

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN BEBAS PLAGIARISME.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xiv
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar belakang.....	1
I.2 Rumusan masalah.....	2
I.3 Tujuan penelitian.....	3
I.4 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Studi Kajian Ekonomi Perancangan Panel Surya Untuk Skala Industri.....	4
II.2 Studi Keandalan Perancangan BIPV di Jogjakarta.....	5
BAB III DASAR TEORI.....	6
III.1 Teori Energi Surya.....	6
III.1.1 Energi dan Pancaran Radiasi Matahari.....	6
III.1.2 Deklinasi.....	8
III.1.3 Nilai Transposisi Perez.....	8
III.2 Sel Surya yang Terintegrasikan pada Bangunan.....	9
III.2.1 Pengertian Sel Surya yang Terintegrasi pada Bangunan.....	9

III.2.2 Perangkat Sel Surya.....	11
III.2.3 Panel Surya BIPV.....	12
III.2.4 Pengkondisian Daya.....	16
III.2.5 Generator.....	16
III.3 Aplikasi Sistem Sel Surya yang Terintegrasi Dalam Bangunan.....	17
III.3.1 Sistem <i>Off Grid</i>	17
III.3.2 Sistem <i>On Grid</i>	18
III.4 Pvsyst.....	19
III.4.1 Komputasi Radiasi.....	20
III.4.2 Proses Simulasi : Array Sel Surya.....	21
III.4.3 Modul Sel Surya : Model <i>One-Diode</i>	24
III.4.4 Model Sistem BIPV <i>Stand Alone</i>	25
III.4.5 Model Sistem BIPV <i>Grid Connected</i>	25
III.5 Analisis Ekonomi.....	26
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN.....	29
IV.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	29
IV.2 Tata Laksana Penelitian.....	29
IV.3 Rencana Analisis Hasil.....	31
IV.3.1 Metode Perancangan Sistem <i>Stand alone</i>	31
IV.3.2 Metode Perancangan Sistem <i>Grid Connected</i>	32
IV.3.3 Analisis Ekonomi.....	32
BAB V PEMBAHASAN.....	34
V.1 Data yang Diperoleh.....	34
V.1.1 Data Meteorologi.....	34

V.1.2	Kebutuhan Energi Listrik Gedung Pertamina <i>Tower</i> FEB UGM.....	37
V.1.3	Data Geometri Gedung Pertamina <i>Tower</i> Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Gadjah Mada.....	39
V.2	Perancangan Sistem <i>Stand Alone</i>	40
V.3	Perancangan Sistem BIPV <i>Grid Connected</i>	46
V.4	Hasil Simulasi.....	50
V.4.1	Sistem BIPV <i>Stand Alone</i>	50
V.4.2	Sistem BIPV <i>Grid Connected</i>	54
V.4.3	Pembahasan Rugi-rugi yang dihasilkan Oleh <i>Stand Alone dan Grid Connected</i>	58
V.5	Analisis Ekonomi.....	60
V.6	Analisis Kondisi Aktual.....	62
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
VI.1	Kesimpulan.....	64
VI.2	Saran.....	64
	Daftar Pustaka.....	65
	Lampiran.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 : Lapisan matahari dan kondisi yang ada pada matahari.....	7
Gambar 3.2 Instalasi sistem sel surya dengan tingkatan integrasi dengan bangunan secara rack mounted (a), terintegrasi sebagian (b) dan terintegrasi penuh.....	10
Gambar 3.3 Sel, Modul, Array.....	11
Gambar 3.4 Kurva Karakteristik I-V Panel surya.....	12
Gambar 3.5. Contoh Kurva I-V Panel surya yang dipengaruhi oleh resistansi.....	13
Gambar 3.6. BIPV produk foil dari Everexceed Industrial Co. Ltd dengan bentuk <i>thin-film Polycrystalline</i> dari Hong Kong.....	13
Gambar 3.7. BIPV produk genteng dari Lumeta Solar Tile.....	14
Gambar 3.8. BIPV produk modul merek DUPONT PV.....	14
Gambar 3.9. Susunan Material dari Modul Dupont PV.....	15
Gambar 3.10. BIPV produk kaca yang di pasang pada atap bangunan produk dari FV Solar.....	16
Gambar 3.11. Skema Sistem <i>Off grid</i>	18
Gambar 3.12. Gambar skema sistem <i>Grid Connected</i> dari aplikasi PvSyst.....	19
Gambar 3.13. Diagram alur komputasi pada perangkat lunak Pvsyst.....	20
Gambar 3.14. Diagram alur komputasi radiasi dalam perangkat lunak Pvsyst.....	20
Gambar 3.15. Alur skema proses simulasi pada <i>array</i> sistem.....	22
Gambar 4.1 Bagan metodologi perancangan sistem tenaga surya pada Gedung Pertamina <i>Tower FEB UGM</i>	30
Gambar 4.2. Bagan Hasil analisis ekonomi perancangan BIPV di Gedung Pertamina <i>Tower FEB UGM</i>	33
Gambar 5.1 Posisi Matahari Terhadap Gedung Pertamina <i>Tower</i> Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Gadjah Mada.....	37
Gambar 5.2. Pembuatan bangunan gedung Pertamina <i>Tower FEB UGM</i> dalam.....	39
Gambar 5.3. Tampak atas pembuatan gedung dalam perangkat lunak PvSyst.....	40
Gambar 5.4. Merupakan gambar penggunaan gedung Pertamina <i>Tower FEB UGM</i> selama Hari kerja dari jam 07.00-17.00.....	42



Gambar 5.5. Grafik optimasi nilai azimuth dan kemiringan pada lokasi bangunan Gedung Pertamina Tower FEB UGM.....	44
Gambar 5.6. Perancangan sistem Grid Connected pada perangkat lunak Pvsyst.....	48
Gambar 5.7. Hasil simulasi normalisasi produksi listrik sistem BIPV <i>stand alone</i>	52
Gambar 5.8. Grafik Rasio performa dan <i>solar fraction</i>	52
Gambar 5.9. Diagram rugi-rugi pada sistem BIPV <i>stand alone</i>	53
Gambar 5.10. Hasil simulasi normalisasi produksi listrik sistem BIPV <i>grid connected</i> selama satu tahun.....	56
Gambar 5.11. Diagram rugi-rugi pada sistem BIPV <i>grid connected</i>	57

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Data Radiasi Harian Matahari Pada Lokasi Gedung Pertamina <i>Tower</i> Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Gadjah Mada.....	36
Tabel 5.2. Data Radiasi Rata-Rata perBulan Matahari Pada Lokasi Gedung Pertamina <i>Tower</i> Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Gadjah Mada.....	37
TABEL 5.3. Data konsumsi Listrik Gedung Pertamina <i>Tower</i> FEB UGM Tahun 2015(KWh).....	39
Tabel 5.4. Penggunaan Lampu Pada Gedung Pertamina <i>Tower</i> FEB UGM.....	42
Tabel 5.5 Kerugian yang diakibatkan nilai tilt dan azimuth terhadap nilai optimal dengan tilt berubah dan Azimuth tetap 0°.....	44
Tabel 5.6 Kerugian yang diakibatkan nilai tilt dan azimuth terhadap nilai optimal dengan tilt tetap 10° dan Azimuth berubah.....	44
Tabel 5.7. Karakteristik modul Lumeta Powerply 420.....	46
Tabel 5.8. Karakteristik Baterai MK 8A4D AGM.....	46
Tabel 5.9. Karakteristik modul Lumeta Powerply 400.....	49
Tabel 5.10. Karakteristik Inverter Selco Energy Tipe TTL 820 8 kW.....	50
Tabel 5.11. Desain BIPV <i>Grid Connected</i> Gedung Pertamina <i>Tower</i> FEB UGM.....	51
Tabel 5.12. Hasil umum simulasi sistem BIPV <i>stand alone</i>	52
Tabel 5.13. Hasil utama dari simulasi sistem BIPV <i>stand alone</i> dari perangkat lunak Pvsyst..	55
Tabel 5.14. Hasil simulasi sistem BIPV <i>grid connected</i>	55
Tabel 5.15. Hasil utama dari simulasi sistem BIPV <i>grid connected</i>	59
Tabel 5.16. Tabel perbandingan rugi-rugi pada sistem <i>stand alone</i> dan sistem <i>grid</i> <i>connected</i>	61
Tabel 5.17. Estimasi Biaya Tahunan.....	62

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

BIPV	<i>Building Integrated Photovoltaic</i>
<i>kWh</i>	<i>kilowatthour</i>
MWh	<i>Megawatthour</i>
kWp	<i>kilowattPeak</i>
ESDM	Energi Sumber Daya Mineral
BAPV	<i>Building Attached Photovoltaic</i>
AM	<i>Air Mass</i>
BOS	<i>Balance of System</i>
AC	<i>Alternate Current</i>
DC	<i>Direct Current</i>
IAM	<i>Incidence Angle Modifier</i>
STC	<i>Standard Test Condition</i>
Ω	ohmic
δ	Deklinasi
φ	Sudut antara matahari dengan sumbu tegak lurus permukaan bumi
k_D	Koefisien difusi
k_p	Koefisien transmisi langsung
kt	Koefisien index kecerahan
k_d	Koefisien fraksi difusi
G_h	Radiasi horizon global
D_h	Radiasi difusi horizon
B_h	Radiasi difusi langsung
G_p	Radiasi insiden global
D_p	Radiasi difusi insiden
B_p	Radiasi langsung insiden
A_p	Radiasi albedo insiden
U_c	Konstanta faktor kerugian termal akibat pemasangan
U_v	Konstanta faktor kerugian termal akibat udara
v_w	Kecepatan udara

P_w	Rasio kerugian hambatan
I_{sc}	Arus <i>short circuit</i>
I_{mp}	Arus optimal modul
N_{cs}	Jumlah sel dalam seri
T_c	Temperatur efektif sel
T_{cRef}	Temperatur efektif sel referensi
E_{Gap}	Celah energi material
IC_{MT}	Biaya awal total
IC_M	Biaya per modul
IC_I	Biaya total inverter
$AAOM$	<i>Avarage annual operational and maintence</i>
OM	<i>Operational and Maintenance</i>
AOP	<i>Actual Output Power</i>
AC_{CE}	Biaya energi Konvensional
a	Sudut terhadap zona circumsolar dari permukaan sel surya
c	Sudut terhadap zona circumsolar dari permukaan horizon
F_1	Koefisien cahaya pada zona circumsolar
F_2	Koefisien cahaya pada pita horizon
R_i	Radiasi pantulan dari tanah
ρ	Koefisien Albedo
H_{eff}	Radiasi efektif pada horizon
F_{IAM}	Faktor efek optik
b_o	Konstanta material pada model ASHRAE
E_{ArrMPP}	Energi keluaran <i>array</i> simulasi
E_{arrRef}	Energi keluaran <i>array</i> referensi
E_{arrNom}	Energi keluaran <i>array</i> nominal
U	Faktor kerugian termal
I	Arus sistem sel surya
V	Tegangan sistem sel surya
I_{ph}	Arus <i>photoelectric</i>
I_D	Arus dioda
I_o	Arus saturasi invers
I_{oRef}	Arus saturasi invers referensi
R_s	Hambatan seri



	Hambatan shunt
q	Konstanta muatan elektron
k	Konstanta Boltzman
γ	Faktor kualitas dioda
G_{eff}	Radiasi efektif insiden
G_{Ref}	Radiasi insiden referensi
mu_{ISC}	Koefisien temperatur
M	Jumlah Modul
IC_B	Biaya total baterai
EAC	<i>Estimated annual cost</i>
A_i	<i>Discount rate</i>
f	Besar inflasi
$LCOE$	<i>Leveled Cost of Electricity</i>
PBP	<i>Pay Back Period</i>