

**PERBAIKAN KINERJA GOVERNOR ELEKTRIK BERPENGERAK
MOTOR DC *BRUSHLESS* (BLDC) BERBASIS LOGIKA FUZZY**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

RANDI SUNATA
1410017111062



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2019**

LEMBARAN PENGESAHAN

PERBAIKAN KINERJA GOVERNOR ELEKTRIK BERPENGGERAK
MOTOR DC *BRUSHLESS* (BLDC) BERBASIS LOGIKA FUZZY

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh

RANDI SUNATA
1410017111062

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Hidayat, S.T., M.T
NIDN : 103 105 7001

Mirzazoni, S.T., M.T
NIDN : 002 002 7405

Disahkan Oleh :

Fakultas Teknologi Industri
Dekan,

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,

Dr. Hidayat, S.T., M.T
NIDN : 103 105 7001

Ir. Yani Ridal, M.T
NIK : 910 300 329

**PERBAIKAN KINERJA GOVERNOR ELEKTRIK BERPENGERAK MOTOR DC
BRUSHLESS (BLDC) BERBASIS LOGIKA FUZZY**

Randi Sunata¹, Hidayat², Mirzazoni²

(1)Mahasiswa Teknik Elektro (2)Dosen Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknolgi Industri

Universitas Bung Hatta

Jl. Gajah Mada No. 19 Padang

Email: randi.sunata90@gmail.com

ABSTRACT

In the development of technology today is no longer separated from the problem of automation for various facilities, automation is always related to the control system. Likewise, the BLDC motor control system on MHP which aims to maintain the reliability of the MHP operating system remains stable. in this study the control of the BLDC motorbike on the PLTMH uses a governor system, this system works to regulate the flow of water entering through the valve opening to the turbine. The sluice gate used is a BLDC motor (Brushless Direct Current) and infra red obstacle sensor as a generator speed reading, the data from the fan rotation speed sensor (turbine simulation) will be processed using the Fuzzy Logic method applied to the Arduino Uno controller. From the research results obtained fan fan speed (turbine simulation) 0-4228 RPM produces a frequency of 0-70.46 Hz, with an error reading sensor difference with a set point 0-4.68% Arduino controller will provide a PWM signal 70-255 for increase or decrease the speed of the BLDC motor, and at the fan fan speed (turbine simulation) 2940 RPM with a frequency of 49 Hz the PWM signal sent by the controller is 0.

Keywords: Governor, Arduino, IR Obstacle Sensor, BLDC Motor, Fuzzy Logic

ABSTRACT

In the development of technology today is no longer separated from the problem of automation for various facilities, automation is always related to the control system. Likewise, the BLDC motor control system on MHP which aims to maintain the reliability of the MHP operating system remains stable. In this study the control of the BLDC motorbike on the PLTMH uses a governor system, this system works to regulate the flow of water entering through the valve opening to the turbine. The sluice gate used is a BLDC motor (Brushless Direct Current) and infra red obstacle sensor as a generator speed reading, the data from the fan rotation speed sensor (turbine simulation) will be processed using the Fuzzy Logic method applied to the Arduino Uno controller. From the research results obtained fan fan speed (turbine simulation) 0-4228 RPM produces a frequency of 0-70.46 Hz, with an error reading sensor difference with a set point 0-4.68% Arduino controller will provide a PWM signal 70-255 for increase or decrease the speed of the BLDC motor, and at the fan fan speed (turbine simulation) 2940 RPM with a frequency of 49 Hz the PWM signal sent by the controller is 0.

Keywords: Governor, Arduino, IR Obstacle Sensor, BLDC Motor, Fuzzy Logic

KATA PENGANTAR



Atas berkat rahmat Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis memperoleh kemudahan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“PERBAIKAN KINERJA GOVERNOR ELEKTRIK BERPENGERAK MOTOR DC *BRUSHLESS* (BLDC) BERBASIS LOGIKA FUZZY”**

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

❖ **Dr. Hidayat, S.T., M.T** (Pembimbing I)

❖ **Mirzazoni S.T. M.T.** (Pembimbing II)

Yang telah mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Dan terima kasih juga kepada:

1. Kedua Orang Tua tercinta yang telah mendidik, membesarkan dan memberikan semua kasih sayangnya hingga saat ini, yang selalu mendoakanku dan memberikan dukungan dalam meraih setiap cita dan harapkanku.
2. Bapak Dr. Hidayat, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.

3. Bapak Ir. Yani Ridal, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Ir. Arzul, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
5. Bapak Ir. Yani Ridal, M.T selaku Penasehat Akademik.
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, atas segala masukan, pengarahan dan pengajaran selama perkuliahan berlangsung.
7. Teman – teman Teknik Elektro 2014 yang telah memberikan semangat dan dorongan selama ini, serta senior dan junior yang telah memberikan masukan dan bantuannya.

Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan Skripsi ini namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam penelitian ini. Oleh karena itu sumbangan, gagasan, kritikan, saran dan masukan yang membangun akan penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan Skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan.

Padang, Februari 2019

Penulis

Lembaran Asistensi Proposal Skripsi

Nama Mahasiswa : RANDI SUNATA

NPM :1410017111062

Judul Penelitian : PERBAIKAN KINERJA GOVERNOR ELEKTRIK
BERPENGGERAK MOTOR DC *BRUSHLESS* (BLDC) BERBASIS
LOGIKA FUZZY

Pembimbing I: Dr.Hidayat, ST, MT

Tanggal asistensi	Koreksi	Tanda Tangan Pembimbing I

--	--	--

Berdasarkan penilaian saya, proposal skripsi mahasiswa tersebut di atas sudah memenuhi kriteria, ruang lingkup dan aturan penulisan proposal skripsi yang telah ditetapkan jurusan.

Dosen Pembimbing I

(Dr.Hidayat, ST, MT.)

Tanggal :

2018

Lembaran Asistensi Proposal Skripsi

Nama Mahasiswa : RANDI SUNATA
NPM :1410017111062
Judul Penelitian : PERBAIKAN KINERJA GOVERNOR ELEKTRIK
BERPENGGERAK MOTOR DC *BRUSHLESS* (BLDC) BERBASIS
LOGIKA FUZZY
Pembimbing II : Mirzazoni, ST, MT.

Tanggal asistensi	Koreksi	Tanda Tangan Pembimbing II

--	--	--

Berdasarkan penilaian saya, proposal skripsi mahasiswa tersebut di atas sudah memenuhi kriteria, ruang lingkup dan aturan penulisan proposal skripsi yang telah ditetapkan jurusan.

Dosen Pembimbing II

(Mirzazoni, ST, MT.)

Tanggal :

2018

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
PERSETUJUAN PENGUJI	
KATA PENGANTAR	
INTISARI	
ABSTRAK	
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR NOTASI	

BAB I : PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Tujuan Penelitian	I-3
1.4 Batasan Masalah	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-4
1.6 Sistematika Penulisan	I-4

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian	II-1
2.2 Landasan Teori	II-3
2.2.1 PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro)	II-4
2.2.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)	II-5
2.2.3 Bagian-Bagian Unit Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro	II-6
2.2.3.1 Kontruksi Generator Sinkron	II-24
2.2.3.2 Prinsip Kerja Generator Sinkron	II-25
2.2.3.3 Kecepatan Putar Generator	II-26
2.2.4 Keterkaitan Fluktuasi Beban Terhadap Perubahan Frekuensi	II-27
2.2.5 Hubungan Putaran dengan tegangan	II-28
2.2.6 Sejarah Teori Fuzzy Logic	II-29
2.2.6.1 Variabel Fuzzy	II-30

2.2.6.2 Himpunan fuzzy (fuzzy set)	II-31
2.2.6.3 Semesta Pembicaraan	II-32
2.2.6.4 Fungsi Representasi Linier	II-33
2.2.6.5 Fungsi Keanggotaan Segitiga	II-34
2.2.6.5.1 Fungsi Keanggotaan Trapesium	II-35
2.2.6.5.1 Representasi Kurva Bahu	II-36
2.2.6.6 Fuzzy Rule Base	II-36
2.2.6.6.1 Format Aturan IF-THEN	II-37
2.2.6.6.2 Format Hubungan	II-37
2.2.6.6.3 Format Tabular	II-37
2.2.6.7 Fuzzy Inference Engine	II-38
2.2.6.7.1 Fuzzifikasi Metode Takagi Sugeno	II-38
2.2.6.7.2 Model Fuzzy Takagi-Sugeno Orde-Satu	II-38
2.2.6.8. Defuzzyfikasi	II-39
2.2.7 Teori Arduino	II-40
2.2.7.1 Arduino Uno	II-41
2.2.7.2 Bahasa Pemograman Arduino	II-42
2.2.7.3. Struktur pengaturan	II-43
2.2.8 Perancangan Power Supply	II-44

BAB III : METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian	III-1
3.1.1 Alat Penelitian	III-1
3.1.1.1 Multitester	III-1
3.1.1.2 Solder	III-1
3.1.1.3 Perkakas	III-1
3.1.2 Bahan Penelitian	III-2
3.1.2.1 Governor	III-2
3.1.2.2 Motor BLDC	III-3
3.1.2.3 <i>Driver</i> Motor BLDC	III-3

3.1.2.4 Gear Box Motor	III-5
3.1.2.5 Arduino Uno R3	III-6
3.1.2.6 Sensor Infra Red	III-9
3.1.2.7 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 2x16	III-10
3.1.2.8 Relay Modul	III-10
3.1.3 Bahan Komponen yang Digunakan	III-11
3.1.3.1 Dioda	III-11
3.1.3.2 Transformator Step Down	III-12
3.1.3.3.Capasitor	III-13
3.1.3.4 Ic Regulator (IC Pengatur Tegangan)	III-13
3.1.4 Pemodelan Sistem	III-14
3.1.5 Perancangan Sistem Governor	III-15
3.1.6 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)	III-16
3.1.6.1 Skematik Relay Modul,Driver Type 300B Dan Motor BLDC	III-16
3.1.6.2 Skematik Sensor Kecepatan dengan Arduino Uno	III-17
3.1.6.3 Skematik LCD Display dengan Arduino	III-18
3.1.7 Pemetaan I/O Sistem Kontrol Pada Arduino UNO	III-20
3.1.8 Perancangan Kendali Logika Fuzzy	III-21
3.1.8.1 Fuzzification	III-21
3.1.8.2 Fuzzy Inference	III-27
3.1.8.3 Defuzzification	III-28
3.1.9 Perancangan Software	III-28
3.1.9.1 Perancangan Software	III-30
3.1.10 Perancangan Rangkaian Kontruksi Implementasi	III-43
3.2 Alur Penelitian	III-44
3.3 Deskripsi dan Analisis	III-45

BAB IV BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

4.1 Deskripsi Penelitian	IV-1
4.2 Pengujian	IV-1
4.2.1 Pengujian Catu Daya	IV-1
4.2.2 Pengujian I/O Arduino Uno	IV-3
4.2.3 Pengujian Relay Modul dan Driver 300B	IV-4
4.2.4 Pengujian Sensor Kecepatan	IV-6

4.2.5 Pengujian Hubungan Kecepatan Motor BLDC dan PWM	IV-8
4.2.6 Pengambilan Data Open Loop	IV-10
4.2.7 Pengujian Perangkat Lunak	IV-11
4.2.7.1 Pengujian Program Arduino IDE	IV-11
4.2.8 Pengambilan Data Close Loop	IV-14
4.2.9 Skema Pengujian Keseluruhan	IV-16
4.3 Perhitungan dan Analisis	IV-17
4.3.1 Perhitungan Tegangan Catu Daya	IV-17
4.3.2 Perhitungan Tegangan Pin I/O Arduino Uno	IV-18
4.3.3 Perhitungan Persentase Kesalahan Pengujian Close Loop	IV-18
4.3.4 Perhitungan Nilai Frekuensi Analogi Turbin Pegujian Close Loop	IV-20

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kapasitas Beberapa Pembangkit Energi Listrik Tenaga Air	II-4
Tabel 2.2 Jenis Turbin	II-10
Tabel 3.1 Spesifikasi Motor BLDC	III-3
Tabel 3.2 Spesifikasi Driver Motor BLDC type 300B	III-5
Tabel 3.3 Spesifikasi arduino uno R3	III-8
Tabel 3.4 Rule base Error dan Delta Error	III-28
Tabel 4.1 Hasil pengujian catu daya	IV-I
Tabel 4.2 Hasil pengukuran pin digital Arduino UNO 1-7	IV-4
Tabel 4.3 Hasil pengukuran pin digital Arduino UNO 8-14	IV-4
Tabel 4.4 Hasil pengukuran pin analog Arduino UNO	IV-4
Tabel 4.5 Hasil pengujian Relay Modul dan Driver 300B	IV-5
Tabel 4.6 Hasil pengujian Sensor Kecepatan	IV-7
Tabel 4.7 Hasil pengujian hubungan kecepatan motor BLDC dan PWM	IV-8
Tabel 4.8 Hasil pengujian Open Loop	IV-10
Tabel 4.9 Hasil pengujian Close Loop	IV-11

T

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Pembangkitan Listrik Tenaga Mikrohidro	II-5
Gambar 2.2	Bendungan	II-6
Gambar 2.3	Intake	II-6
Gambar 2.4	Saluran Pembawa	II-7
Gambar 2.5	Bak Penenang	II-7
Gambar 2.6	Pipa Pesat	II-9
Gambar 2.7	Turbin Cross Flow	II-11
Gambar 2.8	Rotor Atau Runner Turbin	II-11
Gambar 2.9	Rumah Turbin	II-12
Gambar 2.10	Bagian-Bagian Turbin	II-12
Gambar 2.11	Generator	II-14
Gambar 2.12	Power House	II-15
Gambar 2.13	Stator DC Brushless	II-19
Gambar 2.14	Rotor DC Brushless	II-20
Gambar 2.15	Magnet Neodymium	II-21
Gambar 2.16	Sistem Penggerak Motor DC Brushless	II-21
Gambar 2.17	Sensor efek hall	II-22
Gambar 2.18	Skema Sensing pada Motor BLDC	II-22
Gambar 2.19	Controller	II-23
Gambar 2.20	Sensor Hall Sinyal Untuk Rotasi Kanan	II-23
Gambar 2.21	Rotor Non Salient dan Penampang Rotor	II-25
Gambar 2.22	Pembangkitan Tegangan 3 fasa	II-26
Gambar 2.23	Himpunan Fuzzy	II-31
Gambar 2.24	Grafik himpunan fuzzy untuk bilangan yang mendekati 10	II-31
Gambar 2.25	Struktur dasar dari system fuzzy	II-33
Gambar 2.26	Fuzzifikasi	II-33
Gambar 2.27	Fungsi Representasi Linier Naik	II-34
Gambar 2.28	Fungsi Representasi Linier Turun	II-35
Gambar 2.29	Grafik Fungsi Keanggotaan Segitiga	II-36
Gambar 2.30	Grafik Fungsi Keanggotaan Trapesium	II-36

Gambar 2.31 Representasi Kurva Bahu	II-36
Gambar 2.32 Contoh dari penggunaan format hubungan	II-37
Gambar 2.33 Tahapan Logika Fuzzy	II-38
Gambar 2.34 Keluaran Logika Fuzzy	II-38
Gambar 2.35 Nilai Crisp Keluaran Logika Fuzzy Berdasarkan Center Of Gravity	II-38
Gambar 2.36 Arduino Uno	II-42
Gambar 2.37 Rangkaian Power Supply 5VDC,12VDC dan 24 VDC	II-44
Gambar 3.1 Motor BLDC	III-3
Gambar 3.2 Motor Driver BLDC type 300B	III-4
Gambar 3.3 Bentuk fisik gearbox	III-6
Gambar 3.4 Arduino Uno R3	III-8
Gambar 3.5 Bentuk fisik sensor infra red	III-9
Gambar 3.6 Bentuk fisik LCD 16 x 2	III-10
Gambar 3.7 Relay Modul	III-11
Gambar 3.8 Dioda	III-11
Gambar 3.9 Trafo Step Down	III-12
Gambar 3.10 Macam-macam kapasitor	III-13
Gambar 3.11 IC Regulator	III-13
Gambar 3.12 Block diagram perancangan system	III-14
Gambar 3.13 Model blok perancangan sistem pada Governor	III-15
Gambar 3.14 Skematik Relay Modul,Driver type 300B Dan Motor BLDC	III-14
Gambar 3.15 Skematik sensor kecepatan dengan arduino uno	III-18
Gambar 3.16 Skematik LCD dengan arduino Uno	III-19
Gambar 3.17 Skematik power supply	III-19
Gambar 3.18 Pemetaan I/O Sistem Kontrol Pada Arduino Uno	III-20
Gambar 3.19 Himpunan Keangotaan Input Error	III-22
Gambar 3.20 Himpunan Keangotaan delta error	III-24
Gambar 3.21 Himpunan Keangotaan output PWM	III-26
Gambar 3.22 Flowchart system pengontrolan frekuensi generator pada governor PLTMH	III-29

Gambar 3.23 Perancangan dan implementasi kontruksi governor pada perbaikan kinerja governor elektrik PLTMH pada turbin	III-43
Gambar 4.1 Pengujian catu daya	IV-2
Gambar 4.2 Pengujian I/O arduino Uno	IV-3
Gambar 4.3 Pengujian relay Modul dan Driver 300B	IV-5
Gambar 4.4 Pengujian Sensor Kecepatan	IV-6
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Sensor Kecepatan	IV-7
Gambar 4.6 Respon PWM dan RPM dari pembacaan	IV-10
Gambar 4.7 Karakteristik Tegangan Input SV dan RPM Motor	IV-11
Gambar 4.8 Skema pengujian Arduino IDE program dengan Arduino Board	IV-12
Gambar 4.9 Gambar (a),(b),(c) adalah tampilan LCD	IV-15
Gambar 4.10 Respon PWM dan RPM dari pembacaan sensor ke Fan (Simulator turbin)	IV-15
Gambar 4.11 Grafik hubungan Frekuensi Analogi Turbin dengan RPM Motor BLDC	IV-16
Gambar 4.12 Pengujian Keseluruhan	IV-19

DAFTAR NOTASI

A	: Ampere (Satuan Arus Listrik)
V	: Voltage (Satuan Tegangan Listrik)
P	: Daya
AC	: Alternating Current
DC	: Direct Current
F	: Frekuensi
Hz	: Herzt (Satuan Frekuensi)
Vcc	: Supply Tegangan Positif
GND	: Netral (0 V)
NO	: Normally Open
NC	: Normally Close
PLTMH	: Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro
ELC	: Electronic Load Controler
PWM	: Pulse Width Modulation

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini masyarakat semakin sadar akan keterbatasan energi fosil dan kerusakan lingkungan akibat pembakaran energi fosil, oleh karena itu berbagai usaha dilakukan untuk menggali dan mengkaji berbagai sumber energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan guna dimanfaatkan untuk menunjang aktivitas hidup manusia. Salah satu sumber energi yang saat ini banyak mendapatkan perhatian adalah pemanfaatan potensi energi air untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) karena pembangkit ini memiliki banyak kelebihan diantaranya konstruksi yang sederhana dan murah, andal dan memiliki usia pemakaian yang relatif panjang, sehingga PLTMH banyak dipilih untuk diterapkan di daerah-daerah pedesaan yang memiliki potensi sumber daya air dan belum terjangkau oleh jaringan listrik [2].

PLTMH merupakan pembangkit listrik yang terpisah (tidak diintegrasikan dengan pembangkit lain), oleh karena itu permasalahan utama dari PLTMH adalah ketika terjadi perubahan beban, maka secara langsung akan berpengaruh terhadap perubahan frekuensi dan tegangan generator. Agar frekuensi dan tegangan generator tetap stabil saat terjadi perubahan beban, maka diperlukan sistem pengendalian kecepatan pada turbin dan generator

Ada dua jenis sistem pengendalian kecepatan yang digunakan pada PLTMH yaitu sistem pengendalian governor dan *electronic load controller* (ELC). Sistem pengendalian governor merupakan sistem pengendalian aliran air yang masuk ke dalam turbin sedemikian rupa sehingga kecepatan putaran turbin terjaga konstan saat terjadi fluktuasi perubahan beban generator, sehingga tegangan dan frekuensi tetap terjaga stabil. Pada sistem pengendalian governor dilakukan dengan cara mengatur posisi *injector* agar jumlah aliran air yang masuk ke turbin dapat diatur sesuai dengan perubahan beban pada generator, sehingga kecepatan turbin dan generator tetap terjaga konstan [3].

Pada prinsipnya sistem kendali ELC adalah mengatur sistem pembebanan generator sedemikian rupa sehingga daya keluaran generator tetap konstan saat terjadi perubahan beban disisi konsumen. Agar daya keluaran generator tetap konstan maka diperlukan beban tambahan yang dikenal sebagai beban semu (*dummy / ballast*).

Governor digunakan sebagai 'interface' antara turbin penggerak dan generator. Pengaturan putaran turbin sejak turbin mulai bergerak sampai steady state dilakukan oleh governor, jadi bukan diambil alih oleh governor. Fungsi utama pengaturan putaran ini adalah untuk menjaga kestabilan sistem secara keseluruhan terhadap adanya variasi beban atau gangguan pada sistem.

Ada dua mode operasi governor, yaitu droop dan isochronous. Pada mode droop, governor sudah memiliki "setting point" P_{mech} (daya mekanik) yang besarnya sesuai dengan rating generator atau menurut kebutuhan. Dengan adanya "fixed setting" ini, output daya listrik generator nilainya tetap dan adanya perubahan beban tidak akan mengakibatkan perubahan putaran turbin (daya berbanding lurus dengan putaran). Lain halnya dengan mode isochronous, "set point" putaran governor ditentukan berdasarkan kebutuhan daya listrik sistem pada saat itu (real time). Kemudian melalui internal proses di dalam governor (sesuai dengan kontrol logic dari manufaktur), governor akan menyesuaikan nilai output daya mekanik turbin supaya sesuai dengan daya listrik yang dibutuhkan sistem. Pada PLTMH lubuk tempurung terjadi perubahan beban yang tidak seimbang, maka bergerak untuk mengangkat judul perbaikan kinerja governor elektrik pada PLTMH. akan menentukan setting point yang baru sesuai dengan aktual beban sehingga dengan pengaturan putaran ini diharapkan frekuensi listrik generator tetap berada di dalam "acceptable range" dan generator tidak mengalami "out of synchronization". Seperti halnya peralatan listrik yang lain, governor juga memiliki keterbatasan kemampuan. Parameter-parameter governor, seperti daya mekanik, gas producer, speed droop, dll umumnya memiliki nilai batas atas dan batas bawah sesuai spesifikasi dari pabrik.

Metode pengendalian berbasis logika fuzzy disebut FLC (*fuzzy logic controller*). Cara kerja pengendali ini mirip dengan seorang operator kendali, tidak memperhatikan struktur internal *plant*, hanya mengamati *error* sebagai selisih antara *setpoint* dengan keluaran sistem dan mengubah *setting* panel kendali untuk meminimalkan *error* tersebut. Sebuah FLC terdiri atas unit fuzzifikasi, basis pengetahuan fuzzy, mesin keputusan fuzzy, dan unit defuzzifikasi. Logika fuzzy telah terbukti berguna dalam perhitungan yang menyertakan persepsi dan pengetahuan yang tidak menentu, tidak tepat, samar-samar, sebagian benar, atau tanpa batas yang jelas. Maka pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem kendali motor BLDC dengan menggunakan sistem FLC

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya dapat dirumuskan permasalahannya yaitu bagaimana upaya perbaikan kinerja governor elektrik pengontrolan motor *brushless* DC (BLDC) berbasis Logika Fuzzy

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini :

Perancangan perbaikan kinerja governor pengontrolan motor BLDC berbasis logika fuzzy.

1.4 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup permasalahan tidak terlalu luas dan mengambang maka penulis membuat batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Governor akan diterapkan pada PLTMH Lubuk Tempurung
2. Komponen pengaturan yang digunakan Arduino Uno
3. Algoritma kontrol yang digunakan *Fuzzy Logic*
4. Mensetting pengaturan sistem terhadap Governor.

1.5. Manfaat Penelitian:

1. Mempermudah pengoperasian dan pengontrolan motor BLDC pada system governor pada PLTMH
2. Dapat meningkatkan kwalistas PLTMH yang berpengaruh kepada kehidupan masyarakat.

1.5.Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam memahami penulisan lapora ini, maka penulis menuliskan sistematika penulisan skripsi sebagai berikut :

LEMBARAN PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

INTISARI

ABSTRACT

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR NOTASI

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Harus menjelaskan:

- Kenapa topik ini diangkat sebagai skripsi
- Darimana ide-ide dan gagasan tersebut muncul, harus dicantumkan kutipan.
- Pandangan anda terhadap gagasan penelitian yang dirujuk, sehingga tergambar apa yang akan dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

- Harus dapat menyimpulkan masalah-masalah yang ada seperti dikemukakan dalam latar belakang masalah, dipilih salah satu atau lebih. Dapat dirumuskan dalam bentuk kalimat tanya secara tegas dan jelas.

1.3 Tujuan Penelitian

- Menguraikan secara spesifik tujuan yang hendak dicapai, dan harus sejalan/menjawab rumusan masalah. Bisa menjelaskan tujuan utama dan tujuan tambahan. Substansi dari tujuan penelitian harus menggambarkan objek.

1.4 Batasan Masalah

- Menjelaskan ruang lingkup yang akan dibahas
- Menjelaskan variabel-variabel penting yang harus diikutsertakan dalam pembahasan, namun karena keterbatasan yang ada maka tidak diikutsertakan.

1.5 Manfaat Penelitian

- Menguraikan apa manfaat yang bisa diperoleh setelah tujuan penelitian tercapai.

1.6 Sistematika Penulisan

- Menjelaskan sistematika penulisan skripsi yang memuat uraian garis besar isi skripsi untuk tiap-tiap bab.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian

- Menjelaskan penelitian-penelitian sebelumnya yang terkait dengan rujukan yang jelas (jurnal, proceeding, artikel ilmiah. Pada akhirnya terlihat perbedaan/benang merahnya dengan penelitian yang akan dilakukan. Perbedaan dapat berupa: metode, aplikasi, inovasi atau ciptaan baru. Rujukan merupakan publikasi ilmiah berupa journal nasional/internasional dan *proceeding*. Hindari sumber dari *text book* dan tugas akhir. Tinjauan pustaka bukanlah meninjau referensi/ buku-buku yang ada dalam daftar pustaka.

2.2 Landasan Teori

- Menjelaskan teori-teori yang betul-betul terkait dengan pembahasan dan akan mendukung (terpakai) dalam pencapaian tujuan.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

- Menjelaskan secara rinci peralatan dan bahan-bahan apa saja yang dibutuhkan, misalnya *software*, *hardware*, alat ukur dsb. Rancangan *software* (program), *hardware* (alat), rumus-rumus dan metode spesifik yang diperlukan dalam perhitungan diuraikan secara sistematis, sehingga dapat langsung digunakan dalam BAB IV. Rumus-rumus bisa merujuk ke BAB II.

3.2 Alur Penelitian

- Menjelaskan tahapan-tahapan penelitian dalam bentuk *flowchart*. Rumus dan metode merujuk pada bab 2 dan 3 .

3.3 Deskripsi sistem dan analisis

- Menjelaskan gambaran sistem yang akan diteliti dan bagaimana cara menganalisis, sehingga dapat mencapai tujuan.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Penelitian

- Menjelaskan skenario yang akan digunakan dalam pengumpulan data, pengujian, perhitungan dan analisis sehingga penelitian dapat terarah dengan jelas. Terkadang diperlukan pendekatan dan asumsi, apabila terdapat variabel-variabel yang tidak bisa diperoleh dilapangan.

4.2 Pengumpulan Data

- Menjelaskan teknis pengumpulan data dan data-data yang apa saja yang diperlukan. Apabila penelitian melakukan pengujian, maka

diuraikan gambar pengujian, langkah-langkah pengujian dan data hasil pengujian.

4.3 Perhitungan dan Analisis

- Melakukan perhitungan dan analisis hasil perhitungan/hasil pengujian. Perhitungan dan analisis harus mengacu ke BAB II dan BAB III (tidak ada lagi rumus baru atau teori baru).

4.4 Pembahasan

- Menjelaskan secara komprehensif (lengkap) hasil perhitungan dan analisis (sub bab 4.3), sehingga lahir pernyataan-pernyataan (statement) yang akan dimunculkan dalam BAB V. Penjelasan dapat dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan/pengujian dengan penelitian/ rujukan yang sudah diuraikan dalam BAB I, BAB II dan BAB III.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Memuat hasil pembahasan, dan harus sudah dapat menjawab permasalahan dan mencapai tujuan BAB I.

5.2 Saran

- Menjelaskan saran-saran untuk perbaikan hasil penelitian masa datang, dan bisa juga peluang-peluang topik penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN