



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS EFISIENSI TERMAL MESIN AC MODIFIKASI
DENGAN SISTEM *HEAT RECOVERY* UNTUK PEMATANGAN
PISANG SALE**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

NUR ALIFYANATA

NIM: 41320010008

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

2026



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**ANALISIS EFISIENSI TERMAL MESIN AC MODIFIKASI
DENGAN SISTEM HEAT RECOVERY UNTUK PEMATANGAN
PISANG SALE**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

NUR ALIFYANATA

NIM: 41320010008

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

2026

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Alifyanata

NIM : 41320010008

Fakultas/Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“ANALISIS EFISIENSI TERMAL MESIN AC MODIFIKASI DENGAN SISTEM HEAT RECOVERY UNTUK PEMATANGAN PISANG SALE”

adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 29 Januari 2026



SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I,, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Nur Alifyanata
NIM : 41320010008
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : Analisis Efisiensi Termal Mesin AC Modifikasi dengan Sistem Heat Recovery Untuk Pematangan Pisang Sale

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 19 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **13 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 19 Februari 2026

Administrator Turnitin,



Imam Haidi Syarif

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Nur Alifyanata

NIM : 41320010008

Fakultas/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : ANALISIS EFISIENSI TERMAL MESIN AC
MODIFIKASI DENGAN SISTEM HEAT RECOVERY
UNTUK PEMATANGAN PISANG SALE

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal Rabu, 29 Januari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

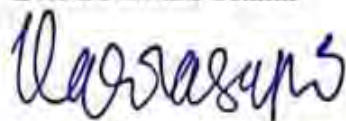

Dr. Nahang Rahyat, S.T., M.T.

NIDN : 0323027301

Jakarta, 29 Januari 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfā Fitri Ikatrinasari, M T

NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



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

NIDN : 0005087502

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat anugerah dan tuntunannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS EFISIENSI TERMAL MESIN AC MODIFIKASI DENGAN SISTEM *HEAT RECOVERY* UNTUK PEMATANGAN PISANG SALE” dengan begitu baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana .

Dalam Proses ini Penulis menyadari bahwa ada keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan skripsi ini. dalam proses penulisan skripsi ini penulis memperoleh bantuan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak, sehingga skripsi ini dapat selesai walaupun masih terdapat beberapa kekurangan dan keterbatasan dari penulis sendiri. Maka penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, MT selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta,
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Universitas Mercu Buana Kranggan,
5. Kepada kedua orang tua saya, Bapak Suloso dan Ibu Suparmi, serta Abang saya Alvian Driyanto,S.Kom dan Yusuf Prasetyo yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan do'a,
6. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, ST., MT selaku Dosen pembimbing dalam penulisan Laporan Tugas Akhir,
7. Bapak Firman, Bapak Dikki, Bapak H udin dan Mas Lukman yang turut membimbing dan membantu pengerjaan alat tugas akhir,
8. Rekan-rekan projek TA pemanfaatan energi panas AC yang selalu berjuang untuk keberhasilan alat uji coba Pematangan Pisang Sale dan selalu memberikan dukungan dalam segala bentuk dalam penyelesaian Tugas Akhir.

9. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Mesin angkatan 2020 Universitas Mercu Buana yang selalu memberikan motivasi dan semangat dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak disebutkan satu persatu namun tidak mengurangi rasa hormat dan terima kasih penulis.

Jakarta, 29 Januari 2026



Nur Alifyanata



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Alifyanata
NIM : 41320010008
Fakultas/Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : ANALISIS EFISIENSI TERMAL MESIN AC
MODIFIKASI DENGAN SISTEM HEAT
RECOVERY UNTUK PEMATANGAN PISANG
SALE

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, 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.

Jakarta, 29 Januari 2026

Yang menyatakan,



(Nur Alifyanata)

ANALISIS EFISIENSI TERMAL MESIN AC MODIFIKASI DENGAN SISTEM *HEAT RECOVERY* UNTUK PEMATANGAN PISANG SALE

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi termal dan kinerja *Coefficient of Performance* (COP) pada mesin Air Conditioner (AC) yang dimodifikasi dengan sistem *heat recovery* serta penerapannya pada proses pematangan pisang sale. Sistem *heat recovery* dirancang dengan memanfaatkan panas buangan kondensor yang dialirkan ke ruang oven pengering sehingga energi panas dapat dimanfaatkan secara optimal. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan variasi kapasitas kompresor $\frac{1}{2}$ PK, $\frac{3}{4}$ PK, dan 1 PK. Parameter yang dianalisis meliputi suhu udara panas dan ruang oven, konsumsi daya listrik kompresor, laju perpindahan panas, efisiensi termal, dan nilai COP. Selain itu, karakteristik produk pisang sale dianalisis berdasarkan perubahan berat, warna, tekstur, dan tingkat kematangan mengacu pada SNI 01-4393-1996. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem *heat recovery* pada mesin AC Modifikasi mampu menghasilkan suhu pengering yang stabil dan sesuai untuk proses pematangan pisang sale, meningkatkan efisiensi termal, serta memberikan nilai COP yang lebih baik dibandingkan sistem AC tanpa *heat recovery*. Proses pematangan berlangsung efektif dan menghasilkan kualitas produk yang seragam. Dengan demikian, sistem AC Modifikasi dengan *heat recovery* berpotensi menjadi alternatif teknologi pengeringan pangan yang hemat energi dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Air Conditioner, *heat recovery*, efisiensi termal, COP, pisang sale.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALYSIS OF THE THERMAL EFFICIENCY OF MODIFIED AIR
CONDITIONING MACHINES WITH HEAT RECOVERY SYSTEMS FOR
RIPENING SALE BANANAS**

ABSTRACT

This study aims to analyze the thermal efficiency and Coefficient of Performance (COP) of a modified Air Conditioner (AC) equipped with a heat recovery system and its application in the banana sale ripening process. The heat recovery system is designed to utilize waste heat from the condenser, which is directed to a drying oven, allowing the previously discarded thermal energy to be used effectively. An experimental method was employed with variations in compressor capacity of ½ HP, ¾ HP, and 1 HP. The analyzed parameters include hot air temperature, oven temperature, compressor power consumption, heat transfer rate, thermal efficiency, and COP. In addition, the characteristics of banana sale products were evaluated based on changes in weight, color, texture, and ripeness level in accordance with SNI 01-4393-1996. The results indicate that the implementation of a heat recovery system in the modified AC is capable of producing a stable drying temperature suitable for the banana sale ripening process, improving thermal efficiency, and achieving higher COP values compared to a conventional AC system without heat recovery. The ripening process was effective and resulted in uniform product quality. Therefore, the modified AC with a heat recovery system has the potential to be an energy-efficient and environmentally friendly alternative technology for food drying applications.

Keywords: Air Conditioner, heat recovery, thermal efficiency, COP, banana sale.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
TUGAS AKHIR DI REPOSITORY UMB.....	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR SIMBOL.....	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3. TUJUAN.....	3
1.4. MANFAAT.....	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH.....	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 PENELITIAN TERDAHULU.....	6
2.2 MESIN AIR CONDITIONER MODIFIKASI.....	14
2.2.1Komponen Pada Sistem Pendingin.....	14
1.Kompresor.....	15
2.Kondensor.....	15
3.Evaporator.....	15
4.Refrigan R 22.....	16
5.Axial Fan.....	16
6.Oven Kompor.....	16
7.Pipa 3 Inch.....	17
8.Elbow 3 Inch.....	17
9.Reducing Socket 10 ³ / ₄	17
10.Thermometer digital.....	18

2.3	HEAT RECOVERY PADA SISTEM PENDINGIN.....	18
2.4	EFISIENSI TERMAL DAN COEFFICIENT OF PERFORMANCE (COP).....	19
2.4.1	Efisiensi termal	19
2.4.2	Coefficient of performance	20
2.4.3	Relevansi dengan pematangan pisang sale	20
2.5	PROSES PEMATANGAN DAN STANDAR MUTU PISANG SALE	21
2.5.1	Proses Pematangan Pisang Sale	21
2.5.2	Pengolahan Pisang Sale	21
2.5.3	Standar Mutu Pisang Sale	22
BAB III METODOLOGI.....		23
3.1	DIAGRAM ALIR	23
3.2	DESAIN MESIN AC MODIFIKASI	25
3.2.1	Desain 3D	25
3.2.2	Desain Tampak AC	26
A.	Desain Tampak Kanan	26
B.	Desain Tampak Kiri	26
C.	Desain Tampak Depan	27
D.	Desain Tampak Belakang	27
E.	Desain Heat Recovery	28
3.3	ALAT DAN BAHAN	28
3.4	METODE PENELITIAN	33
3.5	PROSES KERJA MESIN AC MODIFIKASI	33
3.6	PROSEDUR PENELITIAN	34
3.7	LANGKAH-LANGKAH PENGAMBILAN DATA	35
1.1.1	Pengukuran Kondisi Termal	35
1.1.2	Pengukuran Konsumsi Energi Listrik	36
1.1.3	Pengukuran Kelembaban Relatif Udara (RH)	36
1.1.4	Pengukuran Laju Alir Udara (m)	37
1.1.5	Pengukuran Karakteristik Produk (Pisang Sale)	38
3.8	PENGOLAHAN DATA	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	HASIL EKSPERIMEN MESIN AC MODIFIKASI	39
4.2	HASIL PENGUJIAN KONDISI TERMAL	40
4.2.1	Data suhu udara pengering pada setiap kompresor ($\frac{3}{4}$ PK, $\frac{1}{2}$ PK, 1 PK).....	40
4.2.2	Suhu Udara Panas pada Sistem Heat Recovery	42
4.2.3	Suhu Ruang Oven Pengering	42
4.2.4	Kelembaban Relatif Udara (RH) Selama Pengujian.....	43
4.2.5	Pembahasan Umum Kondisi Termal	44
4.3	PERHITUNGAN DAN ANALISIS EFISIENSI TERMAL	44
4.3.1	Penentuan Selisih Suhu (ΔT) Oven.....	45

4.3.2	Perhitungan Perpindahan Panas (Q).....	46
4.3.3	Perhitungan Daya Listrik Kompresor.....	48
4.3.4	Perhitungan Efisiensi Termal	51
4.3.5	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Efisiensi Termal	54
4.3.6	Analisis Efisiensi Termal	56
4.4	PERHITUNGAN DAN ANALISIS COEFFICIENT OF PERFORMANCE	57
4.4.1	Perhitungan Coefficient of Performance (COP).....	57
4.4.2	Rekapitulasi Nilai COP	60
4.4.3	Analisis Coefficient of Performance (COP).....	60
4.5	ANALISIS KARAKTERISTIK PRODUK PEMATANGAN PISANG SALE	61
4.5.1	Perubahan Berat Pisang Sale	61
4.5.2	Karakteristik Warna Produk	61
4.5.3	Karakteristik Tekstur Pisang Sale	62
4.5.4	Tingkat Kematangan Pisang Sale	62
4.5.5	Pengaruh Variasi Kompresor terhadap Kualitas Produk	62
4.5.6	Analisis Kelayakan Produk	63
4.6	PEMBAHASAN EFEKTIVITAS SISTEM HEAT RECOVERY	63
4.6.1	Efektivitas Pemanfaatan Panas Buangan Kondensor	63
4.6.2	Hubungan Efisiensi Termal dan COP terhadap Efektivitas Sistem.....	64
4.6.3	Pengaruh Sistem Heat Recovery terhadap Proses Pematangan Pisang Sale	64
4.6.4	Evaluasi Efektivitas Konfigurasi Kompresor	64
BAB V PENUTUP		65
5.1	KESIMPULAN.....	65
5.2	SARAN	66
DAFTAR PUSTAKA		67
LAMPIRAN		68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1. Alat dan Bahan	29
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Temperatur dan Kelembapan Udara Lingkungan	40
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Tekanan dan Panas	41
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Suhu Panas pada Sistem Heat Recovery	42
Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Suhu Ruang Oven Pengering	43
Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Relatif Udara (RH)	43
Tabel 4.6. Hasil Pengukuran Daya Listrik yang digunakan Kompresor	48
Tabel 4.7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Panas dan Daya Listrik	54
Tabel 4.8. Rekapitulasi Hasil ΔT Oven ($^{\circ}\text{C}$) dan η_{th} (%)	55
Tabel 4.9. Rekapitulasi Hasil Nilai COP	60



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin Air conditioner modifikasi	14
Gambar 2.2. Kompresor	15
Gambar 2.3. Kondensor	15
Gambar 2.4. Evaporator	15
Gambar 2.5. Refrigeran R 22	16
Gambar 2.6. Axial Fan	16
Gambar 2.7. Oven Kompor	16
Gambar 2.8. Pipa 3 Inch	17
Gambar 2.9. Elbow 3 Inch	17
Gambar 2.10. Reducing Socket 3/4	17
Gambar 2.11. Thermometer Digital	18
Gambar 2.12. Heat Recovery Unit	18
Gambar 3.1. Diagram Alir	23
Gambar 3.2. Desain 3D	25
Gambar 3.3. Tampak Kanan	26
Gambar 3.4. Tampak Kiri	26
Gambar 3.5. Tampak Depan	27
Gambar 3.6. Tampak Belakang	27
Gambar 3.7. Desain Heat Recovery	28
Gambar 3.8. Desain Struktur AC Modifikasi	31
Gambar 3.9. Stop Watch	31
Gambar 3.10. Thermocouple Type - K	32
Gambar 3.11. Termometer Higrometer	32
Gambar 3.12. Digital Clamp Meter	32
Gambar 3.13. Termometer Mini	33
Gambar 3.14. Proses Kerja Mesin AC Modifikasi	33
Gambar 3.15. Pengukuran Kondisi Termal	35
Gambar 3.16. Pengukuran Konsumsi Energi Listrik	36
Gambar 3.17. Pengukuran Kelembaban Relatif Udara (RH)	36
Gambar 3.18. Pengukuran Laju Alir Udara (\dot{m})	37
Gambar 3.19. Pengukuran Karakteristik Produk (Pisang Sale)	38
Gambar 4.1. Mesin AC Modifikasi	39
Gambar 4.2. Grafik Rekapitulasi Hasil Perhitungan Q dan W	55
Gambar 4.3. Grafik Rekapitulasi Hasil ΔT Oven ($^{\circ}\text{C}$) dan η_{th} (%)	56

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luas penampang aliran udara	m ²
ΔT	Selisih suhu masuk dan keluar	°C
h_1, h_2, h_3, h_4	Enthalpi refrigeran pada berbagai titik siklus	kJ/kg
\dot{m}	Laju alir massa udara	kg/s
Q	Kalor atau energi panas yang ditransfer	J atau kJ
R22	Jenis refrigeran yang digunakan pada sistem AC	–
T	Temperatur	°C
V	Kecepatan aliran udara panas	m/s
W	Daya atau kerja listrik yang digunakan	Watt (W)
ρ (rho)	Massa jenis udara	kg/m ³
η_{th}	Efisiensi termal sistem	%

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
SNI	Standar Nasional Indonesia
COP	<i>Coefficient of Performance</i>
AC	<i>Air Conditioner</i>
RH	<i>Relative Humidity</i>
HRC	<i>Heat Recovery Condensor</i>
HRU	<i>Heat Recovery Unit</i>
PK	<i>Paard Kracht</i>
BTU	<i>British Thermal Unit</i>



UNIVERSITAS
MERCU BUANA