

**STUDI EXPERIMENTAL RETROFIT PERFORMANSI AC INVERTER
BERBASIS R32 DAN R410A KE R1270**

Tesis

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Pendidikan Strata Dua (S-2)
sebagai Magister Energi pada Program Studi Magister Energi



Disusun Oleh:

**HENDAR WIRAWAN
30000420420028**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ENERGI
SEKOLAH PASCASARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

JUNI 2023

PERSETUJUAN UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini. Dosen Pembimbing dari:

Mahasiswa : Hendar Wirawan

NIM : 30000420420028

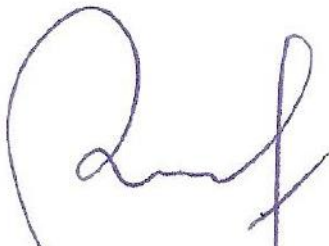
Program Studi : Magister Energi

Judul Tesis : Studi Experimental Retrofit Performansi AC Inverter Berbasis R32 dan R410a ke R1270

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah melaksanakan Ujian Proposal Tesis dan Ujian Seminar Hasil Tesis sehingga menyetujui dan layak untuk melaksanakan Ujian Tesis.

Semarang, 27 Juni 2023

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Dipl.-Ing. Berkah Fajar TK
NIP 195907221987031003

Dosen Pembimbing II



MSK Tony Suryo Utomo, ST, MT, PhD
NIP 197104211999031003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hendar Wirawan

NIM : 30000420420028

Program Studi : Magister Energi, Universitas Diponegoro

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian ini merupakan hasil penelitian saya sendiri yang dibantu oleh dosen pembimbing yang mana dalam penelitian ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, Juni 2023



(Hendar Wirawan)
NIM 30000420420028

**HALAMAN PENGESAHAN
TESIS**

**STUDI EXPERIMENTAL RETROFIT PERFORMANSI AC INVERTER
BERBASIS R32 DAN R410A KE R1270**

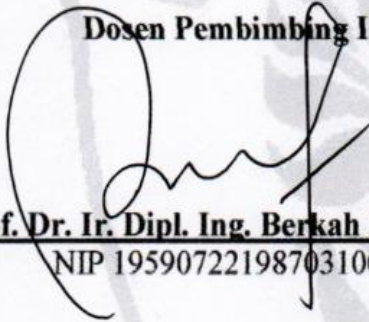
Disusun Oleh:

**HENDAR WIRAWAN
30000420420028**

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji
Pada Tanggal: 27 Juni 2023

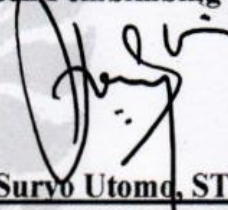
Mengetahui,
Komisi Pembimbing

Dosen Pembimbing I



(Prof. Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK)
NIP 195907221987031003

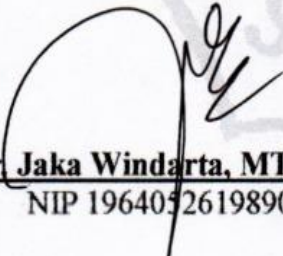
Dosen Pembimbing II



(MSK Tony Suryo Utomo, ST, MT, PhD)
NIP 197104211999031003

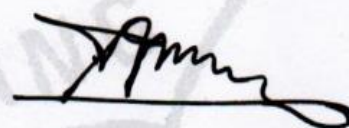
Tim Penguji,

Dosen Penguji I



(Dr. Ir. Jaka Windarta, MT, IPU ASEAN)
NIP 196405261989031002

Dosen Penguji II



(Ir. Sulistyvo, MT, PhD)
NIP 196209171991021001

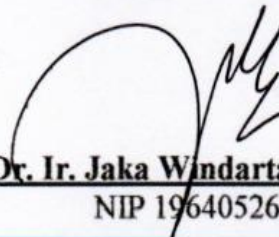
Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
gelar Magister Energi
Tanggal: 27 Juni 2023

Dekan Sekolah Pasca Sarjana



(Dr. RB. Sularto, SH, M. Hum.)
NIP 196701011991031005

Ketua Program Studi Magister Energi



(Dr. Ir. Jaka Windarta, MT, IPU ASEAN)
NIP 196405261989031002

**PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Hendar Wirawan
NIM : 30000420420028
Program Studi : Magister Energi
Sekolah : Program Pascasarjana
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Non-eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Studi Experimental Retrofit Performansi AC Inverter Berbasis R32 dan R410a ke R1270”

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat di: Semarang

Pada Tanggal, 27 Juni 2023

Yang menyatakan



(Hendar Wirawan)

30000420420028

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas berkah dan karuniaNya, sehingga saya dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Studi Experimental Retrofit Performansi AC Inverter Berbasis R32 dan R410a ke R1270”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Master Energi pada Program Studi Magister Energi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penulisan Tesis ini, penulis banyak sekali mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini izinkanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dan mendukung penulisan Tesis ini. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK, selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dengan sangat baik dan telah banyak memberikan waktu dan ilmu pengetahuan selama penulisan, sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. MSK Tony Suryo Utomo, ST, MT, PhD selaku Pembimbing II atas segala waktu, bimbingan, dan arahan selama penyusunan tesis ini.
3. Dr. R. B. Sularto, SH, M.Hum. selaku Dekan Pascasarjana, Universitas Diponegoro Semarang.
4. Dr. Ir. Jaka Windarta, MT, IPU selaku Ketua Program Studi Magister Energi Universitas Diponegoro Semarang.
5. Seluruh Dosen Magister Energi yang telah banyak memberikan sumbangan ilmu pengetahuan.
6. Keluargaku tercinta (ibu, istri, dan anak-anak) yang selalu memberikan doanya dan memberikan dukungan moril selama menempuh pendidikan di Magister Energi.
7. Teman-teman Magister Energi khususnya angkatan Genap 2020 yang selalu mendukung dan memberi semangat kepada penulis.
8. Teman-teman JAKmania atas diskusi-diskusi yang memotivasi.
9. Sahabat-sahabat, sdr. Andrian Mayka dan sdr. Archibald Anugroho terima kasih atas semangat yang ditularkan.
10. Semua pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis memohon maaf apabila terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan tesis ini yang disebabkan keterbatasan kemampuan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan dan pengembangan tesis ini kearah yang lebih baik.

Semoga segala yang tertuang dalam tesis ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan memperoleh Ridha dari Allah SWT. Amin.

Semarang, Juni 2023

(Penyusun)

INTISARI

Dengan diberlakukannya kebijakan terkait pelarangan penggunaan R22 sejak tahun 2015 terkait dampak perusakannya pada lapisan ozon (BPO), di pasaran telah beredar AC jenis split yang menggunakan refrigeran R410a dan R32. Di dalam aplikasinya, peralatan AC jenis split yang menggunakan refrigeran R410a yang kemudian diikuti dengan hadirnya R32 dianggap masih terlalu besar dalam mengkonsumsi energi listrik.

Tujuan dari studi *experimental* ini adalah untuk memberikan gambaran kinerja energi dari perbandingan refrigeran (R32 dan R410a terhadap R1270) sehingga dapat diketahui kemampuan R1270 sebagai refrigeran pengganti R32 dan R410a.

Analisis yang akan dilakukan di dalam penelitian ini adalah dengan mengevaluasi perbandingan kinerja energi mesin pendingin ruangan jenis AC split menggunakan analisis energi dan efisiensi energi menggunakan standar VDMA 24247-2 pada peralatan sistem AC split inverter.

Untuk nilai efisiensi energi total R32 dan R1270 dengan berbagai kondisi berdasarkan standar VDMA 24247-2 secara berturut-turut adalah: 6,38%, 18,15%, 20,37%, dan 21,86%. Sedangkan efisiensi energi total R410a dan R1270 dengan berbagai kondisi adalah 5,14%, 6,25%, 6%, dan 6,84%.

Dari hasil penelitian ini diperoleh gambaran bahwa retrofit refrigeran R32 ke R1270 pada AC inverter kapasitas 1 PK dapat mereduksi pembebanan listrik sebesar 30% dan untuk AC inverter kapasitas 1,5 PK dari R410a ke R1270 dapat mereduksi pembebanan listrik sebesar 40%. Selain itu, kualitas listrik terhadap penggantian R32 dan R410a ke R1270 masih sangat baik ($\cos \phi$ 0,98-1).

Kata kunci: R32, R410a, R1270, AC inverter, efisiensi, standar VDMA 24247-2

ABSTRACT

With the enactment of a policy related to the ban on the use of R22 since 2015 due to the impact that damages the ozone layer (BPO), split type air conditioners have been circulating on the market that use R410a and R32 refrigerants. In practice, split-type AC equipment that uses R410a refrigerant, followed by R32, is considered to still consume too much electrical energy.

The purpose of this experimental study is to provide a comparison of the energy performance of refrigerants (R32 and R410a to R1270) so that R1270 can be identified as a replacement refrigerant for R32 and R410a.

The analysis that will be carried out in this study is to evaluate the energy performance comparison of split type AC using energy analysis and energy efficiency using the VDMA 24247-2 standard on split inverter AC system equipment.

The total energy efficiency values of R32 and R1270 under various conditions based on the VDMA 24247-2 standard are: 6.38%, 18.15%, 20.37% and 21.86%, respectively. While the total energy efficiency of R410a and R1270 with various conditions is 5.14%, 6.25%, 6% and 6.84%.

From the results of this study, it was obtained an illustration that retrofit refrigerant R32 to R1270 in an inverter AC with a capacity of 1 PK can reduce the electricity load by 30% and for an inverter AC with a capacity of 1.5 PK from R410a to R1270 this can reduce the electricity load by up to 40%. In addition, the quality of electricity for the replacement of R32 and R410a to R1270 is still very good (cos phi 0.98-1).

Keywords: R32, R410a, R1270, AC inverter, efficiency, VDMA 24247-2 standard

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN UJIAN TESIS	I
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	II
HALAMAN PENGESAHAN	III
PERNYATAAN PERSETUJUAN_PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	IV
KATA PENGANTAR	V
INTISARI.....	VI
ABSTRACT	VII
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR TABEL	XIV
DAFTAR ISTILAH.....	XV
SUBSKRIP.....	XVI
BAB I PENDAHULUAN.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.1 LATAR BELAKANG	Error! Bookmark not defined.
1.2 PERUMUSAN MASALAH	Error! Bookmark not defined.
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 MANFAAT PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 ORIGINALITAS PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.1 AC INVERTER.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 SISTEM REFRIGERASI.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 KINERJA SISTEM REFRIGERASI	Error! Bookmark not defined.
2.4 PENDEKATAN BERBASIS ENERGI.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 STANDAR TEKNIS VDMA 24247-2 (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.)...	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.1 LOKASI DAN JADWAL PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.2 JENIS PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.

3.3	KERANGKA PIKIR PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.4	RUANG LINGKUP PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.5	JENIS DAN SUMBER DATA	Error! Bookmark not defined.
3.6	TEKNIK PENGUMPULAN DATA	Error! Bookmark not defined.
3.7	TEKNIK ANALISA DATA	Error! Bookmark not defined.
BAB IV PEMBAHASAN		ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.1	DESKRIPSI SISTEM.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	PENGUJIAN PERFORMA SISTEM AC ...	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	INVENTARISASI DATA PENGUJIAN ...	Error! Bookmark not defined.
4.1.3	EVALUASI DATA PENGUJIAN	Error! Bookmark not defined.
4.2	ANALISIS ENERGI	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	PROPERTI REFRIGERAN...	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	LAJU ALIR MASSA REFRIGERAN .	Error! Bookmark not defined.
4.2.3	KAPASITAS REFRIGERASI	Error! Bookmark not defined.
4.2.4	EFEK REFRIGERASI.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.5	KERJA AKTUAL KOMPRESOR.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.6	KERJA ISENTROPIK KOMPRESOR	Error! Bookmark not defined.
4.2.7	EFISIENSI ISENTROPIS KOMPRESOR ..	Error! Bookmark not defined.
4.2.8	KAPASITAS KONDENSOR	Error! Bookmark not defined.
4.2.8	HEAT REJECTION RATIO (HRR)	Error! Bookmark not defined.
4.2.9	COEFFICIENT OF PERFORMANCE (COP)	Error! Bookmark not defined.
4.2.10	EFISIENSI REFRIGERASI ..	Error! Bookmark not defined.
4.2.11	EFISIENSI ENERGI MENGGUNAKAN STANDAR VDMA 24247-2	Error! Bookmark not defined.
4.3	ANALISIS SUBCOOLING DAN SUPERHEAT .	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP		ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

5.1 KESIMPULAN	Error! Bookmark not defined.
5.2 SARAN	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
LAMPIRAN-1 DOKUMENTASI PENGUJIAN...	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
LAMPIRAN-2 SOP (STANDART OPERATING PROCEDURE)_UNTUK PENGANTIAN REFRIGERAN R32 DAN R410A	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Ilustrasi operasional AC inverter dan non-inverter (Ref. 8, 9, 11, 12)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2. COP vs Kapasitas Pendinginan Daya kompresor vs waktu (Satya, M and Airah, M, 2017) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3. Daya kompresor vs waktu (Satya, M and Airah,M, 2017) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4. Skematik diagram (a) Siklus refrigerasi kompresi uap (b) Diagram P-h (Lorenz Brenner, 2021) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1. Training Center Universitas Diponegoro (Dokumentasi Penelitian) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2. Kerangka pikir penelitian **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3. Peralatan AC split inverter (Dokumentasi Penelitian)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4. Heater kapasitas 2000 Watt (Dokumentasi Penelitian) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5. Refrigeran yang digunakan dalam penelitian (Dokumentasi penelitian)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6. Manifold gauge (Dokumentasi Penelitian)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.7. Pompa Vakum (Dokumentasi Penelitian)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.8. Display autronics data pengujian (Dokumentasi Pengujian)... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.9. Setup peralatan uji **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.10. Skema pengujian unjuk kerja refrigeran (SNI 6500:2018) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.11. Contoh diagram P-h R410a (Software Coolpack) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1. Diagram P-h kondisi AC inverter dengan refrigeran R32 **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.2. Diagram P-h kondisi AC inverter dengan refrigeran R410a.. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3. Diagram P-h kondisi AC inverter dengan refrigeran R1270 Massa 90% (211 gram) Pengganti R32 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4. Diagram P-h kondisi AC inverter dengan refrigeran R1270 Massa 100% (235 gram) Pengganti R32 .. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5. Diagram P-h kondisi AC inverter dengan refrigeran R1270 Massa 110% (258 gram) Pengganti R32 .. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6. Diagram P-h kondisi AC inverter dengan refrigeran R1270 Massa 90% (252 gram) Pengganti R410a. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.7. Diagram P-h kondisi AC inverter dengan refrigeran R1270 Massa 100% (280 gram) Pengganti R410a **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.8. Diagram P-h kondisi AC inverter dengan refrigeran R1270 Massa 110% (308 gram) Pengganti R410a **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.9. Perbandingan nilai laju alir refrigeran R32 dan R1270 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.10. Perbandingan nilai laju alir refrigeran R410a dan R1270..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.11. Perbandingan nilai kapasitas refrigerasi R32 dan R1270 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.12. Perbandingan nilai kapasitas refrigerasi R410a dan R1270... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.13. Perbandingan nilai efek refrigerasi R32 dan R1270 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.14. Perbandingan nilai efek refrigerasi R410a dan R1270 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.15. Perbandingan nilai kerja aktual kompresor R32 dan R1270.. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.16. Perbandingan nilai kerja aktual kompresor R410a dan R1270 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.17. Perbandingan nilai kerja isentropik kompresor R32 dan R1270 **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.18. Perbandingan nilai kerja isentropik kompresor R410a dan R1270
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.19. Perbandingan nilai efisiensi isentropik kompresor R32 dan R1270
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.20. Perbandingan nilai efisiensi isentropik kompresor R410a dan
R1270..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.21. Perbandingan nilai kapasitas kondensor R32 dan R1270 **Error!
Bookmark not defined.**
- Gambar 4.22. Perbandingan nilai kapasitas kondensor R410a dan R1270 .. **Error!
Bookmark not defined.**
- Gambar 4.23. Perbandingan nilai HRR R32 dan R1270**Error! Bookmark not
defined.**
- Gambar 4.24. Perbandingan nilai HRR R410a dan R1270**Error! Bookmark not
defined.**
- Gambar 4.25. Perbandingan nilai COP R32 dan R1270**Error! Bookmark not
defined.**
- Gambar 4.26. Perbandingan nilai COP R410a dan R1270**Error! Bookmark not
defined.**
- Gambar 4.27. Perbandingan nilai efisiensi sistem refrigerasi R32 dan R1270
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.28. Perbandingan nilai efisiensi sistem refrigerasi R410a dan R1270
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.29. Perbandingan jenis nilai efisiensi R32 dan R1270 berdasarkan
standar VDMA 24247-2..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.30. Perbandingan jenis nilai efisiensi R410a dan R1270 berdasarkan
standar VDMA 24247-2..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.31. Perbandingan nilai efisiensi sistem refrigerasi R32 dan R1270
berdasarkan standar VDMA 24247-2**Error! Bookmark not
defined.**
- Gambar 4.32. Perbandingan nilai efisiensi sistem refrigerasi R410a dan R1270
berdasarkan standar VDMA 24247-2**Error! Bookmark not
defined.**
- Gambar 4.33. Perbandingan nilai temperatur subcooling R32 dan R410a terhadap
R1270..... **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.34. Perbandingan nilai temperatur superheat R32 dan R410a terhadap R1270..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.35. Perbandingan nilai subcooling, superheat terhadap kerja aktual kompresor R32 dan R1270..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.36. Perbandingan nilai subcooling, superheat terhadap kerja aktual kompresor R410a dan R1270 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.37. Perbandingan nilai subcooling, superheat terhadap efek refrigerasi R32 dan R1270 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.38. Perbandingan nilai subcooling, superheat terhadap efek refrigerasi R410a dan R1270 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.39. Perbandingan nilai subcooling, superheat terhadap COP R32 dan R1270..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.40. Perbandingan nilai subcooling, superheat terhadap COP R410a dan R1270..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.1. Name Plate AC Split Inverter R32 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.2. Name Plate AC Split Inverter R410a..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.3. Area kerja **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.4. Test kebocoran menggunakan nitrogen **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.5. Air sabun berfungsi untuk mengetahui lokasi kebocoran..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.6. Proses recovery..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.7. Flushing pada AC **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.8. Mengetes kekuatan sistem dengan nitrogen. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.9. Contoh menghitung tekanan tes kekuatan.... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.10. Evacuation (proses vakum)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.11. Proses pengisian Breezon MC32 kedalam sistem (*Recharging*) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.12. Mengecek kecepatan angin beserta temperaturnya **Error! Bookmark not defined.**

Gambar L2.13. Posisi penempelan sticker..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar L2.14. Contoh sticker untuk *outdoor* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar L2.15. Contoh sticker untuk kompresor AC..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

- Tabel 1.1. Penelitian sebelumnya..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.1. Jadwal Penelitian **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.2. Persentase massa refrigeran pengganti..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.3. Massa refrigeran eksisting **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.4. Fraksi massa refrigeran pengganti **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.5. Form data Pengujian **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.6. Form data hasil analisis **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.1. Spesifikasi peralatan AC yang dilakukan pengujian**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2. Fraksi massa R1270 yang akan dilakukan pengujian **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3. Data hasil pengujian peralatan AC inverter menggunakan R32. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4. Data hasil pengujian peralatan AC inverter menggunakan R410a **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5. Data hasil pengujian peralatan AC inverter menggunakan R1270 pengganti R32 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.6. Data hasil pengujian peralatan AC inverter menggunakan R1270 pengganti R410a **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.7. Nilai entalpi pada sistem AC inverter R32..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.8. Nilai entalpi sistem AC inverter R410a **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.9. Nilai entalpi sistem AC inverter menggunakan R1270 pengganti R32 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.10. Nilai termodinamika peralatan AC inverter menggunakan R1270 pengganti R410a **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.11. Neraca energi pada sistem refrigerasi kompresi uap**Error! Bookmark not defined.**

Tabel L2.1. Prosentase Pengisian Breezon MC 32 untuk Mesin AC berbasis R32 dan R410a **Error! Bookmark not defined.**

Tabel L2.2. Contoh lembar data retrofitting **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR ISTILAH

A	= Luas perpindahan panas [m ²]
COP	= Coefficient of Performance
COS θ	= Faktor daya listrik
CV	= Panas spesifik pada volume konstan [kJ/kg.K]
E	= Energi [kJ]
EER	= Energy Efficiency Ratio
GWP	= Global Warming Potential
h	= Specific enthalpy [kJ/kg]
I	= Arus listrik [Ampere]
\dot{m}	= Laju alir massa [kg/s]
NTU	= Number of Thermal Unit
ODP	= Ozone Depletion Potential
P	= Tekanan [Bar]
q	= Energi thermal [kJ/kg]
\dot{Q}	= Laju alir panas [kJ/s atau kW _{th}]
s	= specific entropy [kJ/kg.K]
t	= Waktu [menit]
T	= Temperature [°C]
U	= Koefisien perpindahan panas keseluruhan [W/(m ² .K)]
V	= Tegangan listrik [Volt]
VDMA	= <i>Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.</i>
\dot{W}	= Daya listrik [Watt]
ΔT	= Perbedaan temperatur [°C]
ε	= Efektivitas perpindahan panas
η	= Efisiensi [%]

SUBSKRIP

0	= kondisi fluida ruangan yang dikondisikan
1	= kondisi fluida keluar evaporator/masuk kompresor
2	= kondisi fluida keluar kompresor/masuk kondensor
3	= kondisi fluida keluar kondensor/masuk katup ekspansi
4	= kondisi fluida keluar katup ekspansi/masuk evaporator
act	= aktual
c	= kondensor
CP	= Cold Production
CU	= Cold Utilization
dc	= discharge
e	= evaporator
eff	= efektivitas
el	= electric
en	= Energi
ev	= expansion valve
E	= evaporator sisi sekunder
FT	= Fluid Transport
hl	= heat loss
HT	= Heat Transport
isen	= Isentropic
K	= kompresor
mech	= Mechanic
r	= refrigerant
ref	= refrigerasi
sc	= sub cooling
sh	= super heating
tot	= total
U	= kondisi fluida pendinginan