

**SKRIPSI**

**OPTIMASI *HEAT RECOVERY* DENGAN  
PEMBANGKIT ALIRAN BERPUSAR**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

**Oleh**

**KADEK ARDHI PUTRA DWIPAYANA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2022**

**SKRIPSI**

**OPTIMASI *HEAT RECOVERY* DENGAN  
PEMBANGKIT ALIRAN BERPUSAR**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

**Oleh**

**KADEK ARDHI PUTRA DWIPAYANA**

NIM. 1815234026

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**OPTIMASI *HEAT RECOVERY* DENGAN  
PEMBANGKIT ALIRAN BERPUSAR**

Oleh

**Kadek Ardhi Putra Dwipayana**

NIM. 1815234026

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Skripsi  
Program D4 pada Jurusan teknik Mesin  
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh :

Pembimbing I



**Dr. Putu Wijaya Sunu, ST, MT**  
NIP. 198006142006041004

Pembimbing II



**Ketut Bangse, S.T., M.T.**  
NIP. 196612131991031003

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin


**Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.**  
NIP. 1966092419931003

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**OPTIMASI *HEAT RECOVERY* DENGAN  
PEMBANGKIT ALIRAN BERPUSAR**

Oleh

**Kadek Ardhi Putra Dwipayana**

NIM. 1815234026

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat  
dilanjutkan sebagai Skripsi pada hari/tanggal:  
Jumat, 2 September 2022

**Tim Penguji**

**Tanda Tangan**

Ketua Penguji : I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST., MT

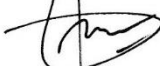
NIP : 198207102014041001



(.....)

Penguji I : Dr. Made Ery Arsana, ST., MT.

NIP : 196709181998021001



(.....)

Penguji II : I Nengah Darma Susila, S.T., M.Erg

NIP : 196412311991031025



(.....)

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Kadek Ardhi Putra Dwipayana

NIM : 1815234026

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul Proyek Akhir : Optimasi *Heat Recovery* Dengan Pembangkit Aliran Berputar

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Skripsi ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 4 Januari 2022

Yang membuat pernyataan



**Kadek Ardhi Putra Dwipayana**

NIM. 1815234026

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Skripsi 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 Esa, 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 Wiyanta, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas
5. Bapak Dr. Putu Wijaya Sunu, ST, MT, selaku dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ketut Bangse, S.T., M.T., 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 Skripsi 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 Skripsi ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk adik tercinta yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi tahun 2022 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat, TRU, Keluarga besar, Kerabat terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Buku Skripsi ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

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

Badung, September 2022  
Kadek Ardhi Putra Dwipayana

## ABSTRAK

Konservasi energi adalah suatu aktivitas rekayasa untuk penghematan energi, tanpa mengorbankan prinsip teknis, keamanan, kenyamanan sehingga diperoleh cost yang paling optimal dan efisien sesuai harapan. Yang menjadi latar belakang diperlukannya konservasi energi adalah adanya pemborosan pemakaian energi, terbatasnya ketersediaan energi dan adanya indikasi harga energi semakin mahal. Adapun jenis penelitian yang penulis uraikan dalam proyek akhir ini adalah Optimasi Heat Recovery Dengan Pembangkit Aliran Berputar. Perancangan ini membahas tentang metode eksperimen dan rancang bangun untuk mengetahui Heat recovery dalam konteks bangunan dan servis adalah pengambilan dan penggunaan kembali panas yang dihasilkan dari proses yang ada yang biasanya terbuang begitu saja. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan mengenai optimasi heat recovery dengan pembangkit aliran berputar maka diperoleh instalasi penelitian ini telah dilakukan variasi aliran volume air yaitu 18 LPM, 16 LPM, 14 LPM, 12 LPM dengan menggunakan 3 fan dan tanpa menggunakan 3 fan pada heat recovery. Berikut adalah data hasil pengukuran temperatur di heat recovery dengan 3 fan pada laju massa air 0,30 kg/s yang dapat diterangkan pada Dari pengujian yang dilakukan pada heat recovery AC Split dengan menggunakan 3 fan memperoleh laju perpindahan panas ( $Q_{real}$ ) sebesar 0,11% - 39,57%. Dari pengujian pengaruh volume air yang telah dilakukan dapat disimpulkan semakin kecil volume air maka hasil  $Q_{real}$  (laju perpindahan panas) semakin besar.

Kata kunci: *konservasi energi, heat recovery*



## **HEAT RECOVERY OPTIMIZATION WITH VARIOUS FLOW GENERATOR**

### **ABSTRACT**

*Energy conservation is an engineering activity to save energy, without compromising on technical principles, safety, comfort so that the most optimal and efficient cost is obtained as expected. The background of the need for energy conservation is the waste of energy use, the limited availability of energy and the indications that energy prices are getting more expensive. This design discusses experimental methods and designs to find out Heat recovery in the context of buildings and services is the collection and reuse of heat generated from existing processes which is usually wasted. Based on the tests that have been carried out regarding the optimization of heat recovery with a vortex flow generator, it is found that this research installation has carried out variations in water volume flow, namely 18 LPM, 16 LPM, 14 LPM, 12 LPM using 3 fans and without using 3 fans in heat recovery. The following is the data on the results of temperature measurements in heat recovery with 3 fans at a water mass rate of 0.30 kg/s which can be explained in From the tests carried out on heat recovery AC Split using 3 fans obtained a heat transfer rate ( $Q_{real}$ ) of 0.11 % - 39.57%. From testing the effect of the volume of water that has been carried out, it can be concluded that the smaller the volume of water, the higher the  $Q_{real}$  (heat transfer rate) results.*

*Keywords: energy conservation, heat recovery*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul *Optimasi Heat Recovery Dengan Pembangkit Aliran Berpusar* tepat pada waktunya. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Skripsi 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, 11 Januari 2022

**Kadek Ardhi Putra Dwipayana**

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Pengesahan oleh Pembimbing .....	iii
Persetujuan Dosen Penguji.....	iv
Pernyataan Bebas Plagiat .....	v
Ucapan Terima kasih.....	vi
Abstrak dalam Bahasa Indonesia .....	viii
Absract dalam Bahasa Inggris.....	ix
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel .....	xvi
Daftar Lampiran .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 LatarBelakang.....	1
1.2 RumusanMasalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 TujuanPenelitian .....	2
1.4.1 TujuanUmum.....	2
1.4.2 TujuanKhusus.....	2
1.5 ManfaatPenelitian .....	2
1.5.1 BagiPenulis.....	2
1.5.2 BagiPoliteknik Negeri Bali.....	3
1.5.3 Bagi Masyarakat.....	3
BAB II LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Pengertian <i>Heat Recovery</i> .....	4
2.2 Refrigerasi.....	5
2.3 Siklus KompresiUap .....	5
2.4 Komponen Utama ACSplit .....	7
<b>2.4.1 Kompresor.....</b>	<b>7</b>
2.4.2 Kondensor.....	8

2.4.3	<b>Pipa Kapiler .....</b>	<b>9</b>
2.4.4	Evaporator.....	10
2.5	Komponen – Komponen Tambahan ACSplit .....	10
2.5.1	Accumulator .....	10
2.5.2	FilterDryer .....	11
2.5.3	Overload .....	12
2.5.4	Kapasitor.....	12
2.5.5	Motor Listrik Fan dan MotorBlower .....	13
2.5.6	Fan danBlower.....	13
2.5.7	Thermistor .....	14
2.5.8	PCBKontrol .....	14
2.6	Alat Penukar Kalor ( <i>Heat Exchanger</i> ) .....	15
2.6.1	Arah aliran paralel ( <i>parallel flow</i> ) .....	16
2.6.2	<i>Counter flow</i> 17 LMTD ( <i>Log Mean Temperature Difference</i> ) .....	18
2.6.3	Efektivitas perpindahan panas ( $\epsilon$ ) .....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....		18
3.1	Jenis Penelitian.....	18
3.2	Alur Penelitian .....	20
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	21
3.4	PenentuanSumber Data .....	21
3.5	Sumber Daya Penelitian.....	21
3.6	InstrumenPenelitian.....	22
3.6.1	Tang Ampere .....	22
3.6.2	Pressure Gauge .....	23
3.6.3	Thermokopel.....	23
3.6.4	Pompa Vacuum.....	24
3.7	Prosedur Penelitian.....	24
3.7.1	Langkah Persiapan.....	24
3.7.2	Langkah Pengambilan Data.....	25
BAB IVHASIL DAN PEMBAHASAN .....		28
4.1	Hasil Penelitian .....	28
4.1.1	Perhitungan nilai efektivitas dan LMTD dengan 3 <i>fan</i> pada laju massa air 0,30 kg/s .....	31
4.2	Pembahasan .....	34

BAB VPENUTUP.....	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR FUSTAKA .....	43
LAMPIRAN.....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Siklus Kompresi Uap .....	6
Gambar 2.2	Diagram P-h Siklus Kompresi Uap.....	6
Gambar 2.3	Kompresor Pipa Hisap dan Tekan .....	7
Gambar 2.4	Kondensor .....	8
Gambar 2.5	Pipa Kapiler .....	9
Gambar 2.6	Evaporator .....	10
Gambar 2.7	Accumulator .....	11
Gambar 2.8	FilterDryer.....	11
Gambar 2.9	Over load.....	12
Gambar 2.10	Kapasitor .....	12
Gambar 2.11	Motor Fan dan Motor Blower .....	13
Gambar 2.12	Fan dan Blower .....	13
Gambar 2.13	Thermistor .....	14
Gambar 2.14	PCB Kontrol.....	14
Gambar 2.15	Diagram P-h Siklus Kompresi Uap .....	15
Gambar 3.1	Desain AC Split dengan Heat Recovery .....	18
Gambar 3.2	Sistem Kompresi Uap dengan Heat Recovery .....	19
Gambar 3.3	Bagan tahap pelaksanaan proyek akhir .....	20
Gambar 3.4	TangAmpere .....	22
Gambar 3.5	Pressure Gauge.....	23
Gambar 3.6	<i>Thermokoppel</i> dan kabel <i>thermokoppel</i> .....	23
Gambar 3.7	Pompa Vacum .....	24
Gambar 4.1	AC split dengan heat recovery .....	28
Gambar 4.2	Temperatur <i>heat recovery</i> dengan 3 <i>fan</i> pada laju aliran massa air 0,30 kg/s .....	29
Gambar 4.3	Temperatur <i>heat recovery</i> tanpa 3 <i>fan</i> pada laju aliran massa air 0,30 kg/s .....	30
Gambar 4.4	Perbandingan LMTD menggunakan 3 fan dengan tanpa 3 fan pada debit air 0,30 kg/s.....	35

Gambar 4.5	Perbandingan LMTD menggunakan 3 fan dengan tanpa 3 fan pada debit air 0,27 kg/s.....	35
Gambar 4.6	Perbandingan LMTD menggunakan 3 fan dengan tanpa 3 fan pada debit air 0,23 kg/s .....	36
Gambar 4.7	Perbandingan LMTD menggunakan 3 fan dengan tanpa 3 fan pada debit air 0,20 kg/s.....	36
Gambar 4.8	Perbandingan nilai efektivitas menggunakan 3 fan dengan tanpa 3 fan pada debit air 0,30 kg/s .....	37
Gambar 4.9	Perbandingan nilai efektivitas menggunakan t 3 fan dengan tanpa 3 fan pada debit air 0,27 kg/s .....	38
Gambar 4.10	Perbandingan nilai efektivitas menggunakan 3 fan dengan tanpa 3 fan pada debit air 0,23 kg/s .....	38
Gambar 4.11	Perbandingan nilai efektivitas menggunakan 3 fan dengan tanpa 3 fan pada debit air 0,20 kg/s .....	39
Gambar 4.12	Perbandingan Qreal menggunakan 3 fan dengan tanpa 3 fan pada debit air 0,30 kg/s.....	40
Gambar 4.13	Perbandingan Qreal menggunakan 3 fan dengan tanpa 3 fan pada debit air 0,23 kg/s.....	40
Gambar 4.14	Perbandingan Qreal menggunakan 3 fan dengan tanpa 3 fan pada debit air 0,20 kg/s.....	41

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	<i>TimeSchedule</i> Skripsi .....	21
Tabel 3.2	Data hasilpengujiantanpakomponen <i>heat recovery</i> .....	25
Tabel 3.3	Data hasilpengujiandenganmenggunakan <i>heat recovery</i> .....	26
Tabel 4.1	Data hasil pengujian <i>heat recovery</i> dengan 3 <i>fan</i> pada laju aliran massa air 0,30 kg/s .....	29
Tabel 4.2	Data hasil pengujian <i>heatrecovery</i> tanpa 3 <i>fan</i> pada laju aliran massa air 0,30 kg/s .....	30
Tabel 4.3	Tabel hasil pengujian <i>heatrecovery</i> dengan 3 <i>fan</i> pada laju aliran massa air 0,30kg/s.....	33
Tabel 4.4	Tabel hasil pengujian <i>heat recovery</i> tanpa 3 <i>fan</i> pada laju aliran massa air 0,30 kg/s.....	34



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Hasil Pengujian
- Lampiran 2 Data *Sheet* Komponen
- Lampiran 3 Lembar Bimbingan



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Konservasi energi adalah suatu aktivitas rekayasa untuk penghematan energi, tanpa mengorbankan prinsip teknis, keamanan, kenyamanan sehingga diperoleh *cost* yang paling optimal dan efisien sesuai harapan. Yang menjadi latar belakang diperlukannya konservasi energi adalah adanya pemborosan pemakaian energi, terbatasnya ketersediaan energi dan adanya indikasi harga energi semakin mahal.

Energi listrik sangat penting dalam menunjang operasional industri perhotelan. Peralatan seperti refrigerator dan pengkondisian udara merupakan peralatan yang banyak mengkonsumsi energi listrik. Hampir sekitar 60% penggunaan energi listrik digunakan untuk sistem ini (Agus Rianto,2007). Dalam hal ini bisa terjadi suatu pemborosan energi yang mengakibatkan semakin besar biaya yang harus dikeluarkan. Untuk menanggulangi masalah tersebut dilakukan efisiensi energi dengan jalan melalui konservasi energi. Salah satu bentuk efisiensi energi yang telah dilakukan adalah penggunaan peralatan *heat recovery unit*. (HRU) pada air conditioning untuk pemanasan air. Peralatan ini sekarang sudah banyak dipasarkan baik untuk kepentingan rumah tangga maupun untuk industri misalnya di bidang pariwisata.

Pada sistem refrigerasi yang digunakan pada refrigerator maupun pada AC, menggunakan berbagai refrigeran. Misalnya untuk AC refrigeran yang digunakan; R22, R134a, R410a dll, sedangkan untuk refrigerator misalnya; R134a, R407c, R404a dll. Masing-masing refrigeran yang digunakan baik untuk AC maupun untuk refrigerator memiliki peluang *heat recovery* yang berbeda-beda. Untuk itu pada penelitian ini akan dibuat sebuah sistem refrigerasi untuk mengkaji besaran *heat recovery* yang bisa didapatkan pada berbagai refrigeran yang sejenis. Di samping itu, juga untuk mengetahui efek yang ditimbulkan akibat penambahan alat *heat recovery* pada sistem refrigerasi terhadap performansi dari sistem (John Burnet,2002).

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian Skripsi ini yaitu Bagaimana memanfaatkan panas buang di *Heat Recovery* dengan pembangkit aliran berpusar.

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam tugas akhir ini penulis hanya membahas tentang penambahan *Heat Recovery* pada komponen ac split.

### **1.4 Tujuan**

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini yaitu:

#### **1.4.1 Tujuan Umum**

Secara umum tujuan dituliskannya makalah ini selain untuk memenuhi tugas akhir, penulis berharap Penelitian ini juga bertujuan untuk menambah wawasan mahasiswa terhadap perkembangan teknologi.

#### **1.4.2 Tujuan Khusus**

Untuk mengetahui bahwa panas buang dari keluaran dari kompresor bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan air panas.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

#### **1.5.1 Bagi penulis**

1. Yaitu dengan alat rancang bangun ini maka akan dapat menyelesaikan proyek tugas akhir, nantinya diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai *Heat Recovery*.
2. Rancang bangun alat ini bermanfaat sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang di dapat selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali khususnya Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas dan dapat mengaplikasikan teori serta mengembangkan ide-ide dan menuangkan langsung berdasarkan permasalahan yang ada di sekitar kita.

#### **1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali**

Dapat menambah koleksi bahan bacaan dan dapat dipergunakan sebagai acuan bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali, khususnya Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas.

#### **1.5.3 Bagi Masyarakat**

Hasil rancang bangun alat ini dapat memberikan pengetahuan baru bagi banyak kalangan masyarakat.



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Dari pengujian yang dilakukan pada *heat recovery* AC Split dengan menggunakan 3 *fan* memperoleh laju perpindahan panas (*Q<sub>real</sub>*) sebesar 0,11% - 39,57%.
2. Dari pengujian pengaruh volume air yang telah dilakukan dapat disimpulkan semakin kecil volume air maka hasil *Q<sub>real</sub>* (laju perpindahan panas) semakin besar.

#### **5.2 Saran**

Dalam pengujian *heat recovery*, saran yang dapat disampaikan sebagai berikut:

1. Memperhatikan temperatur lingkungan yang nantinya berpengaruh pada temperatur keluaran pada kompresor.
2. Pastikan pada saat pengujian, penggunaan alat ukur terbebas dari imbas arus listrik untuk mencegah kerusakan pada *display thermocouple*.



**POLITEKNIK NEGERI BALI**



## DAFTAR PUSTAKA

- Admin Prodeal Astro, 2019, Mengenal Komponen Pendukung AC dan Kelistrikan, <https://www.prodealastro.com/komponen-pendukung-ac-kelistrikan/#page-content>
- AgusRianto. 2007. *Audit Energi dan PeluangPenghematanKonsumsiEnergi pada SistemPengkondisian Udara di Hotel Santika Premiere Semarang*, Thesis, Universitas NegeriSemarang.
- Andi, 2019, Kenali Komponen AC Split Indoor dan Outdoor, <https://halojasa.com/blog/blog/2019/09/02/kenali-komponen-ac-split-indoor-dan-outdoor/>
- Ashar Ariffin, 2021, 13 Komponen AC dan Fungsinya, <https://www.carailmu.com/2021/06/komponen-ac-dan-fungsinya.html>
- Belajar, A. M. (2022). *FungsiTermokopel | Salah Satu Alat Untuk Mengukur Temperatur*. Retrieved from Aku Mau Belajar Tempatnya Ilmu yang Bermanfaat Dunia Akhirat: <https://akumaubelajar.com/ilmu-pendidikan/fungsi-termokopel/>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2022
- Bina Indo Jaya, (2022), Pompa Vacuum AC, <https://www.binaindojaya.com/produk/pompa-vakum-ac>
- Carbon Trust, Making business sense of climate change. 2011. *Heat Recovery*, form <http://www.carbontrust.co.uk>.
- Deng Shiming, John Burnet. 2002. *Energy Use and Management in Hotels in Hongkong*, Int.J.Hospitality Management; 21, pp.371-380
- egsean.com, (2016) Fungsi masing-masing komponen pada AC split, <https://egsean.com/fungsi-masing-masing-komponen-pada-ac-split/>
- Era, S. (2020). *FILTER DRIER*. Retrieved from Surya Era. AC & Refrigeration Spare Parts: <https://suryaera.com/produk-promo/filter-drier>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2022
- Gununges13. (2013). *Accumulator*. Retrieved from GUNUNGES13 COOLING EQUIPMENT: <https://ges13.com/product/accumulator-sa-series/>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2022
- <https://acmurahjakarta.com/blog/komponen-ac-split-dan-fungsinya-komponen-utama>

- Mentrek, (2019), Cara perbaikan modul Ac split, <https://www.juraganacee.com/2019/05/cara-perbaikan-modul-ac-split.html>
- Michael Guglielmone, FredScheideman, Yogesh Magar. 2008. *Heat Recovery from Vapor Compression Air Conditioning A Brief Introduction*, form<http://www.turbotecproducts.com>.
- R.B.Lokapure, J.D.Joshi. 2012. *Waste Heat Recovery Through Air Conditioning System*, International Journal of Engineering Research and Development, vol.5,pp.87-92
- Siallagan, A. (2021). UNIVERSITAS SUMATERA UTARA Poliklinik UNIVERSITAS SUMATERA UTARA. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 1(3), 82–91.
- Sibagariang, Y. P. (2018). *Analisa performansi ac split ½ pk dengan penambahan alat penukaran kalor tipe selongsong*.
- Snastools. (2018). *tang ampere digital / digital clamp meter FLUKE 305 1000A*. Retrieved from Tokopedia: <https://www.tokopedia.com/sanstechtools/tang-ampere-digital-digital-clamp-meter-fluke-305-1000a>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2022
- Wijayantara, I. M. 2019. *Analisa Performansi AC Domestik Berkapasitas 1 Pk dengan Penambahan Heat Recovery*. Politeknik Negeri Bali.
- Susila, I.D.M. 2015. *Termodinamika Teknik*. Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali.
- Temaja, I.W. 2015. *Perpindahan Panas*. Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali.