

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan berkat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik yang berjudul ” Studi Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Diesel-Angin) di Pulau Karimun Jawa”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

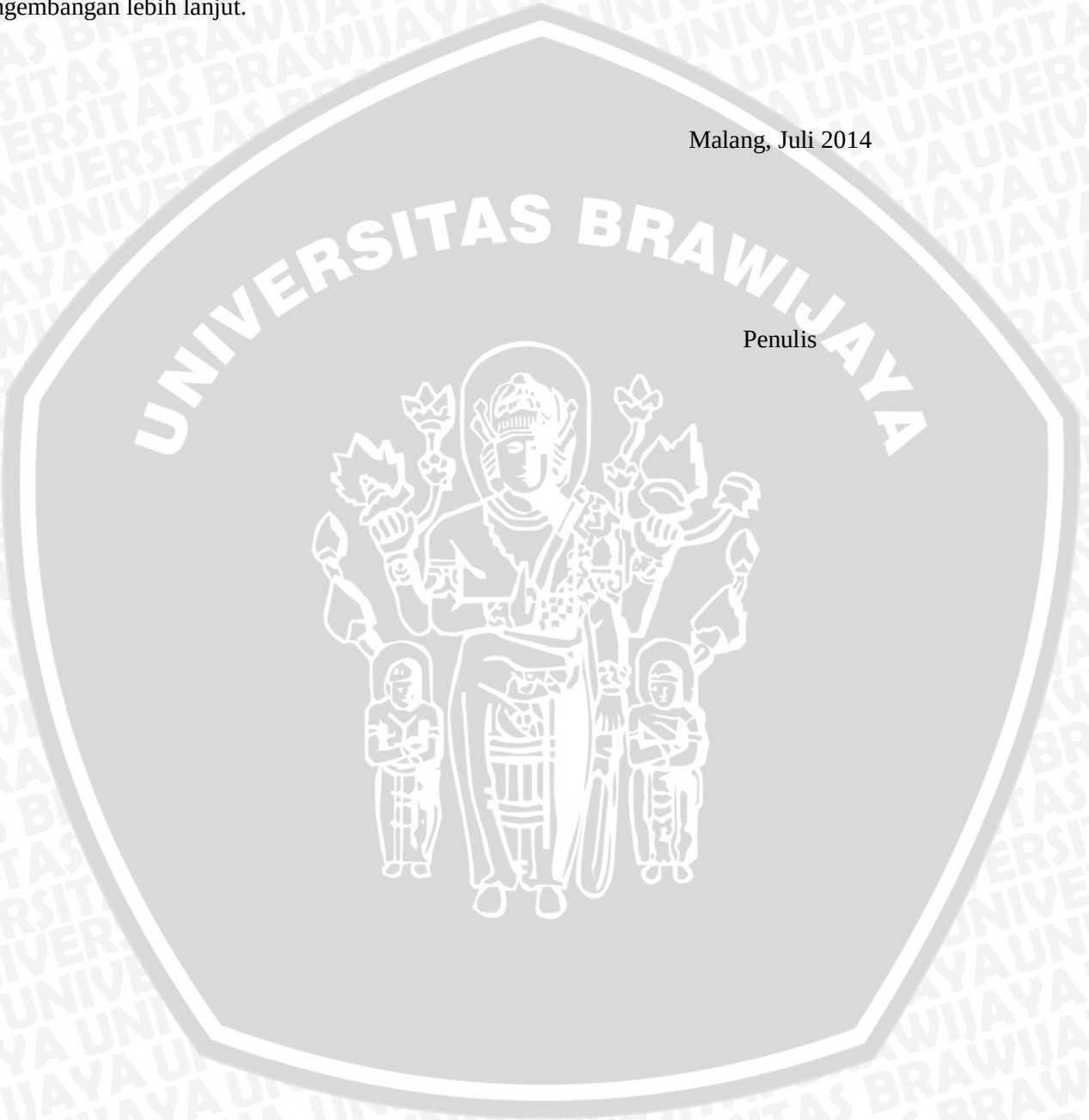
Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan serta dorongan dari semua pihak, penyelesaian skripsi ini tidak mungkin bisa terwujud. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
2. Bapak Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
3. Bapak Mochammad Rif'an S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Ibu Rini Nur Hasanah, Dr. ST., M.Sc. selaku KKDK konsentrasi energi elektrik Teknik Elektro.
5. Bapak Unggul Wibawa, Ir., M.Sc. dan Bapak Teguh Utomo, Ir., MT. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini serta atas segala bentuk bantuan dan saran yang membangun.
6. Dosen dan karyawan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, keluarga besar mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
7. Bapak dan Ibu, Sidik Witjaksono dan Wien Minarsih, orang tua penulis yang sudah berjuang sekuat tenaga untuk membiayai kuliah penulis, memberi dorongan semangat, dan memberikan kepercayaan yang sungguh kepada penulis serta atas segala bentuk dukungan moral dan panjatan doa yang tidak terputus. Skripsi ini untuk Bapak dan Ibu.
8. Untuk sahabat saya Rosly dan Agil yang mendengarkan keluh kesah penulis.
9. Rekan-rekan kerja Ciliwung Camp Nusantara, Mas Andre, Roman, Wiwid, Bram dan lainnya yang sudah memberikan motivasi, semangat, dan arahan dalam pengerjaan skripsi ini. *We are solid team guys.*
10. Rekan-rekan Pisang Kipas 72 yang telah memberikan tempat dikala penulis butuh hiburan.
11. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro angkatan CORE2007, yang telah menemani dan membantu saya selama kuliah di elektro.
12. Semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik yang tidak dapat disebutkan satu persatu secara langsung maupun tidak langsung atas penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belumlah sempurna, karena keterbatasan ilmu dan kendala-kendala lain yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu saran dan kritik mengenai penelitian ini diharapkan oleh penulis. Saran dan kritik ditujukan agar penelitian ini dapat menjadi karya tulis yang lebih baik dan lebih berguna. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Malang, Juli 2014

Penulis

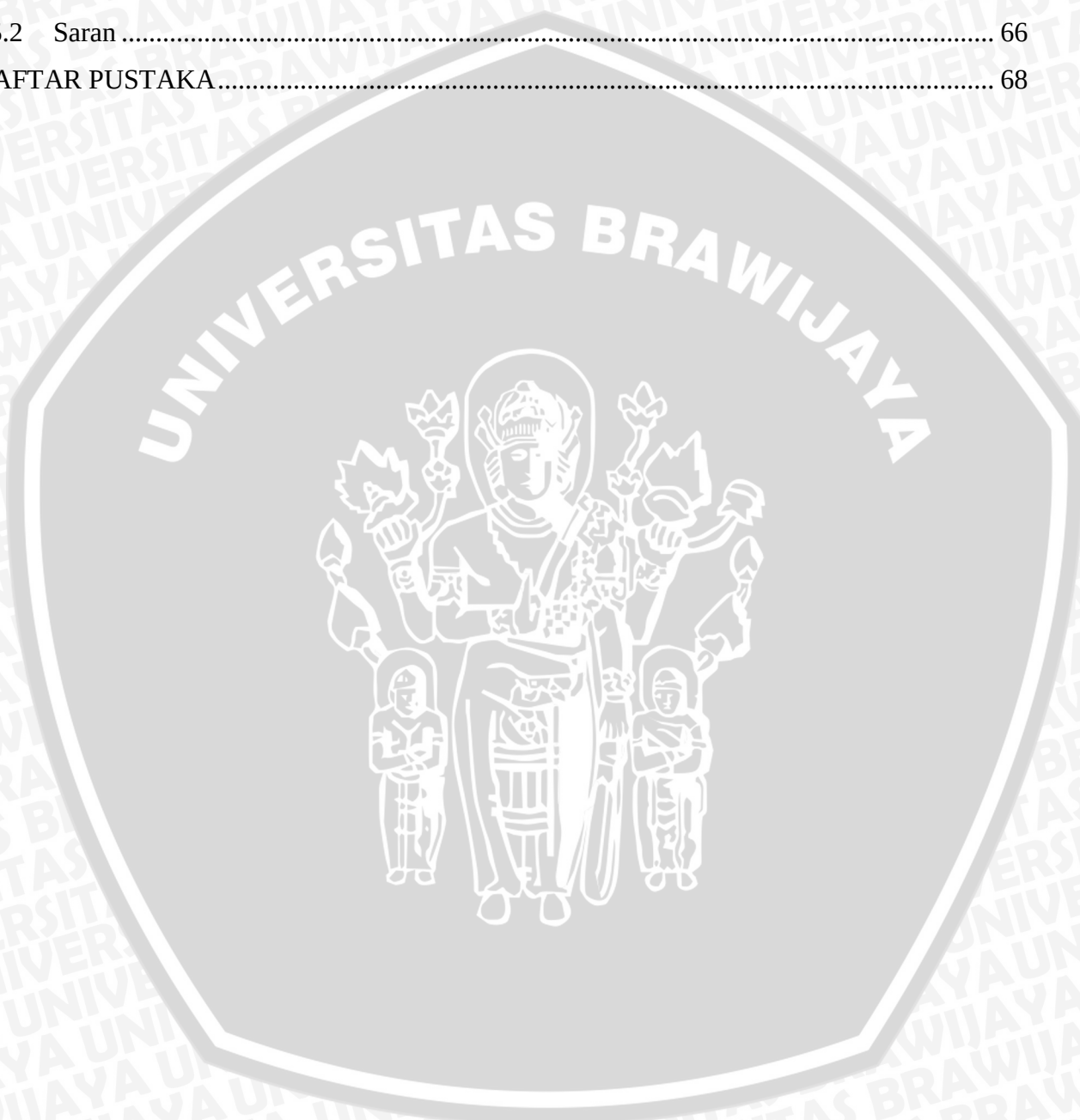


DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
ABSTRAK.....	ix
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II	4
2.1. Energi.....	4
2.2. Konversi Energi	4
2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Angin.....	5
2.3.1 Konversi Energi dari Tenaga Angin.....	5
2.3.2 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Angin	8
2.4. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel.....	10
2.4.1 Konversi Energi dari Tenaga Diesel.....	10
2.4.2 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Diesel	11
2.5. Sistem Hybrid pada PLTA Angin dan PLTD.....	13
2.5.1 Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Angin.....	13
2.5.2 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel.....	14
2.5.3 Perencanaan Sistem Hibrid pada PLTD dan PLTA Angin	14

2.5.3.1 Tipe – Tipe Sistem Hibrid pada PLTD dan PLTAngin	16
2.5.3.1 Parameter – Parameter Tentang Sistem Konfigurasi Hybrid (Diesel-Angin) ..	19
2.5.4 Software HOMER.....	26
2.5.5 Peninjauan dari Segi Ekonomis	27
2.5.5.1 Biaya Net Total Masa Kini (Total Net Present Cost).....	27
2.5.5.2 Syarat Batas Biaya Energi (Levelized Cost Energy).....	28
BAB III	30
3.1. Kerangka Umum (Flow Chart).....	30
3.2. Studi Literatur	31
3.3. Survei Lapangan dan Pengambilan Data	31
3.4. Analisa dan Pengolahan Data	32
3.5. Kesimpulan dan Saran	33
BAB IV	34
4.1 Data Pendukung yang Digunakan untuk Perancangan Sistem	34
4.1.1 Data Mesin Diesel di Pulau Karimun Jawa	34
4.1.2 Data Beban PLTD di Karimun Jawa	35
4.1.3 Data Kecepatan Angin di Pulau Karimun Jawa.....	37
4.1.4 Data Spesifikasi Komponen Sistem yang Ada di Pasaran.....	40
4.1.5 Data Karakteristik Indeks Bunga di Indonesia	42
4.2 Perencanaan Sistem.....	43
4.3 Hasil Analisis dan Simulasi	49
4.3.1 Konfigurasi PLTD Existing	49
4.3.1.1 Analisis Kelistrikan	51
4.3.1.2 Analisis Ekonomi	52
4.3.2 Konfigurasi PLTHybrid (Diesel – Angin)	53
4.3.2.1 Analisis Kelistrikan	56
4.3.2.2 Analisis Ekonomi	58
4.3.3 Analisis Parameter.....	59

4.3.3.1 Perbandingan Parameter	59
4.3.3.2 Variabel Sensitifitas.....	64
BAB V	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA.....	68



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Skala Beaufort	7
Tabel 2.2	Kondisi Kecepatan Angin.....	8
Tabel 2.3	Parameter Pemilihan Turbin Angin.....	23
Tabel 2.4	BI Rate dalam Satu Tahun Terakhir	28
Tabel 4.1	Data Aset PLTD Karimun Jawa	34
Tabel 4.2	Data Beban PLTD Karimun Jawa	35
Tabel 4.3	Data Kecepatan Angin Rata-Rata di Pulau Karimun Jawa	38
Tabel 4.4	Contoh Spesifikasi <i>Wind Turbine</i> yang Ada di Pasaran.....	40
Tabel 4.5	Contoh Spesifikasi Baterai yang Ada di Pasaran	41
Tabel 4.6	Contoh Konverter 3 Fasa yang Ada di Pasaran.....	41
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Potensi Daya	46
Tabel 4.8	Komponen Input <i>Software HOMER</i>	47
Tabel 4.9	Sensitivitas Harga BBM terhadap Nilai NPC	64
Tabel 4.10	Sensitivitas Kenaikan Beban terhadap <i>Capacity Shortage</i>	65

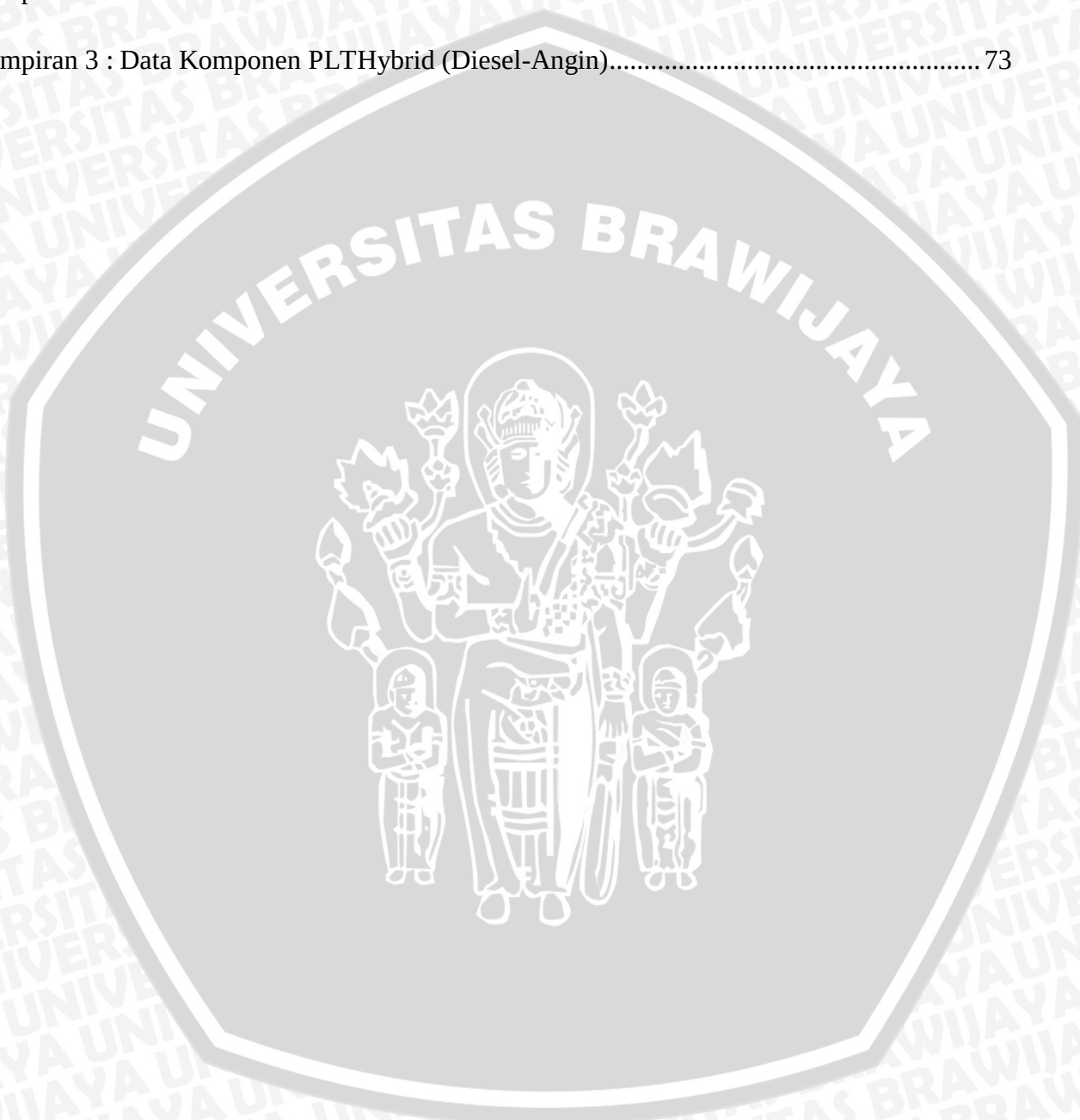
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Pembangkit Hybrid Sederhana PLTAngin dan PLTD	15
Gambar 2.2	Sistem Pembangkit Gybrid PLTAngin dan PLTD	15
Gambar 2.3	Skema <i>Cycle Charge/Battery Storage</i>	17
Gambar 2.4	Skema <i>Integrated Wind-Diesel System</i>	19
Gambar 2.5	Grafik Filosofi Beban	20
Gambar 2.6	Kurva Karakteristik Daya dan Kecepatan Angin	23
Gambar 4.1	Grafik Data Beban PLTD Karimun Jawa	36
Gambar 4.2	Contoh Grafik Harian pada PLTD Karimun Jawa	37
Gambar 4.3	Grafik Kecepatan Angin Tahun 2011 dan 2012	39
Gambar 4.4	Grafik Kecepatan Angin Rata-Rata Tahun 2011 dan 2012	39
Gambar 4.5	Sistem Konfigurasi PLTHybrid.....	43
Gambar 4.6	Wind Turbine Kestrel e230i 800 W.....	45
Gambar 4.7	Grafik Daya Output pada Kestrel e230i 800 W.....	45
Gambar 4.8	Konfigurasi Sistem PLTHybrid.....	48
Gambar 4.9	Data Pendukung Diesel.....	48
Gambar 4.10	Data Pendukung <i>Economics</i>	49
Gambar 4.11	Konfigurasi Sistem PLTD <i>Existing</i>	50
Gambar 4.12	Konfigurasi Sistem PLTD <i>Existing</i>	50
Gambar 4.13	Hasil Simulasi pada PLTD <i>Existing (Electrical)</i>	51
Gambar 4.14	Jam Pengoperasian Generator pada Sistem PLTD <i>Existing</i>	52

Gambar 4.15 Hasil Simulasi pada PLTD <i>Existing (Economics)</i>	52
Gambar 4.16 Hasil Simulasi Generator PLTD <i>Existing</i>	53
Gambar 4.17 Penjadwalan Generator	54
Gambar 4.18 Pola Operasi Konfigurasi PLTHybrid	55
Gambar 4.19 Konfigurasi Sistem PLTHybrid	55
Gambar 4.20 Hasil Simulasi dari Konfigurasi Sistem PLTHybrid	56
Gambar 4.21 Hasil Simulasi PLTHybrid (<i>Electrical</i>)	57
Gambar 4.22 Hasil Simulasi pada Konfigurasi PLTHybrid (<i>Economics</i>)	58
Gambar 4.23 Perbandingan <i>Capital Cost</i>	59
Gambar 4.24 Perbandingan Pemakaian Bahan Bakar	60
Gambar 4.25 Perbandingan <i>Fuel Cost</i>	61
Gambar 4.26 Perbandingan <i>Net Present Cost</i>	62
Gambar 4.27 Perbandingan <i>Excess Electricity</i>	62
Gambar 4.28 Perbandingan <i>Capacity Shortage</i>	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Kecepatan Angin di Pulau Karimun Jawa.....	70
Lampiran 2 : Data Aset Genarator di Pulau Karimun Jawa	71
Lampiran 3 : Data Komponen PLTHybrid (Diesel-Angin).....	73



ABSTRAK

Ditto Adi Permana, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2014,
Studi Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Diesel-Angin) di Pulau Karimun Jawa, Dosen
Pembimbing : Unggul Wibawa, Ir.,M.Sc. dan Teguh Utomo,Ir.,MT.

Abstrak - Indonesia dikenal sebagai negeri seribu pulau. Situasi inilah menyebabkan penyebaran sistem tenaga listrik yang tidak merata disetiap wilayah dan memaksa pulau-pulau terpencil untuk menggunakan generator diesel guna memperoleh sumber daya listrik, sebagai contoh pulau Karimun Jawa. Dengan memanfaatkan sumber energi lain seperti energi angin dan menghibridkan kedua sumber energi listrik tersebut guna membantu suplai daya dan juga pengurangan penggunaan bahan bakar *fossil* yang semakin lama semakin menipis, maka dengan bantuan *software* HOMER dapat dilakukan pengoptimasian konfigurasi PLTHybrid (Diesel-Angin) di Pulau Karimun Jawa. Didapat konfigurasi PLTHybrid dengan penggabungan tipe *cycle charge/battery storage* dengan satu buah generator diesel 400 kW dan 72 turbin angin 800 W dengan melakukan pembagian suplai daya dan pola operasi generator guna mengurangi pemakaian BBM. Besar nilai Net Present Cost (NPC) yang menurun sebesar 56,91% dari PLTD existing. Tetapi konfigurasi ini memiliki Capital Cost sebesar \$3563 serta dalam pengadaan komponen PLTHybrid dan biaya perawatan sebesar \$213.326 per tahunnya.. Konfigurasi ini pun juga dapat mengurangi pemakaian BBM sebesar 67,69 % dari PLTD existing.

Kata kunci : energi terbarukan, *Hybrid System (Wind-Diesel)*, pulau karimun jawa, HOMER.