

SKRIPSI

**KAJI EKSPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN
ALAT PEMBUAT ES BATU MENGGUNAKAN
KATUP AC SPLIT**



DITA OVIANDA HELVIANSIA

03051182025006

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

KAJI EKSPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN ALAT PEMBUAT ES BATU MENGGUNAKAN KATUP AC SPLIT

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



DITA OVIANDA HELVIANSIA

03051182025006

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

KAJI EKSPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN ALAT PEMBUAT ES BATU MENGGUNAKAN KATUP AC SPLIT

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

DITA OVIANDA HELVIANSKA

03051182025006

Pelembang, 05 Juni 2024

**Diperiksa dan Disetujui Oleh
Pembimbing**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D. .
NIP. 197112251997021001



Prof. Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T.
NIP. 19600528 198903 1 002

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Agenda No.

: 100 / TM / Ak / 2024

Diterima Tanggal

: 20 Juni 2024

Paraf

: 

SKRIPSI

NAMA : DITA OVIANDA HELVIANSIA
NIM : 03051182025006
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : KAJI EKSPERIMENTAL SISTEM
PENDINGIN ALAT PEMBUAT ES BATU
MENGUNAKAN KATUP AC SPLIT
DIBUAT TANGGAL : 18 MEI 2023
SELESAI TANGGAL : 10 MEI 2024

Indralaya, 05 Juni 2024

Mengetahui,


Ketua Jurusan Teknik Mesin

**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D.).
NIP. 197112251997021001**

**Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi**



**Prof. Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T,
NIP. 196005281989031002**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Kaji Eksperimental Sistem Pendingin Alat Pembuat Es batu Menggunakan Katup AC Split ” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Mei 2024.

Palembang, 05 Juni 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

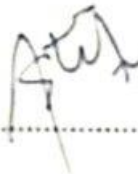
1. Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph.D
NIP. 195606041986021001



(.....)

Sekretaris :

2. Dr. Astuti, S.T, M.T.
NIP. 197210081998022001



(.....)

Anggota :

3. Prof. Dr. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D
NIP. 195802011984031002



Palembang, 05 Juni 2024

Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001



Prof. Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T,
NIP. 196005281989031002

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillahirobbilalamin puji syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan Rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat beserta salam kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam, yang telah menuntun kita dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang.

Skripsi yang berjudul “Kaji Eksperimental Sistem Pendingin Alat Pembuat Es batu Menggunakan Modifikasi Katup AC Split” Universitas Sriwijaya, disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa penuh terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penulisan ini, Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. IPP. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Gunawan, S.T., M.Eng. selaku Pembina Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Prof. Dr. Ir. H. Irwin Bizzy, M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi serta Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak sekali memberikan arahan, saran serta nasihat dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.

Seluruh tenaga pendidik dan kependidikan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu dan pelajaran yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.

Bapak Eli Marhansa dan Ibu Heli Asni yang telah mendidik dan merawat saya dengan penuh kasih sayang, serta saudara kandung Prita Andari Helviasni, Ogi Dwipa Helviansa dan Elsa Viona Helviasni yang penulis cintai dan sayangi.

Seluruh Sahabat penulis di lingkungan rumah, sekolah, dan perkuliahan terkhusus rekan-rekan Teknik Mesin 2020 yang selalu menemani penulis dan memberikan semangat untuk menyelesaikan masa perkuliahan.

Seluruh pihak yang telah mendukung penulis dalam pembuatan skripsi ini dan seseorang yang telah banyak ikut serta dalam menyemangati penulis dalam hal apapun terimakasih Tiara Permata Sari. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa di sebutkan satu persatu.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapat berkah dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan wawasan penulis. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini akan sangat membantu. Akhirkata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Palembang, 05 Juni 2024



Dita Ovianda Helviansa
NIM.01551182025006

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dita Ovianda Helviansa

NIM : 03051182025006

Judul : Kaji Ekperimental Sistem Pendingin Alat Pembuat Es Batu
Menggunakan Katup AC Split

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 05 Juni 2024



Dita Ovianda Helviansa
NIM. 03051182025006

HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dita Ovianda Helviansa

NIM : 03051182025006

Judul : Kaji Ekperimental Sistem Pendingin Alat Pembuat Es Batu
Menggunakan Katup AC Split

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 05 juni 2024



Dita ovianda Helviansa
NIM. 03051182025006

RINGKASAN

KAJI EKSPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN ALAT PEMBUAT BALOK ES MENGGUNAKAN KATUP AC SPLIT

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 05 Juni 2024

Dita Ovianda helviansa, dibimbing oleh Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T.

xxxv + 75 halaman, 8 tabel, 33 gambar, 4 lampiran

RINGKASAN

AC split adalah sistem pendingin udara yang biasanya banyak digunakan pada ruangan berukuran kecil, sistem pendingin ini di rancang cukup sederhana terdiri dari peralatan indoor, outdoor, kompresor, dan alat ekspansi (Hajidavalloo, 2007). Dalam penerapan sistem refrigerasi yang paling mendasar pemanfaatan sistem pendingin salah satunya pembuatan es batu, contohnya pada bidang domestik misalnya seperti kulkas, freezer, dan AC. Sedangkan dalam bidang industri salah satunya pada produksi es batu, yang dimana nantinya akan di manfaatkan untuk mengawetkan makanan dan minuman. Dalam hal ini pembuatan sistem pendingin alat pembuat es batu bertujuan untuk memudahkan masyarakat kalangan menengah kebawah yang bergerak pada beberapa bidang yang membutuhkan batu es dengan jumlah yang cukup besar dengan harga yang masih terjangkau (Jilan dkk., 2021). Setiap peralatan memiliki umur pakai tertentu. Demikian pula pada peralatan AC split. Peralatan AC split yang sudah tidak digunakan dapat di manfaatkan kembali dengan cara memodifikasinya. Salah satunya, AC split bekas dapat dimodifikasi untuk pembuatan es batu dengan memanfaatkan indoor AC split sebagai media penghasil es batu. Untuk itu, maka akan di lakukan penelitian yang berjudul “Kaji Eksperimental Sistem Pendingin Alat Pembuat Es batu Menggunakan Katup AC Split”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental (experimental research). Dengan melakukan pengamatan secara langsung untuk memperoleh data hasil dari eksperimen yang di lakukan. Selanjutnya, melakukan studi literatur mencoba untuk menelaah dan mengumpulkan dari data-data yang terdahulu guna mendukung penelitian terkait. Dengan membuat kotak pembuat es batu dengan

menggunakan modifikasi katup ekspansi pada AC split. Pada saat proses pendinginan berlangsung akan diukur temperatur dan tekanan pada beberapa titik. Temperatur dan tekanan dari refrigeran akan diukur pada empat titik yaitu, pada panas yang diserap oleh evaporator (T_1, P_1), kerja kompresor (T_2, P_2), panas yang di lepaskan kondensator (T_3, P_3) dan katup ekspansi (T_4, P_4) dengan menggunakan alat ukur temperatur gauge dan pressure gauge. Pada saat proses pembekuan terjadi akan diukur temperatur pada lima titik dalam kotak pendingin yaitu, terdapat 5 titik T_5, T_6, T_7, T_8 , dan T_9 yaitu temperatur masing-masing pada setiap sudut kotak pendingin, pengukuran temperatur akan dilakukan setiap 20 menit dalam sekali percobaan, pembagian waktu ini bergantung pada lama proses pembekuan berlangsung sampai es batu membeku secara merata. Pengujian dilakukan pada kondisi temperatur lingkungan rata-rata 29°C dalam ruangan yang tertutup dan tidak menggunakan AC (Air Conditioner) mengabaikan pengaruh temperatur udara atmosfer. Katup ekspansi yang digunakan 1 (Satu) unit dan memiliki 3 (Tiga) jenis bukaan masing-masing dengan spesifikasi berdasarkan ukuran diameter pipa kapiler, yaitu bukaan 50% dengan diameter (0,54 mm), bukaan katup 70% dengan diameter (0,70 mm), dan bukaan katup sebesar 100% dengan diameter (0,80 mm). Pada saat pengambilan data pada setiap diameter bukaan katup nilai besar arus listrik pada mesin pendingin sebesar 1,9A dan tegangan listrik yang dihubungkan ke sistem pendingin sebesar 205 Volt dengan temperatur ruangan 25°C dalam keadaan tidak ada sistem pendingin (AC). Besaran kerja input ke kompresor dari masing-masing bukaan pada katup ekspansi berubah-ubah, pada bukaan 50% dengan nilai 0,394 kW, pada bukaan 70% dengan nilai 390 kW dan pada bukaan 100% dengan nilai 386 kW. Besar panas yang dilepaskan oleh kondensator (Q_{out}) terendah berada pada bukaan ekspansi sebesar 100% atau dengan ukuran diameter pipa kapiler 0,80 mm yaitu 2,161 kW dan tertinggi berada pada jenis bukaan katup ekspansi 50% atau dengan ukuran diameter pipa kapiler sebesar 0,54 mm sebesar 2,383 kW. Besaran uap panas yang diserap oleh evaporator (Q_{in}) dengan masing-masing jenis bukaan katup ekspansi memperlihatkan titik terendah berada pada bukaan ekspansi sebesar 100% atau dengan diameter pipa kapiler 0,80 mm yaitu sebesar 1,774 kW dan tertinggi berada pada jenis bukaan katup ekspansi 50%

atau dengan ukuran diameter pipa kapiler sebesar 0,54 mm sebesar 1,989 kW. Temperatur rata-rata air garam dari beberapa titik pada kotak pendingin yang diukur terdapat lima titik yaitu T_5 , T_6 , T_7 , T_8 dan T_9 pada masing-masing jenis bukaan katup dari waktu ke waktu. Dapat dilihat pada bukaan katup ekspansi 50% (0,54 mm) dari temperatur air garam awal $22,2^{\circ}\text{C}$ dan setelah 120 menit sampai es batu membeku dengan merata temperatur air garam mencapai $-4,1^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada kedua jenis bukaan katup ekspansi lainnya dalam kurun waktu 120 menit pada bukaan 70% (0,70 mm) es batu belum membeku secara merata temperatur nya hanya mencapai -1°C dari temperatur awal $22,2^{\circ}\text{C}$ dan pada bukaan katup ekspansi 100% (0,80 mm) dalam kurun waktu 120 menit es batu belum sama sekali belum membeku temperatur hanya mencapai $9,9^{\circ}\text{C}$ dari temperatur air garam awal sebesar $22,2^{\circ}\text{C}$, dengan demikian sistem pendingin pembuat es batu bekerja paling efisien yaitu pada bukaan katup ekspansi 50% (0,54 mm). Coefficient of Performance (COP) nilai efisiensi kerja paling tinggi yaitu pada bukaan katup ekspansi 50% sebesar 5,048 dan nilai efisiensi kerja paling kecil yaitu pada bukaan katup ekspansi 100% sebesar 4,595. Dengan demikian efisiensi paling optimal Coefficient of Performance (COP) berada pada bukaan katup ekspansi 50% (0,54mm), karena dinilai bekerja dengan baik dalam menghilangkan panas pada sistem pendingin.

Kata Kunci : COP, Alat Pembuat Es Batu, Sistem Pendingin
Literatur : 20 (1996-2021)

SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY OF THE COOLING SYSTEM OF AN ICE BLOCK MAKING EQUIPMENT USING SPLIT AC VALVE

Scientific Writing in the form of a thesis, 05 June 2024

Dita Ovianda Helviansa, supervised by Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T.

xxxv + 75 pages, 8 tables, 33 figures, 4 attachment

SUMARY

Split AC is an air conditioning system that is usually used in small rooms. This cooling system is designed quite simply and consists of indoor, outdoor equipment, compressor and expansion device (Hajidavalloo, 2007). In implementing the refrigeration system, the most basic use of the cooling system is making ice cubes, for example in the domestic sector, such as refrigerators, freezers and air conditioners. Meanwhile, in the industrial sector, one of them is the production of ice cubes, which will later be used to preserve food and drinks. In this case, the creation of a cooling system for the ice cube maker aims to make it easier for middle and lower class people who operate in several fields that require quite large quantities of ice cubes at an affordable price (Jilan et al., 2021). Each piece of equipment has a certain lifespan. Likewise with split AC equipment. Split AC equipment that is no longer used can be reused by modifying it. One of them, a used split AC can be modified to make ice cubes by using an indoor split AC as a medium for producing ice cubes. For this reason, research will be carried out entitled "Experimental Study of the Cooling System for Ice Cube Makers Using Split AC Valves". This research uses experimental methods (experimental research). By making direct observations to obtain data from the experiments carried out. Next, conducting a literature study tries to examine and collect previous data to support related research. By making an ice cube maker box using a modified expansion valve on the split AC. During the cooling process, the temperature and pressure will be measured at several points. The temperature and pressure of the refrigerant will be measured at four points, namely, the heat absorbed by the evaporator (T_1, P_1), the compressor work (T_2, P_2), the heat released by the condenser (T_3, P_3) and the

expansion valve (T_4, P_4) using a temperature gauge and pressure gauge. When the freezing process occurs, the temperature will be measured at five points in the cooling box, namely, there are 5 points $T_5, T_6, T_7, T_8,$ and T_9 , namely the temperature at each corner of the cooling box, temperature measurements will be carried out every 20 minutes in one experiment, this time division depends on how long the freezing process lasts until the ice cubes freeze evenly. The test was carried out at an average environmental temperature of 29°C in a closed room and did not use air conditioning, ignoring the influence of atmospheric air temperature. The expansion valve used is 1 (one) unit and has 3 (three) types of openings each with specifications based on the size of the capillary pipe diameter, namely 50% opening with a diameter of (0.54 mm), 70% valve opening with a diameter of (0.70 mm), and the valve opening is 100% of the diameter (0.80 mm). When collecting data on each valve opening diameter, the electric current value in the cooling machine was 1.9A and the electrical voltage connected to the cooling system was 205 Volts with a room temperature of 25°C in the absence of a cooling system (AC). The amount of work input to the compressor from each opening on the expansion valve varies, at 50% opening with a value of 0.394 kW, at 70% opening with a value of 390 kW and at 100% opening with a value of 386 kW. The lowest amount of heat released by the condenser (Q_{out}) is at 100% expansion openings or with a capillary pipe diameter size of 0.80 mm, namely 2.161 kW and the highest is at 50% expansion valve openings or with a capillary pipe diameter size of 0.54 mm of 2,383 kW. The amount of hot steam absorbed by the evaporator (Q_{in}) with each type of expansion valve opening shows that the lowest point is at an expansion opening of 100% or with a capillary pipe diameter of 0.80 mm, namely 1.774 kW and the highest is at an expansion valve opening type of 50 % or with a capillary pipe diameter of 0.54 mm equal to 1.989 kW. The average temperature of salt water from several points in the cooling box was measured at five points, namely T_5, T_6, T_7, T_8 and T_9 at each type of valve opening from time to time. It can be seen that when the expansion valve opens 50% (0.54 mm) the initial brine temperature is 22.2°C and after 120 minutes until the ice cubes freeze evenly, the brine temperature reaches -4.1°C , whereas in both types of expansion valve openings others, within a period of 120 minutes at 70% opening (0.70 mm) the ice cubes had not frozen evenly, the

temperature only reached -1°C from the initial temperature of 22.2°C and at 100% (0.80 mm) expansion valve opening in After 120 minutes the ice cubes had not frozen at all, the temperature only reached 9.9°C from the initial salt water temperature of 22.2°C , thus the ice cube maker cooling system worked most efficiently, namely at an expansion valve opening of 50% (0.54 mm). The highest coefficient of performance (COP) value is 5.048 at 50% expansion valve opening and the lowest work efficiency value is 4.595 at 100% expansion valve opening. Thus, the most optimal efficiency Coefficient of Performance (COP) is at an expansion valve opening of 50% (0.54mm), because it is considered to work well in removing heat in the cooling system.

Keywords : COP, Ice Cube Maker, Cooling System

Literature : 20 (1996-2021)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS	xv
RINGKASAN.....	xvii
SUMMARY.....	xxi
DAFTAR ISI	xxiv
DAFTAR GAMBAR.....	xxvi
DAFTAR TABEL	xxviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxx
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Pembuatan Alat.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengkondisian Udara	5
2.1.1 Siklus Kompresi uap	6
2.1.2 Diagram Tekanan Dan Entalpi	6
2.2. Diagram Psikrometrik.....	9
2.2.1 Pendinginan dan pemanasan udara	11
2.2.2 Proses sensibel dan laten	11
2.5 Perpindahan Kalor	12
2.6 <i>Coefficient of Performance (COP)</i>	12
2.7 Proses Perubahan Fase.....	12
2.7.1 Proses Pengembunan (kondensasi).....	13
2.7.2 Proses Penguapan (Evaporasi).....	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Metode Penelitian	15
3.2 Diagram Alir Penelitian	15
3.3 Alat dan Bahan.....	16
3.3.1 AC split.....	16

3.3.2	Katup Ekspansi Thermoelectrik.....	16
3.3.4	Pipa kapiler	17
3.3.5	Kotak pendingin <i>styrofoam</i>	18
3.3.6	Kompresor.....	18
3.3.8	Refrigeran R32.....	20
3.3.9	Saringan Pipa Kapiler	20
3.3.10	<i>Manifold Gauge</i>	21
3.3.11	Pemotong Pipa (<i>Tubing Cutter</i>).....	21
3.3.12	Pengembang pipa (<i>Flaring Tool</i>).....	22
3.3.13	Tang	22
3.3.14	Alat Las	22
3.3.15	Bahan Las.....	23
3.3.16	Pompa Vakum.....	23
3.3.17	Thermostat	24
3.3.18	Pompa	24
3.3.19	Termokopel Tipe K.....	24
3.3	Desain Alat Pembuatan Es batu	25
3.4	Prosedur Pengujian.....	27
3.5	Pengolahan Dan Analisis Data	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Hasil Pengujian	29
4.2	Pengolahan Data.....	32
4.2.1	Perhitungan Bukaan 50% (0,54 mm)	35
4.2.2	Perhitungan Bukaan 70% (0,70 mm)	37
4.2.3	Perhitungan Bukaan 100% (0,80 mm)	38
4.3	Analisis	40
4.4	Pembahasan	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		45
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA		47
LAMPIRAN.....		50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Kompresi Uap	6
Gambar 2.2 Diagram Tekanan Entalpi	6
Gambar 2. 3 Diagram Psikrometrik.....	10
Gambar 2. 10 Diagram p-h Tekana Entalpi R-32.....	13
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	15
Gambar 3. 2 AC Split	16
Gambar 3. 3 Katup Ekspansi Thermoelctrik	17
Gambar 3. 4 Evaporator.....	17
Gambar 3. 5 Pipa kapiler	18
Gambar 3. 6 Kotak Pendingin Styrofoam	18
Gambar 3. 7 Kompresor	19
Gambar 3. 8 Kondensor.....	19
Gambar 3. 9 Tabung Refrigeran R32	20
Gambar 3. 10 Saringan Pipa kapiler.....	20
Gambar 3. 11 <i>Manifold Gauge</i>	21
Gambar 3. 12 Pemotong Pipa (<i>Tubing Cutter</i>).....	21
Gambar 3. 13 Pengembang Pipa (<i>Flaring tool</i>)	22
Gambar 3. 14 Tang	22
Gambar 3. 15 Alat Las.....	23
Gambar 3. 16 Bahan Las Perak Perak	23
Gambar 3. 17 Pompa Vakum	23
Gambar 3. 18 Thermostat	24
Gambar 3. 19 Pompa Air.....	24
Gambar 3. 20 Termokopel Tipe K.....	25
Gambar 3. 21 Skema Pembuatan alat.....	25
Gambar 3. 22 Desain Alat Pembuat Es batu	26
Gambar 4. 1 Skema Titik Pemasangan Alat Ukr Tekanan Dan Temperatur ...	29
Gambar 4. 2 Besaran Entalpi (h) pada bukaan 50% (0,54 mm).....	33
Gambar 4. 3 Besaran Entalpi (h) pada bukaan 70% (0,70 mm).....	33
Gambar 4. 4 Besaran Entalpi (h) pada bukaan 100% (0,80 mm).....	34

Gambar 4. 5 Siklus Kompresi Uap diagram tekanan-entalpi (h).....	35
Gambar 4. 6 Grafik hubungan W_c , Q_{out} , Q_{in} dan COP dengan masing-masing bukaan katup ekspansi	41
Gambar 4. 5 Grafik Temperatur air garam pada kotak pendingin dari masing-masing bukaan katup ekspansi	43

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data hasil pengujian katup ekspansi bukaan 50% (0,54 mm).....	30
Tabel 4. 2 Data hasil pengujian temperatur air garam pada kotak pendingin bukaan katup ekspansi 50% (0,54 mm)	30
Tabel 4. 3 Data hasil pengujian katup ekspansi bukaan 70% (0,70 mm).....	31
Tabel 4. 4 Data hasil pengujian temperatur air garam pada kotak pendingin bukaan katup ekspansi 70% (0,70 mm)	31
Tabel 4. 5 Data hasil pengujian katup ekspansi bukaan 100% (0,80 mm).....	30
Tabel 4. 6 Data hasil pengujian temperatur air garam pada kotak pendingin dengan bukaan katup ekspansi 100% (0,80 mm).....	32
Tabel 4. 7 Besaran entalpi (h) masing-masing jenis bukaan katup ekspansi..	34
Tabel 4. 5 Data Hasil Perhitungan W_c , Q_{out} , Q_{in} dan COP	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Hasil Perancangan sistem Pendingin	51
Lampiran 2. Dokumentasi Pengambilan Data	51
Lampiran 3. Dokumentasi Hasil Es batu Yang Dibekukan	52
Lampiran 4. Diagram p-h R32	53
Lampiran 5. Form Formulir Konsultasi Tugas Akhir	54
Lampiran 6. Hasil Akhir Similaritas (Turnitin)	55
Lampiran 7. Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme	56
Lampiran 8. Surat Keterangan Pengecekan Similaritas	57
Lampiran 9. Form Pengecekan Format Tugas Akhir	58

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia termasuk dalam kategori negara yang beriklim tropis dengan temperatur udara berkisar 24 - 32°C, kelembaban udara 60% – 95%, dan memiliki kecepatan angin yang rendah. Adapun standar kebutuhan kenyamanan untuk daerah tropis lembab berkisar dengan batas 24°C, sehingga menyebabkan Indonesia tidak berada pada zona komposisi udara nyaman (Ntobuo & Yusuf., 2016).

AC split adalah sistem pendingin udara yang biasanya banyak digunakan pada ruangan berukuran kecil, sistem pendingin ini di rancang cukup sederhana terdiri dari peralatan indoor, outdoor, kompresor, dan alat ekspansi (Hajidavalloo, 2007).

Dalam penerapan sistem refrigerasi yang paling mendasar pemanfaatan sistem pendingin salah satunya pembuatan es batu, contohnya pada bidang domestik misalnya seperti kulkas, freezer, dan AC. Sedangkan dalam bidang industri salah satunya pada produksi es batu, yang dimana nantinya akan di manfaatkan untuk mengawetkan makanan dan minuman.

Dalam hal ini pembuatan sistem pendingin alat pembuat es batu bertujuan untuk memudahkan masyarakat kalangan menengah kebawah yang bergerak pada beberapa bidang yang membutuhkan batu es dengan jumlah yang cukup besar dengan harga yang masih terjangkau (Jilan dkk., 2021). Dalam siklus sistem kompresi sederhana terdapat empat proses yaitu, kompresi, kondensasi, ekspansi dan evaporasi. Perancangan pembuat es menggunakan metode katup ekspansi dengan memanfaatkan sistem pendingin telah dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir, metode dengan cara pendinginan dan pembekuan ini banyak di aplikasikan pada perancangan alat pendinginan dan pengawetan ikan hasil para nelayan (Priskania., 2023).

Setiap peralatan memiliki umur pakai tertentu. Demikian pula pada peralatan AC split. Peralatan AC split yang sudah tidak digunakan dapat di manfaatkan kembali dengan cara memodifikasinya. Salah satunya, AC split bekas dapat dimodifikasi untuk pembuatan es batu dengan memanfaatkan indoor AC split sebagai media penghasil es batu. Untuk itu, maka akan di lakukan penelitian yang berjudul “Kaji Eksperimental Sistem Pendingin Alat Pembuat Es batu Menggunakan Katup AC Split”.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian di atas, direncanakan Kaji Eksperimental sistem pendingin untuk membuat es batu menggunakan AC Split bekas dengan melakukan modifikasi katup ekspansi agar es batu bisa membeku secara cepat.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari Kaji Eksperimental dengan modifikasi katup ekspansi pada sistem pendingin pembuat es batu menggunakan modifikasi katup AC split, adalah:

1. Kompresor AC split yang digunakan 1 PK (paard kracht), (840 Watt) sebanyak 1 unit.
2. Refrigeran yang digunakan adalah tipe R32 (CH₂F₂).
3. Penurunan temperatur dan tekanan menggunakan katup ekspansi FD-LOK *needle valve*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Kaji Eksperimental mesin pendingin pembuat es batu dengan siklus kompresi uap digunakan untuk membekukan air pada permukaan yang datar.
2. Menganalisis unjuk kerja dari mesin pendingin es batu siklus kompresi uap.

1.5 Manfaat Pembuatan Alat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Menghasilkan mesin pembuat es batu dengan memanfaatkan mesin pendingin AC split.
2. Memberikan solusi kepada masyarakat khususnya para pengusaha UMKM.
3. Sebagai referensi bagi mahasiswa Teknik Mesin dalam Kaji Eksperimental mesin pembuat es batu dengan siklus kompresi uap.

DAFTAR PUSTAKA

- Alleyne, A., Chandan, V., Jain, N., Li, B., & Otten, R. (2018). Modeling and Control of Air Conditioning and Refrigeration Systems. *Control System Applications*, Second Edition, 61801(217), 34-1-34–20. <https://doi.org/10.1201/b10382-47>
- Anwar, K., Arif, E., & Piarah, W. H. (2010). Efek Temperatur Pipa Kapiler Terhadap Kinerja Mesin Pendingin. *Jurnal Mekanikal*, 1(1), 30. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Mekanikal/article/view/9>
- Aziz, A. (2016). Pengembangan Energy Efficient Residential Air Conditioning Systems Dengan Encapsulated Ice Thermal Energy Storage Laporan Penelitian Pengembangan Energy Efficient Residential Air Conditioning Systems Dengan Encapsulated Ice Hidrokarbon Substitusi R-22 Yan (Issue 1, pp. 1–46). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1443.6243>
- Bahctiar, W. A., & Hariyadi, S. (2020). Rancang Bangun Simulator Pengukuran Tekanan, Arus Listrik, Dan Suhu Pada Air Conditioning System 1 Pk Dengan Menggunakan Refrigerant R32. *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 1–8. <https://ejournal.poltekbangsby.ac.id/index.php/SNITP/article/view/766>
- Cengel, Y, A, (2006), *Fluid Mechanics*, Fluid Mechanics, 4(1), 88–100,
- Cengel, Y, A, (2004), *Heat Transference a practical approach*, macgraw-Hill, 4(9), 874, http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-20279-7_5
- Chemours. (2016). Diagram tekanan-entalpi r-22 dan diagram tekanan-entalpi r-32. 22, 62–64.
- Eames, I. W., Milazzo, A., & Maidment, G. G. (2014). Modelling thermostatic expansion valves. *International Journal of Refrigeration*, 38(1), 189–197. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2013.06.010>
- Hajidavalloo, E. (2007). Application of evaporative cooling on the condenser of

- window-air-conditioner. *Applied Thermal Engineering*, 27(11–12), 1937–1943. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2006.12.014>
- Herman, P. (2012). Mesin pendingin untuk membekukan air pada lapisan bidang datar (pp. 1–54).
- Hisyam, A. (2016). Analisis Perpindahan Panas Pada Oven Menggunakan Pemanas Listrik Untuk Proses Pengeringan Daun Kelor. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. https://repository.its.ac.id/76138/2/2113030033-Non_Degree.pdf
- Jilan, M., Rahmadsyah, R., & Pane, A. H. (2021). Rancang bangun alat pembuat es batu menggunakan outdoor ac. *Jurnal Laminar*, 3(2), 6-9.
- Kamar, H. M., Ahmad, R., Kamsah, N. B., & Mohamad Mustafa, A. F. (2013). Artificial neural networks for automotive air-conditioning systems performance prediction. *Applied Thermal Engineering*, 50(1), 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2012.05.032>
- Kreith. (2012). Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas Edisi Ketiga (terjemahan P. Arko). Erlangga, Jakarta. In Erlangga, Jakarta (pp. 1–71).
- Long, C., & Sayma, N. (2009). *Heat Transfer : Exercises Heat Transfer : Exercises*.
- Ntobuo, N. E., & Yusuf, M. (2016). Pengaruh penggunaan minyak kelapa pada dinding sebagai penyimpanan energi termal terhadap konsumsi energi sistem pengondisian udara (pp. 1–23).
- Priatna, W., & Bachtiar Krishna Putra, A. (2017). Perencanaan Ulang Sistem Pengkondisian Udara Pada lantai 1 dan 2 Gedung Surabaya Suite Hotel Di Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 1–6. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.20015>
- Priskania, K. (2023). *Jurnal Ilmiah Jurnal Ilmiah. Jurnal Ilmiah Aset*, 11(2), 58–67.
- Stoecker, WF, J. W. Jones. 1996. *Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara*. Ir Supratma Hara, Penerjemah. Jakarta (ID): Erlangga, Terjemahan Dari : *Refrigeration and air Conditioning*

Syahputra, S. A., Siregar, F., Panjaitan, J., Studi, P., Elektro, T., Teknik, A., & Serdang, D. (2021). Perbandingan Coefficient of Performance (Cop) Chiler Water Cooled Dengan Air Cooled. *ATDS SAINTECH-Journal of Engineering E-ISSN*, 2(1), 2021.

Veera Raghavalu, K., & Govindha Rasu, N. (2018). Review on Applications of nanofluids used in Vapour Compression Refrigeration System for Cop Enhancement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 330(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/330/1/012112>