



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI FREKUENSI TURBIN GENERATOR UNTUK PLTSAMPAH KAMPUS II ITN MALANG

Fery Shoma Widi Harja
18.12.046

Dosen pembimbing
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
2022



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI FREKUENSI
TURBIN GENERATOR UNTUK PLTSAMPAH KAMPUS II ITN
MALANG**

Fery Shoma Widi Harja
18.12.046

Dosen pembimbing
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
2022

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI FREKUENSI TURBIN GENERATOR UNTUK PLTSAMPAH KAMPUS II ITN MALANG

SKRIPSI

FERY SHOMA WIDI HARJA
1812046

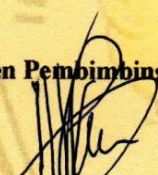
Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

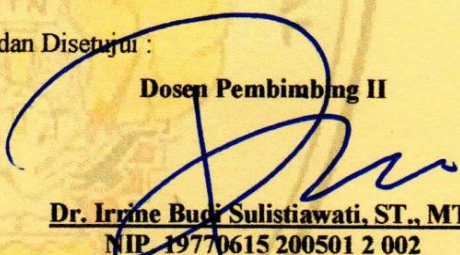
Program Studi Teknik Elektro S-1
Peminatan Teknik Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


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


Dr. Iryne Budi Sulistiawati, ST., MT.
NIP. 19770615 200501 2 002

Mengetahui,

~~Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1~~




Dr. Eng. Komang Semawirata, ST., MT.
NIP. P. 1030100361

Malang, September 2022

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI FREKUENSI TURBIN GENERATOR UNTUK PLTSAMPAH KAMPUS II ITN MALANG

Widodo Pudji Muljanto, Irrine Budi Sulistiawati, Fery Shoma Widi
Harja
feryshomawidiharja123@gmail.com

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga sampah adalah pembangkit listrik yang menggunakan sampah sebagai bahan bakar. Limbah ini kemudian digunakan untuk memanaskan air di boiler. Uap panas yang dihasilkan boiler ini mengalir masuk ke turbin uap dan menggerakkan generator untuk menghasilkan energi listrik. Namun kecepatan turbin dan generator yang cenderung tidak stabil, membutuhkan pengendali untuk mengaturnya yaitu menjaga variabel proses sesuai *set point* yang telah ditentukan. Variabel proses yang dikontrol adalah kecepatan putaran turbin dan frekuensi *output* generator. Pengontrolan pada skripsi ini, menggunakan sistem kontrol *Programmable Logic Controller* dengan algoritma *Proportional – Integral – Derivative controller*. Perangkat yang digunakan terdiri dari sensor arus CT untuk memberikan input data frekuensi 50 Hz pada KWH meter dan serial komunikasi modbus (RS485) sebagai media pengirim nilai yang terukur menuju PLC. Dengan menambah atau mengurangi beban *dummy load* dan TRIAC SPC1-50 sebagai pengatur dayanya, frekuensi tetap pada nilai 50 Hz.

Kata Kunci — Sistem Kendali, Turbin, Generator, PLC, PID, Modbus

DESIGN AND CONTROL SYSTEM OF FREQUENCY TURBINE GENERATOR FOR PLTS WASTE CAMPUS II ITN MALANG

**Widodo Pudji Muljanto, Irrine Budi Sulistiawati, Fery Shoma Widi
Harja
feryshomawidiharja123@gmail.com**

ABSTRACT

The waste power plant is a power plant that uses waste as fuel. This waste is then used to heat the water in the boiler. The hot steam produced by this boiler flows into a steam turbine and drives a generator to produce electrical energy. However, the turbine and generator speeds tend to be unstable, requiring controllers to regulate them, namely maintaining process variables according to a predetermined set point. The controlled process variables are turbine rotation speed and generator output frequency. The control in this thesis uses a Programmable Logic Controller control system with a Proportional – Integral – Derivative controller algorithm. The device used consists of a CT current sensor to provide input frequency data of 50 Hz on the KWH meter and serial communication modbus (RS485) as a medium for sending the measured value to the PLC. By increasing or decreasing the dummy load and the TRIAC SPC1-50 as its power regulator, the frequency remains at a value of 50 Hz.

Keywords — Control System, Turbine, Generator, PLC, PID, Modbus

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini tepat pada waktunya. Penyusunan skripsi yang berjudul **“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI FREKUENSI TURBIN GENERATOR UNTUK PLTSAMPAH KAMPUS II ITN MALANG”** dibuat untuk memenuhi persyaratan kelulusan program Sarjana S1 Institut Teknologi Nasional Malang pada program studi teknik energi listrik serta menerapkan teori dan praktik yang telah penulis dapatkan selama menempuh perkuliahan di Institut Teknologi Nasional Malang pada 2021-2022. Penulis menyampaikan ucapan terimakasih atas bimbingan dan dukungan semua pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. I Komang somawirata, ST., MT., selaku Ketua program studi Teknik Elektro S1 ITN Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT. dan Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT. selaku dosen pembimbing.
3. Bapak dan Ibu Dosen Elektro ITN Malang yang telah memberikan ilmu selama menempuh perkuliahan.
4. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan dan doa untuk meyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman angkatan 2018 yang memenuhi selama perkuliahan.

Namun jika ada kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan skripsi ini, penulis memohon saran dan kritikan yang membangun untuk menambah kesempurnaan laporan skripsi ini sehingga dapat bermanfaat bagi rekan mahasiswa dan pembaca lainnya.

Malang, Juli 2022

(Fery Shoma Widi Harja)

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Perkembangan PLTSa Di Indonesia	7
2.2 Turbin Uap	8
2.2.1 Prinsip Kerja Turbin Uap.....	8
2.2.2 Konversi Uap Pada Turbin.....	9
2.2.3 Bagian Utama Pada Turbin Uap	9
2.3 Generator	10
2.3.1 Prinsip Kerja Generator	11
2.3.2 Bagian Utama Pada Generator.....	12
2.3.3 Proses Pembangkitan Energi Listrik Pada Generator .	13
2.4 Sistem Pengendali	15
2.4.1 Pengendali PID	15
2.4.2 Pengendali PLC	20
2.5 Komponen Yang Digunakan Dalam Sistem Pengendali	25
2.5.1 Sensor Arus CT.....	25
2.5.2 TRIAC tipe SPC1-50	26
2.5.3 Intelligent Meter TOKY	28
2.5.4 Modbus	30
2.5.5 PLC Haiwell	34
2.6 Software Yang Digunakan Dalam Sistem Pengendali.....	35
2.6.1 Haiwell Happy	35
2.6.2 SCADA.....	36

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	39
3.1 Metode Penelitian.....	39
3.1.1 Studi Literatur.....	39
3.1.2 Metode Observasi.....	39
3.2 Flowchart Sistem Pengendali.....	40
3.3 Blok Diagram.....	42
3.4 Komponen Yang Digunakan Dalam Pembuatan Sistem Kendali Frekuensi Turbin Generator Pada PLTSa.....	44
3.5 Deskripsi Pembuatan Sistem Kendali.....	45
3.6 Tabel I/O Program Sistem Kendali pada PLC.....	45
3.7 Perencanaan Sistem Kendali Pada PLTSampah.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 Hasil Pembuatan Sistem Pengendali.....	51
4.2 Program Ladder Diagram PLC Untuk Frekuensi Turbin Generator Pada PLTSa.....	51
4.3 Verifikasi Program PLC.....	56
4.4 Total Daya Pada Beban Output Generator.....	58
4.5 Analisis Hasil Program Sistem Kendali.....	60
4.6 Analisis Hasil Program PID Setelah Diberi Beban Nyata 100W.....	62
4.7 Analisis Hasil Program PID Setelah Diberi Beban Nyata 140W.....	64
4.8 Analisis Hasil Program PID Setelah Diberi Beban Nyata 215W.....	66
BAB V PENUTUP.....	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema turbin uap.....	8
Gambar 2. 2 Komponen utama turbin uap	10
Gambar 2. 3 Bagian utama generator.....	12
Gambar 2. 4 Kumputan jangkar pada rotor berputar di sekitar medan magnet yang dihasilkan stator	13
Gambar 2. 5 Proses terbentuknya gelombang AC pada generator	14
Gambar 2. 6 Diagram blok sistem pengendali	15
Gambar 2. 7 Kontrol PID	16
Gambar 2. 8 Diagram blok kontroler proporsional	17
Gambar 2. 9 Diagram blok kontroler integral	18
Gambar 2. 10 Diagram blok kontroler diferensial	19
Gambar 2. 11 Ladder diagram PLC	21
Gambar 2. 12 Bagian-bagian PLC	24
Gambar 2. 13 Sensor arus CT	25
Gambar 2. 14 Pengatur daya Autonic SPC 1-50.....	26
Gambar 2. 15 Intelligent Meter TOKY	28
Gambar 2. 16 Proses transaksi data Modbus.....	30
Gambar 2. 17 PLC Haiwell.....	34
Gambar 2. 18 <i>Software</i> Haiwell Happy	35
Gambar 2. 19 <i>Software</i> Haiwell Cloud SCADA	37
Gambar 3. 1 Alur flowchart sistem kendali putaran turbin generator ...	40
Gambar 3. 2 Blok diagram sistem pengendali turbin generator	43
Gambar 3. 3 Wiring keseluruhan sistem kendali pada PLTSa.....	48
Gambar 3. 4 Rangkain keseluruhan sistem kendali pada PLTSa.....	49
Gambar 4. 1 Program sistem kendali pada turbin generator	52
Gambar 4. 2 Tampilan data frekuensi di program MODR.....	60
Gambar 4. 3 Tampilan data frekuensi di kwh meter	60
Gambar 4. 4 Tampilan program PID setelah diberi beban.....	61
Gambar 4. 5 Tampilan program DIV untuk pembagian.....	61
Gambar 4. 6 Tampilan perintah MOV inputan tegangan 5V	62
Gambar 4. 7 Tampilan perubahan penurunan frekuensi setelah diberi beban 100W	63
Gambar 4. 8 Tampilan kenaikan frekuensi mencapai <i>setpoint</i> setelah diberi beban 100W	63
Gambar 4. 9 Grafik respon luaran frekuensi terhadap perubahan beban 100W.....	64

Gambar 4. 10 Tampilan penurunan frekuensi setelah di beri beban	65
Gambar 4. 11 Tampilan kenaikan frekuensi mencapai <i>setpoint</i> setelah diberi beban.....	65
Gambar 4. 12 Grafik respon luaran frekuensi terhadap perubahan beban 140W	66
Gambar 4. 13 Tampilan penurunan frekuensi setelah di beri beban	67
Gambar 4. 14 Tampilan kenaikan frekuensi mencapai <i>setpoint</i> setelah di beri beban.....	67
Gambar 4. 15 Grafik respon luaran frekuensi terhadap perubahan beban	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Autonic tipe SPC 1-50	27
Tabel 2. 2 Spesifikasi Intelligent Meter TOKY	29
Tabel 2. 3 <i>Function Code Modbus</i>	31
Tabel 2. 4 <i>Function Exception Code</i>	31
Tabel 3. 1 Komponen pembuatan sistem kendali pada PLTSa.	44
Tabel 3. 2 Tabel I/O digital program sistem kendali pada PLC	46
Tabel 3. 3 Tabel I/O analog program sistem kendali pada PLC.....	46
Tabel 3. 4 Konfigurasi pin KWH Meter Toky dengan PLC Haiwell....	50
Tabel 3. 5 Konfigurasi pin PLC Haiwell dengan TRIAC SPC1-50.....	50
Tabel 4. 1 Data pengalamatan program MODR.....	53
Tabel 4. 2 Data pengalamatan program MOV	54
Tabel 4. 3 Data pengalamatan program PID	54
Tabel 4. 4 Data pengalamatan program DIV untuk pembagian	55
Tabel 4. 5 Data pengalamatan program MOV untuk input tegangan pada TRIAC	55
Tabel 4. 6 Verifikasi program PLC.....	56
Tabel 4. 7 Penurunan frekuensi terhadap perubahan beban	69

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawa ini

Nama : Fery Shoma Widi Harja
NIM : 1812046
Jurusan/Peminatan : Teknik Elektro S-1/Teknik Energi Listrik
ID KTP/Paspor : 3513172902000002
Alamat : Dusun Triwungan, RT/009 RW/002, Desa Brani
Wetan, Kec. Maron, Kab. Probolinggo, Prov. Jawa
Timur
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Pengendali Frekuensi
Turbin Generator Untuk PLTSampah Kampus II
ITN Malang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar teknik yang telah saya peroleh (S-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan Undang-Undang yang berlaku.

Malang, 19 September 2022

Yang membuat pernyataan



(Fery Shoma Widi Harja)

NIM. 1812046



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Fery Shoma Widi Harja
NIM : 1812046
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Genap 2021-2022
Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI
FREKUENSI TURBIN GENERATOR UNTUK
PLTSAMPAH KAMPUS II ITN MALANG**

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada,
Hari : Jum'at
Tanggal : 12 Agustus 2022
Nilai : 80,5

Panitia Ujian Skripsi



Majelis Ketua Penguji
Dr. Eng. Komang Somawirata, ST., MT.
NIP. P. 1030100361

Sekretaris Majelis Penguji

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

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19900301 200501 1 002

Dosen Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT.
NIP. Y. 1030100371

