

PROYEK AKHIR

**ANALISIS PENGARUH ALIRAN AIR PANAS DAN
AIR DINGIN TERHADAP PERFORMANSI ALAT
SIMULASI *HEAT PUMP***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE DARMAWAN

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN
TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

PROYEK AKHIR

**ANALISIS PENGARUH ALIRAN AIR PANAS DAN
AIR DINGIN TERHADAP PERFORMANSI ALAT
SIMULASI *HEAT PUMP***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE DARMAWAN

NIM. 2115223015

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN
TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH ALIRAN AIR PANAS DAN AIR DINGIN TERHADAP PERFORMANSI ALAT SIMULASI *HEAT PUMP*

Oleh

I MADE DARMAWAN

NIM. 2115223015

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan

Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin

Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I



I Wayan Temaja, ST. MT

NIP. 196810221998031001

Pembimbing II



Ir. I Putu Sastra Negara, M.Si.

NIP. 196605041994031003



Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.

NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PENGARUH ALIRAN AIR PANAS DAN AIR DINGIN TERHADAP PERFORMANSI ALAT SIMULASI *HEAT PUMP*

Oleh

I MADE DARMAWAN
NIM.2115223015

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk

Dapat dicetak sebagai Buku Proyek Akhir Pada Hari/tanggal:

Jumat, 23 Agustus 2024

Tim Penguji

Penguji I : I Nyoman Gede Baliarta, MT
NIP : 196509301992031002


Penguji II : Dr. Ida Ayu Anom Arsani, SSi. MPd
NIP : 197008191998022001

Penguji III : I Ketut Adi, ST., MT.
NIP : 196308251991031001


Tanda Tangan



(.....)



(.....)



(.....)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul Analisis Pengaruh Aliran Air Panas Dan Air Dingin Terhadap Performansi Alat Simulasi *Heat Pump*. Tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 23 Agustus 2024



I Made Darmawan

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST.MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara
5. Bapak I Wayan Temaja, ST, MT, selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ir I Putu Sastra Negara, M.Si, selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Kemudian terimakasih banyak untuk kakak tercinta yang telah memberikan dukungan dan perhatian kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2024 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat yang selalu bersama, terimakasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK MESIN

Semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

SEKELAH KATA: ...

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Badung, 23 Agustus 2024

Nama : I Made Darmawan

NIM : 211522015

Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Energi
I Made Darmawan

Judul Proyek Akhir : Analisis Pengaruh Aliran Air Panas dan Air Dingin

Terdapat Performansi Alat Sirkulasi Heat Pump

Dengan ini saya nyatakan bahwa karya ilmiah pada Proyek Akhir ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, tidak plagiat dalam bentuk Proyek Akhir ini, dan saya bersedia menanggung sanksi sesuai Peraturan Menilikang RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan-peraturan yang berlaku.

Badung, 23 Agustus 2024

... pernyataan

I Made Darmawan

NIM. 211522015

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
ABSTRAK	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir	2
1.4.1 Tujuan Umum.....	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Proyek Akhir	3
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Pengertian Refrigerasi	4

2.2 Sistem Refrigerasi <i>Heat Pump</i>	4
2.3 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.....	7
2.4 Heat Pump.....	11
2.5 Sistem Pemanas pada <i>Heat Pump</i>	11
2.6 Sistem Kerja dari <i>Heat Pump</i>	13
2.7 Refrigeran	13
BAB 3 METODE PELAKSANAAN	16
3.1 Ruang Lingkup Proyek Akhir	16
3.2 Tahapan Pelaksanaan.....	16
3.3 Alat Ukur dan Komponen-Komponen.....	19
3.4 Metode Pelaksanaan Proyek Akhir	23
3.5 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan.....	24
3.6 Prosedur Proyek Akhir	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Hasil Penelitian	25
4.2 Pembahasan.....	25
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pengujian Air Panas	18
Tabel 3.2 Pengujian Air Dingin	19
Tabel 3.3 Jadwal Pelaksanaan Penelitian Proyek Akhir.....	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kompresor.....	5
Gambar 2.2 Kondensor	6
Gambar 2.3 Alat Ekspansi	6
Gambar 2.4 Evaporator.....	7
Gambar 2.5 Diagram Siklus Kompresi Uap	7
Gambar 2.6 Diagram P-h Siklus Kompresi Uap.....	8
Gambar 2.7 Sistem <i>Heat Pump</i>	12
Gambar 2.8 <i>Heat Pump</i>	13
Gambar 3.1 Skema Penelitian	18
Gambar 3.2 Tang ampere.....	20
Gambar 3.3 (a) <i>High Pressure Gauge</i> dan (b) <i>Low Pressure Gauge</i>	21
Gambar 3.4 (a) <i>Display Thermokopel</i> (b) <i>Kabel Thermokopel</i>	21
Gambar 3.5 Pompa vakum.....	22
Gambar 3.6 <i>Stop watch</i>	22
Gambar 3.7 <i>Flow Meter</i>	23
Gambar 3.8 Diagram Alur Penelitian	24
Gambar 4.1 Skema Pemipaan Refrigeran pada <i>Heat Pump</i>	25
Gambar 4.2 Skema Pemipaan Air Pada Heat Pump.....	28
Gambar 4.3 Grafik laju aliran air	31
Gambar 4.4 Grafik laju aliran air	31
Gambar 4.5 Grafik perbandingan Qair Air Panas	34
Gambar 4.6 Grafik perbandingan Qair Air Dingin	34
Gambar 4.7 <i>Cycle</i> input data pada <i>coolpack</i>	35

Gambar 4.8 Hasil penggambaran siklus <i>p-h</i> diagram.....	35
Gambar 4.9 Hasil pengolahan data <i>coolpack</i>	36
Gambar 4.10 <i>Cycle</i> input data pada <i>coolpack</i>	37
Gambar 4.11 Hasil penggambaran siklus <i>p-h</i> diagram.....	37
Gambar 4.12 Hasil pengolahan data <i>coolpack</i>	38
Gambar 4.13 <i>Cycle</i> input data pada <i>coolpack</i>	39
Gambar 4.14 Hasil penggambaran siklus <i>p-h</i> diagram.....	39
Gambar 4.15 Hasil pengolahan data <i>coolpack</i>	40
Gambar 4.16 <i>Cycle</i> input data pada <i>coolpack</i>	41
Gambar 4.17 Hasil penggambaran siklus <i>p-h</i> diagram.....	41
Gambar 4.18 Hasil pengolahan data <i>coolpack</i>	42
Gambar 4.19 <i>Cycle</i> input data pada <i>coolpack</i>	43
Gambar 4.20 Hasil penggambaran siklus <i>p-h</i> diagram.....	43
Gambar 4.21 Hasil pengolahan data <i>coolpack</i>	44
Gambar 4.22 <i>Cycle</i> input data pada <i>coolpack</i>	45
Gambar 4.23 Hasil penggambaran siklus <i>p-h</i> diagram.....	45
Gambar 4.24 Hasil pengolahan data <i>coolpack</i>	46
Gambar 4.25 <i>Cycle</i> input data pada <i>coolpack</i>	47
Gambar 4.26 Hasil penggambaran siklus <i>p-h</i> diagram.....	47
Gambar 4.27 Hasil pengolahan data <i>coolpack</i>	48
Gambar 4.28 <i>Cycle</i> input data pada <i>coolpack</i>	49
Gambar 4.29 Hasil penggambaran siklus <i>p-h</i> diagram.....	49
Gambar 4.30 Hasil pengolahan data <i>coolpack</i>	50
Gambar 4.31 Grafik <i>COP</i>	51
Gambar 4.32 Grafik <i>COP</i>	52

ABSTRAK

Heat pump merupakan teknologi yang esensial dalam menjaga kenyamanan termal di dalam ruangan serta pemanfaatan air panas yang dihasilkan untuk kebutuhan domestik dan komersial. Penelitian ini memfokuskan pada pengujian aliran air melalui kondensor dan evaporator, yang bertujuan untuk memahami interaksi antara aliran air dan kinerja sistem, serta menentukan *Coefficient of Performance* (COP) sebagai parameter utama.

Metodologi penelitian melibatkan pengujian secara bertahap dengan variasi laju aliran air panas dan dingin. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur seperti *flow meter*, *thermopel*, dan *pressure gauge*. Data diambil setelah sistem mencapai kondisi stabil, dengan interval waktu tertentu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi laju aliran air memberikan dampak signifikan terhadap kinerja *heat pump*, yang ditunjukkan oleh perubahan nilai COP. Pengukuran dilakukan dalam durasi 1 jam, dengan selang waktu pengambilan data setiap 2 menit untuk mencapai hasil yang akurat.

Berdasarkan analisis data, diperoleh rata-rata nilai COP untuk variasi aliran air panas dan dingin. Nilai COP tertinggi dicapai pada aliran air panas dengan bukaan 25%, sebesar 5,62, dan nilai COP terendah dicapai pada aliran air dingin dengan bukaan 75%, sebesar 5,20. Nilai COP keseluruhan dari semua variasi yang diuji menunjukkan efisiensi dari sistem *heat pump* pada kondisi pengujian tersebut.

Kata Kunci: *Heat pump*, aliran air, refrigeran R-134a, *Coefficient of Performance* (COP), kinerja sistem

ABSTRACT

Heat pump is an essential technology in maintaining indoor thermal comfort and utilizing the hot water produced for domestic and commercial needs. This research focuses on testing the water flow through the condenser and evaporator, aiming to understand the interaction between water flow and system performance, and determining the Coefficient of Performance (COP) as the main parameter.

The research methodology involved testing in stages with variations in hot and cold water flow rates. Measurements were taken using measuring instruments such as flow meters, thermocouples, and pressure gauges. Data was taken after the system reached a steady state, with certain time intervals. The test results show that variations in water flow rate have a significant impact on heat pump performance, as indicated by changes in COP values. Measurements in 1 hour, with an interval of data collection every 2 minutes to achieve accurate results.

Based on data analysis, the average COP value for hot and cold water flow variations was obtained. The highest COP value is achieved in hot water flow with 25% opening, amounting to 5,62, and the lowest COP value is achieved in cold water flow with 75% opening, amounting to 5,20. The COP value of all variations tested was indicating a fairly good efficiency of the heat pump system under these test conditions.

Keywords: *Heat pump, airflow, R-134a refrigerant, Coefficient of Performance (COP), system performance*

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dari tahun-ketahun mengharuskan setiap manusia untuk berfikir inovatif dalam mengikuti dan menentukan pilihan hidup untuk masa depan yang cerah. Kenyamanan dalam ruangan menjadi fokus utama terkait penggunaan *heat pump*, di mana sistem ini menjadi pilar penting dalam menciptakan lingkungan yang optimal. *Heat pump* tidak hanya memainkan peran sentral dalam menjaga suhu dan kelembaban ruangan untuk memberikan kenyamanan termal yang diinginkan oleh penghuni, tetapi juga menciptakan stabilitas lingkungan ruangan. Air panas yang dihasilkan oleh *heat pump* dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan domestik dan komersial. Di rumah tangga, air panas biasanya digunakan untuk mandi, mencuci piring, mencuci pakaian, dan membersihkan. Di area komersial, air panas juga digunakan untuk keperluan seperti mencuci peralatan dapur di restoran, membersihkan di hotel, dan keperluan industri lainnya. Panas yang dihasilkan oleh kondensor pada *heat pump* dapat dialirkan ke air, memanaskan air tersebut untuk kemudian digunakan sesuai kebutuhan.

Simulasi *heat pump* merupakan suatu sarana pembelajaran yang bertujuan untuk mendalami prinsip kerjanya. Dengan memanfaatkan simulasi ini, kita dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang mekanisme operasional *heat pump*. Namun, untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap, simulasi ini akan dilengkapi dengan pengujian aliran air. Melalui pengujian ini, dengan melakukan proses uji yang komprehensif, yang tidak hanya bertujuan untuk memvalidasi hasil simulasi, tetapi juga untuk menyempurnakan pemahaman terhadap interaksi antara *heat pump* dan aliran air. Dengan menyatukan simulasi dan pengujian aliran air, diharapkan kami dapat mencapai pemahaman yang lebih holistik serta menyempurnakan performansi *heat pump* secara keseluruhan.

Mengoptimalkan pemanfaatan panas yang dihasilkan dari proses refrigerasi. Dalam konteks ini, penekanan diberikan pada aliran air yang dijadikan medium untuk menangkap panas atau dingin yang dihasilkan selama proses refrigerasi. Air panas yang terkumpul dapat dimanfaatkan secara efisien untuk berbagai keperluan, seperti pemanasan ruangan, penyediaan air panas sanitasi, atau bahkan dalam proses industri yang memerlukan suhu tertentu. Dengan mengintegrasikan sistem pengumpulan panas pada aliran air, dapat dicapai pemanfaatan energi yang lebih optimal, memberikan dampak positif terhadap efisiensi dan keberlanjutan sistem refrigerasi. Permasalahan yang dihadapi adalah tidak tersedianya pengukuran untuk aliran air panas dan air dingin. Kondisi ini menyebabkan kebutuhan untuk pemasangan alat ukur aliran air, serta perlunya pengujian untuk memahami dampak volume aliran terhadap kinerja alat. Dengan tidak adanya data ukur yang akurat, evaluasi performa alat tersebut menjadi sulit, dan langkah-langkah pemecahan masalah perlu diterapkan untuk memastikan pengukuran yang lebih tepat dan meningkatkan efektivitas alat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penulis proyek akhir ini yaitu “Bagaimana pengaruh laju air panas dan air dingin terhadap kinerja atau performansi simulasi *heat pump*?”

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan proyek akhir ini hanya dibatasi permasalahan pada pengaruh aliran air panas dan air dingin terhadap performansi alat simuliasi *heat pump*.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan dari penulisan proyek akhir “Analisis pengaruh aliran air panas dan air dingin terhadap performansi alat simuliasi *heat pump*” dapat dijelaskan secara umum dan secara khusus

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari penulisan proyek akhir ini adalah untuk memenuhi nilai tugas akhir dan syarat kelulusan dari program studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan penulisan proyek akhir ini yang dapat dijelaskan secara khusus bertujuan untuk “Dapat mengetahui pengaruh laju aliran air panas dan air dingin terhadap kinerja performansi alat simulasi *heat pump*.”

1.5 Manfaat Proyek Akhir

Manfaat dari penulisan penelitian proyek akhir ini adalah agar nantinya dapat menjadi informasi terhadap pihak - pihak yang punya kepentingan dalam kegiatan yang akan dilaksanakan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian tentang "ANALISIS PENGARUH ALIRAN AIR PANAS DAN AIR DINGIN TERHADAP PERFORMANSI ALAT SIMULASI *HEAT PUMP*" dengan sebab "performa Terhadap Perubahan Laju Aliran Air panas dan Air dingin" maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan percobaan pada mesin heat pump dengan menerapkan variasi katup maka, penulis mendapatkan data berupa laju aliran air dan COP (*Coefficient of Performance*) setelah melakukan perhitungan. Kesimpulan dari percobaan ini adalah laju aliran air panas dan air dingin berpengaruh pada kinerja COP(*Coefficient of Performance*), semakin besar volume aliran air yang masuk, maka semakin besar COP(*Coefficient of Performance*) yang di dapat dan semakin kecil volume aliran yang masuk, maka semakin kecil COP(*Coefficient of Performance*) yang di dapat.
2. Pada saat data sudah terkumpul semua, langkah terakhir adalah menghitung efisiensi setiap data yang didapat. Setelah melakukan perhitungan, penulis mendapat kesimpulan bahwa laju aliran air panas dan air dingin sangat mempengaruhi COP(*Coefficient of Performance*).

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah penulis dapatkan mengenai hasil hasil pengujian aliran air panas dan air dingin terhadap performansi alat simulasi *heat pump*, penulis mendapatkan saran yaitu :

1. Pengembangan penelitian selanjutnya, dapat diperdalam dengan melakukan uji performansi laju aliran air panas dan air dingin dengan berbeda. Hal ini dilakukan agar mengetahui hasil koefisien kerja yang maksimal dari heat pump ini.
2. Kembangkan model matematis atau simulasi yang mampu memprediksi kinerja *heat pump* berdasarkan laju aliran air panas dan air dingin. Model ini

3. bisa digunakan sebagai alat bantu untuk optimasi operasional dalam aplikasi industri dan domestik.

DAFTAR PUSTAKA

- Benedicta Dian Alfanda. (2023). Peningkatan Kinerja Heat Pump Tester Melalui Retrofit Refrigerant Tidak Ramah Lingkungan dengan R-134. *Jurnal Invotek Polbeng*, Vol 13, No 2 30-27.
- Diika Herdian, Paulus Sukusno, dan Moch. Syujak. (2021). Kinerja Kompresor Terhadap Perubahan Laju Aliran Air dan Udara. *Politeknik Negeri Jakarta*, 226-233.
- Evi Sofia, Abdurrachim. (2017). KAJIAN TEORITIK PEMILIHAN HEAT PUMPDAN PERHITUNGAN SISTEM SALURAN PADA KANDANG PETERNAKAN AYAM BROILER SISTEM TERTUTUP. *Journal unpad*, Volume 19 11-16.
- Hayatri Sali Setia , Leopold Oscar Nelwan , I Wayan Astika , Rokhani Hasbullah. (2022). Analisis Kinerja Pengering Heat Pump Kompresi Uap untuk Pengeringan Temu Putih (Curcuma zedoaria (Berg.) Roscoe). *JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN*, 10(2) 123-132.
- I Dewa Gede Pasuka Dewa. (2019). Analisis Performansi Siklus Refrigerasi Cascade 2 Tingkat 1.
- I N. Suarnadwipa, Made Ricki Murti. (2017). Pengaruh Beban Pemanasan Air Terhadap Efisiensi Kondensor. *Jurnal METTEK*, 126 – 131 .
- Kusnandar, Y. K. (2018). ANALISA PERFORMANSI MESIN PENGKONDISI UDARA MENGGUNAKAN REFRIJERAN R-32. *Journal ubb*, 194-195.
- Kusnandar, Gusniawan. (2016). ANALISA PERFORMANSI HEAT PUMP MENGGUNAKAN COUNTER FLOW HEAT EXCHANGERS. *Jurnal Teknologi Terapan*, 27-28.
- Luh Putu Ike Midiani. (2016). ANALISIS PERFORMANSI INTEGRASI HEAT RECOVERY PADA SISTEM PENGKONDISIAN DENGAN PENGATURAN DEBIT AIR MASUK. *JURNAL LOGIC*, 150.
- Untung Kurniawan, Maryadi. (2020). Performance Heat Pump Water Heater with Power 0.25 HP of . *Journal meda teliti*, 31-33 vol-2.
- Siklus kompresi uap ideal dengan pendingin air.* (2023, september 17). Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/Gambar-41-Siklus-Kompresi-Uap-Ideal-dengan-Pendingin-Air_fig2_299629293
- Evaporator.* (2023, Januari Minggu). Retrieved from PT BINA INDOJAYA: <https://images.app.goo.gl/47FpgXrAAvujBpsx9>
- Katup ekspansi sistem pendingin efisiensi tinggi.* (2021, Februari 21). Retrieved from [Tiliglobal: https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fid.tiliglobal.com%2Fuploadfile%2F202106%2F04%2F8e0e9e07644bff8d249acfa5b2eadd53_medium.jpg&tbnid=0d-](https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fid.tiliglobal.com%2Fuploadfile%2F202106%2F04%2F8e0e9e07644bff8d249acfa5b2eadd53_medium.jpg&tbnid=0d-)

MheGmZFfZqM&vet=1&imgrefurl=https%3A%2F%2Fid.tiliglobal.com%2Fhigh-efficiency-cooling-system-expansion-v

Kompresor. (2021, Desember Senin). Retrieved from PT BINA INDOJAYA: <https://images.app.goo.gl/QjPsyHYDFmybEVpd8>

Kondensor. (2023, January 29). *PT Bina Indojaya.* Retrieved from <https://www.binaindojaya.com/rekomendasi-pemasok-kondensor-ac-terlengkap-di-jakarta>

Ampere, T. (2018, September 02). *Fluke 323 True RMS Clamp Meter.* Retrieved from <https://www.fluke.com/en-us/product/electrical-testing/clamp-meters/fluke-323>

diagram, S. R.-h. (2020, Oktober 8). *chillerstory.* Retrieved from <https://chillerstory.wordpress.com/2020/10/08/sistem-refrigerasi-dalam-p-h-diagram/>

Flowmeter. (2020, September 07). *PT. Sriayu Multi Kreasi.* Retrieved from <https://ptsriayumultikreasi.com/jual-water-meter-onda-15-mm/>

Pump, H. (2018, Desember 10). *Indotrading.* Retrieved from <https://m.indotrading.com/services/pembuatan-aneka-tangki-s18534.aspx>