



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**DESAIN PEMODELAN AVR PADA GENERATOR SINKRON KAPASITAS
1,1 KVA DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
MENGUNAKAN SOFTWARE MATLAB DAN LABVIEW**

Geraldi Leci
NIM 2112005

Dosen pembimbing
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.
Sotyohadi, ST., MT.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2025



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**DESAIN PEMODELAN AVR PADA GENERATOR SINKRON
KAPASITAS 1,1 KVA DI LABORATORIUM KONVERSI
ENERGI ELEKTRIK MENGGUNAKAN SOFTWARE
MATLAB DAN LABVIEW**

Geraldi Leci
NIM 2112005

Dosen pembimbing
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.
Sotyohadi, ST., MT.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2025

**DESAIN PEMODELAN AVR PADA GENERATOR
SINKRON KAPASITAS 1,1 KVA DI LABORATORIUM
KONVERSI ENERGI ELEKTRIK MENGGUNAKAN
SOFTWARE MATLAB DAN LABVIEW**

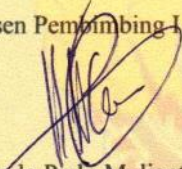
SKRIPSI

**Geraldi Leci
2112005**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.
NIP. Y. 1028700171

Dosen Pembimbing II



Sotyohadi, ST., MT.
NIP. Y. 1039700309

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Irmala Surtani Faradisa, ST., MT.
NIP. P. 1030000365

MALANG
Juli, 2025

ABSTARK

DESAIN PEMODELAN AVR PADA GENERATOR SINKRON KAPASITAS 1,1 KVA DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB DAN LABVIEW

GERALDI LECI, NIM : 2112005

Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.

Dosen Pembimbing II : Sotyohadi, ST., MT.

Generator sinkron memerlukan Automatic Voltage Regulator (AVR) untuk menjaga kestabilan tegangan keluaran saat terjadi perubahan beban. Di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang, terdapat generator sinkron Delorenzo DL 1026A berkapasitas 1,1 kVA belum dilengkapi sistem AVR, sehingga diperlukan perancangan sistem kendali tegangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan memodelkan sistem AVR menggunakan pendekatan perangkat lunak. Akuisisi data tegangan dilakukan melalui LabVIEW, kemudian dimanfaatkan dalam pemodelan sistem menggunakan System Identification Toolbox di MATLAB untuk memperoleh fungsi alih berdasarkan data pengukuran aktual. Pemodelan sistem dari generator sinkron Delorenzo DL 1026A berkapasitas 1,1 kVA tanpa sistem AVR didapatkan bahwa terjadi osilasi yang semakin besar terhadap perubahan waktunya. Berdasarkan permasalahan ini maka perlu suatu Model yang diimplementasikan di Simulink untuk mensimulasikan respons sistem AVR terhadap gangguan beban menggunakan pengendali PID. Parameter PID diperoleh melalui proses auto-tuning, dengan nilai $K_p = 1,8115$, $K_i = 288,290$, dan $K_d = 0$. Simulasi dilakukan untuk tiga skenario gangguan beban, yaitu 0,1 pu, 0,25 pu, dan 0,5 pu. Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan kestabilan tegangan dengan deviasi awal sebesar 0,1 pu, 0,25 pu, dan 0,5 pu, waktu tunak masing-masing sebesar 0,125 detik, 0,171 detik, dan 0,218 detik, serta steady-state error yang sangat kecil sebesar 0,00018 pu, 0,00024 pu, dan 0,00033 pu. Hasil ini menunjukkan bahwa pengendali PID hasil auto-tuning mampu merespon adanya gangguan dan melakukan penstabilan tegangan keluaran generator terhadap perubahan beban tidak lebih dari 0,3 detik.

Kata Kunci : Generator sinkron, AVR, PID, MATLAB, LabVIEW

ABSTRACT

DESIGN AND MODELING OF AN AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR (AVR) FOR A 1.1 KVA SYNCHRONOUS GENERATOR IN THE ELECTRICAL ENERGY CONVERSION LABORATORY USING MATLAB AND LABVIEW SOFTWARE

GERALDI LECI, NIM : 2112005

Supervisor I : Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.

Supervisor II : Sotyohadi, ST., MT.

A synchronous generator requires an Automatic Voltage Regulator (AVR) to maintain output voltage stability during load variations. At the Electrical Energy Conversion Laboratory of ITN Malang, a Delorenzo DL 1026A synchronous generator with a capacity of 1.1 kVA is not yet equipped with an AVR system, necessitating the design of a voltage control system. This study aims to design and model an AVR system using a software-based approach. Voltage data acquisition was carried out using LabVIEW, and the data were then used in system modeling through the System Identification Toolbox in MATLAB to obtain a transfer function based on actual measurement data. The model of the Delorenzo DL 1026A synchronous generator without an AVR showed increasing oscillations over time in response to disturbances. To address this issue, the resulting model was implemented in Simulink to simulate the AVR system response to load disturbances using a PID controller. The PID parameters were obtained through the auto-tuning process, resulting in $K_p = 1.8115$, $K_i = 288.290$, and $K_d = 0$. Simulations were conducted for three load disturbance scenarios: 0.1 PU, 0.25 PU, and 0.5 PU. The results show that the system is capable of maintaining voltage stability with initial deviations of 0.1 PU, 0.25 PU, and 0.5 PU, settling times of 0.125 seconds, 0.171 seconds, and 0.218 seconds, and very small steady-state errors of 0.00018 PU, 0.00024 PU, and 0.00033 PU, respectively. These results indicate that the auto-tuned PID controller is effective in responding to disturbances and stabilizing the generator output voltage within less than 0.3 seconds.

Keywords : Synchronous Generator, AVR, PID, MATLAB, LabVIEW

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas penyertaan dan kebaikan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Desain Pemodelan AVR Pada Generator Sinkron Kapasitas 1,1 KVA di Laboratorium Konversi Energi Elektrik Menggunakan *Software MATLAB* dan *LabVIEW*.” Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin menyampaikan apresiasi kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, M.T. Selaku Dosen Pembimbing I, yang senantiasa memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, arahan, dedikasi, serta pengalaman yang sangat berharga kepada penulis.
2. Bapak Sotyohadi, S.T., MT. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, arahan dan dedikasi.
3. Bapak Awan uji Krismanto, ST., MT., Ph.D. Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Elektro yang telah memberikan pengalaman kepada penulis
4. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT. yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Jurnal Skripsi.
5. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang yang telah memberikan kesempatan serta fasilitas yang mendukung selama masa studi.
6. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
7. Ayah saya, Drs. Tinus Leci, Ibunda tercinta, Emmi Tambuku, kakak saya Getra Leci, S.Pd., Adik saya Geatri Leci, serta seluruh keluarga Gammara dan Leci, yang selalu memberikan doa, dukungan moral, serta bantuan finansial yang tiada henti.
8. Seluruh anggota asisten Laboratorium Konversi Energi Elektrik dan anggota Laboratorium Energi Baru Terbarukan yang telah

memberikan motivasi, semangat, dan dorongan untuk terus belajar dan berkembang.

9. Teman-teman Angkatan 21 dan 22, yang telah menjadi rekan belajar, berdiskusi, serta berbagi pengalaman selama proses penelitian ini. Dukungan dan kebersamaan kalian sangat berarti bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan guna perbaikan di masa mendatang. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bermanfaat bagi para pembaca dan pihak yang berkepentingan.

Malang, 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Generator Sinkron	5
2.2 Karakteristik Generator Sinkron	6
2.3 Sistem Eksitasi	7
2.3.1 Sistem Eksitasi Sendiri	8
2.3.2 Sistem eksitasi terpisah	8
2.3.3 Sistem eksitasi tanpa sikat.....	9
2.4 <i>Automatic Voltage Regulator</i>	10
2.5 Pemodelan <i>Automatic Voltage Regulator</i>	11
2.5.1 Fungsi alih Amplifier.....	11
2.5.2 Fungsi alih Eksitasi.....	12
2.5.3 Fungsi Alih Generator.....	12
2.5.4 Fungsi alih sensor	12
2.6 Sistem Kendali PID.....	13
2.7 Disturbance.....	14
2.8 Software LabVIEW.....	15
2.9 NI-6008.....	15
2.10 Matlab Simulink.....	16
BAB III METODOLOGI	19
3.1 Alur Penelitian	19
3.2 Flowchart Pengambilan dan Pengolahan data	20
3.3 Flowchart Pengujian.....	22
3.4 Spesifikasi Generator	24
3.5 Wiring Diagram Pengambilan Data	25
3.6 Desain Pengambilan Data Respon Input Output Generator Sinkron.....	25
3.6.1 Konfigurasi DAQ Asisstant dengan NI-6008	26

3.6.2 Setting modul Amplitude and level measurement.....	27
3.6.3 Setting modul Write To Measurement.....	28
3.6.4 Desain sistem Pengukuran di LabVIEW	29
3.7 Grafik Respon Pembacaan Input-Output	30
3.8 Estimasi Fungsi Alih di System Identification MATLAB	31
3.9 Hasil Estimasi Fungsi Alih.....	35
3.10 Desain Generator Tanpa AVR.....	37
3.11 Desain Generator dengan AVR	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Simulasi Generator tanpa AVR	41
4.2 Simulasi Generator dengan AVR.....	41
4.3 Simulasi gangguan beban	42
4.3.1 Beban naik 0,1 pu	43
4.3.2 Beban turun 0,1 pu.....	44
4.3.3 Beban naik 0,25 pu	45
4.3.4 Beban turun 0,25 PU.....	46
4.3.5 Beban naik 0,5 PU	47
4.3.6 Beban turun 0,5 PU.....	48
4.4 Analisis dampak penambahan dan penurunan beban setelah adanya AVR	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Rangkaian ekivalen generator sinkron	6
Gambar 2.2	Rangkaian eksitasi	7
Gambar 2.3	Rangkaian generator eksitasi sendiri	8
Gambar 2.4	Rangkaian generator eksitasi terpisah	9
Gambar 2.5	Rangkaian Generator eksitasi tanpa sikat	9
Gambar 2.6	Blok diagram pengaturan tegangan generator	10
Gambar 2.7	Blok diagram pemodelan AVR.....	11
Gambar 2.8	Kendali PID	13
Gambar 2.9	Disturbance	14
Gambar 2.10	Perangkat lunak LabVIEW	15
Gambar 2.11	NI-6008.....	15
Gambar 2.12	Keterangan Pin input dan output NI-6008.....	16
Gambar 2.13	Perangkat lunak Matlab	16
Gambar 3.1	Diagram alir pengolahan dan pengambilan data.....	20
Gambar 3.2	Diagram alir pengujian	22
Gambar 3.3	Wiring diagram pengambilan data	25
Gambar 3.4	Tampilan awal DAQ assistant	26
Gambar 3.5	Pemilihan pin analog input	26
Gambar 3.6	Tampilan DAQ assistant setelah di seting.....	27
Gambar 3.7	Seting modul amplitude and level measurement	28
Gambar 3.8	Seting modul write to measurement.....	28
Gambar 3.9	Tampilan blok diagram pengukuran LabView	29
Gambar 3.10	Tampilan front panel pengukuran LabVIEW	30
Gambar 3.11	Grafik respon input dan output generator.....	31
Gambar 3.12	Tampilan awal system identification MATLAB	32
Gambar 3.13	Tampilan impor data.....	33
Gambar 3.14	Tampilan setelah proses import data	33
Gambar 3.15	Tampilan fungsi alih.....	34
Gambar 3.16	Tampilan hasil fungsi alih matematis.....	35
Gambar 3.17	Tampilan awal simulink tanpa AVR.....	38
Gambar 3.18	Tampilan akhir simulink dengan AVR.....	38
Gambar 4.1	Respon tegangan generator tanpa AVR	41
Gambar 4.2	Respon tegangan generator dengan AVR.....	42
Gambar 4.3	Respon tegangan output pada saat beban naik 0,1 pu	43
Gambar 4.4	Respon tegangan output pada saat beban turun 0,1 pu.....	44
Gambar 4.5	Respon tegangan output pada saat beban naik 0,25 pu	45
Gambar 4.6	Respon tegangan output pada saat beban turun 0,25 pu...	46

Gambar 4.7 Respon tegangan output pada saat beban naik 0,5 pu 47

Gambar 4.8 Respon tegangan output pada saat beban turun 0,5 pu..... 48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Respon kendali PID	14
Tabel 3.1 Spesifikasi generator	24
Tabel 3.2 Spesifikasi eksitasi.....	24
Tabel 3.3 Tabel hasil estimasi fungsi alih	36
Tabel 3.4 Hasil tuning PID	39
Tabel 4.1 Respon tegangan output akibat beban naik 0,1 pu	44
Tabel 4.2 Respon tegangan output akibat beban turun 0,1 pu.....	45
Tabel 4.3 Respon tegangan output akibat beban naik 0,25 pu	46
Tabel 4.4 Respon tegangan output akibat beban turun 0,25 pu.....	47
Tabel 4.5 Respon tegangan output akibat beban naik 0,5 pu	48
Tabel 4.6 Respon tegangan output akibat beban turun 0,5 pu.....	49