

# KAJIAN EKSPERIMEN PADA *HEAT PUMP* MENGUNAKAN REFRIGERANT PROPANE

Kusnandar, Sunanto, Hadi Tardi

*Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Indramayu  
Lohbener – Indramayu 45252, Indonesia*

*kusnandar@polindra.ac.id / battkus@yahoo.com*

*sunanto@polindra.ac.id*

*hadi.tardi114@gmail.com*

## ABSTRAK

Heat pump ini menggunakan jenis refrigerant propane dan termasuk dalam salah satu jenis refrigerant hydrocarbon. Pada heat pump ini fungsi evaporator dapat beralih menjadi fungsi kondensor, begitupun sebaliknya. Namun perubahan fungsi evaporator dan kondensor yang dilakukan pada sistem heat pump dirasa masih kurang efisien, dimana kapasitas kondensor yang lebih besar dari pada kapasitas evaporator. Hal ini dikarenakan kondensor membuang kalor yang diserap oleh evaporator dan kalor yang dihasilkan dari kerja kompresor. Sedangkan pada sistem heat pump dimensi evaporator dan dimensi kondensor disamakan. Untuk memenuhi kapasitas kondensor yang kurang tersebut maka penulis membuat sebuah alat yang penulis sebut sebagai kondensor plus. Hasil penelitian disimpulkan bahwa dengan adanya kondensor plus membuat sistem heat pump menjadi memiliki efisiensi yang lebih baik dengan tanpa kondensor plus, yaitu nilai efisiensi sebesar 90% ketika menggunakan kondensor plus dan 80% ketika tidak menggunakan kondensor plus.

**Keywords :** *Heat Pump, Propane, Hydrocarbon, Kondensor Plus , Efisiensi*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan suatu negara yang beriklim tropis, dimana terdapat dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Pada musim panas di Indonesia pada jaman yang sekarang ini suhu bumi sangatlah tidak bersahabat dengan manusia, yaitu berkisar antara 30-35 derajat celcius, sedangkan pada musim penghujan suhu di Indonesia cukup bervariasi, dimana di daerah pegunungan suhunya bisa mencapai 5-10 derajat celcius. Untuk itu penduduk di Indonesia sangatlah membutuhkan sebuah alat kenyamanan di dalam ruangan yang praktis dan efisien, dimana ketika musim hujan dapat menjadi penghangat ruangan dan di musim kemarau dapat menjadi pendingin ruangan.

Pada dunia *refrigerasi* dan tata udara kita mengenal sebuah sistem yang dimana evaporator dan kondensornya dapat beralih fungsi dengan mengubah laju aliran refrijerannya. Sistem tersebut disebut sebagai "*Heat Pump*". *Heat pump* inilah yang menjadi kunci untuk atas apa yang dibutuhkan oleh manusia yang membutuhkan sebuah alat yang

dapat menjadi pendingin ruangan pada musim kemarau dan menjadi penghangat ruangan pada musim hujan atau dingin. Namun perubahan fungsi evaporator dan kondensor yang dilakukan pada sistem *heatpump* dirasa masih kurang efisien, dimana kapasitas kondensor yang lebih besar dari pada kapasitas evaporator. Untuk itu masih dibutuhkan penelitian agar *heatpump* menjadi lebih efisien. Salah satu diantaranya adalah membuat sebuah alat yang berfungsi sebagai kondensor tambahan (dalam hal ini kita menyebutnya sebagai "kondensor plus"). Kondensor plus ini berfungsi untuk memenuhi kekurangan kapasitas kondensor ketika sistem beralih fungsi menjadi penghangat.

### Perumusan Masalah

1. Bagaimanakah perbandingan analisa data *refrigerasi kompresi uap heat pump*, baik ketika *cooling mode* ataupun ketika *heating mode* ?
2. Bagaimanakah mengetahui kinerja dari sistem *refrigerasi kompresi uap heat pump* dengan menggunakan kondensor plus dan tanpa kondensor plus ?

### Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah antara lain:

1. Memahami pengaruh penggunaan *kondensor plus* terhadap efek refrigrasi.
2. Mengetahui perbandingan efisiensi *heat pump* dengan menggunakan *kondensor plus* dan tanpa menggunakan *kondensor plus*.
3. Membuktikan bahwa penggunaan *kondensor plus* pada *heat pump* lebih efisien.
- 4.

### Batasan masalah

1. Tidak menghitung laju perpindahan kalor pada *kondensor plus* perpindahan kalor hanya berdasarkan diagram P-h.
2. Tidak menghitung beban pendingin dalam sistem.
3. Membandingkan COP dari sistem tanpa *kondensor plus* dengan sistem menggunakan *kondensor plus*.
4. Bahan yang digunakan *kondensor plus* menggunakan pipa tembaga.
5. Studi kasus pada kinerja sistem.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

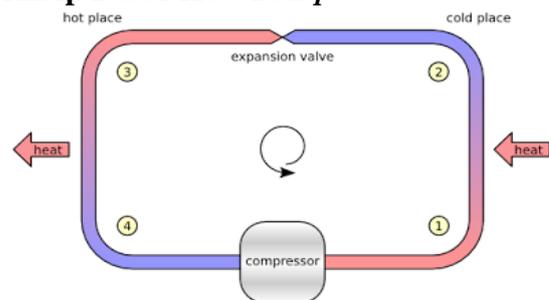
### Sistem Refrigerasi Kompresi Uap

Sistem refrigerasi kompresi uap pada umumnya menggunakan 4 komponen utama yang bekerja bersama-sama yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator dengan fluida kerja berupa refrigeran. Pertama-tama kompresor akan mengkompresi *refrigerant* agar tekanan dan temperatur naik sehingga dapat membuang kalor ke lingkungan saat di kondensor, lalu katup ekspansi akan mengekspansi *refrigerant* agar tekanan dan temperatur turun sehingga dapat menyerap kalor dari kabin dan produk yang akan dikondisikan, lalu kembali dihisap oleh kompresor dan begitu seterusnya.

### Siklus *Heat Pump*

Pompa kalor (*heat pump*) adalah mesin yang memindahkan panas dari satu lokasi (atau sumber) ke lokasi lainnya menggunakan kerja mekanis. Sebagian besar teknologi pompa kalor memindahkan panas dari sumber panas yang bertemperatur rendah ke lokasi bertemperatur lebih tinggi. Contoh yang paling umum adalah pendingin ruangan, dan sebagainya. Pompa panas pada dasarnya adalah sebuah refrigerator yang digunakan untuk memompa energi termal dari tandon dingin (udara dingin) ke tandon panas (udara panas). Tandon panas merupakan sistem ideal dengan kapasitor panas yang demikian besar sehingga dapat menyerap atau memberikan panas tanpa perubahan temperatur yang berarti. Sistem pompa kalor itu tidak hanya berfungsi untuk mendinginkan atau mempertahankan temperatur sumber kalor yang rendah. Tetapi juga dapat mengalirkan energi kalor ke suatu benda atau penyerap kalor untuk menaikkan temperatur atau mempertahankan temperaturnya pada tingkat yang tinggi secara baik.

### Prinsip Dasar *Heat Pump*



Gambar 2.1 Proses kerja *Heat pump* (sumber : faizalnizbah.blogspot.com )

Pada dasarnya *Heat pump* (pompa kalor) adalah suatu sistem yang memanfaatkan kalor yang dilepaskan kondensor untuk pemanasan, jadi panas tidak dibuang ke atmosfer. *Heat Pump* menggunakan peralatan yang sama dengan yang digunakan pada sistem refrigerasi, namun tujuannya untuk mengeluarkan kalor pada suhu tinggi. Dari Evaporator cairan diuapkan untuk masuk ke kompresor, Pada kompresor uap yang berasal dari evaporator dikompresi dari uap jenuh menuju tekanan kondensor, pada

bagian ini terjadi kompresi adiabatic yaitu tekanan dan temperature naik.

Kapasitas refrigerasi dari sebuah mesin refrigerasi tergantung pada kemampuan kompresor memenuhi jumlah gas refrigerant yang perlu disirkulasikan. Setelah gas selesai dikompresi maka selanjutnya diteruskan ke kondensor pada kondensor inilah kalor yang ada dilepaskan, dari panas yang dilepaskan itulah yang dimanfaatkan sebagai pemanasan ruangan dan sebagainya. Untuk mencairkan uap refrigerant yang bertekanan dan bertemperatur tinggi (yang keluar dari kompresor), diperlukan usaha melapaskan kalor sebanyak kalor pengembunan, dengan cara mendinginkan uap refrigerant itu.

Jumlah kalor yang dilepaskan oleh uap refrigerant kepada udara pendingin atau air pendingin, didalam kondensor sama dengan selisih entalpi uap *refrigerant* pada seksi masuk dengan seksi keluar kondensor. selanjutnya cairan refrigerant yang bertekanan dan bertemperatur tinggi di masukkan ke katup ekspansi untuk diekspansi secara adiabatic pada katup ekspansi terjadi proses trotel atau ekspansi.

Selain itu juga katup ekspansi juga mengatur pemasukan refrigerant sesuai dengan pendinginan yang diinginkan yang harus dilayani oleh evaporator. jadi katup ekspansi mengatur supaya evaporator selalu dapat bekerja sehingga diperoleh efisiensi refrigerasi yang maksimal. selanjutnya refrigerant dimasukkan kembali ke kondensor, pada kondensor inilah terjadi penyerapan panas. Jadi evaporator inilah yang digunakan sebagai alat untuk pendinginan dari pompa kalor sedangkan untuk pemanasan digunakan kondensor dengan memanfaatkan kalor yang dilepas.

Jadi pada intinya sistem pada heat pump sama saja dengan sistem refrigerasi kompresi uap, namun pada heat pump fungsi evaporator dapat beralih menjadi fungsi kondensor, begitupun sebaliknya fungsi kondensor dapat beralih menjadi fungsi evaporator.

### Kondensor

Kondensor merupakan sebuah alat penukar kalor yang berfungsi untuk melepaskan kalor dari *refrigerant*, sehingga *refrigerant* berubah fasa dari uap menjadi cair. Kalor yang dilepas

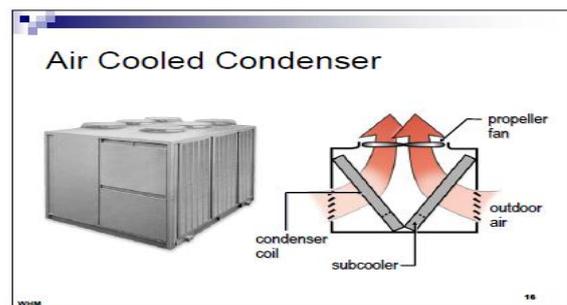
di kondensor berasal dari kalor yang diserap oleh evaporator dan kalor yang diakibatkan dari kerja kompresor.

Jika dilihat dari segi pendinginannya ada tiga jenis kondensor yaitu :

- *Air Cooled Condenser*
- *Water Cooled Condenser*
- *Evaporative Condenser*

#### A. Air Cooled Condenser

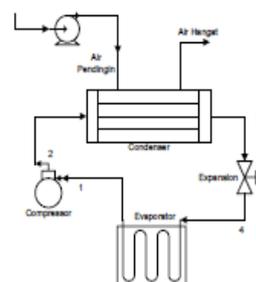
*Air Cooled Condenser* adalah kondensor yang didinginkan dengan fluida udara. Ada yang dikonveksi secara alami (*natural convection*), dan ada pula yang dikonveksi secara paksa dengan media fan (*forced convection*). Kondensor yang dikonveksi secara alami biasa digunakan untuk sistem dengan kapasitas rendah saja, sedangkan kondensor yang dikonveksi secara paksa untuk kapasitas kecil sampai besar.



Gambar 2.2 Air Cooled Condenser

#### B. Water Cooled Condenser

*Water Cooled Condenser* adalah kondensor yang didinginkan dengan fluida air. Ukuran kondensor dari *water cooled condenser* lebih kecil dibandingkan dengan *air cooled condenser* dengan kapasitas yang sama. *Water cooled condenser* umumnya untuk unit sistem pendinginan dengan kapasitas yang besar.



#### ■ Sistem Air Pendingin

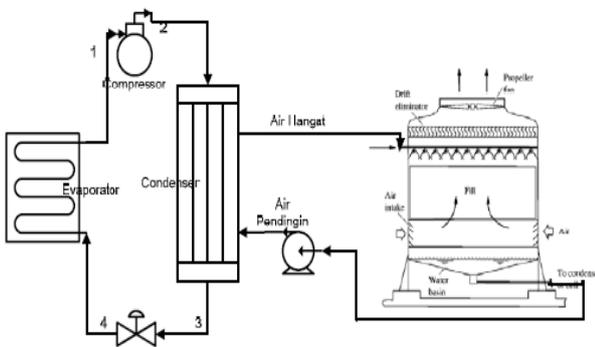
##### > Air buang (one-through)

Cocok untuk dengan sumber air melimpah Kecepatan air 0,025 L/s per kW Kapasitas pendinginan

##### > Sirkulasi ulang

Perlu Cooling Tower, Kecepatan air 0,045 L/s – 0,06 L/s per kW Kapasitas pendinginan

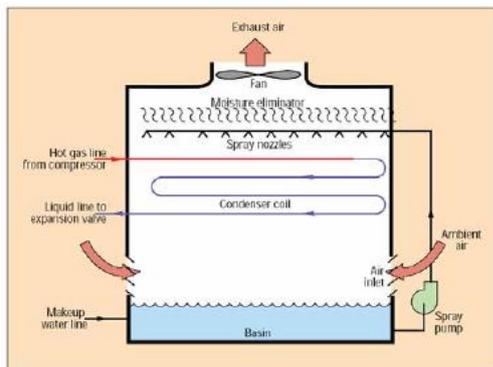
Gambar 2.3 Water Cooled Condenser



Gambar 2.4 Water Cooled Condenser With Cooling Tower

C. Evaporative condenser

Evaporative condenser adalah kondensor yang didinginkan dengan fluida air yang diuapkan sebelum menyentuh koil kondensor. Kondensor jenis ini juga biasanya digunakan dalam sistem refrigerasi yang berkapasitas besar.



Gambar 2.5 Evaporative condenser

Kondensor Plus Pada Heat Pump

Seperti yang telah dijelaskan di atas bahwa ada berbagai jenis kondensor yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam penelitian heat pump ini. Namun setelah mempertimbangkan banyak hal, ada satu jenis kondensor yang cukup sesuai dengan program penelitian heat pump ini, yaitu kondensor jenis "Air Cooled Condenser". Dimana cara kerja dari kondensor type ini cukup sederhana, namun tetap efisien dalam membuang kalor

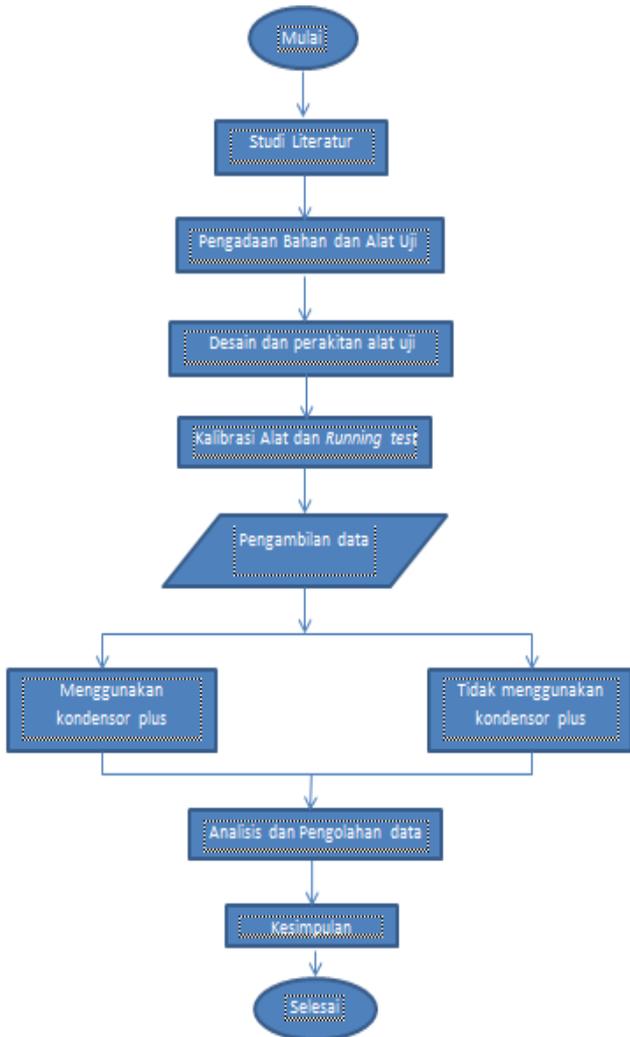
yang dihasilkan oleh evaporator dan kalor yang dihasilkan dari kerja kompresor. Pengaplikasian kondensor type ini pun cukup sederhana sehingga tidak membutuhkan banyak dana dan waktu untuk menginstalasi kondensor jenis ini.

Pada sistem heat pump umumnya dimensi dari evaporator dengan kondensor disetarakan atau disamakan. Hal ini dikarenakan ketika sistem beralih fungsi dari cooling mode ke heating mode tidak terjadi ketidakseimbangan terhadap aliran refrigerant atau agar tetap menyerap dan melepas kalor dengan baik. Namun kenyataannya sesuai dengan uraian diatas mengenai kondensor, dimensi dari kondensor haruslah lebih besar dari pada evaporator, jika proses penyerapan dan pelepasan kalornya sama-sama menggunakan bantuan fan. Dimensi kondensor lebih besar dari evaporator dikarenakan kondensor memiliki tugas untuk membuang kalor yang diserap oleh evaporator dan kalor yang dihasilkan oleh kerja kompresor sesuai dengan persamaan yang telah dijelaskan di atas.

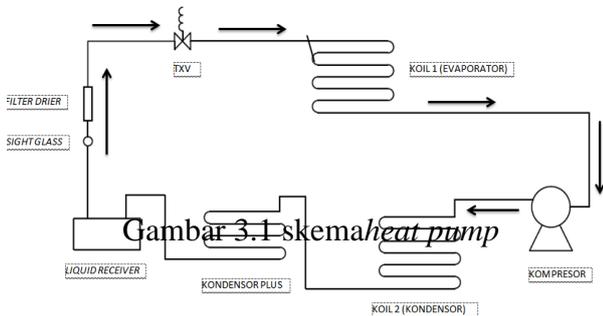
3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Flow Chart Pelaksanaan Penelitian

Adapun metodologi yang diterapkan dalam melakukan penelitian tugas akhir ini adalah seperti yang tercantum pada diagram alir (flow chart) di bawah ini.



Setelah pengumpulan data selesai, maka tahapan selanjutnya adalah perencanaan dan desain. Perencanaan ini terdiri dari kerangka dan sistem komponen pemipaan pada unit trainer yang telah di uji coba.



Gambar 3.1 skema heat pump

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

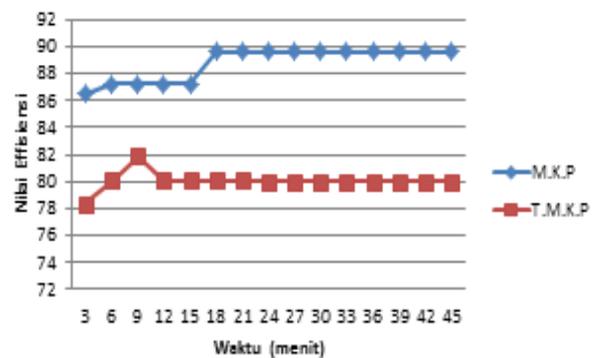
### 4.1 Data dan Analisa

Untuk mengetahui karakteristik *Heat Pump* maka setelah dilakukan pengukuran atau pengambilan data dilakukan pengolahan data dan analisa data untuk menjelaskan

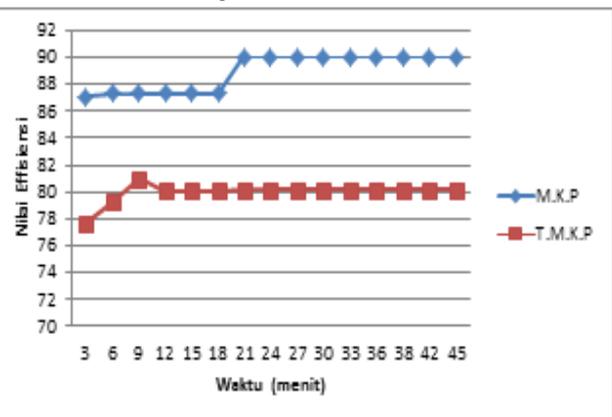
bagaimana karakteristik dari *Heat Pump* dan perbedaan dari ketika menggunakan kondensor plus dengan tidak menggunakan kondensor plus.

### 4.2 Grafik Perbandingan Nilai Effisiensi

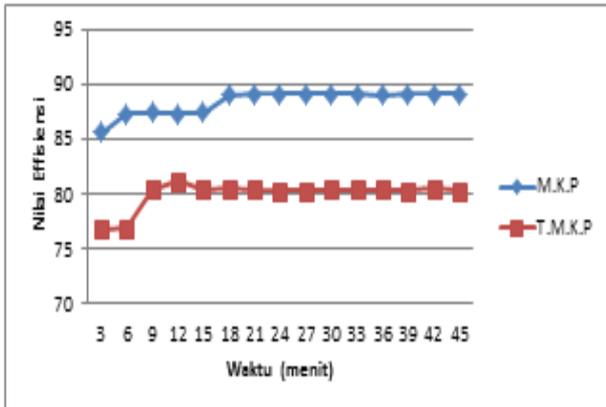
Grafik perbandingan antara data perhitungan nilai efisiensi dirasa sangatlah diperlukan guna memudahkan pembaca memahami dan membaca nilai perbandingan efisiensi ketika sistem *heat pump* menggunakan kondensor plus dengan tidak menggunakan kondensor plus.



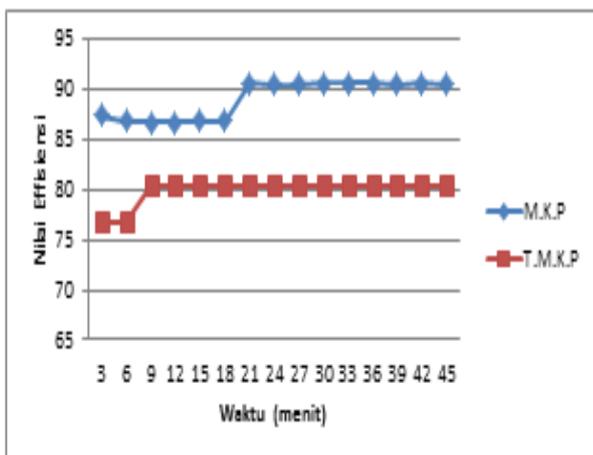
Gambar 4.1 Grafik perbandingan efisiensi saat *cooling mode* berdasarkan tekanan



Gambar 4.2 Grafik perbandingan efisiensi saat *heating mode* berdasarkan tekanan



Gambar 4.3 Grafik perbandingan efisiensi saat *cooling mode* berdasarkan temperatur



Gambar 4.4 Grafik perbandingan efisiensi saat *heating mode* berdasarkan temperatur

Keterangan :

- Grafik membandingkan nilai efisiensi terhadap waktu (tiap 3 menit) berdasarkan plot data temperatur antara sistem *heating mode* menggunakan kondensator plus dengan tidak menggunakan kondensator plus.
- M.K.P = Menggunakan Kondensator Plus (warna biru)
- T.M.K.P = Tidak Menggunakan Kondensator Plus (warna merah)

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil analisa perhitungan data yang telah ada di atas, serta hasil pengambilan data maka dapat disimpulkan beberapa poin yang menjadi dasar dan tujuan diadakannya penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Berdasarkan nilai temperatur koil satu yang tertera pada lampiran pengambilan data, dimana ketika menggunakan kondensator plus nilai temperatur dari awal sistem dinyalakan hingga sistem dimatikan nilai temperaturnya cukup rendah, yaitu sebesar 13 – 14 derajat celcius. Sedangkan ketika tidak menggunakan kondensator plus nilai temperatur koil satu lebih tinggi, yaitu sebesar 21,3 – 23 derajat celcius.
2. Berdasarkan proses perhitungan nilai efisiensi terlihat bahwa penggunaan kondensator plus turut mempengaruhi nilai efisiensi. Dimana sebelum menggunakan kondensator plus nilai efisiensi dari sistem *heat pump* menjadi lebih baik. Dari data awal ketika *heat pump* belum menggunakan kondensator plus nilai effisiensinya sebesar 79% naik menjadi 90%. Sementara ketika tidak menggunakan kondensator plus effisiensinya terlihat stabil pada angka 80%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Panduan Instalasi Refrigerasi*. Politeknik Indramayu. 2012.
- Dossat, Roy J. 1981. *Principles of Refrigeration Second Edition SI Version*. Canada: John Wiley and Sons, Inc.
- ASHRAE Handbook, 2008, *HVAC System and Equipment*, American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Atlanta, Georgia
- ASHRAE Handbook, 2009, *Fundamentals (SI)*, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineer, Atlanta, Georgia