

PERBANDINGAN HASIL
PEMODELAN SIKLUS KOMPRESI
UAP DENGAN
PENGUJIANKOTAK REFRIGERASI
IKAN TENAGA DC
MENGUNAKAN REFRIGERAN
R134A

by

Junaidi, Dwivan Asri



**Kampus
Merdeka**
INDONESIA JAYA

ISSN : 2987-6818 (ONLINE)

PERAN TEKNOLOGI BERKELANJUTAN DALAM ERA DISRUPSI



PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNIK UISU (SEMNASTEK) 2023

**DISELENGGARAKAN OLEH:
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA
MEDAN**

*Gedung Serbaguna Fakultas Teknik
Medan, 6- 7 JUNI 2023*

UISU



Press

Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU



[Kepanitiaan 2023](#)

[Mitra Bestari 2023](#)

[Keynote Speaker 2023](#)

[Tanggal Penting 2023](#)

[Biaya Publikasi 2023](#)

[Kontak](#)

[Ruang Lingkup](#)

[Statistik Pengunjung](#)

[Redaksi](#)

USER

Username

Password

Remember me

KEYWORDS

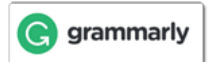
[Aluminium 5083 Boiler Curah Hujan](#)
[Dermaga Ergonomi Harga Instalasi](#)
[Listrik Kincir Air Lalu Lintas](#)
[Lokasi PLTS Pelabuhan](#)
[Pembelajaran Perlakuan Panas](#)
[Produktivitas Sensor Simulasi](#)
[Tegangan Tegangan Rendah Uji](#)
[Tarik Web](#)

VISITORS

7951

[View Semnastek Stats](#)

RECOMMENDED TOOLS



BARCODE



SEMNASTEK UISU 2023

Prosiding Seminar Nasional Teknik (Semnastek) UISU 2023: Peran Teknologi Berkelanjutan dalam Era Disrupsi: Gedung Serbaguna Fakultas Teknik UISU Medan, 6-7 Juni 2023.

Materi Narasumber: [Download](#)

E-Prosiding: [Download](#)

Dokumentasi: [Download](#)

Table of Contents

Articles

PENGARUH HARMONISA PADA TRANSFORMATOR DAYA <i>Syafruddin Hasan, Ali Hanfiah Rambe, Ferry R.A. Bukit, Alfian Alfian, Meutia Nurfaahadi</i>	1-7
PENGUNAAN TEKNOLOGI LAKU PANAS UNTUK MENINGKATKAN SIFAT MEKANIK BAJA KARBON SEDANG NS-1045 YANG DIKARBONISASI <i>Muhsin R. Harahap</i>	8-12
PERBANDINGAN HASIL PEMODELAN SIKLUS KOMPRESI UAP DENGAN PENGUJIAN KOTAK REFRIGERASI IKAN TENAGA DC MENGGUNAKAN REFRIGERAN R134A <i>Junaidi Junaidi, Dwivan Asri</i>	13-17
RANCANG BANGUN PRASARANA PUBLIK PENGEMBANGAN ECO TOURISM BATU KATAK KECAMATAN BAHOROK – LANGKAT <i>Marwan Lubis, Luthfi Parinduri, Shalahuddin Alayubi Sitanggang</i>	18-23
ANALISA REDAMAN FENDER PADA PEMBANGUNAN DERMAGA RO-RO TAHAP I GUNUNG SITOLI <i>Bangun Pasaribu, Darlina Tanjung, T. M Andre Syahputra</i>	24-28
PERANCANGAN SISTEM KONTROL KINCIR AIR OTOMATIS UNTUK TAMBAK UDANG <i>Noorly Evalina, Mhd Aji Sahputra, Faisal Irsan Pasaribu</i>	29-34
EVALUASI SISTEM PEMBUMIHAN PADA INSTALASI LISTRIK RUMAH SEDERHANA DI DESA PERCUT KABUPATEN DELI SERDANG <i>R. Harahap, Armansyah Armansyah, Sudaryanto Sudaryanto, Dafa Trinadi Pramuda</i>	35-41
TEGANGAN POTENSIAL TANAH PADA SISTEM PENTANAHAN GARDU INDUK DUA LAPISAN <i>Surya Hardi, Irwan S. Harahap, Hasdari H. Rangkuti, Riza R. Wirasari</i>	42-45
ANALISA VARIASI ARUS PENGELESAAN SMAW DENGAN ELEKTRODA 7018 PADA BAJA KARBON AISI 1050 TERHADAP KEKUATAN TARIK <i>Ahmad Bakhori</i>	46-51
APLIKASI KAMUS BAHASA INDONESIA – JERMAN ONLINE DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BOYER-MOORE <i>Mhd. Andre Wahyuda Lubis, Mhd. Zulfansyuri Siambaton, Heri Santoso, Khairuddin Nasution</i>	52-60
PENENTUAN KEMIRINGAN PANEL SURYA MENGGUNAKAN METODE AZIMUT PADA PLTS RUMAH SUMBUL <i>Rimbawati Rimbawati, Kris April Mas Sahlul, Juli Riandra, Budi Santri Kusuma</i>	61-66
ANALISIS DAN PENYELESAIAN DAMPAK HIGH VIBRATION MOTOR DEMINERALIZED WATER TANK PADA SHAFT MOTOR <i>Andre Waskito, Junaidi Junaidi, Din Aswan Amran Ritonga</i>	67-71
PENGARUH VARIASI ELEKTRODA PENGELESAAN SMAW PADA BAJA AISI SS201 TERHADAP HASIL UJI TARIK <i>Abdul Haris Nasution</i>	72-74
PENGARUH LOKASI DAN HARGA TERHADAP KEPUTUSAN PEMBELIAN PADA UMKM BURGER BUNDA DI DOLOK MASHUL <i>Bonar Harahap, Siti Rahmah Sibuea, Mhd. Harvian Ahsyah</i>	75-78
ANALISIS PENDAYAGUNAAN UPS 60 KVA PADA AIR TRAFFIC CONTROL DI BANDARA SULTAN THAHA-JAMBI <i>Hasdari Helmi Rangkuti, Yorris Maxwell</i>	79-83
PENGEMBANGAN STRATEGI MODEL BISNIS UMKM KAMPUNG BATIK PANGKALAN BRANDAN DENGAN	84-87

MENGGUNAKAN BUSINESS MODEL CANVAS (BMC) <i>Wirda Novarika, Antoni Antoni, Yayang Kuintan</i>	
PENGARUH SISTEM KERJA TIDAK ERGONOMIS TERHADAP POSTUR TUBUH NELAYAN <i>Meri Andriani, Samsul Rizal, Hamdani Hamdani, Iskandar Hasanuddin, Safrizal Rahman</i>	88-92
PENGARUH DEGASSER DAN SERBUK SLAGER TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MAKRO – MIKRO PADUAN ALUMINIUM SILIKON – TEMBAGA (Al7Si-Cu) MENGGUNAKAN SAND CASTING <i>Is Prima Nanda, Adjar Pratoto, Wulan Herma Sari</i>	93-98
ANALISIS PENGARUH BENTUK GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP EFEKTIVITAS ALAT PENGUSIR TIKUS <i>Arman Sani, M. Razali, Cut Putriani</i>	99-106
ANALISIS PENGARUH PENGGANTIAN SEBAGIAN FILLER (ABU BATU) DENGAN KOMBINASI 50% PECAHAN KERAMIK DAN 50% CANGKANG KERANG PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE (AC-BC) <i>Kurnia Dwita Sagala, Hamidun Batubara, Dody Taufik Sibuea</i>	107-113
ANALISA PENGGUNAAN CAMPURAN SEMEN PADA TIMBUNAN TANAH LUNAK DALAM MENINGKATKAN DAYA DUKUNG TERHADAP NILAI UJI CBR <i>Kamaluddin Kamaluddin, Nela Permata Sari, Marwan Lubis</i>	114-120
EVALUASI BANJIR RANCANGAN DAS DELI DENGAN METODE HSS GAMA 1 DAN HSS SCS <i>Rumilla Harahap, Kemala Jeumpa, Rachmat Mulyana</i>	121-124
KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIK DAN TITIK LELEH CAMPURAN PARAFFIN WAX – SOY WAX <i>Is Prima Nanda, Adjar Pratoto, Jody Yudha Pratama</i>	125-128
RESISTIVITAS DAN INDEKS POLARISASI MINYAK TRANSFORMATOR BEKAS DENGAN PENAMBAHAN NANOPARTIKEL ZNO DAN AL2O3 <i>Hendra Zulkarnain, Mikel Simanjuntak</i>	129-133
PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK PEMBELAJARAN SIMULASI JARINGAN KOMPUTER DENGAN MENERAPKAN METODE CAI <i>Sony Bahagia Sinaga, Satria Yudha Prayogi</i>	134-138
ANALISA KUAT ARUS AC ARC WELDER TERHADAP BEBAN TARIK PADA PENGELASAN BAJA ST 60 <i>Khairul Suhada</i>	139-146
PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK DI PT. ARGAS CITRA KHARISMA PADA DOWN SIZING LOTTEMART <i>Elvy Sahnur Nasution, Faisal Irsan Pasaribu, Dimas Ramadhan, Indra Roza</i>	147-152
EVALUASI PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) BERDASARKAN ANALISIS SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (SMK3) DI RUMAH SAKIT <i>Abdurrozzaq Hasibuan, Suhela Putri Nasution</i>	153-161
ANALISA KEMAMPUAN PENGELASAN TERHADAP BEBAN IMPAK DAN TEKAN PADA BAJA C0.40-0.50% <i>Khairul Suhada, Muhammad Rafiq Yanhar</i>	162-171
PEMANFAATAN ENERGI MATAHARI MENJADI ENERGI LISTRIK KAPASITAS 1300 WATTUNTUK BEBAN RUMAH TANGGA DI KOTA MEDAN <i>Muhammad Fadlan Siregar, Budhi Santri Kusuma, Zainuddin Ginting</i>	172-176
PENGGUNAAN METODE CANNY EDGE DETECTION UNTUK MENDETEKSI TEPI UANG KERTAS ASLI BERBASIS JAVA <i>Hermansyah Alam, Yendri Manurung, Helma Widya, Wahyul Huda Nanda</i>	177-181
PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DAN KINERJA LINGKUNGAN DENGAN PENDEKATAN GREEN PRODUCTIVITY PADA INDUSTRI TAHU DI KECAMATAN MABAR MEDAN <i>Kimberly Febrina Kodrat</i>	182-190
APLIKASI MESIN PENCACAH RUMPUT DENGAN VARIASI PISAU POTONG UNTUK PAKAN TERNAK KAMBING DI DESA KOLAM KECAMATAN PERCUT SEI TUAN <i>Suhardi Napid, Abdul Haris Nasution, Rahmad Setia Budi</i>	191-195
KAJIAN KEBUTUHAN UAP DAN KEAMANAN KONTRUKSI BOILER INDUSTRI TAHU KAPASITAS UMKM <i>Khairul Suhada</i>	196-201
ANALISIS MODEL DAN SIMULASI PADA UJI TARIK PENGELASAN KAMPUH I DAN ELEKTRODA E6013 RB-26 <i>Juliar Risky Ananda Putra, Muhammad Alwi Husaini</i>	202-206
RANCANG BANGUN DETEKSI KEMATANGAN BUAH KELAPA SAWIT DAN PERINGATAN BERBASIS TELEGRAM <i>Hendri Marulitua Hutajulu, Ahmad Yanie, Lisa Adriana, Dara Safitri</i>	207-213
ANALISIS NILAI EFEKTIVITAS UNIT HIGH PRESSURE BOILER KAPASITAS 50 TON/JAMPADA SECTION POWER PLANT DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DI PT. SOCIMAS, KIM I MEDAN <i>Aulia Maya Fahira Lubis, Tri Hernawati, Shofwan Andri</i>	214-222
ANALISIS EFEKTIVITAS BUNDRAN PADA PERSIMPANGAN JALAN PASE KOTA LHOKEUMAWE <i>Putri Marza, Burhanuddin Burhanuddin, Nura Usrina</i>	223-228
ANALISA DAMPAK LALULINTAS AKIBAT KETERBATASAN LAHAN PADA RUANG PARKIR PASAR IKAN PUSONG KOTA LHOKEUMAWE <i>Tessana Rosalia, Herman Fithra, Nura Usrina</i>	229-235
PENGARUH AIR PADA PEMADATAN AWAL TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK MARSHALL DAN DURABILITAS ASPAL AC-WC	236-241

Nailil Khairini

PENGGUNAAN METODE BLENDING LEARNING UNTUK PENGAJARAN BERBASIS WEB <i>Hermansyah Alam, Muhammad Denny Syahputra, Helma Widya, M. Ilmi Zikri Firdaus</i>	242-249
ANALISIS KAPASITAS TIANG PANCANG MENGGUNAKAN FORMULA DINAMIS <i>Aazokhi Waruwu, Jack Widjajakusuma, Rika Deni Susanti, Akbar Lubis</i>	250-257
ANALISIS PERHITUNGAN HARGA POKOK PRODUKSI DALAM MENENTUKAN HARGA JUAL MENGGUNAKAN METODE FULL COSTING PADA UMKM ECOMODA ECOPEPRINT DI DELI SERDANG <i>Adinda Sri Ulina Br Pelawi, Wirda Novarika AK, Mahrani Arfah</i>	258-262
ANALISA PRIORITAS BAHAN BAKU UNTUK BAHAN BAKAR BOILER DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DI PT. SAGO NAULI <i>Tri Hernawati, Mahrani Arfah, Mhd. Age Rianto</i>	263-266
IMPLEMENTASI METODE REGRESI LINEAR SEDERHANA UNTUK PREDIKSI HARGA BERAS DI KOTA MEDAN <i>Indah Ramadhani Harahap, Mhd. Zulfansyuri Siambaton, Heri Santoso</i>	267-273
PENINGKATAN EFISIENSI KINERJA KEHADIRAN KARYAWAN DENGAN MEMBANDINGKAN METODE ABSENSI BERBASIS FINGER DAN GPS (B-GATE) DI BANK BTN <i>Antoni Antoni, Solly Aryza</i>	274-278
PENINGKATAN EFISIENSI DAN PROTEKSI PENERAPAN TRANSAKSI PAYMENT GATEAWAY BERBASIS QRIS PADA UMKM DI KOTA MEDAN <i>Solly Aryza, Antoni Antoni, Zulkarnain Lubis</i>	279-284



Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)

Fakultas Teknik - Universitas Islam Sumatera Utara
Jl. Sisingamangaraja, Teladan, Medan 20217

Website: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek>
Email: p.ilmiah@ft.uisu.ac.id

Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK) is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU



[Kepanitiaan 2023](#)

[Mitra Bestari 2023](#)

[Keynote Speaker 2023](#)

[Tanggal Penting 2023](#)

[Biaya Publikasi 2023](#)

[Kontak](#)

[Ruang Lingkup](#)

[Statistik Pengunjung](#)

[Redaksi](#)

USER

Username

Password

Remember me

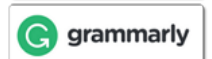
KEYWORDS

Aluminium 5083 Boiler Curah Hujan
 Dermaga Ergonomi Harga Instalasi
 Listrik Kincir Air Lalu Lintas
 Lokasi PLTS Pelabuhan
 Pembelajaran Perlakuan Panas
 Produktivitas Sensor Simulasi
 Tegangan Tegangan Rendah Uji
 Tarik Web

VISITORS

7952
[View Semnastek Stats](#)

RECOMMENDED TOOLS



BARCODE



SUPPORT BY

[Home](#) [About](#) [Login](#) [Register](#) [Search](#) [Current](#) [Archives](#) [Announcements](#)[Home](#) > [Kepanitiaan](#)

Kepanitiaan

Penanggung Jawab

Ir. H. Abdul Haris Nasution, MT, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Pengarah

Ir. Muksin R. Harahap, MT, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Ir. Darlina Tanjung, MT, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Ir. Bonar Harahap, MT, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Ketua

M. Husni Malik Hasibuan, MT, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Sekretaris

Zufan AZ., S.Hi, MH, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Bendahara

Leni Agustina, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Koordinator Pelaksana

Mhd. Syahralsyah, S.Kom, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Editor

Dr. Ir. Pintor Tua Simatupang, MT, Universitas Mercu Buana, Yogyakarta, Indonesia
[SINTA](#)

M. Sobron Yamin Lubis, Ir., M.Sc., Ph.D, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia
[SINTA](#)

Oris Krianto Sulaiman, S.T., M.Kom., Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Satria Yudha Prayogi, S.T., M.Kom., Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Ir. Sudaryanto, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Kesekretariatan

Drs. Habiaran Harahap, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

M. Fahmi Marzuki Hasinuan, S.Pd,I., Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Drs. Habiaran Harahap, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Seksi Acara

Ir. H. Luthfi Parinduri, MM, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Syahril Batubara, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Rajuddin Siregar, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Perlengkapan dan Peralatan

Fadhil Habib Nasution, S.T., Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Kebersihan

Iskandar Nasution, S.T., Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Alfian Nasution, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

M. Hatta Hasibuan, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Konsumsi

Ismail Ahmad, S.Pd, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Siti Gabena Lubis, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Mia Kurnia S., A.Md, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Indah Rahmawani, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Hubungan Masyarakat

Dr. Ir. Kimberly F. Kodrat, MS, M.Kes, MT, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

[SINTA](#)

Ir. Yusmartato, MT, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

[SINTA](#)

Dokumentasi

Habibi Lubis, SE, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia



Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)

Fakultas Teknik - Universitas Islam Sumatera Utara
Jl. Sisingamangaraja, Teladan, Medan 20217

Website: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek>

Email: p.ilmiah@ft.uisu.ac.id

Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK) is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#)

Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU



[Kepanitiaan 2023](#)

[Mitra Bestari 2023](#)

[Keynote Speaker 2023](#)

[Tanggal Penting 2023](#)

[Biaya Publikasi 2023](#)

[Kontak](#)

[Ruang Lingkup](#)

[Statistik Pengunjung](#)

[Redaksi](#)

USER

Username

Password

Remember me

KEYWORDS

Aluminium 5083 Boiler Curah Hujan
 Dermaga Ergonomi Harga Instalasi
 Listrik Kincir Air Lalu Lintas
 Lokasi PLTS Pelabuhan
 Pembelajaran Perlakuan Panas
 Produktivitas Sensor Simulasi
 Tegangan Tegangan Rendah Uji
 Tarik Web

VISITORS

7952
[View Semnastek Stats](#)

RECOMMENDED TOOLS



BARCODE



SUPPORT BY



[Home](#) [About](#) [Login](#) [Register](#) [Search](#) [Current](#) [Archives](#) [Announcements](#)

[Home](#) > [Reviewer](#)

Reviewer

Dr. Ir. Batumahadi Siregar, ST., MT.,IPM, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Ir. Darlina Tanjung, MT, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Ir. Syafruddin Hasan, M.Sc. Ph.D, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Ir. Muksin R. Harahap, S. Pd, MT, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Dr. Ir. Rumilla Harahap, MT, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Mahrani Arfah, ST, M.MT, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Ir. H. Raja Harahap, MT, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Mhd. Zulfansyuri Siambaton, ST, M. Kom, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Dr. Ir. Ahmad Bima Nusa, MT, Universitas Harapan, Medan, Indonesia
[SINTA](#)

Ir. Abdurrozzaq Hasibuan, MT, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[SINTA](#)



Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)

Fakultas Teknik - Universitas Islam Sumatera Utara
Jl. Sisingamangaraja, Teladan, Medan 20217

Website: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek>
Email: p.ilmiah@ft.uisu.ac.id

Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK) is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#)

Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU



[Kepanitiaan 2023](#)

[Mitra Bestari 2023](#)

[Keynote Speaker 2023](#)

[Tanggal Penting 2023](#)

[Biaya Publikasi 2023](#)

[Kontak](#)

[Ruang Lingkup](#)

[Statistik Pengunjung](#)

[Redaksi](#)

USER

Username

Password

Remember me

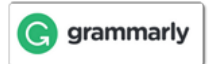
KEYWORDS

[Aluminium 5083 Boiler Curah Hujan](#)
[Dermaga Ergonomi Harga Instalasi](#)
[Listrik Kincir Air Lalu Lintas](#)
[Lokasi PLTS Pelabuhan](#)
[Pembelajaran Perlakuan Panas](#)
[Produktivitas Sensor Simulasi](#)
[Tegangan Tegangan Rendah Uji](#)
[Tarik Web](#)

VISITORS

7952
[View Semnastek Stats](#)

RECOMMENDED TOOLS



BARCODE



SUPPORT BY



[Home](#) [About](#) [Login](#) [Register](#) [Search](#) [Current](#) [Archives](#) [Announcements](#)

[Home](#) > [Keynote Speaker](#)

Keynote Speaker

Prof. Dr. Rika Ampuh Hadiguna, S.T., M.T.
Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Andalas
[SINTA](#)

Prof. Zainal A Hasibuan, Ph.D
Asosiasi Pendidikan Tinggi Informatika dan Komputer (APTIKOM)
[SINTA](#)

Ir. Syafruddin Hasan, MT, PH.D
Staff Pengajar Fakultas Teknik USU
[USU](#)

Edward Samantha Ginting
Direktur PT. Kawasan Industri Nusantara
[LinkedIn](#)

**SEMINAR NASIONAL
TEKNIK 2023**

FAKULTAS TEKNIK UISU
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA

NARASUMBER :

Dr. SAFRIDA, S.E., M.Si
Rektor
Universitas Islam Sumatera Utara

Ir. H. Abdul Haris Nasution, M.T.
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Islam Sumatera Utara

Prof. Dr Rika Ampuh Hadiguna, S.T., M.T
Guru Besar Fakultas Teknik
Universitas Andalas

Prof. Zainal A Hasibuan, Ph.D
ASOSIASI PENDIDIKAN TINGGI
INFORMATIKA DAN KOMPUTER
(APTIKOM)

EDWARD SAMANTHA GINTING
Direktur
PT. Kawasan Industri Nusantara

Ir. Syafruddin Hasan, MT, Ph.D
Staff Pengajar Fakultas Teknik
USU

TEMA KEGIATAN :
"PERAN TEKNOLOGI BERKELANJUTAN DALAM ERA DISRUPSI"

BIAYA CALL FOR PAPERS :

PEMAKALAH PRESENTASE :
Rp. 150.000 /Paper

PEMAKALAH NON PRESENTASE :
Rp. 200.000 /Paper

MAHASISWA : Rp. 100.000 /Paper

Tanggal Penting:
Batas Pengiriman 1 Juni 2023
Link Pendaftaran :
bit.ly/semnastekuisu2023

TANGGAL PELAKSANAAN :

SEMINAR NASIONAL : 6 - 7 Juni 2023

KUNJUNGAN INDUSTRI : 8 Juni 2023

RUANG SERBA GUNA
YAYASAN
UNIVERSITAS ISLAM
SUMATERA UTARA

start : 9 am -end

Mendapatkan e-sertifikat

Contact Person :
Dr. Ir. Kimberly, MT +62 81396661988
Ir. Sudaryanto : +6282285900883
Zulfan A.Z, S.HI., M.H : +6281268094324
Email : p.ilmiah@ft.uisu.ac.id

Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)

Fakultas Teknik - Universitas Islam Sumatera Utara
Jl. Sisingamangaraja, Teladan, Medan 20217

Website: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek>
Email: p.ilmiah@ft.uisu.ac.id

Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK) is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

PERBANDINGAN HASIL PEMODELAN SIKLUS KOMPRESI UAP DENGAN PENGUJIAN KOTAK REFRIGERASI IKAN TENAGA DC MENGGUNAKAN REFRIGERAN R134A

Junaidi, Dwivan Asri

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Komputer

Universitas Harapan Medan

junaidi.sth@gmail.com

Abstrak

Ikan merupakan bahan pangan yang sangat mudah mengalami kerusakan. Penyebabnya adalah kondisi penanganan pasca tangkap yang kurang baik, mulai dari kegiatan penangkapan ikan di laut hingga ke tangan konsumen. Salah satu masalah penanganan tersebut adalah kesulitan pendinginan atau pembekuan ikan untuk mencegah kerusakan yang terjadi saat perjalanan pulang nelayan menuju tempat pelelangan ikan (TPI). Pemakaian es-es balok yang sejauh ini sudah dilakukan oleh kebanyakan nelayan dinilai kurang efektif dan sering menimbulkan kerugian bagi nelayan jika tidak memperoleh ikan saat melaut. Kondisi ini menjadi suatu urgensi yang harus diselesaikan secara efektif, efisien, dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan membuat pemodelan SKU menggunakan software CoolPack dan membandingkan performansnya dengan hasil pengujian langsung yang khusus menggunakan refrigeran R134a. Data pemodelan yang dipakai yaitu suhu evaporator -10°C, suhu kondensor 40°C, daya kompresor 125 W, dan jenis refrigeran R134a. Variabel yang diukur pada pengujian langsung yaitu tekanan kondensasi, tekanan evaporasi, kuat arus listrik, dan waktu uji. Dari hasil pemodelan SKU dan hasil pengujian kinerja SKU secara langsung untuk kotak refrigerasi ikan diperoleh penambahan kebutuhan R134a sebesar 15,14%, peningkatan kapasitas evaporator 18,33%, peningkatan kapasitas kondensor 15,90%, dan peningkatan COP sebesar 11,08% untuk keseluruhan hasil uji langsung.

Kata kunci: pemodelan, uji kinerja, SKU, CoolPack, R134a

Kata Kunci : Tanah Lempung, Kapur, Abu Vulkanik, Stabilisasi.

I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara maritim dengan segala keunggulan yang dimiliki di bidang ekologi dan hasil laut yang diakui secara internasional. Sumber daya ikan yang hidup di wilayah perairan Indonesia dinilai memiliki tingkat keragaman hayati (*bio-diversity*) paling tinggi. Sumber daya tersebut mencakup 37% dari spesies ikan di dunia. Di wilayah perairan laut Indonesia terdapat beberapa jenis ikan bernilai ekonomis tinggi antara lain: tuna, cakalang, udang, tongkol, tenggiri, kakap, cumi-cumi, ikan-ikan karang (kerapu, baronang, udang barong/lobster), ikan hias, dan kekerangan termasuk rumput laut [1]. Sementara itu, potensi perikanan tangkap di Sumatera Utara terdiri dari potensi selat Malaka sebesar 276.030 ton/tahun dan potensi di Samudera Hindia sebesar 1.076.960 ton/tahun. [2]

Ikan merupakan bahan pangan yang sangat mudah mengalami kerusakan. Berbagai jenis bakteri dapat menguraikan komponen gizi ikan menjadi senyawa-senyawa berbau busuk dan anyir. Berbagai bakteri patogen (penyebab penyakit), seperti *salmonella*, *vibrio* dan *clostridium* sering mencemari produk perikanan. Sifat ikan yang sangat mudah rusak ini banyak disebabkan oleh kondisi penanganan pasca tangkap yang kurang baik. Kerusakan mekanis dapat terjadi akibat benturan selama penangkapan, pengangkutan, dan persiapan sebelum pengolahan. Gejala yang timbul akibat

kerusakan mekanis antara lain memar (karena tertindih atau tertekan), sobek, dan terpotong. Kerusakan mekanis ini tidak berpengaruh nyata terhadap nilai gizinya, tetapi cukup berpengaruh terhadap penampilan dan penerimaan konsumen. [3]

Upaya untuk memperpanjang masa simpan ikan segar adalah melalui penyimpanan dalam lemari pendingin atau pembeku, yang mampu menghambat aktivitas mikroba atau enzim. Penyimpanan dingin dalam lemari es/kulkas sangat terbatas pada jumlah dan masa simpan, sedangkan dalam lemari pembeku seperti freezer, ikan dapat diawetkan untuk waktu yang cukup lama. Namun, kedua peralatan ini tidak dapat digunakan di sampan nelayan untuk dibawa saat menangkap ikan karena kendala ketersediaan sumber listrik untuk mengoperasikan kulkas ataupun freezer tersebut.

Permasalahan utama perikanan rakyat adalah penanganan pasca tangkap yang kurang baik, mulai dari kegiatan penangkapan ikan di laut hingga ketangan konsumen. Salah satu masalah penanganan tersebut yaitu pendinginan atau pembekuan ikan untuk mencegah pembusukan sebelum dijual ke konsumen. Kesulitan pendinginan atau pembekuan ini biasanya terjadi pada saat perjalanan pulang nelayan menuju tempat pelelangan ikan (TPI). Sejauh ini, solusi yang sudah dilakukan nelayan adalah menggunakan es balok yang diletakkan di dalam kotak-kotak ikan. Namun, pemakaian es balok ini masih kurang efektif dan efisien, serta

tidak jarang menimbulkan kerugian bagi nelayan apabila tidak memperoleh ikan pada saat melaut. Kondisi ini menjadi suatu urgensi yang harus diselesaikan secara efektif, efisien, dan berkelanjutan. Untuk itu, skripsi ini akan membahas mengenai pengujian sebuah kotak refrigerasi bertenaga DC (arus searah) yang dapat diterapkan pada perahu nelayan skala kecil.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pendingin

Masalah yang dihadapi nelayan dan pemilik kapal saat ini yaitu menurunnya kualitas ikan hasil tangkapan yang diakibatkan oleh lamanya waktu penangkapan ikan di laut. Meningkatnya lama trip penangkapan, mengakibatkan kualitas ikan menjadi menurun. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi pengawetan yang mampu mempertahankan kualitas ikan lebih lama mulai saat ditangkap hingga di daratkan di pelabuhan perikanan. Pengembangan sistem refrigerasi skala mini mulai berkembang dalam sepuluh tahun belakangan. Teknologi DC menjadi pilihan menarik untuk pengaplikasian sistem pendingin portabel yang lebih luas.

Pertama, [5] melakukan studi desain dan eksperimen sebuah miniatur sistem refrigerasi kompresi uap (VCR) untuk mendinginkan perangkat elektronik. Sistem VCR dibangun dari sebuah kompresor, pipa kapiler, kondensor, pelat dingin, dan sirkuit kontrol dengan dimensi 300 x 230 x 70 mm³ dan memiliki kapasitas pendingin 200W. Selanjutnya yang kedua, sistem pendingin kompresi uap miniatur untuk pendinginan CPU berdaya tinggi telah dikembangkan dan diuji oleh [6]. Sistem pendingin ini berukuran sangat kecil sehingga dapat tertanam ke dalam CPU komputer. Refrigeran yang digunakan dalam sistem adalah R-134a.

Ketiga, sebuah miniatur kulkas kompresi uap yang portabel dan praktis telah dikembangkan oleh [7]. Dimensi kulkas yaitu 190 x 190 x 100 (mm) dengan berat 2,75 kg. Sistem dibangun menggunakan miniatur kompresor rotari dengan variabel kecepatan dengan miniatur katup ekspansi elektronik miniatur (EXV) yang beroperasi dengan *pulse width modulation* (PWM). Berikutnya, studi yang sama juga dilakukan oleh [8] yang mengembangkan miniatur sistem refrigerasi kompresi uap untuk pendinginan perangkat elektronik. Sistem terdiri dari empat komponen utama: evaporator, kompresor, kapiler tabung, dan kondensor. Refrigeran yang digunakan yaitu R134a. Evaporator berupa *micro-channel heat sink* dengan 106 penampang saluran persegi panjang.

Dari keempat studi yang telah dilaporkan, dapat disimpulkan bahwa teknologi refrigerasi kompresi uap dengan daya DC merupakan potensi yang bagus untuk pengembangan desain peralatan pendingin yang portabel, praktis, dan kinerja yang dapat diandalkan. Untuk itu, skripsi ini fokus pada pengembangan sistem refrigerasi kompresi uap

bertenaga DC dengan pengaplikasian yang berbeda dari studi yang telah dilaporkan.

2.2. Siklus Kompresi Uap

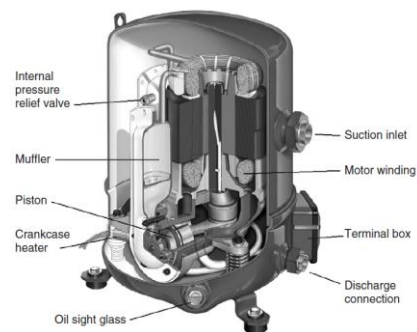
Siklus Kompresi Uap (selanjutnya disingkat SKU) merupakan salah satu siklus termodinamika yang digunakan untuk memindahkan panas dari medium yang bertemperatur rendah ke medium yang bertemperatur lebih tinggi. Fluida kerja yang mengalir selama siklus disebut refrigeran. Pada SKU, selama siklus, refrigeran mengalami perubahan fasa, yaitu menjadi uap (evaporasi) dan menjadi cair (kondensasi). Berdasarkan proses perubahan fasa inilah, maka pada SKU di kenal dua komponen utama yaitu evaporator dan kondensor. Saat ini mesin pendingin yang menggunakan SKU sangat mudah dijumpai, seperti AC, kulkas, *freezer*, dan *cold storage*.

2.3. Komponen Utama Siklus Kompresi Uap

2.3.1 Kompresor

Pada sistem mesin *refrigerasi*, kompresor berfungsi seperti jantung. Kompresor berfungsi untuk mensirkulasikan *refrigeran* dan menaikkan tekanan refrigeran agar dapat mengembun di kondensor pada temperatur di atas temperatur udara sekeliling. Berdasarkan cara kerjanya, kompresor yang biasa dipakai pada sistem *refrigerasi* dapat dibagi menjadi:

1. Kompresor perpindahan (*positive displacement*)
2. Kompresor turbo



Gambar 1. Assembling dari Rotary Vane Compressor

2.3.2 Kondensor

Kondensor adalah APK (Alat Penukar Kalor) yang berfungsi mengubah fasa refrigeran dari kondisi *superheat* menjadi cair, bahkan terkadang sampai pada kondisi *subcooled*. Medium pendingin yang biasa digunakan untuk melakukan tugas ini adalah udara lingkungan, air, atau gabungan keduanya. Pembagian kondensor berdasarkan medium yang digunakan dapat dibagi atas 3 bagian, yaitu: (1) kondensor berpendingin udara, (2) kondensor berpendingin air, dan (3) kondensor berpendingin gabungan (*Evaporative Condenser*). Perbedaan lain dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan kondensor berpendingin udara dan air

Parameter	Pendingin Udara	Pendingin Air
Perbedaan temperatur, T_c - Tpendingin	6 s/d 22 oC	6 s/d 12 oC
Laju aliran pendingin per TR	12 s/d 20 m3/mnt	0,007 s/d 0,02 m3/mnt
Luas perpindahan panas per TR	10 s/d 15 m ²	0,5 s/d 1 m ²
Kecepatan fluida pendingin	2,5 s/d 6 m/s	2 s/d 3 m/s
Daya pompa/blower per TR	75 s/d 100W	Kecil

TR = Ton of Refrigerasi (Beban di evaporator) 1TR = 3,5 KW

Sumber, ASHRAE Inc., (2008). *ASHRAE Handbook – HVAC Systems and Equipment. SI Edition. Atlanta.*

2.3.3. Katup Ekspansi

Alat ekspansi yang digunakan pada perancangan ini adalah pipa kapiler. Pipa kapiler terbuat dari tembaga dengan lubang dalam yang sangat kecil (0,2–0,8) mm. Pipa kapiler dipasang sebagai pengganti katup ekspansi. Tahanan dari pipa kapiler inilah yang dipergunakan untuk mentrotel dan menurunkan tekanan. Parameter yang perlu diperhatikan dalam pemilihan pipa kapiler adalah diameter dan panjang pipa, untuk meningkatkan hambatan dalam pipa kapiler dapat dilakukan dengan jalan memperkecil lubangnya atau memperpanjang pipanya, disamping ini pipa kapiler berguna untuk:

1. Menurunkan tekanan bahan pendingin cair yang mengalir didalamnya
2. Mengatur jumlah bahan pendingin cair yang mengalir melaluinya
3. Membangkitkan tekanan bahan pendingin dikondensor.

2.3.4. Evaporator

Pada diagram Ph dari siklus kompresi uap sederhana, evaporator mempunyai tugas merealisasikan garis 4-1. Setelah refrigeran turun dari kondensor melalui katup ekspansi masuk ke evaporator dan diuapkan, dan dikirim ke kompresor. Padaprinsipnya evaporator hampir sama dengan kondensor, yaitu sama-sama APK yang fungsinya mengubah fasa refrigeran. Bedanya, jika pada kondensor refrigeran berubah dari uap menjadi cair, maka pada evaporator berubah dari cair menjadi uap.

2.4. Refrigeran

Refrigeran adalah fluida kerja utama pada suatu siklus refrigerasi yang bertugas menyerap panas pada temperatur dan tekanan rendah dan membuang panas pada temperatur dan tekanan tinggi. Umumnya refrigeran mengalami perubahan fasa dalam satu siklus.

2.5. Software Cool Pack

Cool Pack dikembangkan oleh Departemen Teknik Mesin (MEK), Bagian Energi Termal (TES) di *Technical University of Denmark* (DTU). Pengembangan *Cool Pack* hingga versi 1.33 telah dibiayai oleh Badan Energi Denmark sebagai bagian dari proyek SysSim. IPU menghosting halaman unduhan *CoolPack*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pemodelan Siklus Kompresi Uap menggunakan R134a

a. Utilitas Refrigerasi

Dengan menggunakan fitur Refrigerant Calculator, diperoleh sifat fisik refrigeran R134a dengan menginput suhu dan tekanan untuk kondisi evaporasi dan kondensasi sebagai berikut:

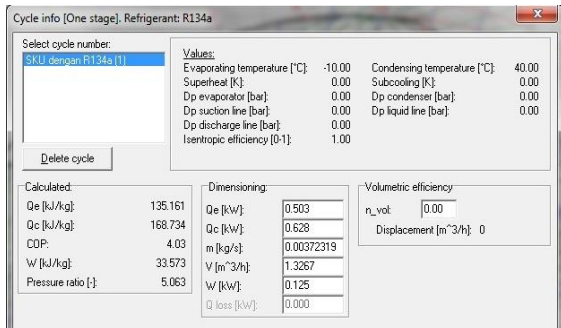
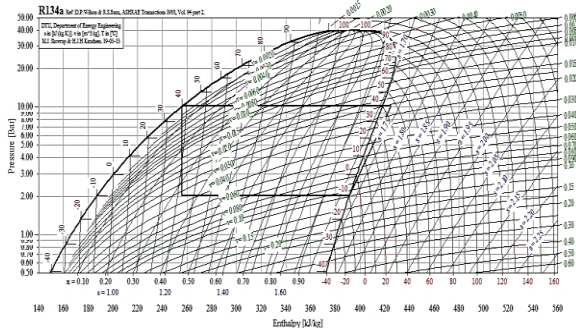
Refrigeran R134a, CH ₂ FCF ₃ , 1,1,1,2- tetra fluoroethane
Sifat fisik yang diperoleh Refrigerant Calculator yaitu:
Poin 1
T = -10.00 °C
p = 200.5200 kPa
v _{gas} = 0.09909 m ³ /kg
h _{gas} = 391.33 kJ/kg
s _{gas} = 1728.34 J/(kg K)
Cp _{gas} = 0.870331759179 kJ/(kg K)

Poin 2
T = 40.00 °C
p = 1016.5000 kPa
v _{gas} = 0.01985 m ³ /kg
h _{gas} = 418.21 kJ/kg
s _{gas} = 1707.08 J/(kg K)
Cp _{gas} = 1.1840636239 kJ/(kg K)

Poin 3
T = 40.00 °C
p = 1016.5000 kPa
v _{Bub} = 0.00087 m ³ /kg
h _{bub} = 256.16 kJ/kg
s _{bub} = 1189.60 J/(kg K)
Cp _{liq} = 1.49573578611 kJ/(kg K)

Poin 4
T = -10.00 °C
p = 200.5200 kPa
v _{Bub} = 0.00075 m ³ /kg
h _{bub} = 186.93 kJ/kg
s _{bub} = 951.54 J/(kg K)
Cp _{liq} = 1.2881536975 kJ/(kg K)

Selanjutnya dilakukan penggambaran siklus kompresi uap untuk masing-masing refrigeran dengan memilih jenis siklus yaitu one stage dan menginput suhu evaporator, suhu kondensor, dan daya kompresor. Penggambaran siklus beserta info siklus dan koordinat poin dapat dilihat pada Gambar 2



Values at points 1-6,15 for the selected one stage cycle

Point	T [°C]	P [bar]	v [m ³ /kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/(kg K)]
1	-10.000	2.007	0.098984	391.321	1.7282
2	45.717	10.164	0.020684	424.894	1.7282
3	45.717	10.164	0.020684	424.894	1.7282
4	40.000	10.164	N/A	256.160	N/A
5	N/A	2.007	N/A	256.160	N/A
6	-10.000	2.007	0.098981	391.321	1.7282
15	N/A	10.164	N/A	256.160	N/A

Gambar 2. Penggambaran siklus, info siklus, dan koordinat poin SKU R134a

b. Cycle Analysis – One Stage

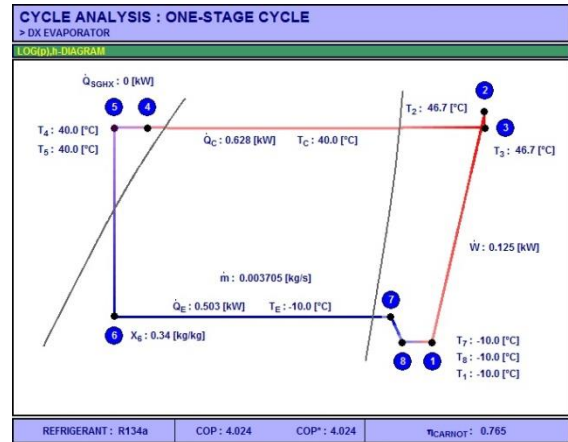
Cycle analysis (analisis siklus) dilakukan dengan mengklik fitur *CoolTools : Cycle Analysis* dan memilih *One-stage cycle with DX evaporator*. Untuk SKU dengan R134a dimulai dengan menginput spesifikasi siklus sesuai dengan hasil Utilitas Refrigerasi seperti Gambar 3.berikut ini.

Kemudian menekan **Calculate** lalu menekan **State Points** untuk menampilkan kondisi suhu tiap poin (titik) seperti Gambar 3.

STATE POINT	TEMPERATURE [°C]	PRESSURE [kPa]	ENTHALPY [kJ/kg]	DENSITY [kg/m ³]	Additional information
1	-10.0	200.7	240.9	10.1	Pressure ratio (p ₂ / p ₁) : 5.067
2	46.7	1016.9	274.6	48.1	
3	46.7	1016.9	274.6	48.1	T _{2,15} is the temperature of the discharge gas assuming reversible and adiabatic compression
4	40.0	1016.9	105.1	1147.5	
5	40.0	1016.9	105.1	1147.5	T _{2,W} is the temperature of the discharge gas assuming real and adiabatic compression
6	-10.0	200.7	105.1	----	
7	-10.0	200.7	240.9	10.1	
8	-10.0	200.7	240.9	10.1	

Gambar 3. State Points siklus dengan R134a

Selanjutnya menampilkan diagram p-h dengan menekan fitur **Home**, maka akan ditampilkan diagram seperti Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Diagram p-h siklus dengan R134a

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pemodelan SKU dan hasil pengujian kinerja SKU secara langsung untuk kotak refrigerasi ikan menggunakan R134a diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Laju aliran massa refrigeran pada pemodelan SKU diperoleh 0,003705 kg/s sedangkan hasil pengujian diperoleh lebih tinggi sebesar 0,004266 kg/s. Terdapat penambahan kebutuhan refrigeran sebesar 15,14%.
2. Kapasitas evaporator pada pemodelan SKU diperoleh 503 W sedangkan hasil pengujian diperoleh lebih tinggi sebesar 595,21 W. Terdapat peningkatan kapasitas evaporator sebesar 18,33%.
3. Kapasitas kondensor pada pemodelanSKU diperoleh 628 W sedangkan hasil pengujian diperoleh lebih tinggi sebesar 727,91 W. Terdapat peningkatan kapasitas kondensor sebesar 15,90%.
4. COP pada pemodelan SKU diperoleh 4,024 sedangkan hasil pengujian diperoleh lebih tinggi sebesar 4,47. Terdapat peningkatan COP sebesar 11,08%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ikbar, “Potensi sumber daya perikanan di Sumatera Utara,” 2018. [Online]. Available: <https://ikbar-alasyari.blogspot.com/2015/12/potensi-sumberdaya-perikanan-di.html>.
- [2]. DKP Sumut, “Potensi kelautan dan perikanan Provinsi Sumatera Utara,” *Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sumatera Utara*, 2014. [Online]. Available: <http://dkp.sumutprov.go.id/statistik/4/potensi.html>.

- [3]. A. ; A. ; R. Handayani, "Pengaruh penyimpanan pada suhu rendah (Freezer) terhadap kandungan air dan kandungan lemak pada ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*)," *Al-Kimia*, vol. 2, no. 1, pp. 64–68, 2014.
- [4]. R. Hastrini, A. Rosyid, and P. H. Riyadi, "Analisis penanganan (handling) hasil tangkapan kapal purse seine yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Bajomulyo Kabupaten Pati," *J. Fish. Resour. Util. Manag. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 1–10, 2013.
- [5]. Z. Wu and R. Du, "Design and experimental study of a miniature vapor compression refrigeration system for electronics cooling," *Appl. Therm. Eng. J.*, vol. 31, pp. 1–6, 2011.
- [6]. Y. Yang, W. Yuan, and Y. Liao, "Development of a Miniature Vapor-compression Refrigeration System for Computer CPU Cooling," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 324, pp. 383–386, 2013.
- [7]. W. Yuan, B. Yang, Y. Yang, K. Ren, J. Xu, and Y. Liao, "Development and experimental study of the characteristics of a prototype miniature vapor compression refrigerator," *Appl. Energy*, vol. 143, pp. 47–57, 2015.
- [8]. A. Poachaiyapoom, R. Leardkun, and J. Mounkong, "Case Studies in Thermal Engineering Miniature vapor compression refrigeration system for electronics cooling," *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 13, no. December 2018, p. 100365, 2019.
- [9]. W. F. Stoecker and J. W. Jones, *Refrigeration and Air Conditioning*. McGraw-Hill, 1982.
- [10]. G. F. Hundy, A. R. Trott, and T. C. Welch, *Refrigeration and Air-Conditioning*. Elsevier Science, 2008.
- [11]. A. S. H. R. A. E, R. and A.-C. E. American Society of Heating, and K. (Firm), *2008 ASHRAE Handbook: Heating, Ventilating, and Air-conditioning Systems and Equipment*. ASHRAE, 2008.
- [12]. Jorrit, Wronski; Maarten, and Winter, "CoolPack - IPU," *IPU*, 2019.