



**PENGUJIAN SUMBER PANAS BIOGAS SEBAGAI
ALTERNATIF PENGGANTI GAS LPG PADA INPUT
GENERATOR MESIN PENDINGIN ABSORPSI DIFUSI XD-70
(AMMONIA-AIR)**

SKRIPSI

VIRA DHATUL FAUZIAH

1610311015

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
2020**



**PENGUJIAN SUMBER PANAS BIOGAS SEBAGAI
ALTERNATIF PENGGANTI GAS LPG PADA INPUT
GENERATOR MESIN PENDINGIN ABSORPSI DIFUSI XD-70
(AMMONIA-AIR)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik

VIRA DHATUL FAUZIAH

1610311015

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

2020

PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Vira Dhatul Fauziah

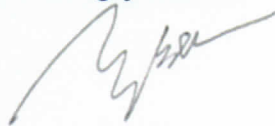
NIM : 1610311015

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : PENGUJIAN SUMBER PANAS BIOGAS SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI GAS LPG PADA INPUT GENERATOR MESIN PENDINGIN ABSORPSI DIFUSI XD-70 (AMMONIA-AIR)

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Penguji Utama



(Ir. M. Galbi Bethalembah, M.T)

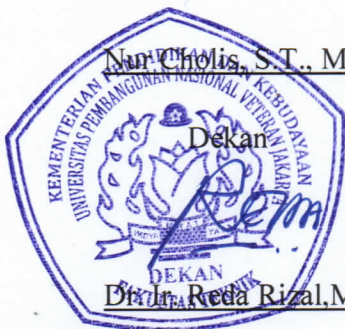
Penguji Lembaga



Nur Choliz, S.T., M.Eng.

Dekan

Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si.

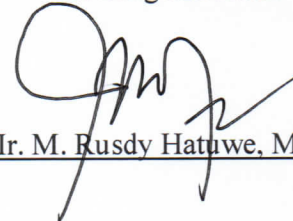


Pembimbing I



Dr. Damora Rhakasywi, ST., MT., IPP

Ka. Program Studi



Ir. M. Rusdy Hatuwe, M.T.

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal ujian : 24 – Juni – 2020

PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Vira Dhatul Fauziah

NIM : 1610311015

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

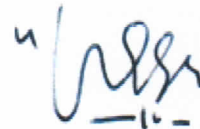
Judul Skripsi : PENGUJIAN SUMBER PANAS BIOGAS SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI GAS LPG PADA INPUT GENERATOR MESIN PENDINGIN ABSORPSI DIFUSI XD-70 (AMMONIA-AIR)

Pembimbing I



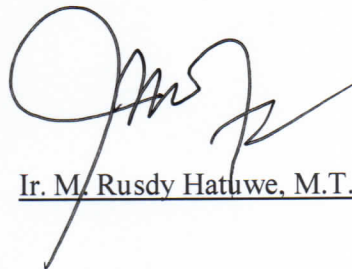
Dr. Damora Rhakasywi, ST., MT., IPP

Pembimbing II



Muhammad As'adi, S.T., M.T

Ka. Program Studi



Ir. M. Rusdy Hatuwe, M.T.

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal ujian : 24 – Juni– 2020

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil saya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Vira Dhatul Fauziah

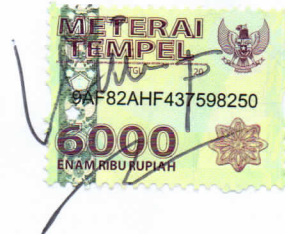
NIM : 1610311015

Tanggal : 19 Juni 2020

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 19 Juni 2020

Yang Menyatakan,



Vira Dhatul Fauziah

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai civitas akademis Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta,
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Vira Dhatul Fauziah
NIM : 1610311015
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Fee*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENGUJIAN SUMBER PANAS BIOGAS SEBAGAI ALTERNATIF
PENGANTI GAS LPG PADA INPUT GENERATOR MESIN PENDINGIN
ABSORPSI DIFUSI XD-70 (AMMONIA-AIR).

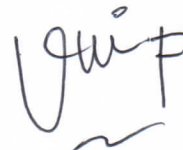
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih medis/formatkan, dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan mengaplikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 19 Juni 2020

Yang menyatakan



Vira Dhatul Fauziah

**PENGUJIAN SUMBER PANAS BIOGAS SEBAGAI
ALTERNATIF PENGGANTI GAS LPG PADA INPUT
GENERATOR MESIN PENDINGIN ABSORPSI DIFUSI XD-70
(AMMONIA AIR)**

Vira Dhatul Fauziah

ABSTRAK

Saat ini sistem refrigerasi di Indonesia telah meningkat pesat. Karena meningkatnya konsumsi energi pendingin ruangan dalam bangunan dan kebutuhan untuk mengurangi emisi CO₂ ke lingkungan, minat menggunakan sumber energi terbarukan muncul lebih kuat dari tahun-tahun sebelumnya. Energi alternatif biogas adalah energi terbarukan yang dapat dijadikan sebagai pengganti bahan bakar LPG untuk input mesin pendingin absorpsi difusi. Pada pengujian ini, sistem pendingin absorpsi yang digunakan yaitu pasangan fluida absorben ammonia-air. Sistem pendinginan ini tidak memerlukan energi listrik dan hanya menggunakan energi panas untuk dapat beroperasi. Sumber panas yang digunakan untuk mengoperasikan sistem ini yaitu panas yang didapat dari gas LPG maupun biogas. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan beban pendinginan pada kabin mesin pendingin absorpsi difusi. Penelitian menggunakan gas LPG ukuran 3 kg dan biogas kapasitas 4 m³. Hasil yang diperoleh dari penelitian yaitu m_{ref} optimum adalah 1.41 gr/s, Q_{gen} optimum adalah 1541.8 watt, Q_{evap} optimum adalah 3436.9 watt dan COP optimum adalah 0,4537. Semakin tinggi beban pendinginan, maka kapasitas pendinginan evaporator (Q_{evap}) dan nilai COP akan semakin tinggi.

Kata Kunci : Mesin pendingin absorpsi difusi, Gas LPG, Biogas

**TESTING BIOGAS SOURCE AS AN ALTERNATIVE
REPLACEMENT OF LPG GAS IN INPUT GENERATOR OF
XD-70 DIFFUSION ABSORPTION REFRIGERATOR
(AMMONIA-WATER)**

Vira Dhatul Fauziah

ABSTRACT

Currently the refrigeration system in Indonesia has improved rapidly. Due to the increased consumption of cooling energy in buildings and the need to reduce CO₂ emissions to the environment, the interest in using renewable energy sources appears stronger than in previous years. Biogas alternative energy is renewable energy which can be used as a substitute for LPG fuel for input absorption diffusion absorption coolers. In this test, the absorption cooling system used is the ammonia-water absorbent fluid pair. This refrigeration system does not require electrical energy and only uses thermal energy to operate. The heat source used to operate this system is the heat obtained from LPG gas and biogas. The study was conducted by varying the cooling load in the diffusion absorption cooling engine cabin. The study used 3 kg LPG gas and 4 m³ of biogas capacity. The results obtained from the study are the optimum m_{ref} is 1.41 gr / s, the optimum Q_{gen} is 1541.8 watts, the optimum Q_{evap} is 3436.9 watts and the optimum COP is 0.4537. The higher the cooling load, the evaporator cooling capacity (Q_{evap}) and COP value will be higher.

Keywords : *Diffusion Absorption Refrigeration, LPG gas, Biogas*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ***"PENGUJIAN SUMBER PANAS BIOGAS SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI GAS LPG PADA INPUT GENERATOR MESIN PENDINGIN ABSORPSI DIFUSI XD-70 (AMMONIA-AIR)"*** dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata-1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Penulis menyadari dalam penyusunan Skripsi tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada ALLAH SWT yang telah memberikan saya nikmat sehat wal'afiat sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kedua orangtua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan moral dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T., IPP dan Bapak Muhammad As'adi, S.T., M.T. selaku pembimbing saya dalam penyusunan penulisan skripsi ini.
4. Segenap Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah memberikan ilmunya kepada saya.
5. Bapak Dr. Ir. Cahyadi, M.Kom (Ka.Bid Konversi Energi B2TKE), Bapak Mastur, Bapak Rivai, Bapak Fachri, dan Bapak Ichwan yang telah banyak membantu saya hingga penulisan skripsi ini selesai.
6. Ibu Dr. Sri Wahyuni (Pemilik PT.SWEN IT) yang telah banyak membantu saya dalam penulisan skripsi ini.

7. Achmad Fauzi 2016 yang senantiasa membantu dan memberikan dukungan kepada saya.
8. Mahasiswa Teknik Mesin 2016 yang selalu memberikan dukungan dan bantuan kepada saya.

Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, 16 Juni 2020

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
PENGESAHAN PEMBIMBING.	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Metode Pengumpulan Data	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Peneliti Terdahulu.....	7
2.2 Sistem Refrigerasi.....	8
2.3 Sistem Pendingin Absorpsi	9

2.4	Komponen Sistem Pendingin Absorpsi Difusi.....	10
2.4.1	Generator.....	11
2.4.2	<i>Bubble Pump</i>	11
2.4.3	Rectifier.....	11
2.4.4	Kondensor	12
2.4.5	Evaporator.....	12
2.4.6	Absorber.....	12
2.5	Fluida Kerja Sistem Pendingin Absorpsi Difusi	13
2.6	Prinsip Kerja Sistem Pendingin Absorpsi Difusi.....	14
2.7	Parameter Titik Pengukuran Mesin Pendingin Difusi Absorpsi.....	17
2.8	Perhitungan Performansi Kinerja Mesin Pendingin Difusi Absorpsi.....	18
2.8.1	Perhitungan Laju Aliran Massa Refrigeran.....	18
2.8.2	Perhitungan Kalor yang Diserap Generator	19
2.8.3	Perhitungan Kapasitas Pendinginan Evaporator	19
2.8.4	Perhitungan Beban Pendinginan Produk.....	20
2.8.5	Perhitungan <i>Coefficient Of Performance</i> (COP) Mesin Pendingin.	22
2.9	Gas LPG (Liquified Petroleum Gas).....	22
2.9.1	Komposisi LPG (<i>Liquified Petroleum Gas</i>).....	24
2.9.2	Karakteristik LPG (<i>Liquified Petroleum Gas</i>).....	26
2.9.3	Perhitungan Nilai Kalori Pembakaran LPG	27
2.10	Biogas	29
2.10.1	Karakteristik Biogas	31

2.10.2	Nilai Kalori Biogas	33
2.11	Perhitungan Numeris Biaya Produksi Bahan Bakar Gas.....	33
BAB III METODE PENELITIAN		35
3.1	Diagram Alur Penelitian	35
3.2	Metode Penelitian	36
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian	39
3.4	Mesin Pendingin Absorpsi Difusi.....	40
3.5	Alat dan Bahan Penelitian.....	42
3.5.1	Alat-Alat Penelitian.....	42
3.5.2	Bahan Penelitian	47
3.6	Parameter Titik-Titik Pengukuran Mesin Pendingin Difusi Absorpsi...	48
3.7	Keterkaitan Tujuan Penelitian, Jenis Data, Teknik Pengumpulan Data dan Analisa Data	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Pengumpulan Data Pengujian	50
4.2	Data Pengukuran Termodinamika.....	56
4.3	Perhitungan Beban Pendingin Mesin Uji	57
4.4	Perhitungan Laju Aliran Massa Refrigeran	60
4.5	Perhitungan Kapasitas Pendinginan Evaporator	61
4.6	Perhitungan Kalor yang Diserap Generator.....	63
4.7	Perhitungan COP Mesin Pendingin Absorpsi Difusi	65
4.8	Perhitungan Biaya Penggunaan Konversi Energi Daya Listrik.	66
4.9	Analisa Perbandingan Input Panas Generator Menggunakan Gas LPG dan	

Biogas	70
4.10 Perhitungan Biaya Produksi Penggunaan Mesin Pendingin Absorpsi	73
4.11 Pemanfaatan Penggunaan Biogas Pada Mesin Pendingin Absorpsi Difusi	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
RIWAYAT HIDUP	82
LAMPIRAN	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen mesin pendingin absorpsi difusi XD-70 (ammonia-air)	10
Gambar 2. 2 Grafik entalpi pada campuran ammonia-air.....	13
Gambar 2. 3 Prinsip Kerja sistem absorpsi ammonia-air	14
Gambar 2. 4 Skema Diagram Siklus DARS	16
Gambar 2. 5 Skema Titik Pengukuran	17
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian	35
Gambar 3. 2 Mesin pendingin absorpsi difusi XD-70 tampak depan	41
Gambar 3. 3 Mesin pendingin absorpsi difusi XD-70 tampak samping.....	42
Gambar 3. 4 Data Logger Fluke Hydra	43
Gambar 3. 5 Sensor Termokopel	45
Gambar 3. 6 Gas <i>Analyzer</i>	45
Gambar 3. 7 Timbangan Digital Tasco TA101FB	46
Gambar 3. 8 Gas LPG, Selang connector dan regulator.....	47
Gambar 3. 9 Digester biogas yang disambungkan dengan mesin pendingin.....	47
Gambar 3. 10 Pengukuran titik temperatur mesin pendingin absorpsi.....	48
Gambar 4. 1 Grafik Pengujian Mesin Pendingin Absorpsi Input Gas LPG Tanpa Beban	50
Gambar 4. 2 Grafik Pengujian Mesin Pendingin Absorpsi Input Gas LPG Dengan Beban 1.....	51
Gambar 4. 3 Grafik Pengujian Mesin Pendingin Absorpsi Input Gas LPG Dengan Beban 2.....	52
Gambar 4. 4 Grafik Pengujian Mesin Pendingin Absorpsi Input Biogas Tanpa Beban	53
Gambar 4. 5 Grafik Pengujian Mesin Pendingin Absorpsi Input Biogas Dengan Beban 1.....	54
Gambar 4. 6 Grafik Pengujian Mesin Pendingin Absorpsi Input Biogas Dengan Beban 2.....	55
Gambar 4. 7 Grafik Beban Total Pendinginan Produk Mesin Pendingin Absorpsi Difusi.....	59
Gambar 4. 8 Grafik Laju Aliran Massa Ammonia Terhadap Beban Pendinginan	61
Gambar 4. 9 Grafik Kapasitas Pendinginan Evaporator Terhadap Beban Pendinginan	62
Gambar 4. 10 Grafik Kalor yang Diserap Generator Terhadap Beban Pendinginan	64
Gambar 4. 11 Grafik COP Mesin Pendingin Absorpsi Difusi Terhadap Beban Pendinginan	65
Gambar 4. 12 Grafik Pengukuran Temperatur Input Generator Sumber Panas Berbeda	70

Gambar 4. 13	Grafik Pengukuran Temperatur Ambient Saat Pengujian	71
Gambar 4. 14	Grafik Perbandingan Total Penggunaan Konsumsi Energi	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Perbandingan Karakteristik Fisik Propana dan Butana.....	23
Tabel 2. 2	Komposisi LPG	25
Tabel 2. 3	Spesifikasi Gas LPG	27
Tabel 2. 4	Konsentrasi Biogas Kotoran Ternak.....	31
Tabel 2. 5	Konsentrasi Biogas Kotoran Manusia.....	31
Tabel 2. 6	Konsentrasi Biogas Kotoran Sampah	32
Tabel 2. 7	Perkiraan Nilai Produksi Biogas dari Beberapa Jenis Kotoran	32
Tabel 2. 8	Kesetaraan Biogas dengan Sumber Energi Lain	33
Tabel 3. 1	Waktu dan Kegiatan Pelaksanaan.....	39
Tabel 3. 2	Spesifikasi Mesin Pendingin Absorpsi Difusi XD-70	40
Tabel 3. 3	Data sifat fisik mesin pendingin absorpsi XD-70 pada temperatur kerja	41
Tabel 3. 4	General Spesifikasi Data Logger	43
Tabel 3. 5	Technical Spesifikasi Data Logger.....	44
Tabel 3. 6	Spesifikasi Timbangan Digital Tasco	46
Tabel 3. 7	Keterkaitan antara tujuan penelitian, jenis data, teknik pengumpulan data, analisa data dan hasil yang diharapkan	49
Tabel 4. 1	Data Pengukuran Termodinamika Pada Setiap Titik Parameter Tanpa Beban	56
Tabel 4. 2	Data Pengukuran Termodinamika Pada Setiap Titik Parameter Dengan Beban	56
Tabel 4. 3	Kesetaraan Jumlah Bahan Bakar Ke Energi Daya Listrik.....	67
Tabel 4. 4	Daftar Tarif Dasar Listrik 2020	68
Tabel 4. 5	Analisa Perbandingan Penggunaan Gas LPG dan Biogas.....	72