

**PEMANFAATAN ENERGI KALOR DARI UDARA BUANG TOILET KAMAR
HOTEL MENGGUNAKAN ANALISA NTU**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

WAHYU YUDHA PAMUNGKAS
NIM 41322120065

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2025**

LAPORAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN ENERGI KALOR DARI UDARA BUANG TOILET KAMAR HOTEL MENGGUNAKAN ANALISA NTU



Disusun Oleh :

Nama	: Wahyu Yudha Pamungkas
NIM	: 41322120065
Program Studi	: Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JULI 2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Wahyu Yudha Pamungkas

NIM : 41322120065

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : **PEMANFAATAN ENERGI KALOR DARI UDARA BUANG
TOILET KAMAR HOTEL MENGGUNAKAN ANALISA NTU**

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Fajar Anggara, ST., M.Eng

NIDN. : 0320089101

()

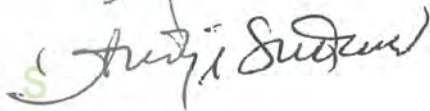
Ketua Penguji : Dr. Nanang Ruhyat, ST., M.T

NIDN. : 0323027301

()

Penguji 1 : Andi Firdaus Sudarma, ST, M.Eng

NIDN. : 0327118104

()

Penguji 2 : Fajar Anggara, ST., M.Eng

NIDN. : 0320089101

()

Jakarta,
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfaa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN .0307037202

Ketua Program Studi



Imam Hidayat, Dr.Eng., ST,MT,

NIDN. 0006087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Wahyu Yudha Pamungkas
NIM : 41322120065
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Energi Kalor dari Udara Buang Toilet Kamar Hotel Menggunakan Analisa NTU

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 16 Agustus 2025



Wahyu Yudha Pamungkas

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji potensi pemanfaatan energi kalor dari udara buang toilet kamar hotel untuk meningkatkan efisiensi sistem tata udara. Dalam sistem ventilasi hotel yang beroperasi 24 jam, udara buang dari toilet masih mengandung energi termal yang dapat dimanfaatkan kembali untuk mendinginkan udara segar (fresh air) yang masuk. Penelitian ini menggunakan pendekatan numerik perhitungan manual berdasarkan teori konveksi dan konduksi. Sistem pemulihan panas dirancang dengan *plate heat exchanger* tipe aliran silang menggunakan pelat aluminium, yang memiliki konduktivitas termal lebih tinggi dibandingkan bahan konvensional seperti kertas. Variasi parameter yang diteliti meliputi kecepatan aliran udara (5, dan 8 m/s), ketebalan pelat (0.4 dan 1 mm), serta suhu udara buang dari Toilet sebesar 24 °C dan udara masuk dari suhu udara luar sebesar 33 °C. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan udara dan pengurangan ketebalan pelat secara signifikan meningkatkan efisiensi perpindahan panas. Efisiensi tertinggi diperoleh pada kondisi aliran turbulen dengan nilai perpindahan panas mencapai 417,45 W. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemanfaatan panas buang toilet hotel melalui sistem heat exchanger aliran silang dapat mengurangi beban energi sistem HVAC dan mendukung konservasi energi sesuai standar nasional (SNI 6390:2020). Rekomendasi lanjutan mencakup pengembangan prototipe, uji lapangan, serta integrasi sistem ke dalam *Building Management System* (BMS).

Kata kunci: energi kalor, udara buang toilet, dengan menggunakan Plate heat exchanger berbahan aluminium, untuk meningkatkan efisiensi energi, HVAC.

ABSTRACT

This study examines the potential utilization of thermal energy from hotel room toilet exhaust air to improve the efficiency of air conditioning systems. In hotel ventilation systems operating 24 hours a day, exhaust air from toilets still contains thermal energy that can be recovered to cool incoming fresh air. The study employs a numerical manual calculation approach based on convection and conduction theory. The heat recovery system is designed with a crossflow plate heat exchanger using aluminum plates, which have higher thermal conductivity compared to conventional materials such as paper. The investigated parameter variations include air velocity (5 and 8 m/s), plate thickness (1 and 1.5 mm), toilet exhaust air temperature of 24 °C, and incoming outdoor air temperature of 33 °C. Simulation results indicate that increasing air velocity and reducing plate thickness significantly enhance heat transfer efficiency. The highest efficiency was achieved under turbulent flow conditions, with heat transfer reaching 417.45 W. The study concludes that utilizing heat from hotel toilet exhaust air through a crossflow heat exchanger system can reduce HVAC system energy loads and support energy conservation in accordance with national standards (SNI 6390:2020). Further recommendations include prototype development, field testing, and integration of the system into a Building Management System (BMS).

Keywords: thermal energy, toilet exhaust air, aluminum plate heat exchanger, energy efficiency improvement, HVAC

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 MANFAAT PENELITIAN	4
1.5 BATASAN MASALAH	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 PENJELASAN UMUM	6
2.2 MEKANISME PERTUKARAN KALOR DARI DUA ALIRAN UDARA	7
2.2.1 Konveksi	7
2.2.2 Konduksi	8
2.2.3 Perhitungan pada Plate Heat Exchanger	10
2.3 STUDI LITERATURE	12
BAB III METODELOGI PENELITIAN	16
3.1 GAMBARAN UMUM PENELITIAN	16
3.2 DIAGRAM ALIR	20
3.3 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN	22
3.4 METODE PENGUMPULAN DATA	23
3.4.1 Metode Kalkulasi dengan Mengambil Beberapa Parameter	23
3.4.2 Studi Kepustakaan	23
3.5 ANALISA JENIS PERTUKARANG KALOR	24
3.6 PERHITUNGAN ALAT PENUKAR KALOR	26
BAB IV HASIL PENELITIAN	32
4.1 PERHITUNGAN	32
4.1.1 Dasar Penelitian	32

4.1.2	Langkah 1 - Aliran Massa dan Kapasitas Panas (C)	33
4.1.3	Langkah 2 - Luas Perpindahan Panas Total (A)	35
4.1.4	Langkah 3 - Kecepatan Kanal dan Bilangan Reynolds	36
4.1.5	Langkah 4 - Koefisien Perpindahan Panas Konveksi h	37
4.1.6	Langkah 5 - Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan U (Mengikutkan Ketebalan Pelat)	37
4.1.7	Langkah 6 - NTU dan Efektivitas (ϵ) untuk <i>Crossflow Both-Unmixed</i>	38
4.1.8	Langkah 7 - Laju Panas Q dan Temperatur Keluar	39
4.1.9	Efisiensi Energi kalor	42
	Interpretasi hasil perhitungan:	42
4.2	ANALISIS HUBUNGAN Q TERHADAP PARAMETER	44
4.2.1	Grafik: Q vs Panjang Pelat, Kecepatan Udara, dan Suhu Udara	44
4.2.2	Grafik: Q vs Tebal Pelat, Kecepatan Udara, dan Suhu Udara	45
BAB V PENUTUP		47
5.1	KESIMPULAN	47
5.2	SARAN	47
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN		51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Plat Heat Exchanger	16
Gambar 3.2 Sistem Aliran Air to Air Heat Exchanger	17
Gambar 3.3 Sistem Ventilasi dan Tata Udara Kamar Hotel	17
Gambar 3.4 Sistem Pemanfaatan Kalor Udara Buang Toilet	18
Gambar 3.5 Standarisasi SNI 03-6572-2001	19
Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.7 Jenis Aliran Silang	24
Gambar 3.6 Jenis Aliran Berlawanan	25
Gambar 4.1 Aliran Udara	32
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan	43
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan	44



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	13
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	14
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	15
Tabel 3.1 Kondisi Perencanaan Udara Luar Ruang untuk Sistem Tata Udara	22
Tabel 3.2 Parameter Model Aliran Silang	26
Tabel 3.3 Parameter material	26
Tabel 3.4 Properti Udara	27
Tabel 3.5 Property Values of Dry Air at One Atm. Pressure	28
Tabel 3.6 Hasil Analisis	29

