

SKRIPSI

**Kajian Esperimental Kinerja Mesin Es Balok Ekspansi
Langsung R-404A Kapasitas 0,7 TR**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KETUT SUPARWIKA

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

SKRIPSI

**Kajian Esperimental Kinerja Mesin Es Balok Ekspansi
Langsung R-404A Kapasitas 0,7 TR**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KETUT SUPARWIKA

NIM. 1815234011

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Kajian Esperimental Kinerja Mesin Es Balok Ekspansi Langsung R-404A Kapasitas 0,7 TR

Oleh

I KETUT SUPARWIKA
NIM. 1815234011

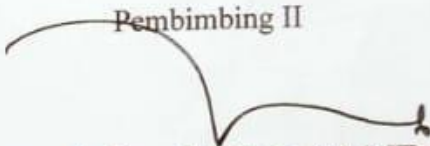
Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan
Program Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I


Prof. Dr. Ir. I Made Rasta, M.Si
NIP. 196506171992031001

Pembimbing II


Achmad Wibolo, ST, MT
NIP.19640501991031002

Disahkan oleh
Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. J. Gede Santosa, M.Erg
196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

Kajian Esperimental Kinerja Mesin Es Balok Ekspansi Langsung R-404A Kapasitas 0,7 TR

Oleh

I KETUT SUPARWIKA

NIM. 1815234011

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

Kamis, 1 september 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan

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

NIP : 198207102014041001

(.....)

Penguji I : Ir. I Made Sugina, MT

NIP : 19670715997021004

(.....)

Penguji II : Dr. M. Yusuf, S.Si, M.Erg

NIP : 197511201999031003

(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : I Ketut Suparwika

NIM : 1815234011

Progam Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul : Kajian Esperimental Kinerja Mesin Es Balok Ekspansi
Langsung R-404A Kapasitas 0,7 TR

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

Badung,
Yang membuat pernyataan



I KETUT SUPARWIKA
1815234011

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan 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 Dr. Made Ery Arsana, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. I Made Rasta, M.Si, selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan
6. Bapak Achmad Wibolo, ST, 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 banyak memberikan masukan serta dukungan kepada penulis.
10. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses menyelesaikan skripsi yang tidak bisa peneliti 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, penelitian atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 1 September 2022
I Ketut Suparwika

ABSTRAK

Es balok merupakan es yang berbentuk balok dengan ukuran dan berat 12-60 kg/ton. Es balok lebih lama mencair dari pada es lain karena bentuknya yang lebih besar jadi sangat bagus untuk mengawetkan ikan. Salah satu yang paling banyak membutuhkan es balok di kalangan nelayan, karena di Indonesia memiliki hasil ikan melimpah. Es balok juga punya beragam manfaat bagi kesehatan diantaranya, meredakan nyeri, panas akibat kulit yang terbakar api atau sinar matahari, sampai menghilangkan mata panda. Es balok bening lebih bagus dari pada es balok yang berwarna susu, karena bagian tengah itu udara pengotor kemurnian air yang ikut membeku.

Mesin es balok menggunakan 2 alat yaitu pompa dan *vibrator motor*, untuk memperbandingkan es balok mana yang lebih baik. Produksi es balok diharapkan bisa mencapai ketebalan 25 cm dalam 3 hari kurang. Kualitas es balok juga sangat penting supaya layak dikonsumsi. Pengambilan data energi dilakukan dengan cara menggunakan alat tang ampere yang di ukur power RST yang masuk ke kompresor di rekam oleh data logger selama 3 hari. Sedangkan, untuk mengukur produksi mesin es balok, dengan menggunakan alat meteran yang di lakukan pengukuran setiap jam selama 3 hari.

Produksi mesin es balok sangat cepat selama 20 jam sudah mencapai ketebalan 10cm, namun semakin tebal es balok semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai ketebalan tersebut. Energi yang dihabiskan hari pertama menghabiskan 37.06 Kwh, hari kedua menghabiskan energi 48.24 Kwh, dan hari terakhir 41.2 Kwh. Jadi total energi yang dikonsumsi adalah 126.5 Kwh. Setelah mesin es balok dihidupkan 5 jam kompresor sudah *cycling*, karena temperatur ruangan sudah tercapai. Oleh karena itu energi mengalami lonjakan yang cukup besar setelah 5 jam dan seterusnya sampai 3 hari waktu pengujiannya. Produksi es balok yang menggunakan alat pompa menghasilkan es balok bening atau kristal, tetapi es balok tidak rata. Sedangkan yang menggunakan alat *vibrator motor* memproduksi es balok cukup bening atau kristal, cuma di atas permukannya yang dibawah belum bening, karena getaran vibrator motor tidak sampai kebawah permukaan es balok. Meskipun energi cukup boros tetapi, kompresor tidak terus hidup. Mengakibat kompresor tidak bekerja berat dan kompresor akan lebih tahan lama dari pada kompresor terus bekerja. Rata-rata mesin es balok mengalami *cycling* selama 6 jam sebanyak 65 kali. Jadi selama 24 jam kompresor mengalami *cycling* sebanyak 260 kali. Jadi dalam 72 jam kompresor hidup selama 33 jam 52 menit dan kompresor mati selama 38 jam 48 menit.

Kata kunci: Mesin es balok, Produksi, Energi, kompresor dan *cycling*.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE PERFORMANC OF THE R-404A DIRECT EXPANSION BLOCK ICE MACHINE WITH A CAPACITY OF 0,7 TR

ABSTRACT

Block ice is ice in the form of blocks with a size and weight of 12-60 kg/ton. Block ice take longer to melt than other types of ice because they are large in size so they are large in size so they are great for preserving fish. One of the most in need of block ice among fishermen, because Indonesia has abundant fish yields. Block ice also have a variety of health benefits, including relieving pain, heat from skin burned by fire or sunlight, to eliminating panda eyes. Clear block ice are better than color milk block ice, because the middle part of the air is the impurity the purity of the water which also freezes.

The block ice machine uses 2 tools namely a pump and a vibrator motor, to compare which block of ice is better. The production of block ice is expected to reach a thickness of 25 cm in less than 3 days. The quality of block ice is also very important to be fit for consumption. Energy data retrieval is done by using a plier ampere which is measured by RST power, which enters the compressor and is recorded by data logger for 3 days. Meanwhile, to measure the production of block ice machines, using a meter that is measured every hour for 3 days.

The production of the ice block machine is very fast for 20 hours it has reached a thickness of 10 cm, but the thicker the block of ice the longer it takes to reach the thickness. The energy consumed on the first day was 37.06 Kwh, the second day spent 48.24 Kwh of energy, and the last day 41.2 Kwh. So the total energy consumed is 126.5 Kwh. After the ice block machine is turned on for 5 hours the compressor is already cycling, because the room temperature has been reached. Therefore the energy experienced a considerable spike after 5 hours and so on until 3 days of testing time. The production of block ice using a pump produces blocks of clear or crystal ice, but the blocks of ice are uneven. While those who use a motor vibrator produce blocks ice that are quite clear or crystal, only the surface underneath is not clear, because the vibrator of the motor vibrator does not reach below the surface of the block ice. Although the energy is quite wasteful but, compressor doesn't keep running. Resulting in the compressor not working hard and the compressor will last longer than the compressor continues to work. The average block ice machine experienced for 6 hours as much as 65 times. So for 24 hours the compressor cycling 260 times. So in 72 hours the compressor is on for 33 hours 52 minutes and the compressor is off for 38 hours 48 minutes.

Keywords: *block ice machine, Production, Energy, compressor and cycling.*

KATA PENGATAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul Kajian Esperimental Kinerja Mesin Es Balok Ekspansi Langsung R-404A Kapasitas 0,7 TR tepat pada waktunya. Penyusun Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas 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 penulis di masa yang akan datang.

Badung, 1 September 2022

I Ketut Suparwika

DAFTAR ISI

Sampul	i
Halaman Judul.....	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Persetujuan.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Abstrak dalam Bahasa Indonesia	vii
Abstrak dalam Bahasa Inggris	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar isi.....	x
Daftar Tabel	xiii
Daftara Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
1.4.1 Tujuan umum.....	2
1.4.2 Tujuan khusus.....	3
1.5 Manfaat	3
BAB II. LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian Refrigerasi.....	4
2.2 Siklus dan Proses Dasar Refrigerasi	5
2.2.1 Proses kompresi.....	5
2.2.2 Proses kondensasi	6
2.2.3 Proses ekspansi	6
2.2.4 Proses evaporasi	7
2.3 Sistem Refrigerasi Dalam P-H Diagram.....	8

2.4 Komponen Utama Siklus Kompresi Uap.....	9
2.5 Pengertian Refrigeran.....	13
2.5.1 Jenis-jenis refrigerant	13
2.5.2 Pengertian refrigeran R-290, R-717, R-22, R410A, R-32 dan R-404A.....	14
2.5.3 Perbedaan jenis-jenis refrigerant	19
2.6 Macam-macam Mesin Pembuat Es.....	20
2.7 Keuntungan Menggunakan Mesin Es Balok.....	23
2.8 Pengertian Produktivitas	24
2.9 Pengertian Energi	24
2.9.1 Perhitungan daya listrik 3 phase.....	25
BAB III. METODE PENELITIAN	26
3.1 Jenis Penelitian.....	26
3.2 Alur Penelitian	29
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	30
3.3.1 Lokasi pembuatan proyek akhir	30
3.3.2 Waktu pembuatan proyek akhir.....	30
3.4 Penentuan Sumber Data	30
3.5 Sumber Daya Penelitian.....	31
3.6 Instrumen Penelitian	31
3.7 Prosedur Penelitian.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil Penelitian	35
4.1.1 Kinerja mesin es balok.....	37
4.1.2 Konsumsi energi mesin es balok.....	38
4.2 Pembahasan.....	39
4.2.1 Data kinerja kompresor	39
4.2.2 Konsumsi energi	42
4.2.3 Produksi mesin es balok.....	45
4.2.4 Kinerja temperature.....	45

BAB V PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Jenis-jenis Refrigeran	19
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan	30
Tabel 4.1 Performance Mesin es balok	35
Tabel 4.2 Konsumsi energi	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skematis Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	8
Gambar 2.2 Sistem Refrigerasi P-H Diagram.....	9
Gambar 2.3 Kompresor	10
Gambar 2.4 Kondensor	10
Gambar 2.5 Evaporator	12
Gambar 2.6 Katup Ekspansi.....	12
Gambar 2.7 Refrigeran R-290.....	15
Gambar 2.8 Refrigeran R-717.....	16
Gambar 2.9 Refrigeran R-22.....	16
Gambar 2.10 Refrigeran R-410A.....	17
Gambar 2.11 Refrigeran R-32.....	18
Gambar 2. 12 Refrigeran R-404A.....	19
Gambar 2.13 Brine System	21
Gambar 2.14 Direct System	21
Gambar 2.15 Tube Ice Machine.....	22
Gambar 2.16 Flake Ice Machine	22
Gambar 3.1 Mesin es balok.....	26
Gambar 3.2 Sistem kelistrikan	27
Gambar 3.3 Diagram Alur Penelitian.....	29
Gambar 3.4 Thermocouple.....	32
Gambar 3.5 Power Meter	32
Gambar 3.6 Tang Ampere.....	33
Gambar 4.1 Grafik kinerja kompresor selama 3 hari.....	40
Gambar 4.2 Grafik kinerja kompresor hari ke 1	40
Gambar 4.3 Grafik kinerja kompresor selama 12 jam	41
Gambar 4.4 Grafik kinerja kompresor dari 12 jam sampai 24 jam.....	41
Gambar 4.5 Grafik kinerja kompresor hari ke 2	42
Gambar 4.6Grafik kinerja kompresor dari 12 jam hari ke 2.....	42
Gambar 4.7 Grafik kinerja kompresor dari 36 jam sampai 48 jam hari ke 2	43

Gambar 4.8 Grafik kinerja kompresor hari ke 3	43
Gambar 4.9 Grafik kinerja kompresor 12 jam hari ke 3	43
Gambar 4.10 Grafik kinerja kompresor dari 60 jam hingga 72 jam	44
Gambar 4.11 Grafik konsumsi energi	44
Gambar 4.12 Grafik produksi mesin es balok.....	45
Gambar 4.13 Hasil es balok menggunakan alat vibrator motor.....	45
Gambar 4.14 Hasil es balok menggunakan alat pompa	46
Gambar 4.15 PH Diagram.....	47

DAFTAR LAMPARIN

Lampiran Dosen Pembimbing I
Lampiran Dosen Pembimbing II

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan di era globalisasi zaman sekarang teknologi di bidang refrigerasi ini semakin pesat di kalangan industri. Perikanan sebagai suatu kegiatan ekonomi usaha manusia memanfaatkan sumber daya alam biologi perikanan dengan cara menerapkan kaidah teknologi secara ekonomis untuk mencapai kesejahteraan manusia melalui produksi hasil perikanan. Ikan adalah salah satu jenis pangan yang paling cepat membusuk. Kecepatan ikan membusuk terutama sangat dipengaruhi oleh suhu. Es balok digunakan secara luas mulai dari pengawetan ikan oleh para nelayan. Es balok banyak digunakan ditempat perikanan dan diwarung-warung kecil. Semua kalangan masyarakat tentu saja sudah mengenal es balok. Es balok juga dapat digunakan untuk pengawetan buah-buahan, hiasan patung es, sampai di jual ke penjaja es di pinggir jalan.

Es balok merupakan salah satu bentuk es batu yang memiliki banyak ukuran dan biasanya digunakan untuk mengawetkan dengan metode es batu, daging dan minuman-minuman. Es batu balok tidak disarankan untuk digunakan dalam pencampuran makanan karena es batu balok dikhususkan untuk mendinginkan dan mengawetkan makanan. Dengan adanya es balok, dapat mendinginkan dan mengawetkan makanan dan minuman secara alami, bahkan hemat energi.

Ikan merupakan komoditas yang mudah dan cepat membusuk, sehingga ikan memerlukan penanganan yang cepat dan cermat dalam upaya mempertahankan mutunya sejak ikan diangkat dari air. Pada umumnya ikan segar didistribusikan kepada masyarakat menggunakan es sebagai bahan pengawetnya. Hasil laut seperti ikan, udang, kerang, kepiting, cumi-cumi dan sebagainya mudah mengalami pembusukan. Pembusukan yang terjadi dapat disebabkan oleh kerja enzim yang ada di dalam bahan pangan tersebut serta oleh aktivitas mikroorganisme pencemaran. Refrigerasi adalah suatu kegiatan produksi dan

pemeliharaan tingkat suhu dari suatu bahan atau ruangan pada tingkat yang lebih rendah dari pada suhu lingkungan atau atmosfer sekitarnya dengan cara penarikan atau penyerapan panas dari bahan atau ruangan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan ruang lingkup permasalahan di atas maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana konsumsi energi sistem ekspansi langsung mesin es balok dengan refrigeran R-404A kapasitas 0,7 TR?
2. Bagaimana unjuk kerja temperatur sistem ekspansi langsung mesin es balok dengan refrigeran R-404A kapasitas 0,7 TR?

1.3 Batasan Masalah

Adanya batasan masalah, agar pembahasan lebih jelas seperti yang dijelaskan nantinya. Dalam tugas akhir ini penulis memberi batasan masalah pada pembahasan sebagai berikut :

1. Perhitungan konsumsi energi sistem ekspansi langsung mesin es balok dengan refrigerant R-404A kapasitas 0,7 TR
2. Perhitungan cop temperatur sistem ekspansi langsung mesin es balok dengan refrigerasi R-404A kapasitas 0,7 TR

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian kajian esperimental kinerja energi dan produktivitas mesin es balok ekspansi langsung R-404A kapasitas 0,7 TR, adalah sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari proyek akhir ini sebagai berikut:

1. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program studi serjana terapan teknologi rekayasa utilitas pada jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Menguji dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah di peroleh selama bangku perkuliahan di Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari proyek akhir ini sebagai berikut:

1. Mengetahui cara menghitung energi mesin es balok ekspansi langsung R-404A kapasitas 0,7 TR
2. Mengetahui permasalahan temperatur mesin es balok ekspansi langsung R-404A kapasitas 0,7 TR

1.5 Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat dalam penelitian ini yaitu:

1. Proses pembuatan es balok akan semakin cepat karena penggunaan mesin es balok.
2. Sebagai pengawet kesegaran ikan, buah-buahan, sayur, hiasan patung es, sampai digunakan untuk mendinginkan minuman.
3. Dengan menggunakan R-404A baik digunakan karena refrigeran ini ramah lingkungan.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pengujian alat mesin serta sekripsi ini yang berjudul Kajian Experimental Kinerja Mesin Es Balok Ekspansi Langsung R-404A Kapasitas 0,7 TR, maka dapat di simpulkan yaitu:

- 1) Hari pertama menghabiskan energi 37.06 Kwh, hari kedua menghabiskan energi 48.24 Kwh, dan hari terakhir 41.2 Kwh. Jadi total konsumsi energi mesin es balok yang dikonsumsi 126.5 Kwh. Jika 1 kwh PLN adalah Rp. 1.467,00. Total biaya energi mesin es balok $126.5 \times 1.467,00 = \text{Rp } 184.842,00$.
- 2) Hasil dari pengujian COP pada mesin es balok adalah 9.71.

5.2 Saran

Adapun saran yang penulis ingin sampaikan berkenan dengan proses pengujian dan beberapa kendala yang dihadapi dapat dijabarkan sebagai berikut:

- 1). Hasil pengujian menunjukkan bahwa, seringkali *cycling* mesin es balok kerana suhu ruangan sudah tercapai -18°c sangat tidak bagus bagi konsumsi energi karena pada saat start energi mengalami kenaikan yang cukup besar.
- 2). Dari hasil pengujian alat dengan menggunakan alat pompa dan *vibrator motor* bahwa es yang lebih bening atau kristal di hasilkan adalah dengan menggunakan alat pompa.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung P. 2020. *Fungsi Tang Ampere*. <https://serviceacjogja.pro/fungsi-tang-ampere/>. 16-april-2020.
- Allimughni11 writer. 2021. *Thermocouple adalah: Pengertian, Fungsi, Prinsip Kerja dan Jenisnya*. <https://caramesin.com/thermocouple-adalah/>. 12-oktober-2021.
- Ayu rifka sito resmi. 2021. *Pengertian energi, Fungsi, jenis-jenis, dan sumbernya yang perlu dipahami*. <http://m.liputan6.com/hot/read/4730141/pengertian-energi-fungsi-jenis-jenis-dan-sumbernya-yang-perlu-dipahami>. 07 Desember 2021.
- Bintare Uumbu Kabau Puay. 2013. *Sistem Refrigerasi Dalam Pembuatan Balok Es di Pabrik Es PT Elvata Kelurahan Fatubesi*. <https://id.scribd.com/document/363188947/Laporan-Praktek-Kerja-Lapang-Sistem-Refrigerasi-Dalam-Pembuatan-Balok-Es-di-Pabrik-Es-PT-Elvata-Kelurahan-Fatubesi>.
- Blog latest news. 2021. *Kompresor sentrifugal*. <https://www.aeroengineering.co.id/2021/04/kompresor-sentrifugal-centrifugal-compressor/>
- Chillerstory. 2020. *Sistem refrigerasi dalam P-h diagram*. <https://chillerstory.id/2020/10/08/sistem-refrigerasi-dalam-p-h-diagram/>. 8-10-2020.
- Humasptpn1. 2018. *Pengertian Produktivitas dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas*. <http://ptpn1.co.id/artikel/pengertian-produktivitas-dan-faktor-faktor-yang-mempengaruhi-produktivitas>. 5-september-2018.
- I Nyoman Suamir. 2017. *Modul 2 Buku Ajar RAC – Refrigerasi dan Tata Udara Dasar*.
- Jurnal Izza Ali Raja Siregar, Azridjal Aziz, Rahmat Iman Mainil. *Pengaruh katup ekspansi termostatik dan pipa kapiler terhadap temperature dan tekanan pada mesin pendinginan siklus kompresi uap menggunakan refrigerant HCR-134A*.
- Jurnal Tri Ayodha Ajiwiguna. 2019. *Diagram P-h*. https://polaris-water-heater-5.blogspot.com/2019/06/diagram-p-h-tekanan-vs-entalpi_14.html. 14 juni 2019.
- Kalisa. 2021. *Ramah lingkungan: pengertian, upaya, hingga contoh*. <https://www.mustikaland.co.id/news/ramah-lingkungan-pengertian-upaya-hingga-contoh/>. 31 mei 2021.

- Moses Mico Blog. 2013. *Jenis-jenis Kompresor*.
<https://mosesgan.blogspot.com/2013/09/jenis-jenis-kompresor.html?m=1>. 6-september 2013.
- Padma. 2019. *Macam-macam Mesin Pembuat Es*
<https://www.dinginaja.com/2019/02/jenis-jenis-mesin-pembuat-es.html?m=1>. 1 Pebruari 2019.
- Pernak pernik seputaran otomotif. *Katup ekspansi valve*. 2008.
<https://autobliz.wordpress.com/2008/05/22/katup-ekspansi-valve/amp/>. 22 mei 2008.
- Polarin. 2018. *Apa itu Freon AC*. <https://polarin.co.id/apa-itu-freon-ac-r22/>. 4-agustus-2018.
- Proses industri. 2017. *Pengetahuan Mengenal kompresor recopating*.
<https://www.prosesindustri.com/2017/01/menganal-kompresor-reciprocating-satu-tahap-dan-multistage.html?m=1>. 13 januari 2017
- Proses industri. *Kondensor dan prinsip kerjanya*. 2015.
<https://www.prosesindustri.com/2015/01/kondensor-dan-prinsip-kerjanya.html?m=1>. 20 januari 2015.
- Pt bina Indonesia. 2020. *Cara menghitung daya listrik 3 phase dengan mudah*.
<https://www.binaindojaya.com/cara-menghitung-daya-listrik-3-phase-dengan-mudah>. 25 September2020.
- Sonic ac jogja. 2015. *Perbandingan Freon R32, R22, R410A dan R290*.
<https://www.sonicacjogja.com/2015/06/perban.html?m=1>. 30-juni-2015.
- Vincens Brian Ardatama. Tahun 2018. *Skripsi Karekteristik Mesin Pendingin Kompresi Uap untuk Pengkondisian Udara Jenasah Dengan Kipas dan Tanpa Kipas Pendingin Kondensor*.
- Xiamen Yuda. 2019. *Bagaimana Membedakan Karakteristik Dan Suhu Refrigeran R407C ,, Refrigeran R290, Dan Refrigeran R717 (ammonia)?*.
<http://id.fluorined-chemical.com/news/how-to-distinguish-the-characteristics-and-tem-26440798.html> diakses pada tanggal 10 januari 2022
- Xiamen Yuda. 2019. *Perbandingan kinerja antara refrigeran R290 dan refrigerant R22*. Terdapat pada : <http://id.fluorined-chemical.com/news/performance-comparison-between-refrigerant-r-23357094.html> diakses pada tanggal 10 januari 2022