

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
CATATAN REVISI DOKUMEN	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
INTISARI.....	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 <i>Microgrid</i>	9
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	10
2.2.3 <i>Energy Storage System</i> (ESS)	12
2.2.4 Sistem Kontrol pada <i>Microgrid</i>	13
2.2.5 Spesifikasi <i>Microgrid Controller</i> menurut Standar IEEE	14
2.2.6 <i>Proportional Integral Derivative (PID) Controller</i>	16
2.2.7 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	18
2.2.8 <i>Message Queuing Telemetry Transport</i> (MQTT).....	18
2.2.9 Komunikasi Serial.....	20
2.2.10 Node-Red.....	22
2.2.11 Raspberry Pi 3 Model B+.....	23
2.2.12 Typhoon HIL	24
2.3 Analisis Perbandingan Metode	26
BAB III Metode Penelitian.....	27
3.1 Alat yang Digunakan	27



3.2	Metode yang Digunakan.....	28
3.3	Alur Tugas Akhir	29
3.4	Rancangan Strategi untuk Mengatasi Dampak Negatif Intermitensi PLTS .	31
3.5	Pemodelan Sistem <i>Microgrid</i> terhubung ke <i>Grid</i>	31
3.6	Pemodelan <i>Microgrid Controller</i> dalam <i>Schematic Editor</i> Typhoon HIL ..	34
3.6.1	Variabel Masukan dan Keluaran <i>Microgrid Controller</i>	36
3.6.2	Pemodelan Fungsi Transisi	38
3.6.2.1	Bagian <i>Block Island</i>	38
3.6.2.2	Bagian <i>MC Handling</i>	38
3.6.2.3	Bagian <i>Is Zero</i>	39
3.6.2.4	Bagian <i>Core</i>	39
3.6.2.5	Bagian <i>Core2</i>	42
3.6.2.6	Bagian Penentuan <i>Setpoint</i> untuk <i>PI Controller</i>	43
3.6.3	Pemodelan Fungsi Kontrol	44
3.6.4	Pemodelan Fungsi <i>Dispatch</i>	46
3.7	Metode Simulasi dan Analisis Pemodelan Sistem <i>Microgrid</i> dan <i>Microgrid Controller</i> dalam Perangkat Lunak Typhoon HIL	52
3.8	Implementasi <i>Microgrid Controller</i> Berbasis <i>Internet of Things</i>	55
3.8.1	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> Menggunakan Node-Red	56
3.9	Pengujian Perangkat <i>Microgrid Controller</i> dengan Metode <i>Hardware in the Loop</i>	57
3.9.1	Pengembangan Perangkat Ekstensi Komunikasi	58
3.9.2	Modifikasi Pemodelan Sistem <i>Microgrid</i> dalam <i>Schematic Editor</i> Typhoon HIL	60
3.9.3	Konfigurasi Keseluruhan Sistem	64
3.9.4	Skenario Pengujian.....	64
BAB IV	Hasil dan Pembahasan.....	66
4.1	Hasil Simulasi Pemodelan Sistem <i>Microgrid</i> dan <i>Microgrid Controller</i> dalam Perangkat Lunak Typhoon HIL	67
4.1.1	Kondisi Awal Sistem	67
4.1.1.1	Kondisi Awal saat Pembangkit Energi Terdistribusi Tidak Aktif	68
4.1.1.2	Kondisi Awal saat Pembangkit Energi Terdistribusi Aktif	70
4.1.2	Karakteristik Pemodelan Sistem Berdasarkan Simulasi Kondisi Awal Sistem	72
4.1.3	<i>Step Response</i> Sistem	72
4.1.4	Pengembangan <i>Microgrid Controller</i> Berdasarkan Karakteristik Sistem.....	74
4.1.5	Kondisi Transisi	75

4.1.5.1	<i>On-Grid</i> menuju <i>Islanding</i>	75
4.1.5.2	<i>Islanding</i> menuju <i>On-Grid</i>	76
4.1.6	Kondisi Maksimalisasi Daya	77
4.1.6.1	BESS dalam Kondisi Nominal	77
4.1.6.2	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Bawah SoC	78
4.1.6.3	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Daya <i>Discharging</i> ..	79
4.1.7	Kondisi Limiitasi Daya	80
4.1.7.1	BESS dalam Kondisi Nominal	80
4.1.7.2	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Atas SoC	81
4.1.7.3	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Daya <i>Charging</i> ..	82
4.2	Hasil Pengujian Implementasi <i>Microgrid Controller</i> dengan Metode <i>Hardware in the Loop</i>	83
4.2.1	Kondisi <i>Default</i>	83
4.2.2	Kondisi Transisi	84
4.2.2.1	<i>On-Grid</i> menuju <i>Islanding</i>	84
4.2.2.2	<i>Islanding</i> menuju <i>On-Grid</i>	86
4.2.3	Kondisi Maksimalisasi Daya	87
4.2.3.1	BESS dalam Kondisi Nominal	87
4.2.3.2	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Bawah SoC	88
4.2.3.3	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Daya <i>Discharging</i> ..	89
4.2.4	Kondisi Limiitasi Daya	90
4.2.4.1	BESS dalam Kondisi Nominal	90
4.2.4.2	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Atas SoC	91
4.2.4.3	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Daya <i>Charging</i> ..	92
BAB V	Kesimpulan dan Saran	94
5.1	Kesimpulan	94
5.2	Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN	L-1
L.1	Pemodelan Sistem <i>Microgrid</i> Terhubung ke <i>Grid</i> dalam <i>Schematic Editor</i> Typhoon HIL	L-1
L.2	Penjelasan Kode Sumber yang Digunakan dalam Implementasi <i>Microgrid Controller</i> Berbasis Internet of Things	L-8
L.2.1	Menghubungkan <i>Client</i> dengan <i>Broker</i>	L-8
L.2.2	Implementasi Variabel Masukan dan Keluaran <i>Microgrid Controller</i>	L-9
L.2.3	Inisialisasi Variabel	L-12
L.2.4	Re-Inisialisasi Variabel	L-12
L.2.5	Implementasi Pemodelan Fungsi Transisi	L-13

L.2.5.1	Bagian <i>Block Island</i>	L-13
L.2.5.2	Bagian <i>MC Handling</i>	L-14
L.2.5.3	Bagian <i>Is Zero</i>	L-14
L.2.5.4	Bagian <i>Core</i>	L-14
L.2.5.5	Bagian <i>Core2</i>	L-15
L.2.5.6	Bagian Penentuan <i>Setpoint</i> untuk <i>PI Controller</i>	L-16
L.2.6	Implementasi Pemodelan Fungsi Kontrol	L-16
L.2.7	Implementasi Pemodelan Fungsi <i>Dispatch</i>	L-18
L.3	Tampilan HIL SCADA ketika Simulasi Pemodelan Sistem <i>Microgrid</i> dan <i>Microgrid Controller</i> dalam Perangkat Lunak Typhoon HIL	L-22
L.3.1	Kondisi Transisi	L-22
L.3.1.1	<i>On-Grid</i> menuju <i>Islanding</i>	L-22
L.3.1.2	<i>Islanding</i> menuju <i>On-Grid</i>	L-24
L.3.2	Kondisi Maksimalisasi Daya	L-26
L.3.2.1	BESS dalam Kondisi Nominal	L-26
L.3.2.2	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Bawah SoC	L-28
L.3.2.3	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Daya <i>Discharging</i>	L-30
L.3.3	Kondisi Limiitasi Daya	L-32
L.3.3.1	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Atas SoC	L-34
L.3.3.2	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Daya <i>Charging</i>	L-36
L.4	Tampilan HIL SCADA dan <i>Dashboard Interface Microgrid Controller</i> ketika Pengujian Implementasi <i>Microgrid Controller</i> dengan Metode <i>Hardware in the Loop</i>	L-38
L.4.1	Kondisi <i>Default</i>	L-38
L.4.2	Kondisi Transisi	L-38
L.4.2.1	<i>On-Grid</i> menuju <i>Islanding</i>	L-38
L.4.2.2	<i>Islanding</i> menuju <i>On-Grid</i>	L-39
L.4.3	Kondisi Maksimalisasi Daya	L-39
L.4.3.1	BESS dalam Kondisi Nominal	L-39
L.4.3.2	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Bawah SoC	L-40
L.4.3.3	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Daya <i>Discharging</i>	L-41
L.4.4	Kondisi Limiitasi Daya	L-43
L.4.4.1	BESS dalam Kondisi Nominal	L-43
L.4.4.2	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Atas SoC	L-44
L.4.4.3	BESS dalam Kondisi Mencapai Batas Daya <i>Charging</i>	L-45
L.5	Dokumentasi Perangkat Keras yang Digunakan dalam Penelitian	L-46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penambahan Konstanta <i>Proportional</i> (K_P), <i>Integral</i> (K_I), dan <i>Derivative</i> (K_D) terhadap Respon Sistem	17
Tabel 2.2	Tabel Spesifikasi Raspberry Pi 3 B+	24
Tabel 2.3	Spesifikasi Typhoon HIL 604	25
Tabel 3.1	Variabel Masukan Bagian <i>Core</i>	40
Tabel 3.2	Variabel Keluaran Bagian <i>Core</i>	40
Tabel 3.3	Variabel Masukan Bagian <i>Core2</i>	42
Tabel 3.4	Variabel Keluaran Bagian <i>Core2</i>	43
Tabel 3.5	Penentuan <i>Setpoint</i> untuk <i>PI Controller</i>	44
Tabel 3.6	Notasi Fungsi <i>Dispatch</i>	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Blok Diagram <i>Renewable Park Controller</i>	6
Gambar 2.2	Skema Kontrol pada LS-PVPP	7
Gambar 2.3	Ilustrasi komponen pada <i>Microgrid</i>	9
Gambar 2.4	Kurva I-V	11
Gambar 2.5	Pengaruh Temperatur terhadap Kurva I-V	11
Gambar 2.6	Diagram Blok PLTS Terhubung ke <i>Grid</i>	12
Gambar 2.7	Komponen BESS	13
Gambar 2.8	Sistem Kontrol Bertingkat	14
Gambar 2.9	Fungsi Minimum pada <i>Microgrid Controller</i> menurut Standar IEEE	15
Gambar 2.10	Hubungan Antar Fungsi Kontrol pada <i>Microgrid Controller</i>	16
Gambar 2.11	Skema PID <i>Controller</i>	17
Gambar 2.12	Arsitektur Protokol IoT dan Perbandingannya dengan Model TCP/IP	18
Gambar 2.13	Mekanisme Komunikasi MQTT	19
Gambar 2.14	Skema Implementasi MQTT	20
Gambar 2.15	Ilustrasi Komunikasi Serial	20
Gambar 2.16	Ilustrasi Komunikasi Serial Sinkron	21
Gambar 2.17	Ilustrasi Komunikasi Serial Asinkron	21
Gambar 2.18	Paket Data Komunikasi Serial Asinkron	22
Gambar 2.19	Raspberry Pi 3B+	23
Gambar 2.20	Tampilan Fisik Typhoon HIL 604	25
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	30
Gambar 3.2	<i>Single Line Diagram Microgrid</i>	32
Gambar 3.3	Gambaran Sistem Kontrol	34
Gambar 3.4	Pemodelan <i>Microgrid Controller</i> (Tampilan Depan)	35
Gambar 3.5	Diagram Blok <i>Microgrid Controller</i>	36
Gambar 3.6	Bagian <i>Block Island</i> pada <i>Schematic Editor</i> Typhoon HIL	38
Gambar 3.7	Bagian <i>MC Handling</i> pada <i>Schematic Editor</i> Typhoon HIL	39
Gambar 3.8	Bagian <i>Is Zero</i> pada <i>Schematic Editor</i> Typhoon HIL	39
Gambar 3.9	Bagian <i>Core</i> pada <i>Schematic Editor</i> Typhoon HIL	40
Gambar 3.10	Diagram Alir Bagian <i>Core</i>	41
Gambar 3.11	Bagian <i>Core2</i> pada <i>Schematic Editor</i> Typhoon HIL	42
Gambar 3.12	Diagram Alir Bagian <i>Core2</i>	43
Gambar 3.13	Blok Diagram <i>PI Controller</i>	45
Gambar 3.14	Skematik Fungsi Transisi Bagian Penentuan <i>Setpoint</i> PI dan Fungsi Kontrol pada <i>Schematic Editor</i> Typhoon HIL	46
Gambar 3.15	Diagram Alir Fungsi <i>Dispatch</i> secara Umum	49
Gambar 3.16	Diagram Alir Fungsi <i>Dispatch</i> Bagian Inisialisasi dan Pemberian Nilai <i>Default</i>	50
Gambar 3.17	Diagram Alir Fungsi <i>Dispatch</i> Bagian MD dan LD	51
Gambar 3.18	Diagram Alir Fungsi <i>Dispatch</i> untuk Menjaga agar Referensi Daya Tidak Melebihi Batas Daya	51
Gambar 3.19	Diagram Alir Fungsi <i>Dispatch</i> Bagian Distribusi kepada tiap PLTS (PVPP)	52



Gambar 3.20	<i>Dashboard SCADA Bagian Microgrid Controler dalam SCA-DA HIL Typhoon HIL</i>	53
Gambar 3.21	<i>Dashboard SCADA Bagian PCC Monitor dalam SCADA HIL Typhoon HIL</i>	54
Gambar 3.22	<i>Dashboard SCADA Bagian Pembangkit Energi Terdistribusi dalam SCADA HIL Typhoon HIL</i>	54
Gambar 3.23	<i>Flow pada Node-Red untuk Mambuat Dashboard Microgrid Controller</i>	56
Gambar 3.24	<i>Dashboard Microgrid Controller</i>	57
Gambar 3.25	<i>Flow Node-Red dalam Pengembangan Perangkat Ekstensi</i>	58
Gambar 3.26	<i>Konfigurasi Komunikasi MQTT</i>	59
Gambar 3.27	<i>Konfigurasi Komunikasi Serial pada Perangkat Ekstensi</i>	60
Gambar 3.28	<i>Konfigurasi Parsing Data pada Perangkat Ekstensi</i>	60
Gambar 3.29	<i>Blok Pengirim pada Komunikasi Serial RS-232 dalam Schematic Editor Typhoon HIL</i>	61
Gambar 3.30	<i>Blok Penerima pada Komunikasi Serial RS-232 dalam Schematic Editor Typhoon HIL</i>	61
Gambar 3.31	<i>Konfigurasi Komunikasi Serial pada Schematic Editor Typhoon HIL</i>	62
Gambar 3.32	<i>Konfigurasi Pengirim Data pada Schematic Editor Typhoon HIL</i> ..	63
Gambar 3.33	<i>Konfigurasi Penerima Data pada Schematic Editor Typhoon HIL</i> ..	63
Gambar 3.34	<i>Konfigurasi Keseluruhan Sistem</i>	64
Gambar 4.1	<i>Dashboard Microgrid Controller saat Kondisi Awal Simulasi Sistem dengan Seluruh Pembangkit Tidak Aktif</i>	68
Gambar 4.2	<i>Dashboard PCC Monitor saat Kondisi Awal Simulasi Sistem dengan Seluruh Pembangkit Tidak Aktif</i>	69
Gambar 4.3	<i>Daya Aktif di PCC saat Kondisi Awal Simulasi Sistem dengan Seluruh Pembangkit Tidak Diaktifkan</i>	69
Gambar 4.4	<i>Daya Reaktif di PCC saat Kondisi Awal Simulasi Sistem dengan Seluruh Pembangkit Tidak Diaktifkan</i>	69
Gambar 4.5	<i>Dashboard Microgrid Controller saat Kondisi Awal Simulasi Sistem dengan Seluruh Pembangkit Aktif</i>	70
Gambar 4.6	<i>Dashboard PCC Monitor saat Kondisi Awal Simulasi Sistem dengan Seluruh Pembangkit Aktif</i>	71
Gambar 4.7	<i>Daya Aktif di PCC saat Kondisi Awal Simulasi Sistem dengan Seluruh Pembangkit Diaktifkan</i>	71
Gambar 4.8	<i>Daya Reaktif di PCC saat Kondisi Awal Simulasi Sistem dengan Seluruh Pembangkit Diaktifkan</i>	71
Gambar 4.9	<i>Dashboard Microgrid Controller saat Diberi Step Input</i>	73
Gambar 4.10	<i>Dashboard PCC Monitor saat Diberi Step Input</i>	73
Gambar 4.11	<i>Daya Aktif di PCC saat Diberi Step Input</i>	74
Gambar 4.12	<i>Daya Reaktif di PCC saat Diberi Step Input</i>	74
Gambar 4.13	<i>Daya Aktif di PCC saat Kondisi Transisi On-Grid menuju Is-landing</i>	76
Gambar 4.14	<i>Daya Reaktif di PCC saat Kondisi Transisi On-Grid menuju Is-landing</i>	76
Gambar 4.15	<i>Daya Aktif di PCC saat Kondisi Transisi Islanding menuju On-Grid</i>	76



Gambar 4.16	Daya Reaktif di PCC saat Kondisi Transisi <i>Islanding</i> menuju <i>On-Grid</i>	77
Gambar 4.17	Daya Aktif di PCC saat Kondisi Maksimalisasi Daya	77
Gambar 4.18	Daya Reaktif di PCC saat Kondisi Maksimalisasi Daya	78
Gambar 4.19	Daya Aktif di PCC saat Mencapai Batas Bawah SoC.....	78
Gambar 4.20	Daya Reaktif di PCC saat Mencapai Batas Bawah SoC	79
Gambar 4.21	Daya Aktif di PCC saat Mencapai Batas Daya <i>Discharging</i>	79
Gambar 4.22	Daya Reaktif di PCC saat Mencapai Batas Daya <i>Discharging</i>	80
Gambar 4.23	Daya Aktif di PCC saat Kondisi Limitasi Daya	80
Gambar 4.24	Daya Reaktif di PCC saat Kondisi Limitasi Daya.....	81
Gambar 4.25	Daya Aktif di PCC saat Mencapai Batas Atas SoC	81
Gambar 4.26	Daya Reaktif di PCC saat Mencapai Batas Atas SoC.....	82
Gambar 4.27	Daya Aktif di PCC saat Mencapai Batas Daya <i>Charging</i>	82
Gambar 4.28	Daya Reaktif di PCC saat Mencapai Batas Daya <i>Charging</i>	83
Gambar 4.29	<i>Dashboard</i> Pembangkit Energi Terdistribusi saat Kondisi <i>Default</i>	84
Gambar 4.30	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Kondisi <i>Default</i>	84
Gambar 4.31	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Kondisi Transisi <i>On-Grid</i> menuju <i>Islanding</i>	85
Gambar 4.32	Daya Aktif di PCC saat Kondisi Transisi <i>On-Grid</i> menuju <i>Islanding</i>	85
Gambar 4.33	Daya Reaktif di PCC saat Kondisi Transisi <i>On-Grid</i> menuju <i>Islanding</i>	85
Gambar 4.34	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Kondisi Transisi <i>Islanding</i> menuju <i>On-Grid</i>	86
Gambar 4.35	Daya Aktif di PCC saat Kondisi Transisi <i>Islanding</i> menuju <i>On-Grid</i>	86
Gambar 4.36	Daya Reaktif di PCC saat Kondisi Transisi <i>Islanding</i> menuju <i>On-Grid</i>	86
Gambar 4.37	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Kondisi Maksimalisasi Daya	87
Gambar 4.38	Daya Aktif di PCC saat Kondisi Maksimalisasi Daya	87
Gambar 4.39	Daya Reaktif di PCC saat Kondisi Maksimalisasi Daya	88
Gambar 4.40	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Mencapai Batas Bawah SoC	88
Gambar 4.41	Daya Aktif di PCC saat Mencapai Batas Bawah SoC.....	88
Gambar 4.42	Daya Reaktif di PCC saat Mencapai Batas Bawah SoC	89
Gambar 4.43	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Mencapai Batas Daya <i>Discharging</i>	89
Gambar 4.44	Daya Aktif di PCC saat Mencapai Batas Daya <i>Discharging</i>	90
Gambar 4.45	Daya Reaktif di PCC saat Mencapai Batas Daya <i>Discharging</i>	90
Gambar 4.46	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Kondisi Limitasi Daya.....	91
Gambar 4.47	Daya Aktif di PCC saat Kondisi Limitasi Daya	91
Gambar 4.48	Daya Reaktif di PCC saat Kondisi Limitasi Daya.....	91
Gambar 4.49	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Mencapai Batas Atas SoC.	92
Gambar 4.50	Daya Aktif di PCC saat Mencapai Batas Atas SoC	92
Gambar 4.51	Daya Reaktif di PCC saat Mencapai Batas Atas SoC.....	92
Gambar 4.52	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Mencapai Batas Daya <i>Charging</i>	93
Gambar 4.53	Daya Aktif di PCC saat Mencapai Batas Daya <i>Charging</i>	93



Gambar 4.54	Daya Reaktif di PCC saat Mencapai Batas Daya <i>Charging</i>	93
Gambar 1	Skematik Pemodelan BESS Bagian Pertama	L-1
Gambar 2	Skematik Pemodelan BESS Bagian Kedua	L-2
Gambar 3	Skematik Pemodelan PLTS (PVPP) Bagian Pertama	L-3
Gambar 4	Skematik Pemodelan PLTS (PVPP) Bagian Kedua	L-4
Gambar 5	Skematik Pemodelan PCC <i>Monitor</i>	L-5
Gambar 6	Skematik Pemodelan Beban	L-6
Gambar 7	Skematik Pemodelan <i>Grid</i>	L-6
Gambar 8	Pemodelan <i>Microgrid Controller</i> (Skema Keseluruhan)	L-7
Gambar 9	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Kondisi Transisi <i>On-Grid</i> menuju <i>Islanding</i>	L-22
Gambar 10	<i>Dashboard PCC Monitor</i> saat Kondisi Transisi <i>On-Grid</i> menuju <i>Islanding</i>	L-22
Gambar 11	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi</i> saat Kondisi Transisi <i>On-Grid</i> menuju <i>Islanding</i>	L-23
Gambar 12	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Kondisi Transisi <i>Islanding</i> menuju <i>On-Grid</i>	L-24
Gambar 13	<i>Dashboard PCC Monitor</i> saat Kondisi Transisi <i>Islanding</i> menuju <i>On-Grid</i>	L-24
Gambar 14	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi</i> saat Kondisi Transisi <i>Islanding</i> menuju <i>On-Grid</i>	L-25
Gambar 15	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Kondisi Maksimalisasi Daya	L-26
Gambar 16	<i>Dashboard PCC Monitor</i> saat Kondisi Maksimalisasi Daya	L-26
Gambar 17	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi</i> saat Kondisi Maksimalisasi Daya	L-27
Gambar 18	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Mencapai Batas Bawah SoC	L-28
Gambar 19	<i>Dashboard PCC Monitor</i> saat Mencapai Batas Bawah SoC	L-28
Gambar 20	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi</i> saat Mencapai Batas Bawah SoC	L-29
Gambar 21	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Mencapai Batas Daya <i>Discharging</i>	L-30
Gambar 22	<i>Dashboard PCC Monitor</i> saat Mencapai Batas Daya <i>Discharging</i>	L-30
Gambar 23	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi</i> saat Mencapai Batas Daya <i>Discharging</i>	L-31
Gambar 24	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Kondisi Limitasi Daya	L-32
Gambar 25	<i>Dashboard PCC Monitor</i> saat Kondisi Limitasi Daya	L-32
Gambar 26	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi</i> saat Kondisi Limitasi Daya	L-33
Gambar 27	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Mencapai Batas Atas SoC	L-34
Gambar 28	<i>Dashboard PCC Monitor</i> saat Mencapai Batas Atas SoC	L-34
Gambar 29	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi</i> saat Mencapai Batas Atas SoC	L-35
Gambar 30	<i>Dashboard Microgrid Controller</i> saat Mencapai Batas Daya <i>Charging</i>	L-36
Gambar 31	<i>Dashboard PCC Monitor</i> saat Mencapai Batas Daya <i>Charging</i>	L-36
Gambar 32	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi</i> saat Mencapai Batas Daya <i>Charging</i>	L-37



Gambar 33	<i>Dashboard PCC Monitor saat Mencapai Batas Daya Charging...</i>	L-38
Gambar 34	<i>Dashboard PCC Monitor saat Kondisi Transisi On-Grid menuju Islanding.....</i>	L-38
Gambar 35	<i>Dashboard PCC Monitor saat Kondisi Transisi Islanding menuju On-Grid.....</i>	L-39
Gambar 36	<i>Dashboard PCC Monitor saat Kondisi Maksimalisasi Daya</i>	L-39
Gambar 37	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi saat Kondisi Maksimalisasi Daya.....</i>	L-40
Gambar 38	<i>Dashboard PCC Monitor saat Mencapai Batas Bawah SoC</i>	L-40
Gambar 39	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi saat Mencapai Batas Bawah SoC</i>	L-41
Gambar 40	<i>Dashboard PCC Monitor saat Mencapai Batas Daya Discharging.....</i>	L-41
Gambar 41	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi saat Mencapai Batas Daya Discharging</i>	L-42
Gambar 42	<i>Dashboard PCC Monitor saat Kondisi Limitasi Daya</i>	L-43
Gambar 43	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi saat Kondisi Limitasi Daya.....</i>	L-43
Gambar 44	<i>Dashboard PCC Monitor saat Mencapai Batas Atas SoC</i>	L-44
Gambar 45	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi saat Mencapai Batas Atas SoC.....</i>	L-44
Gambar 46	<i>Dashboard PCC Monitor saat Mencapai Batas Daya Charging...</i>	L-45
Gambar 47	<i>Dashboard Pembangkit Energi Terdistribusi saat Mencapai Batas Daya Charging</i>	L-45
Gambar 48	<i>Gambar Keseluruhan Perangkat Keras.....</i>	L-46
Gambar 49	<i>Raspberry Pi sebagai Perangkat Microgrid Controller.....</i>	L-46
Gambar 50	<i>Monitor yang terhubung dengan Raspberry Pi sebagai Dashboard Interface.....</i>	L-47
Gambar 51	<i>Tampak Depan Typhoon HIL</i>	L-47
Gambar 52	<i>Tampak Belakang Typhoon HIL</i>	L-48
Gambar 53	<i>Laptop sebagai Perangkat Ekstensi Komunikasi</i>	L-48