

**ANALISIS KINERJA SISTEM MESIN 3R (*RECOVERY, RECYCLE, AND REUSE*) DENGAN VARIASI BEBAN
OPERASI DAN JENIS REFRIGERAN
HCFC (R22) DAN HFC (R134A)**

SKRIPSI



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan
Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan**

Oleh:

**Achmad Nahari Ramadhan
062240212007**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

**PERFORMANCE ANALYSIS OF THE 3R ENGINE SYSTEM
(RECOVERY, RECYCLE, AND REUSE) WITH VARIOUS
LOADS OPERATION AND REFRIGERANT TYPES
HCFC (R22) AND HFC (R134A)**

THESIS



**Submitted to Comply with Terms of Study Completion in Mechanical
Engineering Production and Maintenance Study Program**

By:

**Achmad Nahari Ramadhan
062240212007**

**DEPARTMENT OF MECHANICAL
ENGINEERING STATE POLYTECHNIC OF
SRIWIJAYA PALEMBANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS KINERJA SISTEM MESIN 3R (*RECOVERY, RECYCLE, AND REUSE*) DENGAN VARIASI BEBAN OPERASIDAN JENIS REFRIGERAN HCFC (R22) DAN HFC (R134A)



SKRIPSI

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Proposal Skripsi
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan

Pembimbing Utama,

Muhammad Rasid, S.T., M.T.
NIP. 196302051989031001

Palembang, Juni 2026
Menyetujui,
Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Baiji Hidayati, S.T., M.T., IPP.
NIP. 199207062022032011

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

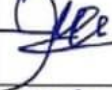
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Peoposal Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Achmad Nahari Ramadhan
NIM : 062240212007
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Rencana Judul : ANALISIS KINERJA SISTEM MESIN 3R (RECOVERY, RECYCLE, AND REUSE) DENGAN VARIASI BEBAN OPERASI DAN JENIS REFRIGERAN HCFC (R22) DAN HFC (R134A)

Telah selesai dinilai dalam Ujian Skripsi Sarjana Terapan di hadapan Tim Dosen Penguji pada tanggal dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

TIM DOSEN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penilai	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Muhammad Rasid, S.T., M.T. NIP. 196302051989031001	Ketua		4/8/26
2.	Ir. Ahmad Zamheri, S.T., M.T. NIP. 196712251997021001	Anggota		7/8/26
3.	Mulyadi S, S.T., M.T. NIP. 197107271995031001	Anggota		4/8/26
4.	Ir. Rizky Brilliant Yuliandi, M.Tr.T. NIP. 199208112020121022	Anggota		4/8/26

Palembang, 2026
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Achmad Nahari Ramadhan
NPM : 062240212008
Tempat/Tanggal lahir : Palembang, 18 Oktober 2005
Alamat : Jln Balap Sepeda Lrg. Muhajirin 4 Rt 43 Rw 13
No.5000
No. Telepon : 081278032048
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan
Perawatan
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA SISTEM MESIN 3R
(RECOVERY, RECYCLE, AND REUSE) DENGAN
VARIASI BEBAN OPERASI DAN JENIS
REFRIGERAN HCFC (R22) DAN HFC (R134A)

Menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dengan didampingi oleh Tim Pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat di dalam Skripsi yang saya buat, saya bersedia menerima sanksi akademik dari Jurusan Teknik Mesin dan Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar, kondisi sehat, dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Achmad Nahari Ramadhan
NPM : 062240212007
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D – IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul : ANALISIS KINERJA SISTEM MESIN 3R (RECOVERY, RECYCLE, AND REUSE) DENGAN VARIASI BEBAN OPERASI DAN JENIS REFRIGERAN HCFC (R22) DAN HFC (R134A)

Memberi izin kepada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya dan Dosen Pembimbing dalam mempublikasi riset dari hasil Tugas Akhir/ Skripsi saya dengan tujuan kepentingan akademik jika dalam kurun waktu 6 (enam) bulan setelah Yudisium saya tidak juga mempublikasikan karya ilmiah saya (setidaknya menerima bukti *Letter of Acceptance* dari Jurnal yang dituju). Untuk kasus ini saya bersedia menempatkan Dosen Pembimbing untuk menjadi penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang,

Juli 2026



Achmad Nahari Ramadhan
NPM. 062240212007

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

”Aku membahayakan nyawa ibuku untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya, dan aku membuat ayahku bekerja setiap hari hingga lelah, jadi aku pastikan lelahnya tidak sia-sia”
(Penulis)

“Keberhasilan bukanlah milik orang pintar, tetapi keberhasilan adalah milik mereka yang senantiasa berusaha”
(BJ Habibie)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis dedikasikan kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda dan Ibunda, Ketulusan dari hati atas doa yang tak pernah putus, semangat yang tak ternilai , serta orang – orang terdekatku yang tersayang, dan untuk almamater biru muda kebanggaanku.

ABSTRAK

ANALISIS KINERJA SISTEM MESIN 3R (*RECOVERY, RECYCLE, AND REUSE*) DENGAN VARIASI BEBAN OPERASI DAN JENIS REFRIGERAN HCFC (R22) DAN HFC (R134A)

Achmad Nahari Ramadhan

(2026: xv + Halaman + Gambar + Tabel + Lampiran)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem mesin 3R (Recovery, Recycle, and Reuse) berdasarkan variasi beban operasi dan jenis refrigeran, yaitu HCFC (R-22) dan HFC (R-134a). Pengujian dilakukan menggunakan mesin 3R hasil rancang bangun di CV Central Indo HVAC, Palembang, dengan variasi massa refrigeran sebagai beban operasi. Parameter yang dianalisis meliputi tekanan sisi hisap dan sisi tekan, rasio tekanan (Pr), temperatur operasi, daya kompresor, waktu proses recovery, konsumsi energi listrik, serta Specific Energy Consumption (SEC). Hasil pengujian menunjukkan bahwa refrigeran R-134a memiliki tekanan suction 10 psi dan tekanan discharge 150 psi dengan Pr sebesar 15, jauh lebih tinggi dibandingkan R-22 yang memiliki tekanan hisap 40 psi, tekanan buang 110 psi, dan Pr sebesar 2,75, yang menunjukkan beban kerja kompresor pada R-134a lebih besar. Dari segi energi, daya kompresor R-22 sebesar 0,2899 kW sedikit lebih tinggi dibandingkan R-134a sebesar 0,2832 kW, dan karena waktu operasi R-22 lebih lama (0,058 jam berbanding 0,05 jam), konsumsi energi listriknya mencapai 0,0168 kWh dibandingkan 0,01426 kWh pada R-134a. Meskipun demikian, nilai SEC R-22 sebesar 0,0373 kWh/kg justru lebih rendah dibandingkan R-134a sebesar 0,0407 kWh/kg, yang menunjukkan bahwa proses recovery menggunakan R-22 lebih efisien dalam penggunaan energi per satuan massa refrigeran yang berhasil dipulihkan. Berdasarkan hasil tersebut, refrigeran R-22 menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan R-134a pada mesin 3R ditinjau dari efisiensi energi dan kestabilan tekanan operasi selama proses recovery, sehingga mesin 3R hasil rancang bangun ini berpotensi menjadi sistem manajemen refrigeran yang efektif, efisien, dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: mesin 3R, recovery, recycle, reuse, refrigeran R22, refrigeran R134A, Specific Energy Consumption (SEC).

ABSTRACT

PERFORMANCE ANALYSIS OF THE 3R (RECOVERY, RECYCLE, AND REUSE) REFRIGERANT MACHINE SYSTEM UNDER VARIOUS OPERATING LOADS AND HCFC (R22) AND HFC (R134A) REFRIGERANTS

Achmad Nahari Ramadhan

(2026: xv + Pages + Figures + Tables + Appendices)

This study aims to analyze the performance of a 3R (*Recovery, Recycle, and Reuse*) refrigerant machine under various operating loads using HCFC (R-22) and HFC (R-134a) refrigerants. The experiments were carried out using a self-designed 3R machine at CV Central Indo HVAC, Palembang, with different refrigerant masses as operating loads. The observed parameters included suction pressure, discharge pressure, pressure ratio (Pr), operating temperature, compressor power, recovery time, electrical energy consumption, and *Specific Energy Consumption* (SEC). The results showed that R-134a had a suction pressure of 10 psi and a discharge pressure of 150 psi, with a pressure ratio of 15, considerably higher than R-22's 40 psi suction pressure, 110 psi discharge pressure, and pressure ratio of 2.75, indicating a heavier compressor workload for R-134a. Regarding energy consumption, R-22's compressor power (0.2899 kW) was slightly higher than R-134a's (0.2832 kW); however, since R-22's operating time was longer (0.058 hours versus 0.05 hours), its electrical energy consumption reached 0.0168 kWh compared to 0.01426 kWh for R-134a. Despite this, R-22's SEC value of 0.0373 kWh/kg was lower than R-134a's 0.0407 kWh/kg, indicating that the recovery process using R-22 was more energy-efficient per unit mass of refrigerant recovered. These results show that R-22 outperformed R-134a in terms of energy efficiency and pressure stability throughout the recovery process. Therefore, the developed 3R machine is capable of performing refrigerant recovery effectively and has the potential to become an efficient and environmentally friendly refrigerant management system.

Keyword : 3R machine, recovery, recycle, reuse, R22 refrigerant, R134A refrigerant, Specific Energy Consumption (SEC).

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamin, penulis panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Proposal Skripsi ini tepat pada waktunya. Adapun terwujudnya Proposal Skripsi ini adalah berkat bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak yang tak ternilai harganya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Proposal Skripsi ini, yaitu kepada:

1. Orangtuaku, Ayahku dan Ibuku tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungan kepada anaknya tercinta ini.
2. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Fenoria Putri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Ir. Hj. Ella Sundari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Muhammad Rasid, S.T., M.T. sebagai Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
7. Ibu Dr. Ir. Baiti Hidayati, S.T., M.T., IPP. sebagai Pembimbing Pendamping yang telah membimbing dan membantu dalam penyelesaian penulis Skripsi ini.
8. Sahabat – sahabatku, Febri, Haikal, yang telah banyak berbagi keceriaan, kebersamaan dan kesulitan yang pernah kita alami bersama.
9. Teman – teman seperjuangan terbaikku, kelas 8PPA yang telah berjuang bersama – sama selama menyelesaikan studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan.
10. Teman – teman seangkatan 2022 Program Studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatanyang telah berjuang bersama – sama selama menyelesaikan studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan.
11. Semua pihak terkait yang tidak mungkin disebutkan oleh penulis satu persatu di dalam Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam tulisan Proposal Skripsi ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak, semoga kebaikan menjadi amal ibadah dan mendapatkan Ridha dari Allah SWT, Aamin ... Ya Rabbal'alamin.

Palembang, Maret 2026

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	4
1.4.1 Tujuan.....	5
1.4.2 Manfaat Penelitian.....	5
1.4.3 Sistematika Penulisan.....	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 7
2.1 Kajian Pustaka.....	7
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1 Sistem Refrigerasi	9
2.2.2 Kompresor	10
2.2.3 Kondensor	11
2.3 Katup Ekspansi.....	12
2.4 Evaporator	13
2.5 Refrigerant.....	14
2.5.1 <i>Refrigerant</i> R22 (HCFC-22)	16
2.5.2 Refrigeran R134A (HFC-134a).....	17
2.5.3 Perbandingan Sifat Termodinamika R22 dan R134a	19
2.6 Mesin 3R (Recovery , Recycle , Reuse)	21
2.6.1 Accumulator	22
2.6.2 Oil Seperator.....	24
2.6.3 Filter Drier.....	26
2.7 Proses Recovery	27
2.7.1 Proses Recycle.....	28
2.7.2 Proses Reuse.....	29
2.8 Persamaan Parameter Pengujian	31

2.8.1	Energi Listrik (E).....	31
2.8.2	<i>Specific Energy Consumption</i>	32
2.8.3	Rasio Tekanan (Pressure Ratio)	32
2.8.4	Kondisi Beban Operasi.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		34
3.1	Metode Penelitian.....	34
3.2	Lokasi dan Jadwal Penelitian	34
3.3	Objek Penelitian	35
3.3.1	Komponen Utama Mesin 3R.....	35
3.3.2	Refrigeran yang Digunakan Sebagai Objek Uji.....	36
3.4	Diagram Alir	38
3.5	Parameter yang Diukur	39
3.5.1	Tahap Persiapan	39
3.5.2	Tahap Pengambilan Data.....	40
3.5.3	Tahap Pengolahan Data.....	40
3.6	Teknik Analisis Data.....	40
3.6.1	Perhitungan Energi Total (E)	42
3.6.2	Perhitungan Specific Energy Consumption (SEC)	42
3.6.3	Perhitungan Pressure Ratio (P_r).....	42
3.6.4	Analisis Komparatif.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Hasil Pengambilan Data.....	44
4.1.1	Data Tekanan dan Temperatur	45
4.1.2	Data Konsumsi Energi dan SEC	45
4.2	Analisa Tekanan.....	46
4.2.1	Tekanan Suction (P_s).....	46
4.2.2	Tekanan Discharge (P_d).....	46
4.2.3	Tekanan (P_r)	47
4.3	Analisa Temperatur	48
4.3.1	Perbandingan Temperatur Seluruh Titik Ukur.....	48
4.3.2	Temperatur Setelah Kondensor (T_{acond}).....	49
4.4	Analisa Konsumsi Energi Spesifik (SEC).....	50
4.4.1	Perhitungan SEC R-134a.....	50
4.4.2	Perhitungan SEC R-22	51
4.4.3	Perbandingan Nilai SEC.....	51
4.4.4	Analisa Komparatif Konsumsi Energi	52
4.4.5	Perbandingan Parameter Energi	53
4.5	Simulasi Tren Tekanan dan Temperatur Operasi.....	54
4.6	Pembahasan.....	55
4.7	Analisa Data	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		57
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA	60
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kompresor	11
Gambar 2.2 Kondensor	12
Gambar 2.3 Katup ekspansi	13
Gambar 2.4 Refrigeran R22.....	17
Gambar 2.5 Refrigeran R134A.....	18
Gambar 2.5 Accumulator.....	23
Gambar 2.6 Oil Separator	25
Gambar 3.1 Diagram alir	18
Gambar 4.1 Data Tekanan dan Temperatur R-134a	44
Gambar 4.2 Data Tekanan dan Temperatur R-22.....	44
Gambar 4.3 Voltase Listrik dan Arus Kompresor	45
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Tekanan Sistem R-134a dan R-22.....	47
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Temperatur Sistem R-134a dan R-22	49
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Specific Energy Consumption (SEC).....	51
Gambar 4.7 Grafik Parameter Daya Kompresor (P)	53
Gambar 4.8 Grafik Parameter konsumsi energi (E).....	53
Gambar 4.9 Grafik parameter massa refrigeran.....	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.2 Perbandingan Sifat Termodinamika Refrigeran R22 dan R134A	20
Tabel 3.1 Waktu dan tempat	34
Tabel 3.2 Spesifikasi Refrigeran yang Digunakan	36
Tabel 3.3 Parameter Pengukuran	39
Tabel 4.1 Data Tekanan dan Temperatur R-134a dan R-22	43
Tabel 4.2 Data Konsumsi Energi dan SEC R-134a dan R-22	44
Tabel 4.3 Ringkasan Analisa Komparatif Parameter Energi	52

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi:

SEC = Specific Energy Consumption (Konsumsi Energi Spesifik) (kWh/kg)
Ps = Tekanan sisi hisap (Suction Pressure) (psi atau bar)
Ts = Temperatur sisi hisap (Suction Temperature) (°C)
Pd = Tekanan sisi buang (Discharge Pressure)(psi atau bar)
Td = Temperatur sisi buang (Discharge Temperature) (°C)
Pr = Rasio tekanan (Pressure Ratio)
Pacond = Tekanan pada kondensor (Condenser Pressure) (psi atau bar)
Tacond = Temperatur pada kondensor (Condenser Temperature) (°C)
Paos = Tekanan setelah Oil Separator (psi atau bar)
Taos = Temperatur setelah Oil Separator (°C)
m = Massa refrigeran (kg)
T = Waktu operasi (s atau jam)
P = Daya listrik kompresor (W atau kW)
E = Energi listrik (Wh atau kWh)
H = Efisiensi sistem (%)

Singkatan:

PR = Pressure Ratio
Pd = Pressure Discharge
Ps = Pressure Suction
E = Energy
SEC = Specific Energy Consumption
m = Massa
t = waktu
p = daya listrik
h = efisiensi

DAFTAR LAMPIRAN

- 1.** Kesepakatan Bimbingan Skripsi
- 2.** Lembar Bimbingan Skripsi
- 3.** Lembar Rekomendasi Sidang Skripsi