

FUNDAMENTAL DAN IMPLEMENTASI SISTEM TEKNIK PENDINGIN

The background of the lower half of the cover is a photograph of several air conditioning units. The units are arranged in a row, and the image is overlaid with a semi-transparent blue grid and wavy lines that represent airflow or cooling patterns. The overall color scheme is a mix of dark blue, light blue, and white.

Ir. Yusuf Dewantoro Herlambang, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Dr. Eng. Ir. Irfan Mujahidin, S.T., M.T., M.Sc.
Ir. Fatahul Arifin, S.T. Dipl.Eng.EPD., M.Eng.Sc., Ph.D.
Nanang Apriandi Ms, S.T., M.T.

FUNDAMENTAL DAN IMPLEMENTASI SISTEM TEKNIK PENDINGIN

Ir. Yusuf Dewantoro Herlambang, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Dr. Eng. Ir. Irfan Mujahidin., S.T., M.T., M.Sc.
Ir. Fatahul Arifin, S.T. Dipl.Eng.EPD., M.Eng.Sc., Ph.D.
Nanang Apriandi Ms , S.T., M.T.



Penerbit KBM Indonesia

Adalah penerbit dengan misi memudahkan proses penerbitan buku-buku penulis di tanah air indonesia, serta menjadi media *sharing* proses penerbitan buku

FUNDAMENTAL DAN IMPLEMENTASI SISTEM TEKNIK PENDINGIN

*Copyright @2025 by Ir. Yusuf Dewantoro Herlambang, S.T., M.T., Ph.D.,
IPM., ASEAN Eng., dkk*

All rights reserved

KARYA BAKTI MAKMUR (KBM) INDONESIA

Anggota IKAPI (Ikatan Penerbit Indonesia) **NO. IKAPI 279/JTI/2021**
Depok, Sleman-Jogjakarta (Kantor) **081357517526 (Tlpn/WA)**

Penulis

Ir. Yusuf Dewantoro Herlambang, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Dr. Eng. Ir. Irfan Mujahidin., S.T., M.T., M.Sc.
Ir. Fatahul Arifin, S.T. Dipl.Eng.EPD., M.Eng.Sc., Ph.D.
Nanang Apriandi Ms , S.T., M.T.

Desain Sampul

Aswan Kreatif

Tata Letak

Ara Caraka

Editor Naskah

Dr. Muhamad Husein Maruapey, Drs., M.Sc.

15 x 23 cm, x + 137 halaman

Cetakan ke-1, Juni 2025

ISBN 978-634-202-435-5

Isi buku diluar tanggungjawab penerbit

Hak cipta merek KBM Indonesia sudah terdaftar di
DJKI-Kemenkumham dan isi buku dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau

Memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini

Tanpa seizin penerbit karena beresiko sengketa hukum

Website

<https://penerbitkbm.com>, www.penerbitbukumurah.com

Instagram

@penerbit.kbmindonesia

@penerbitbukujogja

Email

naskah@penerbitkbm.com

Distributor

<https://penerbitkbm.com/toko-buku/>

Youtube

Penerbit KBM Sastrabook

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

- (i) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (ii) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (iii) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (iv) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku ini yang berjudul "*Fundamental dan Implementasi Sistem Teknik Pendingin*" dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai salah satu bahan ajar dalam mendukung proses pembelajaran pada materi Sistem Teknik Pendingin dititik politeknik dan universitas.

Buku ini berisi penjelasan mendalam mengenai prinsip dasar teknik pendingin, berbagai siklus termodinamika yang relevan, jenis-jenis refrigeran, serta peralatan utama dalam sistem pendingin. Selain itu, materi juga dilengkapi dengan pembahasan mengenai sistem refrigerasi multi-kompresor, sistem absorpsi, dan pendekatan psikrometrik yang penting dalam perencanaan dan pengoperasian sistem tata udara.

Penyusunan buku ini bertujuan memberikan pemahaman konseptual dan aplikatif kepada mahasiswa mengenai sistem teknik pendingin, baik dari aspek teori dasar maupun implementasinya di dunia industri. Harapan kami, buku ini dapat menjadi panduan praktis dan ilmiah dalam proses belajar mengajar serta menjadi referensi awal untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut di bidang rekayasa termal dan energi.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini,

khususnya kepada rekan dosen dan mahasiswa yang telah memberikan masukan konstruktif. Kami menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan, untuk itu kami sangat mengharapkan kritik dan saran guna penyempurnaan edisi berikutnya.

Semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang berkecimpung dalam bidang teknik pendingin dan konversi energi.

Semarang, Oktober 2027

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
KONTRAK PERKULIAHAN.....	v
BAB 01 KONSEP DASAR TEKNIK PENDINGIN DAN BIDANG PENERAPAN TEKNIK PENDINGIN	1
1.1 Sejarah Refrigerasi (Teknik Pendingin)	1
1.2 Refrigerasi Alami.....	3
1.3 Pentingnya Ventilasi & Distribusi Udara	4
1.4 Pergerakan Udara dalam Rumah	5
1.5 Polutan Udara dalam Rumah	6
1.6 Pemilihan Sistem Pengkondisi Udara	7
1.7 Fasa Subcooled, Saturasi, dan Superheated.....	14
1.8 Siklus Refrigerasi dalam Diagram P-h.....	15
1.9 Cara Kerja Mesin Pendingin Air Conditioning/AC:	18
BAB 02 PERALATAN UTAMA MESIN PENDINGIN	21
2.1 Cara Kerja Air Conditioner (Siklus Refrigerasi Kompresi Uap)	21
2.2 Komponen-Komponen Refrigerasi.....	23
BAB 03 SIKLUS CARNOT, SIKLUS KOMPRESI UAP STANDAR, DAN SIKLUS AKTUAL.....	53
3.1 Siklus Carnot	53
3.2 Siklus Kompresi Uap Standar.....	58
3.4 Siklus Refrigerasi	68
BAB 04 JENIS-JENIS REFRIGERAN DAN KARAKTERISTIKNYA....	77
4.1 Pengelompokan Refrigeran	77
4.2 Penggunaan Refrigeran	83
4.3 Perhitungan Refrigeran	84

BAB 05 DIAGRAM PSIKROMETRIK, FLASH TANK, INTERCOOLING, MENARA PENDINGIN DAN GAS CAMPURAN	87
5.1 Psikrometrik	87
5.2 Tangki Cetus (Flash Tank/Flash Chamber)	99
5.3 Pendingin Antara (Intercooling).....	100
5.4 Sistem Chiller dan Menara Pendingin (Cooling Tower).....	101
5.5 Gas Campuran.....	105
BAB 06 MESIN PENDINGIN BERTEKANAN BANYAK (MULTI KOMPRESOR) DAN SISTEM PENDINGIN ABSORPSI	109
6.1 Sistem Pendingin Bertekanan Banyak	111
6.2 Pemisahan Gas Cetus (Flash Gas).....	112
6.3 Pendingin Antara (<i>Intercooling</i>)	114
6.4 Satu Kompresor dan Satu Evaporator	118
6.5 Sistem Pendingin Menggunakan Satu Kompresor Dua Evaporator	119
6.6 Sistem Pendingin Menggunakan Dua Kompresor dan Satu Evaporator	120
6.7 Sistem Pendingin Menggunakan Dua Kompresor dan Dua Evaporator	122
6.8 Sistem Pendinginan Penyerapan (<i>Absorption Refrigeration System</i>)	128
PROFIL PENULIS.....	133

PROFIL PENULIS



Ir. Yusuf Dewantoro Herlambang, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng, Penulis adalah tenaga pengajar di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang, Lahir di Klaten 1978. Pendidikan S1 di Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada diselesaikan tahun 2001 dan Insinyur (Ir) di Universitas Gadjah Mada tahun 2023. Pascasarjana S2 juga diselesaikan di Universitas Gadjah Mada pada tahun 2006 di bidang Teknik Elektro. Pendidikan terakhir S3 Teknik Mesin bidang Renewable Energy diselesaikan pada tahun 2017 di National Kaohsiung University of Applied Sciences, Taiwan Republic of China melalui Beasiswa Program Pascasarjana (BPPS) skema 3+1 Indonesia-Taiwan ROC, Direktorat Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kemenristekdikti tahun 2013. Penulis bergabung di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang sejak tahun 2001 yang mengajar dalam beberapa mata kuliah antara lain Pembangkit Tenaga Alternatif, Termodinamika, Neraca Massa dan Energi, Audit Energi, Manajemen Energi, Praktikum Mesin Konversi Energi, dan Praktikum Termodinamika & Perpindahan Panas. Penulis juga aktif dalam Seminar Nasional dan Seminar Internasional serta menulis karya ilmiah di Jurnal Nasional Terakreditasi dan Jurnal Internasional Bereputasi terindeks Scopus dan Web of Science. Penulis menjabat sebagai Lektor Kepala sejak tahun

2012 dan menjabat sebagai Kepala Laboratorium Mesin Fluida sejak tahun 2018 sampai dengan 2020 dan sekarang menjabat sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang periode 2020-2024. Saat ini penulis bekerja sebagai asesor BANPT dan asesor LAM Teknik. Selain itu, aktif dalam kegiatan organisasi Ikatan Cendekiawan Muslim Indonesia (ICMI), Dewan Dakwah Islam Indonesia (DDII) Kota Semarang, Indonesia Fuel Cell Hydrogen Energy (IFHE). Lebih lengkap bisa di telusuri melalui akun repositori publikasi berikut :  0000-0002-6838-2055,  TTi5IpQAAA,  57194209980,  CAF-7021-2022. Penulis dapat dihubungi di email: masyusufdh@polines.ac.id



Dr. Eng, Ir. Irfan Mujahidin., S.T., M.T., M.Sc., Penulis adalah seorang dosen program studi Teknik telekomunikasi, Politeknik Negeri Semarang. Penulis lahir di Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia, pada tahun 1992. Latar Pendidikan penulis adalah memperoleh gelar doctoral di Teknik Elektro dan Ilmu Komputer di

Universitas Kanazawa, Jepang, pada tahun 2022. Penulis memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro dari Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia, pada tahun 2015. Master of Science dari Institut Teknik Komunikasi, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan, Republik Tiongkok, pada tahun 2018 dan gelar profesi insinyur pada tahun 2021 sebagai praktisi dan peneliti bidang antenna dan propagasi. Minat penelitiannya saat ini meliputi desain antena pada pemanenan energi RF, jaringan sensor nirkabel, aplikasi Internet-of-Things,

transmisi daya nirkabel, dan desain sirkuit RF. Lebih lengkap bisa di telusuri melalui akun repositori publikasi berikut :  0000-0002-5451-941X,  4O28CH8AAAAJ,  57163783300,  AAM-4798-2020.

Penulis dapat dihubungi di email:
irfan.mujahidin@polines.ac.id



Ir. Fatahul Arifin, ST. DiplEng.EPD., MEngSc., PhD, Penulis adalah tenaga pengajar di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya, Lahir di Palembang 1972. Pendidikan DIII Politeknik Universitas Sriwijaya diselesaikan tahun 1994, Pendidikan S1 di Teknik Mesin Universitas Sriwijaya diselesaikan tahun 1997. Post Graduate Diploma Hogestshool van Utrechth Belanda bidang Product Design Tahun 2002 melalui beasiswa STUNED, Master Engineering Science di Curtin University Perth Australia tahun 2007 melalui beasiswa TPSPD, Doctoral Philosophy S3 Teknik Mesin diselesaikan pada tahun 2019 di National Kaohsiung University of Applied Sciences, Taiwan Republic of China melalui Beasiswa Program Pascasarjana (BPPS) skema 3+1 Indonesia-Taiwan ROC, Direktorat Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kemenristekdikti tahun 2013. Dan telah menyelesaikan Pendidikan Profesi Insinyur di Universitas Atmajaya Jakarta. Berpengalaman di bidang Energi terbarukan, alat berat, pengelasan, serta manufaktur. Penulis bergabung di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya sejak tahun 1997 yang mengajar dalam beberapa mata kuliah antara lain: Gambar Teknik, Program Komputer, Pemodelan dan Simulasi

serta Mengajar Program Magister Terapan Teknik (S2) Energi Terbarukan di Politeknik Negeri Sriwijaya. Penulis juga aktif dalam Seminar Nasional dan Seminar Internasional serta menulis karya ilmiah di Jurnal Nasional Terakreditasi dan Jurnal Internasional Bereputasi terindeks Scopus dan Web of Science. Penulis saat aktif juga sebagai reviewer di berbagai Jurnal Nasional dan Internasional. Saat ini menjadi senat wakil Dosen Politeknik Negeri Sriwijaya periode 2020-2024. Selain merupakan Asesor BNSP, untuk bidang K3 Kelistrikan, Lifting Gear, dan Welding. Lebih lengkap bisa di telusuri melalui akun repositori publikasi berikut: Orcid ID: 0000-0002-8973-0709, Scopus Author ID: 55489401300, ResearcherID: Q-1174-2018. Penulis dapat dihubungi di email: farifinus@polsri.ac.id



Nanang Apriandi Ms , S.T., M.T., Penulis adalah tenaga pengajar di Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, Jawa Tengah. Lahir di Rensing, Lombok Timur - Nusa Tenggara Barat, pada tanggal 9 April 1985. Pendidikan S1 dan S2 diselesaikan masing-masing pada tahun 2008 dan 2013, mengambil Jurusan Teknik Mesin di Universitas Udayana, dengan minat pada bidang Konversi Energi. Saat ini, penulis sedang menempuh studi Doktorat (S3) Jurusan Teknik Mesin dengan bidang minat yang sama (Konversi Energi) di Universitas Diponegoro sejak tahun 2024. Sebagai informasi tambahan, penulis bergabung di Jurusan Teknik Mesin - Politeknik Negeri Semarang sejak tahun 2019, dengan mengampu beberapa mata kuliah antara lain: Termodinamika, Neraca Massa dan Energi, Manajemen Energi, Praktikum Mesin Konversi Energi, dan

Praktikum Termodinamika & Perpindahan Panas. Penulis juga aktif menulis karya ilmiah, baik di Jurnal Nasional Terakreditasi maupun Jurnal Internasional Bereputasi, dengan berbagai area seperti Energi Terbarukan, Alat Penukar Kalor, Teknologi Peningkatan, Penyimpanan Energi, dan Teknologi Desalinasi.

Lebih lengkap bisa di telusuri melalui akun repositori publikasi berikut:  0000-0002-5404-8419,  58563183600.

Penulis dapat dihubungi di email:

nanang.apriandi@polines.ac.id