) telah menguji karakteristik mesin ideal (mesin Carnot). Setiap proses penambahan dan pembuangan kalor dari ekspansi dan kompresi gas, ditentukan untuk dilakukan sebaliknya. Setiap proses yang dilakukan secara perlahan-lahan bahwa proses dapat ditentukan seri keadaan setimbang, dan seluruh proses dapat dilakukan sebaliknya dengan tanpa mengubah besar kerja yang dilakukan atau perubahan panas. Di lain pihak, proses nyata, akan terjadi secara lebih cepat, dan akan ada turbulensi dalam gas, gesekan, dan seterusnya. Karena faktor, proses real tidak dapat dilakukan kebalikannya secara tepat, turbulensi akan berbeda dan kalor yang hilang pada gesekan tidak akan dikebalikan sendiri. Maka, proses real disebut irrevesible (tidak dapat balik). Hasil penting bahwa untuk mesin ideal yang panas Q_H dan Q_L sebanding dapat dibalik dengan suhu operasi T_H dan T_L (dalam Kelvin) maka efisiensi dapat di tulis sebagai berikut:

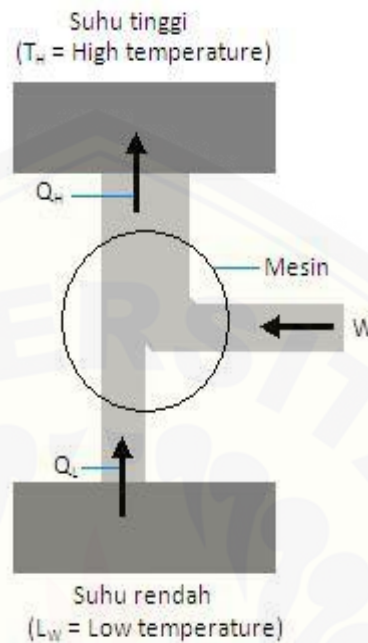
$$e_{ideal} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = \frac{T_H - T_L}{T_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \quad (2.6)$$

Mesin real tidak pernah dapat mempunyai efisiensi yang sempurna (efisiensi 100%). Menurut Kelvin-Planck untuk hukum kedua termodinamika menyatakan bahwa “Tidak ada alat yang mungkin yang efek satu-satunya untuk mengubah sejumlah kalor yang diberikan secara sempurna kedalam kerja“. Maksudnya tidak ada (efisiensi 100%) mesin kalor yang benar-benar sempurna ini disebabkan karena gesekan dan sebagainya. Contoh, jika mesin kapal tidak membutuhkan reservoir (penampungan air) bersuhu rendah untuk menghabiskan kalor yang masuk, maka kapal dapat berlayar menyeberangi lautan menggunakan sumber energi internal air laut yang sangat banyak (Giancoli, 2001:531).

2.6.3 Mesin pendingin

Prinsip operasi mesin pendingin kebalikan dari mesin kalor. Mesin pendingin dioperasikan untuk mentransfer kalor dari lingkungan dingin ke lingkungan panas. Seperti diagram pada Gambar 2.3 dengan melakukan kerja W ,

kalor diambil dari daerah suhu rendah T_L (bagian dalam lemari es) dan sejumlah besar kalor dilepaskan pada suhu tinggi T_H (ruangan).



Gambar 2.3 Diagram skematik lemari es

Lemari es yang sempurna yang tidak ada kerja yang dibutuhkan untuk mengambil kalor dari daerah suhu rendah ke daerah suhu tinggi tidak mungkin. Kalor tidak dapat mengalir secara spontan dari obyek yang dingin ke obyek yang kalor. Untuk meletakkan setiap kerja secara baik, kerja harus dilakukan. Jadi tidak mungkin ada lemari es yang sempurna.

Koefisien kinerja (CP) lemari es didefinisikan sebagai kalor yang digerakkan dari daerah suhu rendah, Q_L dibagi dengan W , dilakukan untuk menggerakkan kalor

$$CP = \frac{Q_L}{W} \quad (2.7)$$

Ini bisa dimengerti karena kalor Q_L yang lebih banyak, dapat dipindahkan dari bagian dalam lemari es untuk sejumlah kerja yang diberikan, lemari es itu lebih baik (lebih efisien). Kekekalan Energi dari hukum termodinamika pertama dapat dituliskan $Q_L + W = Q_H$, atau $W = Q_H - Q_L$, maka persamaannya menjadi,

$$CP = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} \quad (2.8)$$

Untuk lemari es yang ideal, lemari es yang terbaik dapat bekerja akan menjadi seperti mesin ideal (Carnot)

$$CP_{ideal} = \frac{T_L}{T_H - T_L} \quad (2.9)$$

(Giancoli,1994:531-532).

2.6.4 Entropi

Hukum II Termodinamika berkaitan dengan fakta bahwa beberapa proses adalah *irreversible*, artinya proses-proses tersebut hanya berlangsung dalam satu arah saja. Semua proses *irreversible* memiliki satu kesamaan, yaitu sistem dan lingkungannya bergerak kearah keadaan yang lebih tidak teratur (Tipler,1991). Cengel dan Boles (2011) menjelaskan bahwa hukum kedua termodinamika ini dinyatakan secara umum, yaitu dalam besaran yang disebut entropi. Entropi merupakan suatu besaran abstrak, dan sulit untuk memberikan deskripsi dari entropi tanpa mempertimbangkan keadaan mikroskopis dari sistemnya. Sedangkan Giancoli (2001) menerangkan bahwa hukum kedua termodinamika ini dapat dinyatakan dalam entropi sebagai: “Entropi merupakan suatu fungsi keadaan sistem dan dianggap sebagai ukuran keteraturan atau ketidak teraturan sistem. Entropi suatu sistem tertutup tak pernah berkurang. Entropi tersebut hanya bisa tetap atau bertambah”.

Berdasarkan persamaan Clausius yang ditunjukkan dalam bentuk diferensial sebagai berikut

$$dS \geq \frac{\delta Q}{T} \quad (2.10)$$

Dapat disimpulkan bahwa perubahan entropi dari sistem tertutup selama proses ireversibel lebih besar dari pada hasil integral dari $\frac{\delta Q}{T}$ yang dihitung untuk proses tersebut. Dalam keadaan yang lebih terbatas dari proses reversibel dua kuantitas tersebut menjadi sama. Ditegaskan kembali bahwa T dalam persamaan ini merupakan temperatur mutlak pada batasan dimana deferensiasi δQ merupakan kalor yang dialirkan antara sistem dengan lingkungannya. Persamaan $\Delta S = S_2 - S_1$ mewakili perubahan entropi dari sistem. Untuk proses reversibel, persamaan

tersebut menjadi sama dengan $\int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$, yang mewakili aliran entropi dengan panas. Tanda ketidaksamaan dalam persamaan sebelumnya digunakan sebagai pengingat tetap bahwa perubahan entropi dalam sistem tertutup selama proses *irreversibel* selalu lebih besar dari aliran entropi. Entropi yang dihasilkan selama proses berlangsung disebut dengan entropi semesta atau entropitotal. Selisih antara perubahan entropi dari sistem tertutup dan aliran entropi adalah sebanding dengan entropi semesta. Dapat dinyatakan dalam persamaan

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} + S_{semesta} \quad (2.11)$$

Entropi total atau entropi semesta selalu lebih besar atau sama dengan nol. Nilai ini bergantung pada proses, dan nilai ini bukan merupakan sifat dari sistem. Hal ini juga berarti jika transfer entropi bernilai nol, maka entropi semesta atau total sama dengan perubahan entropi dalam sistem. Sedangkan untuk sistem terisolasi (sistem adiabat tertutup), tidak ada aliran panas sehingga persamaan perubahan entropi menjadi

$$\Delta S_{isolasi} \geq 0 \quad (2.12)$$

Persamaan ini dapat dinyatakan “entropi dari sistem terisolasi selama proses berlangsung selalu meningkat atau dalam kondisi terbatas dari proses reversibel entropi bernilai tetap”. Dengan kata lain, entropi tidak pernah menurun. Pernyataan ini dikenal sebagai prinsip peningkatan entropi. Entropi merupakan salah satu sifat ekstensif, dimana entropi total dari sistem sama dengan jumlah dari entropi dari setiap bagian dalam sistem. Sebuah sistem yang terisolasi terdiri dari beberapa subsistem. Contohnya, sebuah sistem dan lingkungannya, merupakan suatu sistem yang terisolasi karena keduanya dapat tertutup oleh sekat fleksibel yang cukup besar dimana tidak ada panas, kerja atau massa yang melewatinya. Oleh karena itu, sistem dan lingkungannya tersebut dapat dipandang sebagai dua subsistem dari sistem yang terisolasi, dan perubahan entropi dari sistem terisolasi selama proses ini adalah jumlah dari perubahan entropi sistem dan perubahan entropi lingkungannya, dimana ini juga sama dengan entropi semesta. Dapat dituliskan dalam persamaan

$$S_{semesta} = \Delta S_{total} = \Delta S_{sistem} + \Delta S_{lingkungan} \geq 0 \quad (2.13)$$

Prinsip peningkatan entropi tidak menyatakan secara langsung bahwa entropi dari suatu sistem dapat menurun. perubahan entropi dari suatu sistem dapat bernilai negatif selama proses berlangsung, namun entropi total tidak. Perubahan entropi dalam berbagai keadaan secara ringkas dapat ditulis:

$$\Delta S_{isolasi} = \begin{cases} > 0 \\ = 0 \\ < 0 \end{cases}$$

Dalam hal ini apabila $\Delta S_{isolasi}$ lebih besar dari 0 maka terjadi proses ireversibel, jika $\Delta S_{isolasi}$ sama dengan 0 maka terjadi proses reversibel, dan jika $\Delta S_{isolasi}$ lebih kecil dari 0 maka tidak terjadi proses (Cengel dan Boles, 2011)

2.7 Perpindahan Kalor

Perpindahan kalor atau alih bahang (*heat transfer*) ialah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material. Dari termodinamika diketahui bahwa energi yang pindah itu dinamakan kalor atau bahang atau panas (*heat*). Ilmu perpindahan kalor tidak hanya mencoba menjelaskan bagaimana energi kalor itu berpindah dari satu benda ke benda lain, tetapi juga dapat meramalkan laju perpindahan yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu (Holman. 1993:1). Buchori (2011) menjelaskan perpindahan kalor tidak akan terjadi pada sistem yang memiliki temperatur sama. Perbedaan temperatur menjadi daya penggerak untuk terjadinya perpindahan kalor, sama dengan perbedaan tegangan sebagai penggerak arus listrik.

Proses perpindahan kalor terjadi dari suatu system yang memiliki temperatur lebih tinggi ke temperatur yang lebih rendah. Keseimbangan pada masing-masing sistem terjadi ketika system memiliki temperatur yang sama. Perpindahan kalor dapat berlangsung dengan 3 (tiga) cara, yaitu:

- a. Perpindahan Kalor Secara Konduksi
- b. Perpindahan Kalor Secara Konveksi (alami dan paksa)
- c. Perpindahan Kalor Secara Radiasi

Holman (1993) menjelaskan bahwa konduksi panas adalah perpindahan atau pergerakan panas antara dua benda yang saling bersentuhan. Dalam hal ini, panas akan berpindah dari benda yang suhunya lebih tinggi ke benda yang suhunya lebih rendah. Laju aliran panas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain luas permukaan benda yang saling bersentuhan, perbedaan suhu awal antara kedua benda, dan konduktivitas panas dari kedua benda tersebut. Konduktivitas panas ialah tingkat kemudahan untuk mengalirkan panas yang dimiliki suatu benda.

Konveksi adalah proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas. Perpindahan energi dengan cara konveksi dari suatu permukaan yang suhunya di atas fluida sekitarnya berlangsung dalam beberapa tahap (Kreith, 1997: 9).

Radiasi adalah proses yang membawa energi dengan jalan pelompatan foton dari suatu permukaan ke permukaan yang lain. Radiasi dapat memindahkan energi menyebrangi ruang vakum dan tidak bergantung pada medium perantara untuk menghubungkan dua permukaan. Perpindahan energi secara radiasi berlangsung jika foton-foton dipancarkan dari suatu permukaan ke permukaan yang lainnya. Ciri khas pertukaran energi radiasi yang penting lagi adalah menyebar kesegala arah (Stoeker dan Jerold, 1996:23-25)

2.8 Konveksi

Kreith (1997) menjelaskan bahwa konveksi adalah pengangkutan kalor oleh gerak dari zat yang dipanaskan. Proses perpindahan kalor secara aliran/konveksi merupakan satu fenomena permukaan. Proses konveksi hanya terjadi di permukaan bahan. Jadi dalam proses ini struktur bagian dalam bahan kurang penting. Keadaan permukaan dan keadaan sekelilingnya serta kedudukan permukaan itu adalah yang utama. Lazimnya, keadaan keseimbangan termodinamika di dalam bahan akibat proses konduksi, suhu permukaan bahan akan berbeda dari suhu sekelilingnya

Perpindahan panas secara konveksi dapat diklasifikasikan dalam tiga kategori yaitu konveksi bebas (*free convection*), konveksi paksa (*forced convection*) dan konveksi campuran (*mixture convection*). Bejan (1993) menjelaskan bila gerakan mencampur berlangsung semata-mata sebagai akibat dari perbedaan kerapatan yang disebabkan gradien temperatur, maka dikatakan sebagai konveksi bebas/alamiah (*natural*), sedangkan bila gerakan mencampur disebabkan oleh suatu alat tertentu dari luar dikatakan sebagai konveksi paksa dan gerakan mencampur berlangsung disebabkan akibat dari perbedaan kerapatan dan alat dari luar dikatakan sebagai konveksi campuran.

Persamaan laju perpindahan kalor secara konveksi, juga berasal dari persamaan gejala fisika

$$q = h_c A (t_s - t_f) \quad 2.14$$

Dengan :

h_c = Koefisien Konveksi, $\frac{W}{m^2} \text{ } ^\circ K$

t_s = Suhu Permukaan, $^\circ C$

t_f = Suhu Fluida, $^\circ C$

Persamaan ini digunakan secara luas dalam rekayasa, walaupun h_c lebih cenderung sebagai definisi dari pada sebagai hukum gejala konveksi. Nyatanya, intisari dari analisis perpindahan kalor secara konveksi adalah penentuan harga h_c . percobaan telah menunjukkan bahwa koefisien konveksi untuk aliran pada permukaan datar, di dalam pipa dan saluran, serta arah siang pipa dapat dikreasikan dengan kecepatan aliran, sifat-sifat fluida dan geometri permukaan benda padat. Teori yang luas telah dibuat untuk menguatkan kreasi yang diamati secara eksperimen dan memperluasnya untuk meramalkan sifat konfigurasi aliran yang tidak diuji. Kreasi ini lebih bersifat teori, tapi digunakan dalam analisis rekayasa praktis. Parameter tak berdimensi untuk mengelompokkan variabel-variabel yang mempengaruhi perpindahan kalor secara konveksi. Cara pemilihan yang lebih baik terhadap variabel yang akan ditinjau tentu saja tergantung pada pengertian akan gejala fisika yang berkaitan dan pada kemampuan untuk membuat model dasar yang benar untuk tata aliran (*flow configuratin*). Sasaran kita saat ini

adalah mengenal parameter yang telah teruji dan mengenal bentuk kreasi yang banyak digunakan dalam menentukan koefisien konveksi h_c , yaitu

$$\text{a. Bilangan Reynald } Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad 2.15$$

$$\text{b. Bilangan Prandt } Pr = \frac{\mu c_p}{k} \quad 2.16$$

$$\text{c. Bilangan Nusset } Nu = \frac{h_c D}{\mu} \quad 2.17$$

Banyak rumusan yang telah dikembangkan untuk susunan aliran tertentu sehingga hubungan antara bilangan *reynolds* dan *prandt* dapat dirumuskan sebagai

$$Nu = C(Re^n)(Pr^m) \quad 2.18$$

(Stoecker dan Jerold, 1996:26).

2.9 Alat Penukar Panas (Heat Exchanger)

Cengel dan Boles (2011) menjelaskan bahwa *heat exchanger* merupakan peralatan yang digunakan untuk perpindahan panas antara dua atau lebih fluida. Banyak jenis *heat exchanger* yang dibuat dan digunakan dalam pusat pembangkit tenaga, unit pendingin, unit produksi udara, proses di industri, sistem turbin gas, dan lain lain. Dalam *heat exchanger* tidak terjadi pencampuran seperti dalam halnya suatu *mixing chamber*. Dalam radiator mobil misalnya, panas berpindah dari air yang panas yang mengalir dalam pipa radiator ke udara yang mengalir dengan bantuan fan. Hampir disemua *heat exchanger*, perpindahan panas didominasi oleh konveksi dan konduksi dari fluida panas ke fluida dingin, dimana keduanya dipisahkan oleh dinding.

2.10 Air Conditioning (AC)

Arismunandar (1981) menjelaskan bahwa fungsi *Air Conditioning (AC)* adalah memindahkan kalor dari dalam keluar ruangan atau sebaliknya. Sebagai contoh pada daerah bertemperatur rendah seperti di eropa AC digunakan sebagai pemanas ruangan. Sedangkan pada daerah bertemperatur tinggi AC digunakan sebagai penyejuk udara dan pengontrol uap air. *Air Conditioning (AC)*

beroperasi menggunakan energi listrik, besarnya energi listrik yang digunakan tergantung pada kapasitas kompresor yang digunakan.

Definisi dari *Air Conditioning* (AC) adalah suatu proses pengkondisian udara dimana udara itu didinginkan, dikeringkan, dibersihkan dan disirkulasi yang selanjutnya jumlah dan kualitas dari udara yang dikondisikan tersebut dikontrol. Dalam hal ini penggunaan AC bertujuan untuk mengkondisikan suatu ruangan dimana terdapat kontrol dari pengguna. Dalam melakukan fungsinya secara kontinyu memerlukan sumber energi untuk menggerakkan kompresor agar dapat mengkompresikan aliran refrigeran yang berasal dari evaporator agar mencapai tingkat keadaan tertentu sehingga kemudian mampu melepaskan energi panasnya pada saat mengalami kondensasi di kondensor (Suadi, 2016:144).

Dalam proses pendinginannya terdapat empat komponen utama yaitu kompresor, kondensor, evaporator, dan alat ekspansi (Hartanto dan Azridjal, 2014:1). Terdapat dua alat penukar panas yang berkerja dalam sitem AC, yang pertama adalah evaporator yang berfungsi menyerap panas dari ruangan dan memindahkannya ke fluida kerja (refrigerant), dan alat penukar panas yang kedua adalah kondensor yang berfungsi untuk memindahkan panas yang diterima oleh fluida kerja ke udara luar (Aminanta dan Ichsan, 2016:647). Secara termodinamika, sistem AC yang bekerja dengan siklus uap (UAP) akan mengambil/menyerap kalor diruangan yang dikondisikan (evaporator) pada temperatur dan tekanan rendah refrigerant dan membuang kalor tersebut pada temperatur dan tekanan yang tinggi keluar ruangan melalui outdoor unit dengan bantuan kompresor melewati katub ekspansi (Aziz *et al*, 2014:1)

2.11 Kondensor

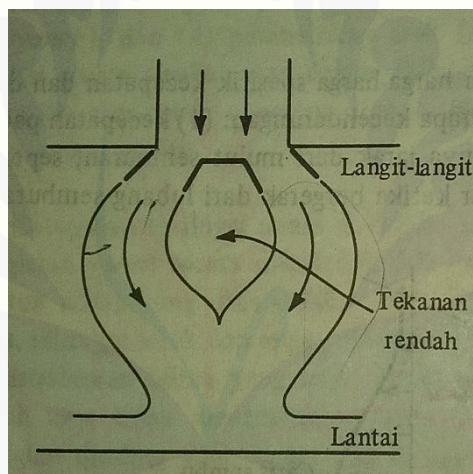
Kondensor adalah alat penukar panas yang berfungsi untuk membuang kalor dan mengubah wujud bahan pendingin dari gas menjadi cair. Selain itu kondensor juga digunakan untuk membuat kondensasi bahan pendingin gas dari kompresor. Kondensor menurut pendinginnya ada tiga macam yaitu:

- a. Kondensor Dengan Pendingin Udara (*air coled*)
- b. Kondensor Dengan Pendingin Air (*water cooled*)

c. Kondensor Dengan Pendingin Campuran (*evaporative*)

Laju perpindahan kalor yang dibutuhkan di dalam kondensor merupakan fungsi dari kapasitas refrigerasi, suhu penguapan serta suhu pengembunan. Uap refrigerant yang bertekanan dan bertemperatur tinggi pada akhir kompresi dapat dengan air pendingin (atau dengan udara pendingin pada sistem dengan pendingin udara) yang ada pada temperatur normal. Dengan kata lain, uap *refrigerant* menyerahkan panasnya (kalor laten pengembunan) kepada air pendingin (atau udara pendingin) di dalam kondensor, sehingga mengembun dan menjadi cair. Jadi, karena udara pendingin menyerap panas refrigerant, maka ia akan menjadi panas pada waktu keluar kondensor (Poernomo, 2015:1-2).

Berikut adalah bentuk semburan kalor yang terjadi di fan kondensor :



Gambar 2.4 Bentuk semburan kalor (Sumber: Stoeker dan Jerold :120).

Dalam hal ini luas bidang pendingin yang dikeluarkan kondensor, untuk memenuhi kalor pengembunan yang dirancang, secara kasar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$A = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_m} \quad 2.19$$

Keterangan

A = Luas bidang pendingin kondensor (m^2)

Q = Kalor pengembunan (kcal/jam)

K = Koefisien perpindahan kalor ($kcal/m^2 \cdot jam \cdot ^\circ C$)

Δt_m = Perbedaan temperatur Rata-rata ($^\circ C$)

(Arismunandar, 2002:144).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji suatu gejala atau pengaruh yang timbul sebagai akibat dari adanya perlakuan tertentu. Dalam kegiatan penelitian ini peneliti mengamati apa yang terjadi pada diri objek atau wilayah yang diteliti, kemudian memaparkan apa yang terjadi dalam bentuk laporan penelitian secara lugas, seperti apa adanya (Suharsimi, 2013: 3). Penelitian ini mengkaji pengaruh waktu penggunaan kondensor *Air Conditioning* (AC) dari berbagai tipe terhadap peningkatan suhu yang dihasilkan

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1 Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan untuk menentukan lokasi penelitian adalah metode *purposive sampling area* yang artinya daerah sengaja dipilih berdasarkan tujuan dan pertimbangan tertentu. Penelitian ini dilaksanakan di perpustakaan pusat Universitas Jember dengan pertimbangan yaitu terdapat kondensor *Air Conditioning* (AC) yang beroperasi/aktif dan waktu pengoperasian kondensor sudah sesuai dengan yang dibutuhkan peneliti. Ruang tempat *Air Conditioning* (AC) yang terhubung dengan kondensor yang diteliti yaitu ruangan yang luasnya 99 m² dengan kondisi ruangan tanpa adanya aktivitas di dalamnya selama penelitian yang dilakukan karena berkaitan dengan variabel yang dikontrol dalam penelitian.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada hari senin, 23 April 2018 semester genap tahun ajaran 2017/2018, setelah proposal ini diuji dan disetujui oleh penguji dan pembimbing. Penelitian dilakukan 1 hari dikarenakan pengukuran dilakukan pada waktu yang sama untuk 2 lokasi yang berbeda dengan peneliti masing-masing 1 orang di lokasi penelitian.

3.3 Subjek Penelitian

3.3.1 Subjek Penelitian

Menurut Purwanto (2008: 141), sampel merupakan sebagian dari populasi yang memiliki ciri sama dengan populasi. Dalam menentukan sampel menggunakan metode *purposive sampling area* yang artinya daerah sengaja dipilih berdasarkan tujuan dan pertimbangan tertentu. Penelitian ini dilaksanakan di perpustakaan pusat Universitas Jember dengan pertimbangan yaitu terdapat kondensor *Air Conditioning* (AC) yang beroperasi/aktif dan waktu pengoperasian kondensor sudah sesuai dengan yang dibutuhkan peneliti. Ruang tempat *Air Conditioning* (AC) yang terhubung dengan kondensor yang diteliti yaitu ruangan yang luasnya 99 m² dengan kondisi ruangan tanpa adanya aktivitas di dalamnya selama penelitian yang dilakukan karena berkaitan dengan variabel yang dikontrol dalam penelitian. Adapun sampel yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu kondensor dengan spesifikasi seperti pada **Tabel 3.1** dan **Tabel 3.2**;

Tabel 3.1 Kondensor dengan tipe CU-C18DKF

Kapasitas	19.440/ 5,4	<i>kJ/h</i> <i>kW</i>
Tegangan	220-240	<i>V-</i>
Frekuensi	50	<i>Hz</i>
Pendinginan	5,40	<i>kW</i>
Daya Masukan	1,68-1,73	<i>kW</i>
Arus	7,4-7,8	<i>A</i>
Refrigerant	R22/ 1,40	<i>Kg</i>
Tekanan sisi tinggi	2,7	<i>MPa</i>
Tekanan sisi rendah	1,6	<i>MPa</i>

Tabel 3.2 Kondensor dengan CU-PC12GKH

Kapasitas	12.560-12.740/ 3,9	<i>kJ/h</i> <i>kW</i>
Tegangan	220-240	<i>V-</i>
Frekuensi	50	<i>Hz</i>
Pendinginan	3,49-3,5	<i>kW</i>
Daya Masukan	1,17-1,21	<i>kW</i>
Arus	6,0	<i>A</i>
Refrigerant	R22/ 820	<i>G</i>
Tekanan sisi tinggi	2,7	<i>MPa</i>
Tekanan sisi rendah	1,6	<i>MPa</i>

3.4 Variabel Penelitian

Variabel beserta definisi operasionalnya dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.4.1 Variabel Penelitian

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah waktu penelitian di titik pengukuran dari kondensor
- b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah suhu di titik pengukuran dari kondensor
- c. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah suhu AC, luas ruangan, kondisi ruangan dan kondisi tempat kondensor dipasang (selain waktu penggunaan kondensor dan suhu yang dihasilkan maka dikontrol).

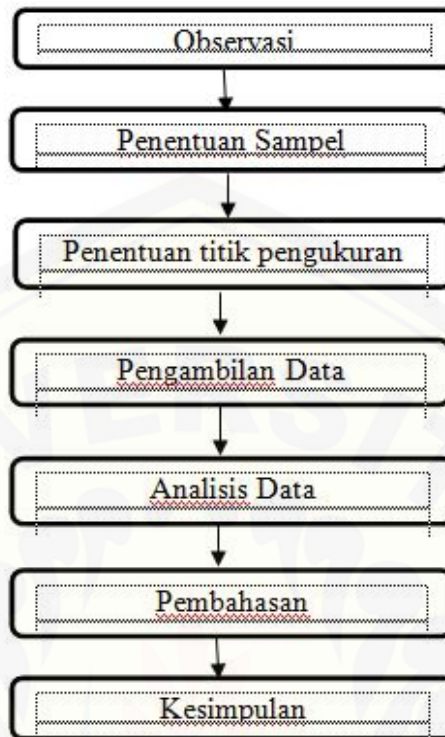
3.4.2 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel dijelaskan untuk menghindari pengertian yang meluas atau perbedaan persepsi dalam penelitian ini. Adapun definisi operasional variabel yang terdapat pada penelitian ini antara lain sebagai berikut :

- a. Kondensor AC adalah bagian dari AC yang berfungsi sebagai tempat pelepasan panas
- b. Kondensor AC yang akan diteliti berada ditempat terbuka dengan ketinggian kondensor tidak lebih dari 100 cm atau 1 m hal ini berkaitan dengan titik pengukuran, dimana termometer digital diarahkan tepat pada kondensor AC
- c. Waktu penelitian di titik pengukuran adalah waktu yang digunakan peneliti untuk mengambil data di titik-titik pengukuran. Waktu yang digunakan adalah setiap 5 menit sekali selama 4 jam, hal ini didasarkan dengan kinerja kondensor yang dapat dilihat kenaikannya setiap 5 menit sekali selama 4 jam
- d. Suhu di titik pengukuran adalah suhu yang di dapat di titik pengukuran dari kondensor dengan menggunakan alat ukur termometer digital
- e. Jarak di titik pengukuran adalah jarak yang digunakan di titik pengukuran dari kondensor yaitu, 0,5 meter. Hal ini didasarkan pada jarak terkecil panas yang keluar dari kondensor dapat dirasakan oleh manusia sesuai dengan cara kerja dari kondensor dan juga berkaitan dengan akurasi pengukuran.

3.5 Alur Penelitian

Penelitian ini memiliki alur seperti Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian

a. Observasi

Tahapan observasi dilakukan di beberapa tempat yang terdapat kondensor *Air Conditioning* (AC) tahapan ini juga meliputi observasi terhadap tempat yang terdapat kondensor *Air Conditioning* (AC) sesuai dengan kriteria yang akan dipilih oleh peneliti.

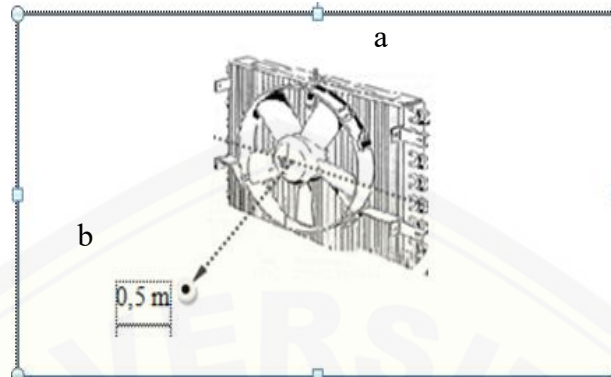
b. Penentuan Sampel

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan kemudian dipilih sampel penelitian. Sampel penelitian yang terpilih didasarkan pertimbangan yakni terdapat kondensor *Air Conditioning* (AC) yang beroperasi/aktif dan waktu pengoperasian kondensor sudah sesuai dengan yang dibutuhkan peneliti. Penentuan sampel ini menggunakan teknik *purposive sampling*.

c. Penentuan Titik Pengukuran

Tahapan ini dilakukan setelah sampel terpilih. Penentuan titik pengukuran mengacu pada letak kondensor *Air Conditioning* (AC) beroperasi setiap harinya. Pengukuran dilakukan dengan jarak 0,5 m dari letak kondensor *Air*

Conditioning (AC). Gambar 3.2 merupakan gambar ilustrasi jarak pengukuran di daerah kondensor AC sebagai berikut



Gambar 3.2 Ilustrasi titik pengukuran kondensor *Air Conditioning* AC.

Keterangan;

a = Kondensor *Air Conditioning* (AC).

b = Titik pengukuran pertama dari kondensor AC.

d. Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data primer. Data primer yang didapatkan diperoleh dari data hasil pengukuran secara langsung dari titik yang telah ditentukan. Pengambilan data ini dilakukan dengan menggunakan termometer digital. Data diukur dengan jarak 0,5 m dari kondensor *Air Conditioning* (AC). Dalam hal ini pengukuran dilakukan setiap 5 menit sekali selama 4 jam dari waktu penyalaan kondensor *Air Conditioning* (AC).

e. Analisis data

Data yang diperoleh pada saat pengukuran akan dimasukkan ke dalam tabel. Pengukuran. Data tersebut akan diolah dan dianalisis berdasarkan teori yang ada. Dari data-data tersebut di analisis dengan menggunakan grafik.

f. Pembahasan

Hasil data yang diperoleh pada saat pengukuran akan dilakukan pembahasan dan dilakukan perbandingan sesuai dengan literatur yang ada. Pembahasan tersebut meliputi data hasil pengukuran, sumber-sumber yang mempengaruhi hasil pengukuran serta perbandingan hasil pengukuran pada setiap sampel.

g. Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan sesuai dengan keseluruhan penelitian yang telah ditentukan. Kesimpulan yang tertulis jawaban singkat dari rumusan masalah yang telah ditentukan sebelum penelitian berlangsung..

3.6 Metode Pengambilan Data

3.6.1 Alat Ukur Termometer Digital

Compact infrared thermometer with dual laser targeting merupakan termometer yang melakukan pengukuran non kontak (inframerah) pada akurasi target LCD lampu latar dan tombol push praktik digabungkan untuk pengoperasian yang lebih nyaman.



Gambar 3.3 Compact infrared thermometer with dual laser targeting

Berikut spesifikasi singkat Compact infrared thermometer with dual laser targeting

Tabel 3.4 Spesifikasi singkat Compact infrared thermometer with dual laser targeting

Rentang Suhu	-50-550 °C (-58 °F-1022°F)
Penampilan resolusinya	0,1°C (0,1°F) 1°F
Ketepatan/ketelitian	Untuk target nilainya 5
Waktu merespon	150 ms
Operasi temperatur	0 - 50°C
Penyimpanan temperatur	-10 – 60 °C

Langkah-langkah dalam pengambilan data suhu di sekitar kondensor AC adalah sebagai berikut:

- Menentukan titik pengukuran yang akan dilakukan penelitian
- Pengukuran dilakukan dengan jarak 0,5 m dari kondensor *Air Conditioning* (AC).

- c. Menyalakan termometer digital (Compact infrared thermometer with dual laser targeting) dengan menekan tombol power.
- d. Peneliti melakukan pengukuran setiap 5 menit selama 4 jam dari waktu penyalaan kondensor *Air Conditioning* (AC). Selama pengukuran tekan terus tombol power dan lepaskan tombol power untuk mengunci pembacaan nilai hasil yang didapatkan alat.
- e. Dalam hal ini pengukuran dilakukan serentak di titik pengukuran.

3.7 Teknik Analisa Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini selanjutnya disajikan dalam **Tabel 3.4**, dan **Tabel 3.5** seperti berikut:

Tabel 3.4 Data hasil pengukuran kondensor dengan tipe CU-C18DKF

Jarak di titik pengukuran (meter)	Waktu di titik pengukuran (menit ke)	Suhu di titik pengukuran (°C)
0,5	5	
	10	
	15	
	20	
	25	

Tabel 3.5 Data hasil pengukuran kondensor dengan type CU-PC12GKH

Jarak di titik pengukuran (meter)	Waktu di titik pengukuran (menit ke)	Suhu di titik pengukuran (°C)
0,5	5	
	10	
	15	
	20	
	25	

BAB 5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka yang dapat disimpulkan adalah selama 240 menit penggunaan kondensor dari berbagai tipe, diketahui bahwasanya setiap kondensor memiliki besar kenaikan suhu tersendiri. Kondensor tipe CU-C18DKF menghasilkan 4 pola kenaikan suhu dan 3 pola penurunan suhu. Nilai spesifikasi yang lebih besar jika dibandingkan dengan tipe CU-PC12GKH, besar suhu yang dihasilkan oleh tipe CU-C18DKF lebih kecil dalam pembentukan polanya. Untuk kondensor tipe CU-PC12GKH menghasilkan 3 pola kenaikan suhu dan 3 pola penurunan suhu, dengan nilai spesifikasi yang lebih kecil, besar suhu yang dihasilkan oleh tipe CU-PC12GKH lebih besar dalam pembentukan polanya. Diketahui juga bahwasanya kondensor tipe CU-C18DKF mengalami pola kenaikan suhu pada rentang waktu yang lebih cepat yaitu pada rentang waktu 20-30 menit, jika dibandingkan dengan kondensor tipe CU-PC12GKH yang mengalami pola kenaikan suhu pada rentang waktu 50-70 menit.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a Bagi peneliti hendaknya mengambil data waktu penggunaan *Air Conditioning* (AC) yang lebih banyak guna menghasilkan informasi yang lebih baik lagi
- b Bagi masyarakat, dengan adanya informasi yang telah didapatkan berdasarkan penelitian ini sebaiknya masyarakat mempertimbangkan kembali penggunaan kondensor *Air Conditioning* (AC) yang sesuai dengan kebutuhan
- c Bagi peneliti lain hendaknya penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh waktu penggunaan kondensor *Air Conditioning* (AC) terhadap besarnya peningkatan suhu yang dihasilkan dari berbagai tipe dengan variasi yang lebih beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, M. M. dan Van N.H.C. 1994. *Termodinamika*. Jakarta: Erlangga.
- Aminanta, A. F., dan D. Ichsan. 2016. Rancang bangun dan studi eksperimental alat penukar panas untuk memanfaatkan energi *refrigerant* keluar kompressor AC sebagai pemanas air pada ST/D=6 dengan variasi volume air. *Jurnal Teknik ITS*. 5(2): 647.
- Arismunandar, W. 1981. *Penyegaran Udara*. Jakarta: PT.Pradnya Paramita.
- Aziz. A., H. Ginting, N. Hatorangan, dan W. Rahman. 2014. Analisis kinerja *air conditioning* sekaligus sebagai *water heater* (ACWH). *Jurnal Universitas Riau*. 6(1): 1
- Bejan, A. 1993. *Heat Transfer*. New York: John Willey & Sons Inc.
- Buchori, L. 2011. *Buku Ajar Perpindahan Panas*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Cengel, Y.A., dan M.A. Boles. 2011. *Thermodynamics: an Engineering Approach*. 8th Edition. New York: McGraw-Hill.
- Giancoli. 2001. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Hartanto, B. H., dan A. Azridjal. 2014. Pengaruh alat ekspansi terhadap temperatur dan tekanan pada mesin pendingin siklus kompresi uap. *jom Fakultas Teknik*1(2): 1
- Holman, J. P. 1993. *Perpindahan Kalor Edisi Keenam*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Konrad, F., S. Pradana, dan , S.P. Sari. 2015. Pemanfaatan energi panas pada mesin pengondisian udara 2 pk sebagai mesin pemanas air mandi. *Jurnal Mechanical*, 6(1): 15-27.
- Kreith, F. 1997. *Prinsip-prinsip Perpindahan Panas*. Jakarta: Erlangga
- Kumara, R. K., A. Aziz, dan R.A. Mainil. 2016. Pengaruh beban pendingin terhadap temperatur sistem pengondisian udara hibrida dengan kondensor dummy tipe trombone coil menggunakan pipa tembaga berdiameter $\frac{1}{2}$ sebagai *water heater*. *jom Fakultas Teknik* 3(2): 1
- Kumarsela. 2013. Hubungan waktu penggunaan laptop dengan keluhan penglihatan pada mahasiswa fakultas kedokteran Universitas Sam Ratulangi. *Junal E-Biomedik* . 1(1): 291-299

- Moran, J., M. Saphiro, dan N. Howard. 2004. *Termodinamika Teknik Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Nawawi, H., dan M. Mimi. 1996. *Penelitian Terapan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Poernomo, H. 2015. Analisis karakteristik unjuk kerja sistem pendingin (*Air conditioning*) yang menggunakan *freon R-22* berdasarkan pada variasi putaran kipas pendinginb kondensor. *Jurnal Kapal* 12(1): 1
- Purwanto. 2008. *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta: pustaka belajar
- Raymond A. S., dan W. J John. 2010. *Fisika Untuk sains dan Teknik*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Sari, S. P., T. Achirudin, dan Irdiyansyah. 2016. Kajian awal analisisi kalor buang kondensor pendingin ruangan sebagai sumber energi listrik alternatif. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. 9(2): 154-160.
- Setyawan, D. L., dan E. Widodo. 2016. Analisis varian pendingin kondensor terhadap rasio pelepasan kalor dan *coefisien of performance (cop)* pada mesinpendingin. *Jurnal Rotor*. Khusus(1) : 18-21.
- Stoecker, W. F., dan W. J Jerold. 1996. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Suadi. 2016. Pengujian pengaruh variasi putaran mesin terhadap performasi sistem pengkondisian udara pada kendaraan penumpang 1.500 cc. *Jurnal Teknik Mesin*. 5(3) :144
- Suharsimi, A. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Pratik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sumanto, S. W., H. Setyawowati dan A. A. Rifa'i. 2015. Pengaruh tekanan terhadap pengkondisian udara sistem ekspansi udara. *Jurnal Flywhel*. 6(1): 1976-5858
- Tipler, P,A. 2001. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga

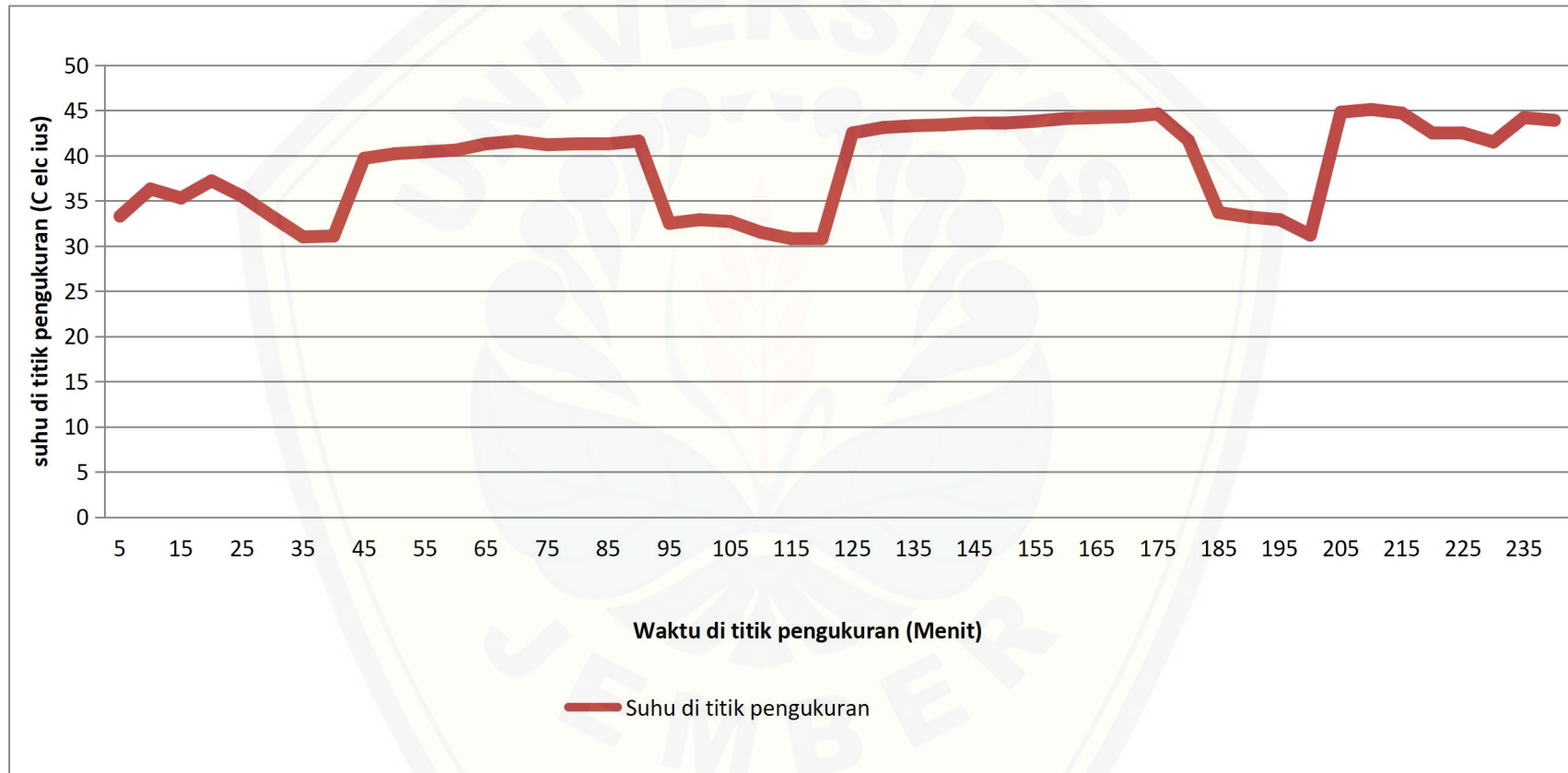
LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

Matrik Penelitian

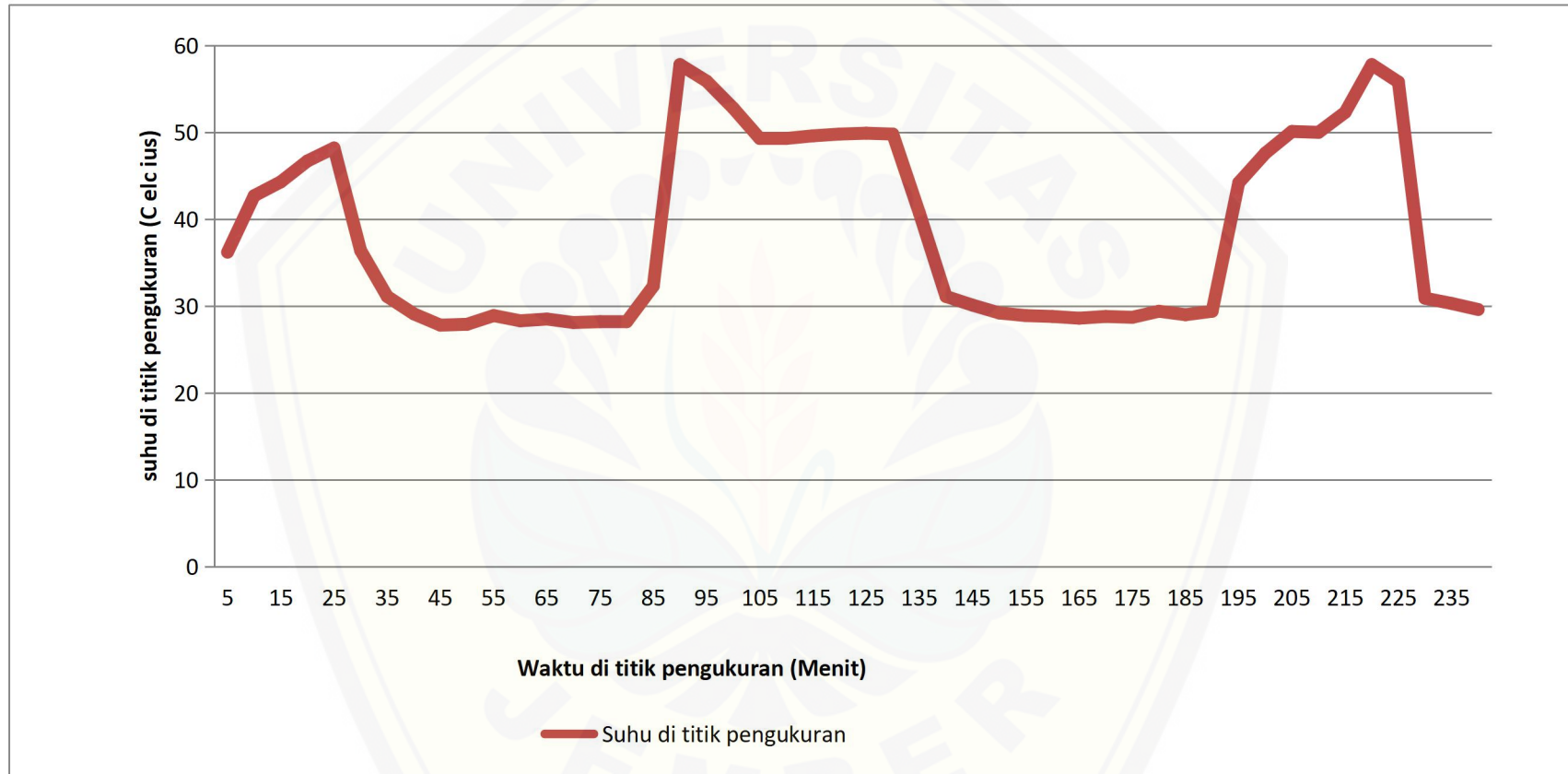
JUDUL	TUJUAN PENELITIAN	JENIS PENELITIAN	VARIABEL PENELITIAN	SUMBER DATA	ALUR PENELITIAN
Analisis Variasitype Kondensor <i>Air Conditioning</i> (AC) Terhadap Peningkatan Suhu Yang Dihasilkan	Bagaimana pengaruh waktu penggunaan kondensor <i>Air Conditioning</i> (AC) dari berbagai type terhadap peningkatan suhu yang dihasilkan?.	Deskriptif	d. Varibel bebas dalam penelitian ini adalah waktu penelitian di titik-titik pengukuran dari kondensor e. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah suhu di titik-titik pengukuran dari	Penelitian ini bersumber dari data yang diperoleh pada saat observasi langsung di daerah penelitian	1. Jenis penelitian: deskriptif 2. Desain penelitian: analisis deskriptif 3. Teknik pengumpulan data: purposive sampling area

LAMPIRAN B.GRAFIK HASIL DATA PENGUKURAN

Grafik Hasil Data Pengukuran Suhu Kondensator Tipe CU-C18DKF



Gambar 4.2 Grafik Hasil Data Pengukuran Suhu Kondensator tipe CU-PC12GKH

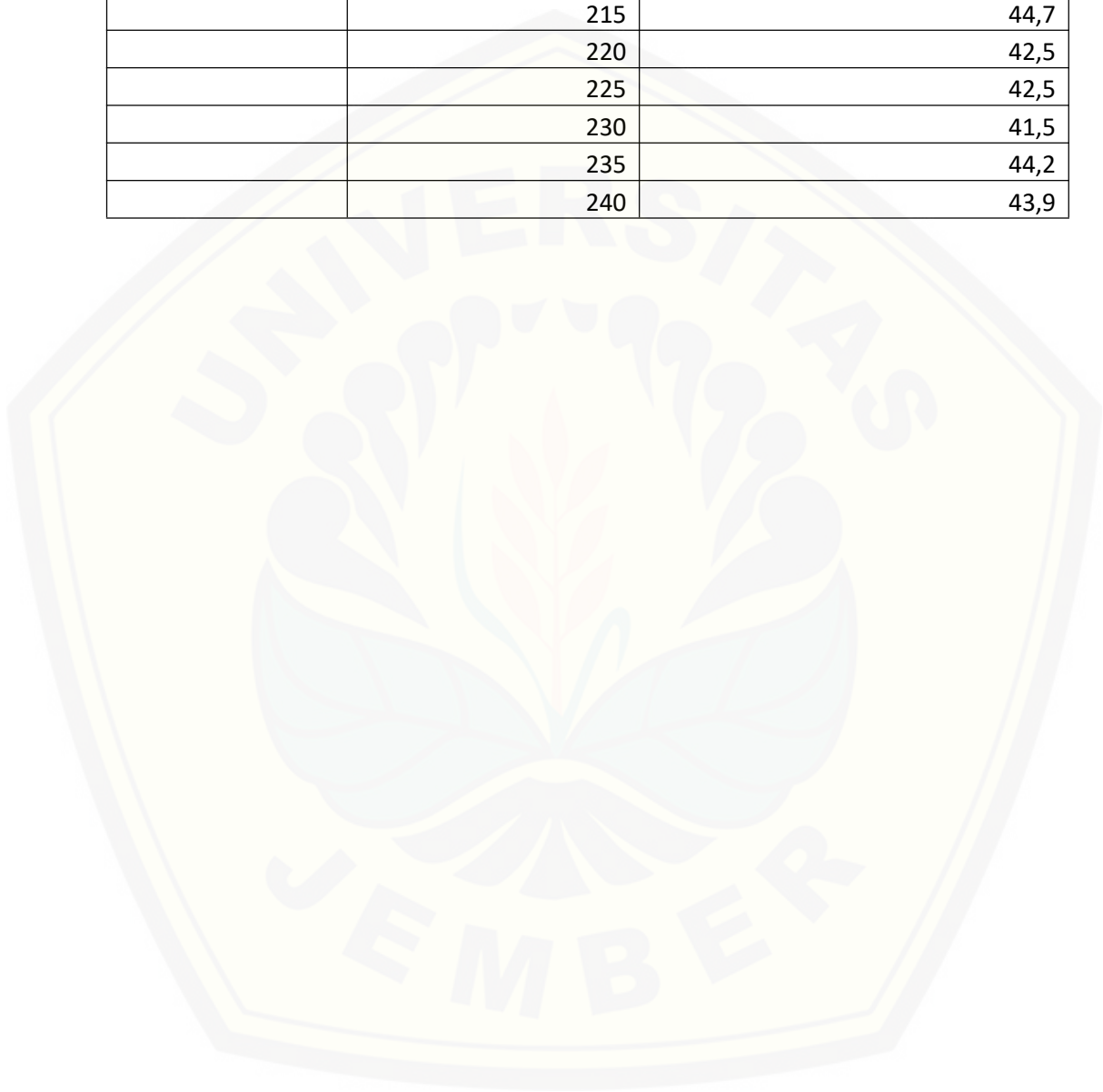


LAMPIRAN C. DATA HASIL PENGUKURAN

Hasil Data Pengukuran Suhu Kondensor Dengan Tipe CU-C18DKF

Jarak di titik pengukuran (meter)	Waktu di titik pengukuran (menit ke)	Suhu di titik pengukuran
0,5	5	33,3
	10	36,3
	15	35,3
	20	37,2
	25	35,5
	30	33,2
	35	31
	40	31,1
	45	39,7
	50	40,2
	55	40,4
	60	40,6
	65	41,3
	70	41,6
	75	41,2
	80	41,3
	85	41,3
	90	41,6
	95	32,5
	100	32,9
	105	32,7
	110	31,5
	115	30,8
	120	30,8
	125	42,5
	130	43,1
	135	43,3
	140	43,4
145	43,6	
150	43,6	
155	43,8	
160	44,1	
165	44,2	
170	44,3	
175	44,6	
180	41,7	
185	33,7	

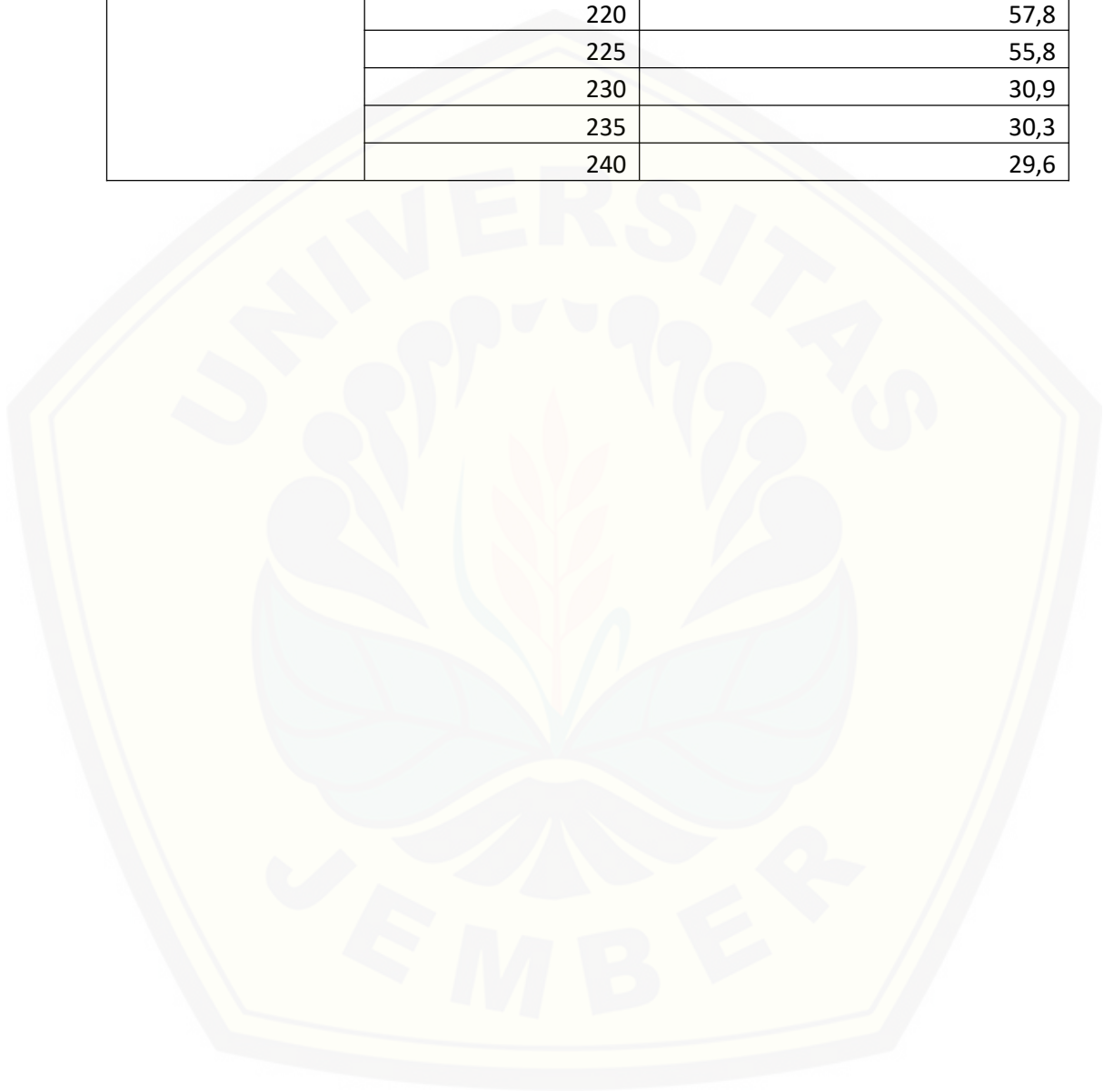
	190	33,2
	195	32,9
	200	31,2
	205	44,8
	210	45,1
	215	44,7
	220	42,5
	225	42,5
	230	41,5
	235	44,2
	240	43,9



Hasil Data Pengukuran Suhu Kondensor Dengan Tipe CU-PC12GKH

Jarak di titik pengukuran (meter)	Waktu di titik pengukuran (menit ke)	Suhu di titik pengukuran (°C)
0,5	5	36,2
	10	42,7
	15	44,3
	20	46,7
	25	48,2
	30	36,4
	35	31,1
	40	29,1
	45	27,8
	50	27,9
	55	28,9
	60	28,3
	65	28,5
	70	28,1
	75	28,2
	80	28,2
	85	32,3
	90	57,8
	95	55,9
	100	52,8
	105	49,3
	110	49,3
	115	49,6
	120	49,8
	125	49,9
	130	49,8
	135	40,7
	140	31,1
	145	30,1
	150	29,2
155	28,9	
160	28,8	
165	28,6	
170	28,8	
175	28,7	
180	29,4	
185	29	
190	29,4	

	195	44,2
	200	47,6
	205	50,1
	210	50
	215	52,3
	220	57,8
	225	55,8
	230	30,9
	235	30,3
	240	29,6



LAMPIRAN D. SURAT IZIN PENELITIAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121

Telepon: 0331- 334988, 330738 Faks: 0331-332475

Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor **3257** /UN25.1.5/LI/2018

18 APR 2018

Lampiran : -

Perihal : Permohonan Izin Observasi

Yth. Kepala Perpustakaan Universitas Jember
Jember

Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam FKIP Universitas Jember di bawah ini.

NAMA : Silvilia Wahyu Kurnia Putri

NIM : 140210102020

Berkenaan dengan penyelesaian tugas akhir Skripsi mahasiswa tersebut bermaksud melaksanakan penelitian tentang variasi model kondensor *air conditioning* (ac) terhadap besar peningkatan suhu yang dihasilkan di perpustakaan Universitas Jember

Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian atas perkenan dan kerjasama yang baik kami sampaikan terima kasih.

a.n. Dekan

Wakil Dekan I,



Prof. Dr. Suratno, M. Si.

19670625 199203 1 003



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121

Telepon: 0331- 334988, 330738 Faks: 0331-332475

Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor **3257**/UN25.1.5/LT/2018

18 APR 2018

Lampiran : -

Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Kepala Perpustakaan Universitas Jember
Jember

Dalam rangka memperoleh data-data yang diperlukan untuk penyusunan Skripsi, mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah ini.

Nama : Silvilia Wahyu Kurnia Putri

NIM : 140210102020

Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Program Studi : Pendidikan Fisika

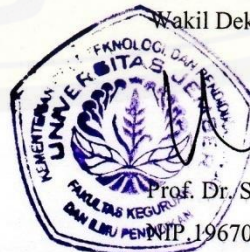
Bermaksud mengadakan penelitian tentang “ **Analisis Variasi Model Kondensor Air Conditioning (Ac) Terhadap Besar Peningkatan Suhu Yang Dihasilkan** ” di perpustakaan Universitas Jember.

Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian atas perkenan dan kerjasama yang baik kami sampaikan terima kasih.

a.n. Dekan

Wakil Dekan I,



Prof. Dr. Suratno, M. Si.

NIP. 19670625 199203 1 003

LAMPIRAN E. SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Kalimantan No. 37 - Kampus Bumi Tegal Boto Kotak Pos 198 Jember 68121
Telp. (0331) 338261, 333860, 330224 Pes. 308 Fax. (0331) 338261
Website : <http://perpustakaan.unej.ac.id> <http://library.unej.ac.id> Email :
library@unej.ac.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 680 /UN25.5.1/TU.3/2018

Yang bertanda tangan di bawah ini pimpinan UPT Perpustakaan Universitas Jember dengan ini menerangkan bahwa :

N a m a : Silvia Wahyu Kurnia Putri
NIM : 140210102020
Fakultas : Keguan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Fisika

Yang bersangkutan telah melakukan penelitian "Analisis Variasi Model Air Conditioning (AC) Terhadap Besar Peningkatan Suhu Yang Dihasilkan".

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 30 April 2018

Kepala,

Ida Widastuti, S.Sos., M.I.Kom.
NIP. 197711202001122001

LAMPIRAN F.FOTO KEGIATAN PENELITIAN



Kondensor tipe CU-C18DKF



Kondensor tipe CU-PC12GKH



Kegiatan pengukuran pada kondensor tipeCU-C18DKF



Kegiatan pengukuran pada kondensor tipeCU-C18DKF



Kegiatan pengukuran pada kondensor CU-PC12GKH



Kegiatan pengukuran pada kondensor typeCU-PC12GKH