



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

**ANALISIS PERANCANGAN PENGGUNAAN *HEAT RECOVERY*
VENTILATOR PADA *AIR HANDLING UNIT FULL FRESH AIR* DENGAN
PEMANFAATAN UDARA BUANG RUANGAN UNTUK RUANG
OPERASI INFEKSI**

TUGAS AKHIR

Anita Agustin

1122623009

INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

SERPONG

AGUSTUS 2025



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

**ANALISIS PERANCANGAN PENGGUNAAN *HEAT RECOVERY*
VENTILATOR PADA *AIR HANDLING UNIT FULL FRESH AIR* DENGAN
PEMANFAATAN UDARA BUANG RUANGAN UNTUK RUANG
OPERASI INFEKSI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik**

Anita Agustin

1122623009

INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

SERPONG

AGUSTUS 2025

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri
bukan merupakan hasil plagiat dari karya orang lain
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Anita Agustin
NPM : 1122623009
Tanda Tangan : 
Tanggal : 28 Agustus 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Anita Agustin

NPM : 1122623009

Program Studi : Teknik Mesin – Institut Teknologi Indonesia

Judul : Analisis Perancangan Penggunaan *Heat Recovery Ventilator* pada *Air Handling Unit Full Fresh Air* dengan Pemanfaatan Udara Buang Ruangan untuk Ruang Operasi Infeksi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia

DEWAN PENGUJI

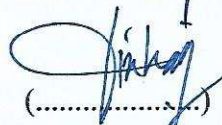
Pembimbing : Ir. J. Victor Tuapetel, ST, MT, PhD, IPM,
ASEAN Eng.

()

Penguji I : Ir. Maradu Sibarani, M.Si

()

Penguji II : Imaduddin Haq, ST., MT.

()

Penguji III : Dr. Eng. Ir. Rudi Purwo Wijayanto, ST., MT.

()

Ditetapkan di : Serpong

Tanggal : 28 Agustus 2025

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

()

(Ir. J. Victor Tuapetel, ST, MT, PhD, IPM, ASEAN Eng.)

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat pada waktunya. Sholawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam, kepada keluarga-Nya, para sahabat-Nya, dan semua pengikut-Nya yang setia hingga akhir zaman. Laporan ini disusun untuk memberikan gambaran Tugas Akhir sebagai bentuk pertanggungjawaban penulis dalam melaksanakan Tugas Akhir ini yang menjadi salah satu syarat kelulusan mahasiswa tingkat akhir dalam menuntaskan perkuliahan S1 Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia. Dalam pelaksanaan Tugas Akhir hingga proses penyusunan laporan ini, penulis tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ir. J. Victor Tuapetel, ST, MT, PhD, IPM, ASEAN Eng., Selaku Pembimbing dan Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah membimbing dan mengarahkan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Dr. Ir. Ismojo, ST, MT, Selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah membimbing dan mengarahkan di bidang akademik mulai dari awal perkuliahan sampai dengan tersusunnya Tugas Akhir ini.
3. Keluarga tercinta, terkhusus untuk orang tua yang selalu memberikan do'a, semangat serta dukungan moriil dan materiil.
4. Seluruh teman Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia 2024.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Tangerang, 28 Agustus 2025

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Institut Teknologi Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anita Agustin

NPM : 1122623009

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Analisis Perancangan Penggunaan *Heat Recovery Ventilator* pada *Air Handling Unit Full Fresh Air* dengan Pemanfaatan Udara Buang Ruangan untuk Ruang Operasi Infeksi”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kabupaten Tangerang

Pada Tanggal 28 Agustus 2025

Yang Menyatakan



(Anita Agustin)

ABSTRAK

Sistem tata udara untuk ruang operasi infeksi sangat penting karena beberapa alasan yang berkaitan dengan keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi operasional. Sistem tata udara mengonsumsi 40-60% dari total energi di Gedung. Sistem tata udara ini bertujuan untuk menjaga pengaturan temperatur, kelembapan, kontrol aliran udara, mencegah kontaminasi lintas, dan menjaga kualitas udara. Oleh karena itu udara segar sangat dibutuhkan dalam sistem tersebut, dalam hal ini unit pendinginan yang dapat diaplikasikan adalah *Air Handling Unit Full Fresh Air*. Secara spesifik, beban udara segar dan udara yang dibuang masing-masing menyumbang 20-30% dan 30-40% dari total konsumsi energi pada sistem pendingin udara. Hal ini akan mengarah pada pemborosan energi jika energi tersebut tidak didaur ulang secara efektif, yang pada akhirnya akan meningkatkan konsumsi energi pada sistem pendingin udara. Energi buangan ini dapat didaur ulang dan disalurkan ke berbagai proses yang digerakkan secara termal, mekanis, dan elektrik. Oleh karena itu, penting untuk mendaur ulang dan menggunakan kembali energi buangan di gedung secara efektif. Dengan menggunakan sistem pemulihan panas (*Heat Recovery Ventilator*), kehilangan panas yang dibawa oleh udara buangan dapat diubah menjadi energi yang dapat didaur ulang, yang dapat mengurangi total konsumsi energi pada sistem pendingin udara.

Dalam penelitian ini diperoleh hasil kapasitas yang dibutuhkan AHU FFA tanpa HRV untuk Ruang Operasi Infeksi dengan ukuran ruangan 7 x 6 x 3 m dan ACH 25 sebesar 55,65 kW dengan nilai COP 3,905, Efisiensi 65,74%, EER 12,26. Sedangkan kapasitas AHU yang dilengkapi dengan HRV untuk Ruang Operasi infeksi tersebut sebesar 42 kW dengan nilai COP 3,907, Efisiensi 65,77%, EER 12,27. Dengan demikian penghematan energi AHU yang dilengkapi dengan HRV sebesar 24,5%. Ada pun kinerja AHU dengan HRV lebih tinggi 0,03% dari AHU tanpa HRV.

Kata kunci: Ruang Operasi Infeksi, AHU FFA, HRV, COP, Efisiensi, EER.

ABSTRACT

The air handling system for an infection operating room is critical for several reasons related to safety, comfort, and operational efficiency. The air handling system consumes 40-60% of the total energy in a building. This system aims to maintain temperature settings, humidity control, air flow regulation, prevent cross-contamination, and ensure air quality. Therefore, fresh air is essential in this system, and the cooling unit that can be applied is the Full Fresh Air Air Handling Unit (AHU FFA). Specifically, the fresh air load and exhaust air contribute 20-30% and 30-40% of the total energy consumption in the air conditioning system, respectively. This can lead to energy waste if the energy is not effectively recycled, ultimately increasing energy consumption in the air conditioning system. This waste energy can be recycled and redirected to various thermal, mechanical, and electrical processes. Therefore, it is crucial to recycle and reuse the waste energy in the building efficiently. By using a Heat Recovery Ventilator (HRV) system, the heat loss carried by the exhaust air can be converted into recyclable energy, which can reduce the total energy consumption of the air conditioning system.

In this study, the required capacity of the AHU FFA without HRV for an infection operating room with room dimensions of 7 x 6 x 3 m and an ACH of 25 is 55,65 kW, with COP value of 3,905, Efficiency of 65,74%, and EER of 12,6. Meanwhile, the capacity of the AHU equipped with HRV for the same infection operating room is 42 kW, with COP value of 3,907, Efficiency of 65,77%, and EER of 12,27. Therefore, the energy savings of the AHU equipped with HRV is 24,5%. The performance of the AHU with HRV is 0,03% higher than that of the AHU without HRV.

Keywords: Infection Operating Room, AHU FFA, HRV, COP, Efficiency, EER.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Persyaratan Tata Udara Ruang Operasi Infeksi.....	6
2.3 Definisi Pengondisian Udara.....	6
2.4 Air Handling Unit (AHU)	6
2.5 Heat Recovery Ventilator	9
2.5.1 Konfigurasi Aliran Udara Heat Recovery Ventilator.....	11
2.5.2 Basic Formula Heat Recovery Ventilator	13
2.6 Tipe-Tipe Dasar Desain Sistem Tata Udara.....	16
2.7 Beban Pendinginan.....	18
2.8 Diagram Psikrometrik	18
2.8.1 Proses pada Psikrometrik	19

2.8.2	Proses Udara Termal	21
2.8.3	<i>Air Side Performance</i>	23
2.9	<i>Condensing Unit</i>	25
2.10	Komponen Utama Sistem Refrigerasi Kompresi Uap	26
2.11	Sistem Refrigerasi Kompresi Uap	28
2.11.1	Proses Kompresi (1-2)	29
2.11.2	Proses Kondensasi (2-3)	30
2.11.3	Proses Ekspansi (3-4)	31
2.11.4	Proses Evaporasi (4-1)	31
2.12	Koefisien Kinerja Sistem atau <i>Coefficient of Performance</i> (COP)	32
2.13	Efisiensi	32
2.14	EER (Energy Efficiency Ratio)	33
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1	Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) Pelaksanaan Penelitian	34
3.2	Studi Pustaka	35
3.3	Pengambilan Data	35
3.4	Pengolahan Data	35
3.5	Analisa Hasil Perhitungan	35
3.6	Kesimpulan	36
BAB IV	PERHITUNGAN DAN ANALISA	37
4.1	Denah Ruang Operasi	37
4.2	Perancangan AHU FFA Ruang Operasi Infeksi tanpa HRV	37
4.2.1	Perhitungan <i>Airflow Exhaust Unit</i>	40
4.2.2	Perhitungan Kapasitas <i>Condensing Unit</i> untuk AHU tanpa HRV	41
4.2.3	Perhitungan Kinerja AHU tanpa HRV	44
4.3	Perancangan AHU FFA Ruang Operasi Infeksi dengan HRV	45
4.3.1	Perhitungan <i>Entering Air Coil</i> setelah Melewati HRV	45
4.3.2	Perhitungan Kapasitas <i>Condensing Unit</i> untuk AHU tanpa HRV	49
4.3.3	Perhitungan Kinerja AHU dengan HRV	51
4.4	Perhitungan Elektrik Heater	52
4.5	Analisis Perancangan	54
4.6	Pemilihan Filter	55

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Karakteristik R407C (Lampiran 6 dan lampiran 7)	42
Tabel 4.2 Karakteristik R407C (Lampiran 6 dan lampiran 7)	49
Tabel 4.3 Hasil Analisis Perancangan.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Air Handling Unit</i>	7
Gambar 2. 2 Fan dan Motor AHU	7
Gambar 2. 3 <i>Supply Duct</i>	8
Gambar 2. 4 <i>Damper</i>	8
Gambar 2. 5 <i>Return Duct</i>	8
Gambar 2. 6 Filter AHU	9
Gambar 2. 7 <i>Evaporator (Cooling Coil)</i>	9
Gambar 2. 8 HRV <i>Cross Flow Model</i>	11
Gambar 2. 9 Konstruksi HRV <i>Cross Flow Model</i>	12
Gambar 2. 10 HRV <i>Counter Flow Model</i>	12
Gambar 2. 11 Konstruksi HRV <i>Counter Flow Model</i>	13
Gambar 2. 12 Ilustrasi Thermal Condition HRV	13
Gambar 2. 13 Sistem Tata Udara <i>Full Fresh Air</i>	16
Gambar 2. 14 Sistem Tata Udara Resirkulasi	17
Gambar 2. 15 Sistem Tata Udara Ekstraksi (<i>Exhaust</i>)	17
Gambar 2. 16 Diagram Psikrometrik	23
Gambar 2. 17 Diagram P-H	24
Gambar 2. 18 <i>Condensing Unit</i>	26
Gambar 2. 19 Kompresor	26
Gambar 2. 20 Kondensor	27
Gambar 2. 21 Katup Ekspansi	27
Gambar 2. 22 Evaporator	28
Gambar 2. 23 Diagram p-h Sistem Refrigerasi Kompresi Uap	28
Gambar 2. 24 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap	29
Gambar 2. 25 <i>Energy Efficiency Ratio</i>	33
Gambar 3. 1 Flowchart	34
Gambar 4.1 Denah Ruang Operasi Infeksi	37
Gambar 4.2 AHU FFA tanpa HRV	37
Gambar 4.3 Nilai <i>leaving air coil</i>	38
Gambar 4.4 Plot Udara Luar dan Udara <i>Leaving Coil</i>	39
Gambar 4.5 Exhaust Unit	40
Gambar 4.6 Plot Diagram PH AHU tanpa HRV	43
Gambar 4.7 AHU FFA dengan HRV	45
Gambar 4.8 Plot Diagram Psikrometrik <i>Entering Coil</i>	47
Gambar 4.9 Plot <i>Enting Air Coil</i> dan Udara <i>Leaving Coil</i>	48
Gambar 4.10 Plot Diagram PH AHU dengan HRV	50
Gambar 4.11 Plot Diagram Psikrometrik Proses <i>Reheating</i>	53
Gambar 4.12 Pre Filter	56
Gambar 4.13 Medium Filter	57
Gambar 4.14 HEPA Filter	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Persyaratan Tata Udara Ruang Operasi infeksi	62
Lampiran 2 Ukuran Ruang Operasi infeksi	63
Lampiran 3 Desain Temperatur Udara Luar Ruangan	64
Lampiran 4 <i>Air Properties</i>	65
Lampiran 5 <i>Room Leakage</i>	66
Lampiran 6 Temperatur Evaporasi dan Kondensasi Refrigerant	67
Lampiran 7 Tabel Propertis Refrigerant R407C	68