UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan dan Pengujian Inverter Grid-Following Menggunakan Platform Simulasi Thyphoon HIL
Nurhalizah Salzabila Tappi, Prof. Dr.Eng. Ir. F. Danang Wijaya, S.T., M.T., IPM.; Husni Rois Ali, S.T., M.Eng., Ph.D.,
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR SINGKATAN xiv
INTISARI xv
ABSTRACT xvi
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 6
2.2.1 Inverter 6
2.2.1.1 *Grid-Connected Inverter* 7
2.2.1.2 *Grid- Following Inverter* 8
2.2.2 *Pulse Width Modulation* 9
2.2.3 Filter LCL 12
2.2.3.1 Induktor Sisi Inverter 13
2.2.3.2 Kapasitor Filter 14
2.2.3.3 Induktor Sisi *Grid* 15
2.2.3.4 Resistor *Damping* 15
2.2.4 Teori Kerangka Referensi 15
2.2.4.1 Transformasi $\alpha\beta$ 16
2.2.4.2 Transformasi dq 17
2.2.5 Kontrol *Proportional-Integral* 19
2.2.6 *Phase-Locked Loop* 21
2.2.7 *Hardware-in-the-Loop* 22
BAB III Metode Penelitian 24

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan dan Pengujian Inverter Grid-Following Menggunakan Platform Simulasi Thyphoon HIL
Nurhalizah Salzabila Tappi, Prof. Dr.Eng. Ir. F. Danang Wijaya, S.T., M.T., IPM.; Husni Rois Ali, S.T., M.Eng., Ph.D.,
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.1 Alat Tugas Akhir 24
3.2 Metode yang Digunakan 24
3.2.1 Perancangan Perangkat Keras dan Parameter Inverter 24
3.2.1.1 Spesifikasi Sumber dc dan *Grid* 25
3.2.1.2 Konfigurasi Topologi Inverter 25
3.2.1.3 Perhitungan dan Perancangan Filter LCL 26
3.2.2 Perancangan Algoritma Kontrol *Grid-Following* 27
3.2.2.1 Pengukuran, Sinkronisasi, dan Transformasi DQ 28
3.2.2.2 Perancangan dan *Tuning* Kontrol 28
3.2.3 Konfigurasi *Setup* Pengujian 31
3.2.3.1 *Setup* Simulasi V-HIL 31
3.2.3.2 *Setup* Simulasi C-HIL 36
3.3 Alur Tugas Akhir 41
BAB IV Hasil dan Pembahasan 42
4.1 Skenario Pengujian 42
4.1.1 Pengujian *Steady State* 42
4.1.2 Pengujian Dinamika Injeksi Daya 42
4.1.3 Pengujian Ketahanan PLL pada Kondisi *Grid* Tidak Ideal 43
4.1.4 Pengujian Optimasi PLL pada Kondisi *Grid* Tidak Ideal 44
4.2 Pengujian *Steady State* 45
4.2.1 Pengujian *Steady State* V-HIL 45
4.2.1.1 Analisis Sinkronisasi PLL 45
4.2.1.2 Analisis Akurasi *Tracking* Daya Aktif-Reaktif 46
4.2.1.3 Analisis Akurasi *Tracking* Arus Domain dq 47
4.2.1.4 Kualitas Sinyal ac 48
4.2.2 Pengujian *Steady State* C-HIL 50
4.2.2.1 Analisis Sinkronisasi PLL 50
4.2.2.2 Analisis Akurasi *Tracking* Daya Aktif-Reaktif 51
4.2.2.3 Analisis Akurasi *Tracking* Arus Domain dq 52
4.2.2.4 Kualitas Sinyal ac 52
4.3 Pengujian Dinamika Injeksi Daya 53
4.3.1 Pengujian Dinamika Injeksi Daya V-HIL 54
4.3.1.1 Analisis Respon Injeksi Daya Aktif 54
4.3.1.2 Analisis Respon Injeksi Daya Reaktif 56
4.3.2 Pengujian Dinamika Injeksi Daya C-HIL 59
4.3.2.1 Analisis Respon Injeksi Daya Aktif 59
4.3.2.2 Analisis Respon Injeksi Daya Reaktif 62
4.4 Pengujian Kondisi *Grid* Tidak Ideal 65
4.4.1 Pengujian Kondisi *Grid* Tidak Ideal V-HIL 65

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan dan Pengujian Inverter Grid-Following Menggunakan Platform Simulasi Thyphoon HIL
Nurhalizah Salzabila Tappi, Prof. Dr.Eng. Ir. F. Danang Wijaya, S.T., M.T., IPM.; Husni Rois Ali, S.T., M.Eng., Ph.D.,
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.4.1.1 Analisis Kondisi VUF 2% 65
4.4.1.2 Analisis Kondisi VUF 5% 67
4.4.1.3 Analisis Kondisi VUF 10% 69
4.4.2 Pengujian Kondisi *Grid* Tidak Ideal C-HIL 72
4.4.2.1 Analisis Kondisi VUF 2% 72
4.4.2.2 Analisis Kondisi VUF 5% 74
4.4.2.3 Analisis Kondisi VUF 10% 76
4.4.3 Implementasi Optimasi PLL pada C-HIL 78
4.4.3.1 Analisis Kondisi VUF 2% 78
4.4.3.2 Analisis Kondisi VUF 5% 80
4.4.3.3 Analisis Kondisi VUF 10% 82
4.5 Analisis Ketahanan PLL dan Optimasi PLL 84
4.6 Analisis Komparatif Validitas V-HIL terhadap Karakteristik C-HIL 86
BAB V Kesimpulan dan Saran 88
5.1 Kesimpulan 88
5.2 Saran 89
DAFTAR PUSTAKA 91
LAMPIRAN L-1
L.1 Rangkaian *Plant* dan Kontroler L-1
L.2 Konfigurasi Blok Typhoon HIL L-2
L.2.1 Konfigurasi Komponen Inverter L-2
L.2.2 Konfigurasi Blok PLL L-3
L.3 Konfigurasi Blok PLECS L-3
L.3.1 Konfigurasi Blok PLL L-3
L.3.2 Konfigurasi Blok ADC L-4
L.3.3 Konfigurasi Blok PWM L-5