

PROYEK AKHIR

**PENGARUH PEMBEBANAN PADA SIMULASI
SISTEM REFRIGERASI *CASCADE***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I Kadek Edi Kurniawan

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

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

PROYEK AKHIR

**PENGARUH PEMBEBANAN PADA SIMULASI
SISTEM REFRIGERASI *CASCADE***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I Kadek Edi Kurniawan

NIM. 1915223017

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

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PEMBEBANAN PADA SIMULASI SISTEM REFRIGERASI *CASCADE*

Oleh

I Kadek Edi Kurniawan

NIM. 1915223017

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. I Wayan Adi Subagia, MT
NIP. 196211241990031001



Ir. Daud Simon Anakottapary, MT.
NIP. 196411151994031003

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH PEMBEBANAN PADA SIMULASI SISTEM REFRIGERASI *CASCADE*

Oleh

I Kadek Edi Kurniawan

1915223017

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dicetak sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/ tanggal:

Senin/29 Agustus 2022

Tim Penguji

Ketua Penguji : Dr. Made Ery Arsana,S.T.,M.T.

NIP : 196709181998021001

Penguji I : Dr. I Made Rai Jaya Widanta,S.S.M.Hum.

NIP : 197310272001121002

Penguji II : I Wayan Suma Wibawa,S.T.,M.T.

NIP : 198809262019031009

Tanda Tangan

()
()
()

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Kadek Edi Kurniawan

NIM : 1915223017

Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara

Judul Proyek Akhir : Pengaruh Pembebanan Pada Simulasi Sistem Refrigerasi
Cascade

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

Badung, 29 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



I Kadek Edi Kurniawan

NIM. 1915223017

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. Wayan Adi Subagia, M.T., selaku Ketua Program Studi Diploma 3 Teknik Pendingin Dan Tata Udara.
5. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T., selaku Dosen Pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ir. Daud Simon Anakottapary, MT.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. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2022 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
10. Sahabat-sahabat yang telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan buku Proyek Akhir ini.

11. 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.

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

Badung, 29 Agustus 2022

I KADEK EDI KURNIAWAN

ABSTRAK

Sistem refrigerasi *cascade* merupakan sistem refrigerasi kompresi uap yang terdiri dari dua atau lebih siklus refrigerasi. Pada tingkat pertama biasanya disebut *high stage circuit* sedangkan pada tingkat kedua disebut *low stage circuit*

Pada pengujian sistem refrigerasi *cascade* ini, dilakukan pengambilan data berupa: tekanan, temperatur, arus, tegangan dan variabel lainnya. Setelah melakukan pengujian akan dibandingkan data hasil tanpa beban dan dengan beban, adapun variabel yang dibandingkan yaitu temperatur yang dicapai dengan dan tanpa beban dan COP sistem refrigerasi *cascade*.

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa pengaruh beban terhadap kinerja sistem mendapatkan perbedaan, yang dimana temperatur tanpa beban tercapai yaitu -30°C sedangkan temperatur dengan beban mengalami penurunan yaitu dengan beban 5 botol mendapat -10°C , dengan beban 10 botol mendapat -6°C , dengan beban 15 botol mendapat -5°C , dan dengan beban 20 botol mendapat -4°C . Dalam rentang waktu yang sama yaitu 120 menit.

Kata kunci : sistem refrigerasi, temperatur, *cascade*, COP

INFLUENCE OF LOADING ON THE SIMULATION OF THE CASCADE REFRIGERATION SYSTEM

ABSTRACT

The cascade refrigeration system is a vapor compression refrigeration system consisting of two or more refrigeration cycles, at the first level it is usually called a high stage circuit while at the second level it is called a low stage circuit.

In testing this cascade refrigeration system, data were collected in the form of: pressure, temperature, current, voltage and other variables. After doing the test, the result data will be compared with no load and with a load, while the variables being compared are the temperature achieved with and without load and COP system refrigeration cascade.

The test results show that the effect of load on system performance gets a difference, where the no-load temperature is reached, namely -30°C while the temperature with load has decreased, namely with a load of 5 bottles it gets -10°C , with a load of 10 bottles it gets -6°C , with a load of 15 bottles gets -5°C , and with a load of 20 bottles gets -4°C . In the same time span of 120 minutes.

keywords : *refrigeration system, temperature, cascade, COP*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Pembebanan Pada Simulasi Sistem Refrigerasi Cascade” tepat pada waktunya. Penyusunan Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari pada pembuatan Proyek Akhir ini ditemukan banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis berharap kritik dan saran dari pembaca sebagai pelajaran bagi penulis agar dapat menyempurnakan karya-karya ilmiah lainnya yang di masa yang akan datang.

Badung, 29 Agustus 2022

I Kadek Edi Kurniawan

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan umum	2
1.4.2 Tujuan khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.5.1 Bagi penulis.....	3
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	3
1.5.3 Bagi masyarakat	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian Refrigerasi	4

2.2	Komponen Utama Pada Sistem Refrigerasi	4
2.2.1	Kompresor	4
2.2.2	Kondensor	5
2.2.3	Alat Ekspansi	5
2.2.4	Evaporator	6
2.3	Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.....	6
2.3.1	Efek refrigerasi.....	8
2.3.2	Kerja kompresi	8
2.3.3	COP (<i>Coefficient of Performance</i>)	9
2.4	Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	9
2.4.1	Efek Refrigerasi Low Stage (ERLS).....	10
2.4.2	Kerja Kompresi Low Stage (WKLS) & High Stage (WKHS).....	11
2.4.3	COP (<i>Coefficient of Performance</i>).....	11
2.5	Komponen Pada Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	12
2.5.1	Komponen utama	12
2.5.2	Komponen tambahan pada sistem refrigerasi <i>cascade</i>	14
2.6	Refrigeran Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	16
BAB III METODE PENELITIAN		17
3.1	Jenis Penelitian.....	17
3.1.1	Spesifikasi alat	17
3.2	Alur Penelitian	19
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	20
3.4	Penentuan Sumber Data	20
3.5	Sumber Daya Penelitian.....	20
3.6	Instrumen Penelitian.....	21
3.7	Prosedur Penelitian.....	24
3.7.1	Langkah persiapan	24
3.7.2	Langkah pengambilan data	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26

4.1	Data Hasil Penelitian.....	26
4.1.1	Data hasil pengujian pada <i>high stage circuit</i>	27
4.1.2	Data hasil pengujian pada <i>low stage circuit</i>	28
4.1.3	Data hasil pengujian variabel lainnya	29
4.1.4	Data hasil pengujian <i>high stage circuit</i>	30
4.1.5	Data hasil pengujian <i>low stage circuit</i>	31
4.1.6	Data hasil pengujian variabel lainnya	32
4.1.7	Data hasil pengujian <i>high stage circuit</i>	33
4.1.8	Data hasil pengujian <i>low stage circuit</i>	34
4.1.9	Data hasil pengujian variabel lainnya	35
4.1.10	Data hasil pengujian <i>high stage circuit</i>	36
4.1.11	Data hasil pengujian <i>low stage circuit</i>	37
4.1.12	Data hasil pengujian variabel lainnya	38
4.1.13	Data hasil pengujian <i>high stage circuit</i>	39
4.1.14	Data hasil pengujian <i>low stage circuit</i>	40
4.1.15	Data hasil pengujian variabel lainnya	41
4.2	Pengolahan Data.....	42
4.2.1	Menghitung performansi pada sistem <i>high stage circuit</i>	42
4.2.2	Menghitung performansi pada sistem <i>low stage circuit</i>	44
4.2.3	Tabel hasil pengolahan data	46
4.2.4	Menghitung performansi pada sistem <i>cascade 2 tingkat</i>	56
4.3	Pembahasan.....	62
4.3.1	Grafik temperatur di dalam <i>box</i>	62
4.3.2	Grafik rata-rata COP	66
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran.....	67
	DAFTAR PUSTAKA	68
	LAMPIRAN	69

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi pada kompresor <i>low stage</i>	18
Tabel 3.2 Spesifikasi kompresor <i>high stage</i>	18
Tabel 3.3 Jadwal Penelitian Proyek Akhir	20
Tabel 4.1 Data hasil pengujian tanpa beban <i>high stage circuit</i>	27
Tabel 4.2 Data hasil pengujian tanpa beban <i>low stage circuit</i>	28
Tabel 4.3 Data hasil pengujian variabel lainnya	29
Tabel 4.4 Data hasil pengujian dengan beban 5 botol pada <i>high stage circuit</i>	30
Tabel 4.5 Data hasil pengujian dengan beban 5 botol pada <i>low stage circuit</i>	31
Tabel 4.6 Data hasil pengujian dengan beban 5 botol variabel lainnya.....	32
Tabel 4.7 Data hasil pengujian dengan beban 10 botol pada <i>high stage circuit</i> ...	33
Tabel 4.8 Data hasil pengujian dengan beban 10 botol pada <i>low stage circuit</i>	34
Tabel 4.9 Data hasil pengujian dengan beban 10 botol variabel lainnya.....	35
Tabel 4.10 Data hasil pengujian dengan beban 15 botol pada <i>high stage circuit</i> ..	36
Tabel 4.11 Data hasil pengujian dengan beban 15 botol pada <i>low stage circuit</i>	37
Tabel 4.12 Data hasil pengujian dengan beban 15 botol variabel lainnya.....	38
Tabel 4.13 Data hasil pengujian dengan beban 20 botol pada <i>high stage circuit</i> ..	39
Tabel 4.14 Data hasil pengujian dengan beban 20 botol pada <i>low stage circuit</i> ..	40
Tabel 4.15 Data hasil pengujian dengan beban 20 botol variabel lainnya.....	41
Tabel 4.16 Data hasil perhitungan <i>high stage</i> tanpa beban.....	46
Tabel 4.17 Data hasil perhitungan <i>low stage</i> tanpa beban	47
Tabel 4.18 Data hasil perhitungan <i>high stage</i> dengan beban 5 botol.....	48
Tabel 4.19 Data hasil perhitungan <i>low stage</i> dengan beban 5 botol	49
Tabel 4.20 Data hasil pengujian <i>high stage</i> dengan beban 10 botol.....	50
Tabel 4.21 Data hasil pengujian <i>low stage</i> dengan beban 10 botol	51
Tabel 4.22 Data hasil pengujian <i>high stage</i> dengan beban 15 botol.....	52
Tabel 4.23 Data hasil perhitungan <i>low stage</i> dengan beban 15 botol	53
Tabel 4.24 Data hasil perhitungan <i>high stage</i> dengan beban 20 botol.....	54
Tabel 4.25 Data hasil perhitungan <i>low stage</i> dengan beban 20 botol	55
Tabel 4.26 Data hasil perhitungan cop <i>cascade</i> 2 tingkat tanpa beban	57
Tabel 4.27 Data hasil perhitungan cop <i>cascade</i> 2 tingkat dengan beban 5 botol ..	58
Tabel 4.28 Data hasil perhitungan cop <i>cascade</i> 2 tingkat dengan beban 10 botol	59
Tabel 4.29 Data hasil perhitungan cop <i>cascade</i> 2 tingkat dengan beban 15 botol	60

Tabel 4.30 Data hasil perhitungan cop *cascade* 2 tingkat dengan beban 20 botol61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kompresor	5
Gambar 2.2 Kondensor	5
Gambar 2.3 Alat Ekspansi	6
Gambar 2.4 Evaporator	6
Gambar 2.5 Diagram Siklus Kompresi Uap	7
Gambar 2.6 Diagram P-h Siklus Kompresi Uap.....	8
Gambar 2.7 Sistem Kompresi Uap <i>Cascade</i>	9
Gambar 2.8 Diagram P-h Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	10
Gambar 2.9 Kompresor <i>Hermetic</i>	12
Gambar 2.10 <i>Air Cooled Condenser</i>	13
Gambar 2.11 Pipa Kapiler.....	14
Gambar 2.12 Evaporator <i>Fin and Tube</i>	14
Gambar 2.13 <i>Condenser Cascade (Heat Exchanger)</i>	15
Gambar 2.14 <i>Pressure Gauge</i>	15
Gambar 2.15 <i>Filter Drier</i>	15
Gambar 2.16 <i>Shut-Off Valve</i>	15
Gambar 3.1 Alat Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	17
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	19
Gambar 3.3 <i>Thermocouple</i>	21
Gambar 3.4 <i>Display Temperature</i>	21
Gambar 3.5 <i>Stopwatch</i>	22
Gambar 3.6 <i>Manifold Gauge</i>	22
Gambar 3.7 Tang Amper.....	22
Gambar 3.8 <i>Pressure Gauge</i>	23
Gambar 3.9 <i>Display Temperature</i>	23

Gambar 3.10 Penempatan Alat Ukur Pada Sistem Refrigerasi <i>Cascade</i>	25
Gambar 4.1 Enthalpy sistem <i>high stage</i> yang diperoleh dari <i>software coolpack</i>	43
Gambar 4.2 Enthalpy sistem <i>low stage</i> yang diperoleh dari <i>software coolpack</i>	45
Gambar 4.3 Grafik temperatur di dalam <i>box</i> tanpa beban	62
Gambar 4.4 Grafik temperatur di dalam <i>box</i> dengan beban 5 botol	62
Gambar 4.5 Grafik temperatur di dalam <i>box</i> dengan beban 10 botol	63
Gambar 4.6 Grafik temperatur di dalam <i>box</i> dengan beban 15 botol	64
Gambar 4.7 Grafik temperatur di dalam <i>box</i> dengan beban 20 botol	64
Gambar 4.8 Grafik temperatur di dalam <i>box</i> dengan dan tanpa beban	65
Gambar 4.9 Grafik rata-rata COP	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sistem refrigerasi telah memainkan peranan yang sangat penting saat ini. Hal ini terlihat dari semakin banyaknya penggunaan sistem ini baik di industri maupun di rumah tangga. Khususnya dalam perindustrian, mesin refrigerasi memang sangat dibutuhkan untuk menyimpan atau mengawetkan berbagai bahan atau produk yang memerlukan temperatur yang sangat rendah.

Untuk menyimpan atau mengawetkan bahan-bahan tersebut salah satu sistem yang digunakan pada industri adalah sistem refrigerasi *cascade*. Sistem ini dapat mencapai temperatur evaporasi sangat rendah. Kelebihan menggunakan sistem refrigerasi *cascade*, pendinginan suatu bahan yang membutuhkan suhu rendah dapat dipenuhi tanpa harus menggunakan mesin dengan kapasitas yang besar.

Pada simulasi sistem refrigerasi *cascade* yang berada di Politeknik Negeri Bali diperlukannya pengujian sistem agar diketahui pengaruh beban terhadap kinerja sistem.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Temperatur yang bisa dicapai mesin dengan dan tanpa beban ?.
2. Bagaimana performansi (COP) dari sistem refrigerasi *cascade* ?.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penulisan proyek akhir ini hanya di batasi permasalahannya pada pengujian pembebanan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan proyek akhir “ Pengaruh pembebanan pada simulasi sistem refrigerasi *cascade*” dapat dijelaskan secara umum dan secara khusus.

1.4.1 Tujuan umum

Untuk tujuan penulisan proyek akhir ini yang dapat di jelaskan secara umum bertujuan untuk:

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

Untuk tujuan penulisan proyek akhir ini dapat dijelaskan secara khusus bertujuan untuk:

1.Untuk mengetahui temperatur yang bisa dicapai mesin dengan beban dan tanpa beban.

2.Mengetahui performansi (COP) dari sistem refrigerasi *cascade*.

1.5 Manfaat Penelitian

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

1.5.1 Bagi penulis

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan bagi penulis tentang sistem refrigerasi *cascade*.
2. Dengan adanya penelitian ini penulis dapat menerapkan ilmu yang telah dipelajari selama mengikuti pelajaran di Politeknik Negeri Bali khususnya Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

1. Menambah koleksi bacaan dan dapat dipergunakan sebagai acuan bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali.
2. Hasil pengujian ini nantinya diharapkan dapat menambah wawasan bagi mahasiswa jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.

1.5.3 Bagi masyarakat

1. Agar masyarakat mengetahui mesin refrigerasi *cascade* secara umum.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pembebanan yang telah dilakukan pada simulasi sistem refrigerasi *cascade*. Penulis menyimpulkan :

Temperatur yang bisa dicapai tanpa beban adalah -30°C , dengan beban 5 botol adalah -10°C , dengan beban 10 botol adalah -6°C , dengan beban 15 botol adalah -5°C , dan dengan beban 20 botol adalah -4°C dengan waktu 120 menit.

COP (*Coefficient of performance*) pada simulasi sistem refrigerasi *cascade* dari hasil rata rata adalah. Tanpa beban pada *high stage* 3,70 pada *low stage* 4,20, dengan beban 5 botol pada *high stage* 3,69 pada *low stage* 3,80, dengan beban 10 botol pada *high stage* 3,65 pada *low stage* 4,09, dengan beban 15 botol pada *high stage* 3,63 pada *low stage* 4,08, dengan beban 20 botol pada *high stage* 3,62 pada *low stage* 4,09

5.2 Saran

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan penulis menyarankan dalam melakukan penelitian diharapkan mengikuti semua prosedur atau langkah kerja yang telah dibuat sebelumnya, serta penggunaan alat ukur harus dalam kondisi yang baik sehingga data yang didapatkan akan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, K. 2010. Efek beban pendingin terhadap performa sistem mesin pendingin. SMARTek, 8(3). Diakses pada tanggal 1 Februari 2022
- Gregoriusagung, 2010. Mesin Pendingin Siklus Kompresi Uap. Terdapat pada: <https://gregoriusagung.wordpress.com/2010/12/11/mesin-pendingin-siklus-kompresi-uap/>. Diakses pada tanggal 2 Januari 2022
- Perkasa AD, 2015. Sistem Refrigerasi Cascade. Terdapat pada: <https://media.neliti.com/193478-ID-performansi-sistem-refrigerasi-cascade-m.pdf> Diakses pada tanggal 2 Januari 2022.
- Safitra, A. G., & Putra, A. B. K. 2013. Studi Variasi Beban Pendinginan Di Evaporator Low Stage Sistem Refrigerasi Cascade Menggunakan Heat Exchanger Tipe Concentric Tube Dengan Fluida Kerja Refrigeran Musicool-22 Di High Stage Dan R-404a Di Low Stage. Jurnal Teknik ITS, 2(1), B95-B100. Diakses pada tanggal 2 Januari 2022