

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xv
DAFTAR NOTASI, ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xvi
INTISARI	xviii
ABSTRACT.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Keaslian Penelitian	6
1.5 Tujuan Penelitian	11
1.6 Manfaat Penelitian	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI	12
2.1 Tinjauan Pustaka.....	13
2.1.1 Energy trilemma	13
2.1.2 Sampah Plastik.....	14
2.1.3 Jenis Sampah Plastik.....	18
2.1.4 Pirolisis Sampah Plastik.....	19
2.1.5 Proses Pirolisis.....	21
2.1.6 Karakteristik Minyak Hasil Pirolisis HDPE	22
2.1.7 Karakteristik Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik Jenis LDPE.....	23

2.1.8	Karakteristik Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik Jenis PP	24
2.1.9	Karakteristik Bensin	25
2.1.10	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	28
2.1.11	Pembangkit Tenaga Hybrid Mikrogrid (PLTS-Genset)	29
2.2	Landasan Teori	30
2.2.1	Software HOMER Pro	31
2.2.2	Detail Teknik Ekonomi Generator (Bensin)	31
2.2.3	Produksi Energi Listrik Sistem PV (Masuk Ke PLTS)	32
2.2.4	Rasio Elektrifikasi.....	32
2.2.5	Emisi CO ₂	36
2.2.6	Hipotesis	37
BAB III METODE PENELITIAN		38
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	38
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	39
3.2.1	Alat Penelitian.....	39
3.2.2	Bahan Penelitian	39
3.3	Design Percobaan	40
3.4	Persiapan Pembuatan Alat Pirolisis	40
3.5	Proses Pembuatan Minyak Hasil Pirolisis dari Sampah Plastik	41
3.6	Simulasi Menggunakan Software HOMER Pro	44
3.7	Simulasi QGIS	48
3.8	Single Line Diagram Rangkain Mikrogrid PV-Genset.....	49
3.9	Pengambilan Data	50
3.9.1	Pengumpulan Data Primer	50
3.9.2	Pengumpulan Data Sekunder	50
3.10	Analisis Data.....	51
3.11	Diagram Alir Penelitian	52

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Hasil Uji Karakteristik BBM Setara Bensin Dari	
Proses Pirolisis Sampah Plastik	53
4.1.1 Hasil Uji Laboratorium BBM Pirolisi Plastik	
(HDPE)	54
4.1.2 Hasil Uji Laboratorium BBM Pirolisis Plastik Polypropylene (PP).....	56
4.1.3 Hasil Uji Laboratorium BBM Pirolisis Plastik Low Density	
Polyethylene (LDPE)	58
4.1.4 Hasil Perbandingan Minyak Pirolisis Plastik High Density	
Polyethylene (HDPE), Polypropylene (PP) dan Low Density	
Polyethylene (LDPE) dengan Parameter Karakteristik Premium	60
4.2 Perancangan Microgrid PV- Genset Pirolisis Oil	63
4.3 Optimasi Teknik Dengan 3 Skenario Perancangan Sistem Microgrid	
Terhadap Beban Normal, Moderat dan Optimis Untuk Calon Pelanggan	
yang Belum Teraliri Listrik	66
4.3.1 Rasio Elektrifikasi Kabupaten Wonogiri Tahun 2024 - 2025	66
4.3.2 Skenario 3 Profit Beban (Normal, Moderat dan Optimis).....	68
4.4 Analisa Ekonomi.....	80
4.4.1 Perbandingan Net Person Cost 3 Skenario Microgrid PV-Genset	
Pirolisis Oil.....	80
4.4.2 Perbandingan Livized COE 3 Skenario Microgrid PV-Genset Pirolisis Oil....	81
4.4.3 Perbandingan <i>Payback Period</i> PBP 3 Skenario	
Microgrid PV-Genset Pirolisis Oil	82
4.4.4 Perbandingan NPV 3 Skenario Microgrid PV-Genset Pirolisis Oil	83
4.4.5 Perbandingan IRR 3 Skenario Microgrid PV-Genset Pirolisis Oil.....	84
4.4.6 Perbandingan Annualized Cost 3 Skenario Microgrid	
PV-Genset Pirolisis Oil	85
4.4.7 Skenario Perluasan Jaringan Listrik PLN untuk Calon Pelanggan	
Yang Belum Berlistrik.....	87



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

**Analisis Perancangan Sistem Mikrogrid PV & Genset (Pyrolysis Oil) pada Daerah Terpencil
Kabupaten
Wonogiri**

KRISNA ADHI SUWARNO PUTRA, Prof. Dr. Eng. Ir. Arief Budiman M.S., IPU. ASEAN Eng. ; Ir.Roni Irnawan, ST., M

Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

4.4.8 Perbandingan Nilai Emisi CO₂ Mikrogrid Skenario 1 dengan Perluasan

Jaringan Listrik PLN	91
BAB V KESIMPULAN.....	95
5.1 Kesimpulan	95
5.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN.....	101

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keaslian Penelitian	6
Tabel 2.1 Jenis-jenis Plastik Berdasarkan Temperatur Leleh.....	15
Tabel 2.2 Tipe dan Struktur Molekul Plastik.....	16
Tabel 2.3 Jenis dan Simbol Sampah Plastik	19
Tabel 2.4 Proses Pirolisis Plastik.....	22
Tabel 2.5 Karakteristik Minyak Hasil Pirolisis Plastik	
<i>High Density Polyethylene (HDPE)</i>	22
Tabel 2.6 Karakteristik Minyak Hasil Pirolisis Plastik	
<i>Low Density Poly Ethylene (LDPE)</i>	24
Tabel 2.7 Karakteristik Minyak Hasil Pirolisis Plastik <i>Polypropylene PP</i>	25
Tabel 2.8 Karakteristik Bensin	26
Tabel 3.1 Percobaan Pirolisis Sampah Plastik Menurut Suhu Dan Sampah Plastik .	40
Tabel 4.1 Hasil Laboratorium BBM Pirolisis Plastik	
<i>High Density Polyethylene (HDPE)</i>	53
Tabel 4.2 Hasil Laboratorium BBM Pirolisis Plastik <i>Polypropylene (PP)</i>	56
Tabel 4.3 Hasil Laboratorium BBM Pirolisis Plastik	
<i>Low Density Polyethylene (LDPE)</i>	59
Tabel 4.4 Komponen Dalam Mikrogrid PV - Genset Pirolisi Oil	64
Tabel 4.5 Data Ukuran Mikrogrid PV-Genset Pirolisis Oil Mobile	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Komposisi Sampah di Kabupaten Wonogiri tahun 2025	2
Gambar 1.2 Visi PLN Moonshots.....	4
Gambar 2.1 Energy Trilemma	13
Gambar 2.2 Presentase Limbah Plastik Per Jenis Dalam Skala Nasional	17
Gambar 2.3 Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik <i>High Density Polyethylene (HDPE)</i>	23
Gambar 2.4 Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik <i>Low Density Poly Ethylene (LDPE)</i>	24
Gambar 2.5 Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik <i>Polypropylene (PP)</i>	25
Gambar 2.6 BBM Jenis Bensin Premium	28
Gambar 2.7 Peta Sebaran Potensi Energi Surya di Indonesia	29
Gambar 2.8 Rangkaian Hybrid Solar PV-Genset	30
Gambar 3.1 Peta Kabupaten Wonogiri	39
Gambar 3.2 Skema Pirolisis.....	42
Gambar 3.3 Tempat Pembuangan Sampah Plastik di Kantor PLN	42
Gambar 3.4 Proses Pemasukan Sampah Plastik Pada Tabung Reaktor	43
Gambar 3.5 Instalasi Alat Pirolisis Sampah Plastik	43
Gambar 3.6 Crude Oil Hasil Pirolisis Sampah Plastik	44
Gambar 3.7 Proses Filtrasi dan Pemurnian Minyak Pirolisis Sampah Plastik	45
Gambar 3.8 Flow Chart Simulasi HOMER Pro	45
Gambar 3.9 Input Data Lokasi Pada HOMER Pro	46
Gambar 3.10 Input Data Beban Pada HOMER Pro.....	46
Gambar 3.11 Input Data Komponen Pembangkit Pada HOMER Pro	47
Gambar 3.12 Input Data Sumber EBT Pada HOMER Pro.....	47
Gambar 3.13 Kalkulasi data input Pada HOMER Pro.....	48

Gambar 3.14 Membaca Result Pada HOMER Pro	48
Gambar 3.15 Data Google Road Batas Wilayah Kabupaten Wonogiri.....	49
Gambar 3.16 Data Existing Jaringan PLN di Wilayah Kabupaten Wonogiri	49
Gambar 3.17 Data Calon Pelanggan Belum Berlistrik di Wilayah Kabupaten Wonogiri	50
Gambar 3.18 Single Line Diagram Rangkaian Mikrogrid PV-Genset.....	50
Gambar 3.19 Flow Chart Diagram Alir Penelitian	53
Gambar 4.1 Perbandingan Nilai Rujukan Bensin dan Hasil Uji Laboratorium Plastik High Density Polyethylene (HDPE).....	56
Gambar 4.2 Perbandingan Nilai Rujukan Bensin dan Hasil Uji Laboratorium Plastik Polypropyllene (PP).....	59
Gambar 4.3 Perbandingan Nilai Rujukan Bensin dan Hasil Uji Laboratorium Low Density Polyethylene (LDPE).....	61
Gambar 4.4 Korelasi Perbandingan Minyak Porolisis Plastik HDPE, PP dan LDPE Dengan Parameter Karakteristik Bensin Premium.....	62
Gambar 4.5 Simulasi Estimasi Energi Yang Dihasilkan Dari Jumlah Sampah Plastik di Kabupaten Wonogiri	64
Gambar 4.6 UGB (Unit Gardu Bergerak).....	65
Gambar 4.7 Desain Microgrid Mobile Tampak Luar	66
Gambar 4.8 Desain Microgrid Mobile Tampak Dalam.....	66
Gambar 4.9 Rasio Elektrifikasi Kabupaten Wonogiri Pada Tahun 2024.....	68
Gambar 4.10 Rasio Elektrifikasi Kabupaten Wonogiri Pada Tahun 2025.....	68
Gambar 4.11 Skenario 3 Profil Beban, Moderat dan Optimis Calon Pelanggan Yang Belum Teraliri Listrik di Kabupaten Wonogiri Tahun 2025	70
Gambar 4.12 Konfigurasi Microgrid Skenario 1	72
Gambar 4.13 Hasil Optimum Skenario 1.....	72
Gambar 4.14 Produksi Energi Hasil Optimum Skenario 1.....	73
Gambar 4.15 Kebutuhan Microgrid Dengan 3 Skema Beban	74
Gambar 4.16 Konfigurasi Microgrid Skenario 2	75

Gambar 4.17 Hasil Optimum Pertama Skenario 2	75
Gambar 4.18 Produksi Energi Hasil Optimum Pertama Skenario 2.....	76
Gambar 4.19 Kebutuhan Microgrid Dengan 3 Skema Beban	77
Gambar 4.20 Konfigurasi Microgrid Skenario 3	78
Gambar 4.21 Hasil Optimum Pertama Skenario 3	78
Gambar 4.22 Produksi Energi Hasil Optimum Pertama Skenario 3.....	79
Gambar 4.23 Kebutuhan Microgrid Dengan 3 Skema Beban Skenario 3	80
Gambar 4.24 Net Present Cost 3 Skenario	81
Gambar 4.25 Livized COE 3 Skenario	82
Gambar 4.26 Pay Back Period 3 Skenario	83
Gambar 4.27 <i>Net Present Value</i> 3 Skenario	85
Gambar 4.28 Internal Rate of Return 3 Skenario	86
Gambar 4.29 Annualized Cost 3 Skenario	87
Gambar 4.30 Jarak Sambungan Dari Titik Terakhir Jaringan Listrik	
Existing per Kecamatan di Kabupaten Wonogiri (kms)	89
Gambar 4.31 Peta Sebaran Calon Pelanggan Belum Berlistrik	
di Kabupaten Wonogiri	90
Gambar 4.32 Analisis Ekonomi Perbandingan Microgrid Skenario 1,	
Jaringan PLN dan Kombinasi Microgrid	
Skenario 1 + Jaringan PLN.....	91
Gambar 4.33 Perbandingan emisi CO ₂ Tahunan Antara Microgrid PV-Genset	
Pirolisis Oil Skenario 1 dengan Skema Pasokan Listrik Melalui	
Jaringan PLN.....	86
Gambar 4.33 Potensi Karbon Kredit Penurunan Emisi CO ₂ PV-Genset	
Pirolisis Oil dengan Listrik PLN Bahan Baku Batu Bara	93
Gambar 4.34 Potensi Karbon Kredit Penurunan Emisi CO ₂ , PV - Genset	
Pirolisis Oil dengan Listrik PLN Bahan Baku Batu Bara	9

Persamaan 2.1	31
Persamaan 2.2	32
Persamaan 2.3	32
Persamaan 2.4	33
Persamaan 2.5	34
Persamaan 2.6	34
Persamaan 2.7	35
Persamaan 2.8	35
Persamaan 2.9	36
Persamaan 2.10	36
Persamaan 2.1 1	36

DAFTAR SINGKATAN

GRK	: Gas Rumah Kaca
EBT	: Energi Baru Terbarukan
LDPE	: <i>Low Density Poly Ethylene</i>
PP	: <i>Poly Propylene</i>
HDPE	: <i>High Density Poly Ethylene</i>
PET	: <i>Poly Ethylene Terephthate</i>
PVC	: <i>Poly Vinyl Chloride</i>
PS	: <i>Polystyrene</i>
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
BBM	: Bahan Bakar Minyak
QGIS	: <i>Quantum Geographic Information System</i>
HOMER	: <i>Hybrid Optimization Model for Electric Renewables</i>
NPC	: <i>Net Present Cost</i>
LCOE	: <i>livelized Cost of Energy</i>
IRR	: <i>Internal Rate of Return</i>
NPV	: <i>Net Present Value</i>
PBP	: <i>Payback Period</i>
RON	: <i>Research Oktan Number</i>
RUPTL	: Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik
TPA	: Tempat Pembuangan Akhir
CO ₂	: Carbondioxide
MWh	: Mega Watt Hour
kWh	: Kilo Watt Hour
MVA	: Mega Watt Ampere
MW	: Mega Watt
ASTM	: <i>American Society for Testing and Materials</i>
PLN	: Perusahaan Listrik Negara

AP2T : Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpusat

LF : Load Following

SOC : State of Charge

Kms : Kilo Meter Sirkuit