



**PENGENDALIAN KECEPATAN PRIME MOVER GENERATOR
BERBASIS INVERTER SCHNEIDER ATV312 DENGAN METODE
PROPORTIONAL INTEGRAL (PI)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan pada Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

Disusun Oleh :

Zulfan Nur Ramadhan

40040321650048

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
DAPERTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGENDALIAN KECEPATAN PRIME MOVER GENERATOR BERBASIS
INVERTER SCHNEIDER ATV312 DENGAN METODE PROPORTIONAL
INTEGRAL (PI)

Diajukan Oleh :

Zulfan Nur Ramadhan

40040321650048

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH

Dosen Pembimbing,

Priyo Sasmoko S.T., M.Eng

NIP. 197009161998021001

Semarang, 11 Maret 2026

Mengetahui

Ketua

Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro

Priyo Sasmoko S.T., M.Eng

NIP. 197009161998021001

Semarang, 11 Maret 2026

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGENDALIAN KECEPATAN PRIME MOVER GENERATOR BERBASIS
INVERTER SCHNEIDER ATV312 DENGAN METODE PROPORTIONAL
INTEGRAL (PI)**


Diajukan Oleh :

Zulfan Nur Ramadhan

40040321650048

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH

Dosen Pembimbing,


Priyo Sasmoko S.T., M.Eng
NIP. 197009161998021001

Semarang, 11 Maret 2026

Mengetahui

Ketua

Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro


Priyo Sasmoko S.T., M.Eng
NIP. 197009161998021001

Semarang, 11 Maret 2026

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENGENDALIAN KECEPATAN PRIME MOVER GENERATOR BERBASIS
INVERTER SCHNEIDER ATV312 DENGAN METODE PROPORTIONAL
INTEGRAL (PI)

Disusun oleh:

Zulfan Nur Ramadhan

40040321650048

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada 13 Maret 2026

Tim Penguji,

Pembimbing Pembimbing

Priyo Sasmoko, ST, M.Eng

NIP. 197009161998021001,

Penguji I,

Penguji II,

Megarini Hersaputri, ST, MT.

NIP. 198902142020122012

Lisa'Yihaa Roodhiyah, S.Si., M.Si

NPPU H.7.199210062022042001

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Rekayasa Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Priyo Sasmoko., S.T., M.Eng

NIP. 197009161998021001

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGENDALIAN KECEPATAN PRIME MOVER GENERATOR BERBASIS
INVERTER SCHNEIDER ATV312 DENGAN METODE PROPORTIONAL
INTEGRAL (PI)**

Disusun oleh:


Zulfan Nur Ramadhan

40040321650048

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada 13 Maret 2026

Tim Penguji,


Pembimbing Pembimbing


Privo Sasmoko, ST, M.Eng
NIP. 197009161998021001,


Penguji I,

Penguji II,


Megarini Hersaputri, ST, MT.
NIP. 198902142020122012


Lisa'Yihaa Roodhivah, S.Si., M.Si
NPPU H.7.199210062022042001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Rekayasa Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro


Privo Sasmoko, S.T., M.Eng
NIP. 197009161998021001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Zulfan Nur Ramadhan

NIM : 40040321650048

Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi

Judul Tugas Akhir :Pengendalian Kecepatan Prime Mover Generator Berbasis Inverter Schneider ATV312 Dengan Metode Proportional Integral (PI)

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ini ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang 11 Maret 2026

Penulis,

Zulfan Nur Ramadhan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Zulfan Nur Ramadhan
NIM : 40040321650048
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Judul Tugas Akhir : Pengendalian Kecepatan Prime Mover Generator Berbasis Inverter Schneider ATV312 Dengan Metode Proportional Integral (PI)

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ini ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang 11 Maret 2026

Penulis,


Zulfan Nur Ramadhan

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengendalian Kecepatan Prime Mover Generator Berbasis Inverter Schneider ATV312 Dengan Metode PI” Tersusunnya laporan ini tentu tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan ridho dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikannya laporan ini
2. Kepada Ibu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala doanya.
3. Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi, serta selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Teman - teman kontrakan Pati, yang telah membantu berkontribusi dan menjadi teman diskusi penulis.
5. Teman-teman Teknologi Rekayasa Otomasi Angkatan 2021 yang sudah memberikan dukungan dalam menyusun Laporan Tugas Akhir

Penulis menyadari, bahwa dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi sempurnanya Tugas Akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Semarang, 11 Maret 2026

Penulis

Zulfan Nur Ramadhan

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Tugas Akhir	4
1.4.1 Bagi Mahasiswa	4
1.4.2 Bagi Perguruan Tinggi Universitas Diponegoro	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematis Tugas Akhir	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Catu daya	9
2.2.2 Prinsip Kerja DC Power Supply	10
2.3 ESP32 DevKit C V4	11
2.4 Arduino IDE	13
2.5 Motor Induksi 3 Fasa	15
2.5.1 Prinsip Kerja Motor Induksi 3 fasa	17
2.5.2 RPM (Revolutions Per Minute)	18

2.5.3	Slip Motor	19
2.5.4	Penggerak utama (<i>Prime mover</i>).....	19
2.6	Alternator.....	19
2.7	<i>Variable Frequency Driver</i> (VFD)	21
2.7.1	Prinsip Kerja VFD.....	22
2.7.2	Inverter Schneider ATV312HO35M2	25
2.8	Kontrol PID	28
2.8.1	Kontrol Propotional (P).....	29
2.8.2	Kontrol Integral (I).....	29
2.8.3	Kontrol Derivative (D).....	30
2.8.4	Metode Tuning Empiris.....	30
2.9	Nextion Editor.....	31
2.10	HMI Nextion NX4832F035	32
2.11	Driver BTS7960	34
2.12	Modul Step Down LM 2596	36
2.13	PWM-to-Voltage Converter Module.....	38
2.14	Transformator Non CT 5A	41
2.15	PZEM-004T 100A	44
2.16	Pulley dan V belt.....	46
2.17	Adaptor Supply 5V 2A.....	48
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	51
3.1	Blok Diagram.....	51
3.2	Gambar Perancangan Alat.....	54
3.3	Spesifikasi Alat.....	55
Trafo	Step uP.....	56
Driver	BTS7960	56
3.4	Flowchart.....	57
3.5	Perancangan Sistem Kendali PI	59
3.5.1	Diagram Blok Sistem Kendali PI.....	60
3.6	Teknik Fabrikasi.....	62
3.6.1	Perancangan Mekanikal	64

3.6.2	Perancangan elektrikl	65
3.6.3	Perancangan Sistem Monitoring Dan Desain HMI Nextion.....	67
3.7	Pengujian Sementara.....	69
3.7.1	Pengujian Sementara Inverter Schneider ATV312.....	69
3.7.2	Pengujian Sementara Ouput PWM To Voltage	70
BAB IV	ANALISA DAN PENGUJIAN.....	73
4.1	Hasil Pengujian Komponen.....	73
4.1.1	Pengujian Power Supply 24V 5A Dengan Display LM2596.....	73
4.1.2	Pengujian Inverter Schneider ATV312.....	74
4.1.3	Pengujian Motor Induksi 3 Fasa	75
4.1.4	Pengujian Relay 5V.....	76
4.1.5	Pengujian Modul PWM To Voltage Converter	77
4.1.6	Pengujian PZEM 004T.....	79
4.1.7	Pengujian Motor Driver BTS7960.....	82
4.1.8	Pengujian Alternator dan Trafo	84
4.1.9	Pengujian Nextion NX4832F035.....	86
4.2	Pengujian Mode Manual	87
4.3	Hasil Pengujian Sistem Kontrol PI	89
4.3.1	Penentuan Parameter PI Secara Empiris	89
BAB V	PENUTUP	100
5.1	Kesimpulan	100
5.2	Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....		102
LAMPIRAN.....		107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Diagram Blok Sistem Kerja Catu Daya.....	11
Gambar 2. 2	ESP32 Devkit C V4[12]	13
Gambar 2. 3	Software Arduino IDE[14]	14
Gambar 2. 4	Bagian Stator Pada Motor Induksi 3 Fasa[15].....	15
Gambar 2. 5	Bagian Rotor Pada Motor Induksi 3 Fasa[15]	16
Gambar 2. 6	Motor Induksi 3 Fasa [15]	16
Gambar 2. 7	bagian pada alternator.....	20
Gambar 2. 8	Alternator 12V	21
Gambar 2. 9	Prinsip Kerja Inverter VFD[20].....	22
Gambar 2. 10	Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Dengan Jembatan Dioda[20]	23
Gambar 2. 11	Gelombang Yang Dihasilkan Oleh Rectifier[20].....	24
Gambar 2. 12	Diagram Blok Variable Frequency Drive[20].....	25
Gambar 2. 13	Inverter Schneider ATV312	25
Gambar 2. 14	Bagian Inverter Scheneider ATV312HO35M2.....	27
Gambar 2. 15	Nextion Editor	32
Gambar 2. 16	HMI Nextion NX4832F035.....	33
Gambar 2. 17	Driver BTS7960 Dan Skematik Modul HW-89	35
Gambar 2. 18	Modul Step Down LM 2596.....	37
Gambar 2. 19	Modul PWM to Volatage Converter	39
Gambar 2. 20	Blok Diagram Modul PWM to Voltage Converter	40
Gambar 2. 21	Kumparan Sekunder Dan Kumparan Primer Pada Transformator	41
Gambar 2. 22	Transformator Non-CT 5A	42
Gambar 2. 23	Komponen PZEM-004T 100A	44
Gambar 2. 24	V Belt.....	46
Gambar 2. 25	Pulley Diameter 3 Inch	48
Gambar 2. 26	Adaptor Supply 5V 2A (Sumber : Pribadi).....	49
Gambar 3. 1	Diagram Blok Sistem.....	51
Gambar 3. 2	Desain Drawing 3D Perancangan Alat	54
Gambar 3. 3	Desain Drawing 3D Panel	55
Gambar 3. 4	Desain Drawing 2D Perancangan Alat	55
Gambar 3. 5	Flowchart Sistem	57
Gambar 3. 6	Diagram Blok Sistem Kendali PI.....	61
Gambar 3. 7	Flowchart Proses Mekanikal Prime Mover	65
Gambar 3. 8	Wiring Elektrikal Pada Sistem	66
Gambar 3. 9	Tampilan Page 0 dan 1 Pada HMI Nextion	68
Gambar 3. 10	Tampilan Page 2 dan 3 Pada HMI Nextion	68
Gambar 3. 11	Tampilan Page 4 Dan 5 Pada HMI Nextion.....	68

Gambar 3. 12 Terminal Pada Motor Induksi 3 Fasa Yang tersambung Dengan Inverter	70
Gambar 3. 13 Program Proses Scaling Pada PWM To Voltage (Sumber : Pribadi)	71
Gambar 4. 1 Pengujian Power Supply Dengan Stepdown LM2596	73
Gambar 4. 2 Kondisi Relay	77
Gambar 4. 3 pengujian sensor PZEM-004T Pada Tampilan HMI Nextion.....	81
Gambar 4. 4 Data Pada Output Trafo Dengan Multimeter.....	82
Gambar 4. 5 Pengukuran Input Tegangan BTS7960	83
Gambar 4. 6 Pengukuran Output Pada BTS7960	83
Gambar 4. 7 Pengukuran Tegangan Saat Beban 35 W Aktif.....	85
Gambar 4. 8 Tegangan Output Pada Alternator.....	86
Gambar 4. 9 Pengujian Penggunaan Button Untuk Mengganti Halaman Pada HMI	87
Gambar 4. 10 Pengujian Update Input Data Pada Grafik Waveform HMI Nextion	87
Gambar 4. 11 Grafik Hasil Pengujian Mode Manual	88
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Trial 1 Tanpa Beban	90
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Trial 1 Dengan Beban.....	91
Gambar 4. 14 Hasil Pengujian Step Load Trial 1	92
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian Trial 2 Tanpa Beban	93
Gambar 4. 16 Hasil Pengujian Trial 2 Dengan Beban.....	94
Gambar 4. 17 Hasil Pengujian Step Load Trial 2	95
Gambar 4. 18 Hasil Pengujian Trial 3 Tanpa Beban	96
Gambar 4. 19 Hasil Pengujian Trial 3 Dengan Beban.....	97
Gambar 4. 20 Hasil Percobaan Trial 3 Grafik Step Load.....	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka	8
Tabel 2. 2 Tinjauan Pustaka	9
Tabel 2. 3 Spesifikasi ESP32 Devkit C V4.....	12
Tabel 2. 4 Spesifikasi Inverter Schneider ATV312.....	26
Tabel 2. 5 Spesifikasi LCD Nextion NX4832F035	34
Tabel 2. 6 Spesifikasi Driver BTS7960	36
Tabel 2. 7 Spesifikasi Modul Step Down LM 2596	37
Tabel 2. 8 Spesifikasi Modul PWM To Voltage Converter	40
Tabel 2. 9 Spesifikasi PZEM-004T	46
Tabel 2. 10 Spesifikasi Modul Supplay Adaptor	50
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat	56
Tabel 3. 2 Teknik Fabrikasi	63
Tabel 3. 3 Teknik Febrikasi	64
Tabel 3. 4 Hasil Pengambilan Data Percobvaan Sementara	72
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Power Supply Dan Stepdown LM2596.....	74
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Inverter Schneider ATV312.....	75
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa.....	75
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Modul PWM to Voltage Converter	78
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian PZEM 004T Tanpa Beban	79
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian PZEM 004T DenganBeban	79
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Motor Driver BTS7960	82
Tabel 4. 8 Hasil Percobaan Alternator Dan Trafo Tanpa Beban.....	84
Tabel 4. 9 Hasil Percobaan Alternator Dan Trafo Dengan Beban	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Percobaan Modul PWM to Voltage Converter	107
Lampiran 2 percobaan inverter Schneider ATV312	107
Lampiran 3 Pembuatan Rangka	108
Lampiran 4 Pembuatan Rangka Penyangga Motor Induksi 3 Fasa	108
Lampiran 5 percobaan Rangkaian.....	109
Lampiran 6 Percobaan Koneksi HMI Nextion Terhadap Sistem	109
Lampiran 7 Percobaan Sistem.....	110
Lampiran 8 Grafik Frekuensi Inverter Saat Step Load Percobaan 1.....	110
Lampiran 9 Grafik Frekuensi Inverter Saat Step Load Percobaan 2.....	111
Lampiran 10 Grafik Frekuensi Inverter Saat Step Load Percobaan 3.....	111
Lampiran 11 Datasheet PZEM 004T	112
Lampiran 12 Wiring diagram PZEM 004T	113
Lampiran 13 Datasheet Driver BTS7960.....	114
Lampiran 14 Datasheet Pin Layout ESP32 DeVKitC V4.....	115
Lampiran 15 Datasheet Pin Description ESP32 DeVKitC V4.....	116
Lampiran 16 Datasheet HMI Nextion NX4832F0335 1	117
Lampiran 17 Datasheet HMI Nextion NX4832F0335 2.....	117

ABSTRAK

PENGENDALIAN KECEPATAN PRIME MOVER GENERATOR BERBASIS INVERTER SCHNEIDER ATV312 DENGAN METODE PROPORTIONAL INTEGRAL (PI)

Zulfan Nur Ramadhan

Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Kestabilan tegangan keluaran generator merupakan salah satu parameter penting dalam menjaga kualitas daya listrik pada sistem pembangkit. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menjaga kestabilan tegangan adalah dengan mengatur kecepatan prime mover. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengendali kecepatan prime mover berbasis mikrokontroler ESP32 menggunakan inverter Schneider ATV312 sebagai pengatur frekuensi. Sinyal kendali berupa Pulse Width Modulation (PWM) dikonversi menjadi tegangan analog 0–10 V sebagai referensi inverter. Metode kontrol Proportional–Integral (PI) diterapkan untuk menyesuaikan frekuensi inverter berdasarkan selisih antara tegangan keluaran generator dan nilai setpoint sebesar 110 V. Berdasarkan hasil pengujian sistem, penerapan kontrol PI mampu menjaga tegangan keluaran generator tetap mendekati nilai referensi dengan deviasi rata-rata yang kecil. Respon sistem menunjukkan kestabilan dengan waktu tunak (settling time) sebesar ± 8 detik untuk kembali berada dalam rentang $\pm 5\%$ dari setpoint setelah terjadi perubahan beban. Selain itu, error keadaan tunak yang dihasilkan relatif kecil dan tidak terjadi osilasi berkelanjutan pada kondisi steady-state. Pengaturan frekuensi inverter berlangsung secara proporsional terhadap sinyal kendali yang dihasilkan, sehingga sistem mampu meredam fluktuasi tegangan dan mencapai kondisi tunak secara konsisten. Secara keseluruhan, metode PI terbukti efektif dalam meningkatkan kestabilan tegangan keluaran generator pada sistem prime mover berbasis inverter serta memberikan performa kendali yang stabil dan responsive.

Kata Kunci : prime mover, inverter, PWM to voltage converter, Kontrol PI, ESP32, stabilitas tegangan generator

ABSTRACT

SPEED CONTROL OF A PRIME MOVER GENERATOR USING A SCHNEIDER ATV312 INVERTER WITH PROPORTIONAL–INTEGRAL (PI) CONTROL

Zulfan Nur Ramadhan

Automation Engineering Technology, Vocational School, Diponegoro University

Generator output voltage stability is an important parameter in maintaining power quality in generation systems. One approach to maintaining voltage stability is by controlling the speed of the prime mover. This research aims to design and implement a prime mover speed control system based on the ESP32 microcontroller using a Schneider ATV312 inverter to regulate motor frequency. The control signal in the form of Pulse Width Modulation (PWM) is converted into an analog voltage of 0–10 V as the inverter reference input. A Proportional–Integral (PI) control method is applied to adjust the inverter frequency based on the difference between the generator output voltage and the 110 V setpoint. Based on the system testing results, the implementation of PI control is able to maintain the generator output voltage close to the reference value with a small average deviation. The system response demonstrates stable behavior with a settling time of approximately ± 8 seconds to return within $\pm 5\%$ of the setpoint after a load change. In addition, the steady-state error is relatively small and no sustained oscillation occurs under steady-state conditions. The inverter frequency is adjusted proportionally according to the generated control signal, enabling the system to suppress voltage fluctuations and consistently achieve steady-state operation. Overall, the PI method is proven effective in improving generator voltage stability in an inverter-based prime mover system while providing stable and responsive control performance.

Keywords: prime mover, inverter, PWM to voltage converter, PI control, ESP32, generator voltage stability