

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
BAB III LANDASAN TEORI.....	8
3.1 Energi matahari .....	8
3.2 Energi matahari .....	8
3.3 Sel Surya .....	8
3.2.1 Cara Kerja Sel Surya .....	9
3.2.2 Jenis-jenis Sel Surya.....	10
3.2.3 Efisiensi Sel Surya.....	12
3.4 Energi Angin .....	13
3.5 Turbin Angin .....	14
3.4.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal.....	15
3.4.2 Turbin Angin Sumbu Vertikal.....	17
3.6 Generator DC .....	19
3.5.1 Prinsip Kerja Generator DC .....	19
3.5.2 Macam – macam generator DC .....	20
3.5.3 Efisiensi Generator .....	21
3.7 Inverter .....	22
3.8 Baterai .....	22
BAB IV METODE PENELITIAN .....	24
4.1 PLTH Pantai Baru Bantul .....	24
4.2 Spesifikasi Alat PLTH .....	25
4.3 Data Teknis PLTH .....	46

4.3.1 Grup Pembangkit Energi Listrik.....	46
4.3.2 Penyimpan Energi Listrik.....	47
4.3.3 Jenis Inverter.....	47
4.3.4 Pemanfaatan Energi Listrik .....	48
4.4 Skematik Diagram PLTH.....	49
4.5 Skema Pengoperasian PLTH.....	51
4.5.1 Pengoperasian Beban Pada Inverter.....	51
4.5.2 Pengoperasian Baterai 240 Volt .....	51
4.5.3 Pengoperasian Baterai 48 V .....	51
4.6 Diagram Alir Penelitian .....	52
4.7 Rancangan Pengukuran Kerja .....	54
<b>BAB V IMPLEMENTASI.....</b>	<b>56</b>
5.1 Implementasi Pengukuran Tegangan, Arus, Daya serta Energi dari Panel Surya 240 Volt. ....	56
5.2 Implementasi Pengukuran Tegangan, Arus dan Energi yang dihasilkan dari Turbin Angin 240 Volt.....	57
5.3 Implementasi Pengukuran Tegangan DC, Arus DC yang masuk ke Inverter dan Pengukuran arus, besar daya dan besar energi yang disalurkan Inverter. ....	59
5.4 Implementasi Pengukuran Tegangan, Arus, Daya dan Energi Panel Surya 48 Volt. 60	
5.5 Implementasi Pengukuran Arus dan Tegangan Baterai Luminous serta Trojan. ....	60
5.6 Implementasi Pengukuran Arus, Energi, Besar Daya pada Inverter 48 Volt. 61	
<b>BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>63</b>
6.1. Pengukuran Tegangan, Arus, Daya serta Energi Yang Dihasilkan Panel Surya 240 Volt. ....	63
6.1.1 Pengukuran Tegangan .....	63
6.1.2 Pengukuran Arus .....	64
6.1.3 Pengukuran Daya.....	65
6.1.4 Hubungan Arus dan Daya.....	65
6.1.5 Pengukuran Energi .....	67
6.2. Pengukuran Tegangan, Arus dan Energi yang dihasilkan dari Turbin Angin 240 Volt.....	69
6.2.1 Pengukuran Tegangan .....	69
6.2.2 Pengukuran Arus .....	69
6.2.3 Pengukuran Energi .....	70
6.3. Pengukuran Tegangan Baterai, Arus Baterai yang masuk ke Inverter dan Pengukuran arus, daya dan besar energi yang disalurkan Inverter 240 Volt. ....	71
6.3.1 Pengukuran Tegangan Baterai.....	71
6.3.2 Pengukuran Arus Baterai.....	72
6.3.3 Pengukuran Arus Inverter.....	73
6.3.4 Pengukuran Besar Daya.....	74
6.3.5 Pengukuran Besar Energi Inverter 240 Volt.....	74

6.3.6 Perhitungan Persentase Penggunaan Energi Inverter 240 Volt .....	76
6.4. Pengukuran Tegangan, Arus, Daya dan Energi Panel Surya 48 Volt. ....	76
6.8.1. Pengukuran Tegangan .....	77
6.8.2. Pengukuran Arus .....	78
6.8.3. Pengukuran Daya.....	80
6.8.4. Hubungan Arus dan Daya.....	81
6.8.5. Pengukuran Energi .....	84
6.5. Pengukuran Arus, Tegangan Baterai Luminous Sebagai Sumber Daya Inverter 48 Volt .....	86
6.5.1 Pengukuran Arus .....	86
6.5.2 Pengukuran Tegangan Baterai Luminous.....	87
6.6. Pengukuran Arus, Daya, dan Energi Inverter 48 Volt .....	88
6.6.1 Pengukuran arus .....	88
6.6.2 Pengukuran Daya.....	88
6.6.3 Pengukuran Energi .....	89
6.6.4 Perhitungan Persentase Penggunaan Energi Inverter 48 Volt .....	90
6.7 Analisis Serapan Daya PLTH .....	91
6.7.1. Sistem 240 Volt .....	91
6.7.2. Sistem 48 Volt .....	96
6.8. Potensi Daya Berdasarkan Luas Daerah .....	98
6.8.1. Panel Surya 240 Volt.....	98
6.8.2. Turbin 240 Volt .....	99
6.8.3. Panel Surya 48 Volt.....	100
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....	103
7.1 Kesimpulan.....	103
7.2 Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA .....	104
Lampiran .....	107

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Mikrogrid Pembangkit Hibrid .....	6
Gambar 3. 1 Skematik dari sebuah sel surya ( Antonio Luque & Steven Hegedus, 2002) .....	9
Gambar 3. 2 Bagian- Bagian dari Sel Surya (Yuli Setyaningrum, 2013).....	10
Gambar 3. 3 Sel Surya Monokristalin (Yuli Setyaningrum, 2013) .....	11
Gambar 3. 4 Sel Surya Polikristal (Yuli Setyaningrum, 2013).....	11
Gambar 3. 5 Sel Surya Amorf (Yuli Setyaningrum, 2013) .....	12
Gambar 3. 6 Sel Surya Lapisan Tipis (Yuli Setyaningrum, 2013) .....	12
Gambar 3. 7 Turbin Angin Tipe American-Blade (Sumiati 2013).....	16
Gambar 3. 8 Turbin Angin Tipe Dutch Four Arm (Sumiati, 2013).....	16
Gambar 3. 9 Turbin Angin Tipe Propeler (Sumiati, 2013).....	17
Gambar 3. 10 Turbin Angin Tipe Savonius (Sumiati, 2013).....	17
Gambar 3. 11 Turbin Angin Tipe Straight-Bladed Darrieus (Sumiati, 2013) .....	18
Gambar 3. 12 Turbin Angin Tipe Eggbeater (Sumiati, 2013) .....	19
Gambar 3. 13 Generator DC Shunt (Pramono. 2015).....	20
Gambar 3. 14 Generator DC Seri (Pramono, 2015).....	21
Gambar 3. 15 Generator DC Kompon (Pramono, 2015) .....	21
Gambar 4. 1 Single Line Diagram Sistem 240 Volt .....	49
Gambar 4. 2 Single Line Diagram Sistem 48 Volt .....	50
Gambar 4. 3 Diagram Alir Penelitian .....	52
Gambar 4. 4 Gambar Rancangan Pengukuran Kerja .....	54
Gambar 5. 1 Gambar Pengukuran Tegangan. Arus, Daya dan Energi dari Paneel Surya 240 Volt .....	56
Gambar 5. 2 Gambar Pengukuran Tegangan dan Arus Turbin 240 Volt .....	57
Gambar 5. 3 Gambar Pengukuran Energi Turbin Angin .....	58
Gambar 5. 4 Gambar Pengukuran Arus Baterai yang Masuk Inverter 240 Volt .....	59
Gambar 5. 5 Gambar Pengukuran Tegangan Baterai, Arus, Daya, dan Energi Inverter 240 Volt .....	59
Gambar 5. 6 Pengukuran Tegangan, Arus, Daya dan Energi Panel Surya 48 Volt .....	60
Gambar 5. 7 Gambar Pengukuran Arus Baterai yang Masuk Inverter 48 Volt .....	60
Gambar 5. 8 Gambar Pengukuran Tegangan Baterai yang Masuk Inverter 48 Volt .....	61
Gambar 5. 9 Gambar Pengukuran Arus, Daya dan Energi yang Dihasilkan Inverter 48 Volt .....	62
Gambar 6. 1 Grafik Tegangan Panel Surya 240 Volt Selama 3 Hari .....	63
Gambar 6. 2 Grafik Arus yang Dihasilkan Panel Surya 240 Volt Selama 3 Hari .....	64
Gambar 6. 3 Grafik Daya yang Dihasilkan Panel Surya 240 Volt Selama 3 Hari .....	65
Gambar 6. 4 Grafik Hubungan Arus dan Daya Panel Surya 240 Volt Pada Hari Pertama .....	66
.....	66
Gambar 6. 5 Grafik Hubungan Arus dan Daya Panel Surya 240 Volt Pada Hari Kedua .....	66

.....	67
Gambar 6. 6 Grafik Hubungan Arus dan Daya Panel Surya 240 Volt Pada Hari Ketiga	67
.....	67
Gambar 6. 7 Grafik Kenaikan Energi Panel Surya 240 Volt Pada Hari Pertama.....	67
Gambar 6. 8 Grafik Kenaikan Energi Panel Surya 240 Volt Pada Hari Kedua.....	68
Gambar 6. 9 Grafik Kenaikan Energi Panel Surya 240 Volt Pada Hari Ketiga .....	68
Gambar 6. 10 Grafik Tegangan yang Dihasilkan Turbin 240 Volt Selama 3 Hari .....	69
Gambar 6. 11 Grafik Arus yang Dihasilkan Turbin 240 Volt Selama 3 Hari .....	70
Gambar 6. 12 Grafik Kenaikan Energi Turbin 240 Volt Selama 3 Hari .....	71
Gambar 6. 13 Grafik Tegangan Baterai Masuk Inverter 240 Volt Selama 3 Hari .....	72
Gambar 6. 14 Grafik Arus Baterai yang Masuk kedalam Inverter Selama 3 Hari .....	73
Gambar 6. 15 Grafik Arus yang Dihasilkan Inverter 240 Volt Selama 3 Hari.....	73
Gambar 6. 16 Grafik Daya yang Dihasilkan Inverter 240 Volt Selama 3 Hari .....	74
Gambar 6. 17 Grafik Besar Kenaikan Energi yang Dihasilkan Inverter 240 Volt Hari Pertama .....	75
Gambar 6. 18 Grafik Besar Kenaikan Energi yang Dihasilkan Inverter 240 Volt Hari Kedua .....	75
Gambar 6. 4 Grafik Besar Kenaikan Energi yang Dihasilkan Inverter 240 Volt Hari Ketiga.....	76
Gambar 6. 20 Grafik Tegangan Panel Surya Selatan 48 Volt Selama 3 Hari .....	77
Gambar 6. 21 Grafik Tegangan Panel Surya Tengah dan Utara 48 Volt Selama 3 Hari .....	78
Gambar 6. 22 Grafik Arus Panel Surya Selatan 48 Volt Selama 3 Hari .....	79
Gambar 6. 23 Grafik Arus Panel Tengah dan Utara 48 Volt Selama 3 Hari .....	79
Gambar 6. 24 Grafik Daya Yang Dihasilkan Panel Selatan 48 Volt Selama 3 Hari ...	80
Gambar 6. 5 Grafik Daya Yang Dihasilkan Panel Tengah dan Utara 48 Volt Selama 3 Hari .....	81
Gambar 6. 26 Grafik Hubungan Arus dan Daya yang Dihasilkan Panel Selatan 48 Volt Pada Hari Pertama .....	82
Gambar 6. 27 Grafik Hubungan Arus dan Daya yang Dihasilkan Panel Selatan 48 Volt Pada Hari Kedua .....	82
Gambar 6. 28 Grafik Hubungan Arus dan Daya yang Dihasilkan Panel Selatan 48 Volt Pada Hari Ketiga.....	83
Gambar 6. 29 Grafik Hubungan Arus dan Daya Panel Utara dan Tengah 48 Volt Hari Pertama .....	83
Gambar 6. 30 Grafik Hubungan Arus dan Daya Panel Utara dan Tengah 48 Volt Hari Kedua .....	84
Gambar 6. 31 Grafik Hubungan Arus dan Daya Panel Utara dan Tengah 48 Volt Hari Ketiga.....	84
Gambar 6. 32 Grafik Kenaikan Energi Panel Selatan 48 Volt Selama 3 Hari.....	85
Gambar 6. 33 Grafik Kenaikan Energi Panel Tengah dan Utara 48 Volt Selama 3 Hari .....	86
Gambar 6. 34 Grafik Arus yang Masuk Ke Inverter 48 Volt Selama 3 Hari .....	87

Gambar 6. 35 Grafik Tegangan Baterai Luminous Pada Baterai 48 Volt Selama 3 Hari .....	87
Gambar 6. 36 Grafik Arus Yang Dihasilkan Inverter 48 Volt Selama 3 Hari .....	88
Gambar 6. 37 Grafik Daya yang Dihasilkan Inverter 48 Volt Selama 3 Hari .....	89
Gambar 6. 38 Grafik Kenaikan Energi Pada Inverter 48 Volt Selama 3 Hari .....	90
Gambar 6. 39. Perbandingan Tegangan SCC, Tegangan Baterai dan Daya SCC .....	92
Gambar 6. 40 Perbandingan Tegangan dan Daya Turbin dengan Tegangan Baterai ..	92
Gambar 6. 41 Perbandingan Tegangan SCC, Tegangan Baterai dan WSCC Hari Kedua .....	93
Gambar 6. 42 Perbandingan Tegangan dan Daya Turbin dan Tegangan Baterai Hari Kedua .....	94
Gambar 6. 43 Perbandingan Tegangan SCC, Tegangan Baterai dan WSCC Hari Ketiga .....	95
Gambar 6. 44 Perbandingan Tegangan dan Daya Turbin dan Tegangan Baterai Hari Ketiga .....	96
Gambar 6. 45 Perbandingan Tegangan Panel Tegangan Baterai dan Daya Panel Hari Pertama .....	97
Gambar 6. 46 Perbandingan Tegangan Panel Tegangan Baterai dan Daya Panel Hari Kedua .....	97
Gambar 6. 47 Perbandingan Tegangan Panel Tegangan Baterai dan Daya Panel Hari Ketiga .....	98
Gambar 6. 48 Perbandingan Tegangan dan Daya Panel Surya 240 Volt Selama 3 hari .....	99
Gambar 6. 49 Perbandingan Tegangan dan Daya Turbin Angin 240 Volt Selama 3 hari .....	100
Gambar 6. 50 Perbandingan Tegangan dan Daya Panel 48 Volt Grup Selatan Selama 3 hari .....	101
Gambar 6. 51. Perbandingan Tegangan dan Daya Panel 48 Volt Grup Tengah dan Utara Selama 3 hari .....	101

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka.....	6
Tabel 4. 1Tabel Spesifikasi Panel Surya 14 kW 1P/240 Volt .....	25
Tabel 4. 2 Tabel Spesifikasi Panel Surya 10 kW Sistem 48 V .....	27
Tabel 4. 3 Tabel Spesifikasi Turbin Angin 20 kW Sistem 240V .....	29
Tabel 4. 4 Tabel Spesifikasi Solar Charge Controller (SCC) .....	30
Lanjutan Tabel 4. 4 Tabel Spesifikasi Solar Charge Controller (SCC) .....	31
Tabel 4. 5 Tabel Spesifikasi Wind Charge Controller (WCC) .....	31
Lanjutan Tabel 4. 5 Tabel Spesifikasi Wind Charge Controller (WCC) .....	32
Tabel 4. 6 Tabel SpesifikasiBaterai 400 Ah Sistem 240V.....	33
Tabel 4. 7 Tabel Spesifikasi Baterai 525 Ah Sistem 48V.....	34
Tabel 4. 8 Tabel Spesifikasi Baterai 900 Ah Sistem 48V.....	35
Tabel 4. 9 Tabel Spesifikasi Inverter 5 kW – 1P Sistem 240 VDC.....	36
Tabel 4. 10 Tabel Spesifikasi Inverter 3,5 kW – 1P Sistem 48 VDC.....	37
Tabel 4. 11 Tabel Spesifikasi Panel Array (PLTS).....	38
Tabel 4. 12 Tabel Spesifikasi Panel Combiner (PLTS) .....	39
Tabel 4. 13 Tabel Spesifikasi Panel Combiner (PLTB) .....	40
Tabel 4. 14 Tabel Spesifikasi Panel Baterai (PLTS) .....	41
Tabel 4. 15 Tabel Speesifikasi Panel Baterai (PLTB) .....	42
Tabel 4. 16 Tabel Spesifikasi Panel Distribusi AC Inverter 5 kW no. 2 .....	43
Tabel 4. 17 Tabel Spesifikasi Panel Distribusi AC Inverter 5 kW no. 1 .....	44
Tabel 4. 18 Tabel Spesifikasi Panel Distribusi AC Pembagi Beban dan Energi Monitoring Online .....	45
Tabel 4. 19 Tabel Spesifikasi kWh Meter .....	46
Tabel 4. 21 Tabel Penyimpan Energi Listrik .....	47
Tabel 4. 22 Tabel Jenis Inverter Yang Digunakan .....	47
Tabel 4. 23 Tabel Pemanfaatan Energi Listrik .....	48