

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI GOVERNOR UNTUK
TURBIN CROSS FLOW**

SKRIPSI

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

Oleh :

M. EDO SUHENDRA
1410017111061



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

LEMBARAN PENGESAHAN

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI GOVERNOR
UNTUK TURBIN CROSS FLOW**

SKRIPSI

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

Oleh

M. EDO SUHENDRA

1410017111061

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Hidayat, M.T, IPM.
NIK:960700420

Mirzazoni S.T. M.T.
NIP: 19740220 200501 1001

Disahkan Oleh :

**Fakultas Teknologi Industri
Dekan,**

**Jurusan Teknik Elektro
Ketua,**

Dr. Hidayat, M.T, IPM.
NIK:960700420

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

PERSETUJUAN PENGUJI
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI GOVERNOR
UNTUK TURBIN CROSS FLOW

SKRIPSI

M. EDO SUHENDRA

1410017111061

Dipertahankan di depan Penguji Skripsi
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang
Hari: Rabu, Tanggal: 20 Februari 2019

No>Nama	TandaTangan
1. <u>Dr. Ir. Indra Nisja, M.T, IPM</u> (Ketua)
2. <u>Ir. Cahayahati, M.T</u> (Penguji)
3. <u>Ir. YaniRidal, M. T.</u> (Penguji)
4. <u>Dr. Hidayat, M.T, IPM.</u> (Pembimbing)

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 **“PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI GOVERNOR UNTUK TURBIN CROSS FLOW”**.

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, M.T, IPM. (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 harapanku.
2. Bapak Dr. Hidayat, M.T, IPM 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 Dr. Hidayat, M.T, IPM 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 2009

Penulis

DAFTAR ISI

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

BAB 1 : PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Penelitian	I-3
1.5 Manfaat Penelitian	I-3
1.6 Sistematika Penulisan	I-3

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian	II-1
2.2 Landasan Teori	II-3
2.2.1 PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro)	II-5
2.2.1.1 Prinsip Kerja PLTMH	II-5
2.2.1.1 Komponen Utama PLTMH	II-6
2.2.2 Generator sinkron	II-9
2.2.2.1 Kontruksi Generator Sinkron	II-9
2.2.2.2 Prinsip Kerja Generator Sinkron	II-10
2.2.2.3 Kecepatan Putaran Generator Sinkron	II-11
2.2.3 Governor	II-13
2.2.4 Sistem kendali	II-14
2.2.4.1 Sistem Loop Terbuka	II-16
2.2.4.2 Sistem Loop Tetutup	II-17

2.2.4.3 Sistem Kendali PID	II-18
2.2.5 Teori Arduino Uno	II-20
2.2.5.1 Bagian-Bagian Utama Arduino Uno	II-21
2.2.5.2 Fungsi Arduino Uno	II-23
2.2.5.3 Fungsi Unit Input Dan Output Arduino Uno	II-23
2.2.6 Motor BLDC	II-23
2.2.7 Turbin Cross Flow	II-31
2.2.8 Sensor Infrared (IR)	II-32
2.2.9 LDC (Liquid Crystal Display)	II-33
2.2.10 Hipotesis	II-33

BAB 3: METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian	III-1
3.1.1 Alat Penelitian	III-1
3.1.1.1 Multi Tester	III-1
3.1.1.2 Solder	III-1
3.1.1.3 Perkakas Peralatan Kerja	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 Driver Motor BLDC	III-3
3.1.2.4 Gear Box Motor	III-5
3.1.2.5 Arduino UNO	III-6
3.1.2.6 Sensor Infrared	III-8
3.1.2.7 LCD (Liquid Crystal Display)	III-8
3.1.2.8 Relay Modul	III-9
3.1.3 Bahan Komponen yang digunakan	III-9
3.1.3.1 Dioda	III-9
3.1.3.2 Transformator Step Down	III-10
3.1.3.3 Kapasitor	III-10
3.1.3.4 Ic Regulatorn (IC Pengatur Tegangan)	III-11
3.1.4 Pemodelan Sistem	III-12
3.1.5 Perancangan Sistem Governor	III-13

3.1.6 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)	III-14
3.1.6.1 Skematik Relay Modul, Driver Type 300B dan Motor BLDC	III-14
3.1.6.2 Skematik Sensor Kecepatan dengan Arduino Uno	III-15
3.1.6.3 Skematik LCD Display dengan Arduino	III-15
3.1.6.4 Perancangan Power Supply	III-16
3.1.7 Pemetaan I/O Sitem Kontrol Pada Arduino	III-17
3.1.8 Perancangan Kendali Logika PID	III-18
3.1.8.1 Kontrol PID	III-18
3.1.8.2 Metode Ziegler-Nicholas	III-19
3.1.8.3 Metode Osilasi	III-20
3.1.8.4 Pengendali PID digital	III-21
3.1.8.5 Anilisa Grafik	III-21
3.1.8.6 Konstanta PID	III-23
3.1.9 Perancangan Software	III-24
3.1.9.1 Perancangan Software Arduino Uno	III-26
3.1.10 Perancangan Rangkaian Kontruksi Implementasi	III-32
3.2 Alur Penelitian	III-33
3.3 Deskripsi Sistem dan Analisis	III-34
BAB 4 : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskripsi Penelitian	IV-1
4.2 Pengumpulan Data	IV-1
4.2.1 Peralatan Yang Digunakan	IV-1
4.2.2 Pengujian (<i>Hardware</i>)	IV-2
4.2.3 Pengujian (<i>Software</i>)	IV-10
4.2.4 Pengujian Keseluruhan	IV-13
4.2.3.1 Pengambilan data Sistem (<i>Open Loop</i>)	IV-14
4.2.3.2 Pengujian Sistem (<i>Close Loop</i>)	IV-16
4.3 Perhitungan Dan Analisis	IV-19
4.3.1 Pengujian Tegangan Catu Daya	IV-19
4.3.2 Perhitungan Tegangan Pin I/O Arduino Uno	IV-19
4.3.3 Perhitungan Persentasi Kesalahan Pengujian Close Loop	IV-20

4.3.4 Perhitungan Nilai Frekuensi Analogi Turbin Pada Pengujian Close Loop	III-21
4.4 Analisa Pembahasan	IV-22
BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Deskripsi Arduino Uno	II-21
Tabel 3.1 Speksifikasi Motor BLDC	III-3
Tabel 3.2 Spesifikasi Driver Motor BLDC	III-5
Tabel 3.3 Spesifikasi Arduino Uno	III-9
Tabel 4.1. Hasil pengujian catu daya	IV-4
Tabel 4.2 Pengujian Port Arduino	IV-5
Tabel 4.3 Hasil pengukuran Input Analog Arduino	IV-5
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Relay Modul dan Driver 300B	IV-7
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor Kecepatan	IV-9
Tabel 4.6 Hasil Pengambilan Data <i>Open Loop</i>	IV-10
Tabel 4.7 Hasil pengambilan Data <i>Close Loop</i>	IV-12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses konversi energi dalam PLTA / PLTMH	II-5
Gambar 2.2 Bendungan	II-6
Gambar 2.3 <i>Inteke</i> (bangunan pengalih)	II-6
Gambar 2.4 Pintu air	II-7
Gambar 2.5 <i>Headrace</i> (saluran pembawa)	II-7
Gambar 2.6. <i>Forebay</i> (bak penenang)	II-8
Gambar 2.7. Saluran pelimpah	II-8
Gambar 2.8. <i>Power house</i> (rumah pembangkit)	II-9
Gambar 2.9. Saluran pembuang	II-9
Gambar 2.10 (a) rotor Non-salient (b) penampang rotor	II-10
Gambar 2.11 Pembangkitan tegangan 3 fasa	II-11
Gambar 2.12 Governor Speed Droop	II-14
Gambar 2.13. Governor's Isochronous	II-14
Gambar 2.14 Blok diagram sistem kendali industri	II-15
Gambar 2.15 Diagram blok sistem loop terbuka dengan menggunakan motor	II-17
Gambar 2.16 Diagram blok sistem pengendali loop tertutup dengan menggunakan motor	II-17
Gambar 2.17 Diagram blok pengendali <i>proposional</i>	II-19
Gambar 2.18 Blok diagram hubungan antara besaran kesalahan dengan pengontrolan <i>integral</i>	II-20
Gambar 2.19 Blok diagram pengontrol <i>derivative</i>	II-20
Gambar 2.20 Papan arduino uno	II-22
Gambar 2.21 Stator DC Brushless	II-27
Gambar 2.22 Rotor DC Brushless	II-27
Gambar 2.23 Magnet Neodymium	II-28
Gambar 2.24 Sistem Penggerak Motor DC Brushless	II-29
Gambar 2.25. Sensor efek Hall	II-29
Gambar 2.26 Skema Sensing Pada Motor BLDC	II-30
Gambar 2.27 Controller	II-30

Gambar 2.28 Sensor Hall Sinyal Untuk Rotasi Kanan	II-31
Gambar 2.29 Turbin Cross Flow	II-34
Gambar 2.30 Sensor Infra Red (IR)	II-35
Gambar 2.31 LDC	II-35
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	III-8
Gambar 3.5 Bentuk Fisik Sensor Infra Red	III-9
Gambar 3.6 Bentuk Fisik LCD	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 Blok Diagram Perancangan Sistem	III-15
Gambar 3.13 Model Blok Perancangan Sistem Pada Governor	III-16
Gambar 3.14 Skematik Relay Modul, Driver Type 300B dan Motor BLDC	III-17
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-20
Gambar 3.18 Pemataan I/O Sistem Kontrol pada Arduino Uno	III-21
Gambar 3.19 Blok Diagram Kontroller PID Analog	III-11
Gambar 3.20 Hubungan dalam Fungsi Waktu antar sinyal keluaran Dengan Masukan Kontroller PID	III-23
Gambar 3.21 Kurva Respon	III-24
Gambar 3.22 Sistem Loop Tertutup	III-25
Gambar 3.23 Menggambarkan Kurva Reaksi Loop Tertutup	III-25
Gambar 3.24 (A) (B) (C) Grafik Suhu dan Sudut	III-27
Gambar 3.25 Flow Chart Sistem Pengontrolar Frekuensi Generator pada Governor PLTMH	III-31

Gambar 3.26 Perancangan dan Implementasi Kontruksi Governor pada perbaikan Kinerja Governor elektrik PLTMH pada Turbin	III-38
Gambar 3.27 Flow Chart langkah-langkah Penelitian	III-39
Gambar 4.1 Pengujian Catu Daya	III-3
Gambar 4.2 Pengujian Port Arduino Uno dengan Multitester	III-4
Gambar 4.3 Pengujian Relay Modul dan Driver 300B	III-7
Gambar 4.4 Pengujian Sensor Kecepatan	III-8
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Sensor Kecepatan	III-9
Gambar 4.6 Pengujian Perangkat Lunak	III-11
Gambar 4.7 (a) (b) (c) Tampilan LCD	III-13
Gambar 4.8 Pengujian Keseluruhan	III-14
Gambar 4.9 Karakteristik Tegangan Input SV dan RPM Motor	III-16
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Frekuensi Analogi Turbin Dengan RPM Motor BLDC	III-18

INTISARI

Energi listrik memiliki peranan yang sangat penting dalam usaha meningkatkan mutu kehidupan dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Sementara itu, kampung Tanjung memiliki potensi dalam pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Turbin Crossflow menjadi pilihan yang tepat dalam perancangan PLTMH karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya, beroperasi pada debit besar dengan tinggi jatuh air rendah dan proses pembuatan yang lebih mudah dan kokoh. Sistem kontrol frekuensi pada PLTMH pada umumnya ada dua macam yaitu, *governor* (sistem pengaturan debit air) dan *Electronic Load Controller (ELC)* sistem pengaturan beban elektronik. Kekurangan sistem kontrol PLTMH dengan ELC yang mana generator selalu dioperasikan dengan keadaan beban penuh, sehingga energi yang terbuang menggunakan ELC melalui sistem beban komplemen pada ELC. Pengaturan frekuensi menggunakan *governor* untuk mengatur air yang masuk ke turbin melalui pintu air. Untuk melakukan fungsinya tersebut, sensor pada sistem *governor* mengukur frekuensi yang dihasilkan generator dengan cara mengkonversikan frekuensi generator yang dibangkit menjadi tegangan DC yang linear terhadap frekuensi atau disebut konversi *F to V*. System pengontrolan frekuensi menggunakan sistem kontrol loop tertutup, yang mana frekuensi akan dikontrol menggunakan sistem kontrol PID berbasis arduino uno. Sensor frekuensi adalah yang mengkonversikan frekuensi ke tegangan sebagai input untuk eksekusi ke aktuator/governor melalui arduino bila frekuensi turun atau naik untuk menutup dan membuka pintu air pada turbin generator.

Kata Kunci: *PLTMH, BLDC, Governor, Turbin Crossflow, Governor, Arduino Uno, Frekuensi, PID.*

ABSTRACT

Electrical energy has a very important role in efforts to improve the quality of life and economic growth in Indonesia. Meanwhile, Tanjung village has potential in the development of Micro Hydro Power Plants (MHP). Crossflow turbine is the right choice in PLTMH design because it has several advantages including, it operates at large discharge with high low water fall and easier and more robust manufacturing process. Frequency control systems in PLTMH generally have two types, namely, governor (water discharge regulation system) and Electronic Load Controller (ELC) electronic load control system. The lack of a PLTMH control system with ELC where generators are always operated in full load conditions, so that energy is wasted using ELC through the complement load system on the ELC. Frequency settings use a governor to regulate the water entering the turbine through a sluice gate. To perform this function, the sensor in the governor system measures the frequency generated by the generator by converting the frequency of the generator generated to a DC voltage that is linear to frequency or called F to V conversion. The frequency control system uses a closed loop control system, where the frequency will be controlled using Arduino Uno based PID control system. Frequency sensors are those that convert frequency to voltage as input for execution to the actuator / governor via Arduino when the frequency goes down or rises to close and open the floodgates on the generator turbine.

Keywords: *PLTMH, BLDC, Governor, Turbin Crossflow, Governor, Arduino Uno, Frekuensi, PID.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan suatu energi alternatif yang memanfaatkan sumber energi air. Energi listrik memiliki peranan sangat penting dalam usaha meningkatkan mutu kehidupan dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Keterbatasan penyediaan energi listrik merupakan salah satu hambatan dalam pembangunan dan pengembangan masyarakat khususnya di daerah pedesaan. Umumnya daerah pedesaan terpencil yang terletak pada daerah mempunyai potensi energi air yang besar. ^[1]

Generator PLMTH yang berkapasitas puluhan kilo Watt memerlukan peralatan tambahan agar generatonya membangkitkan tegangan sesuai dengan ketentuan yang baku, yaitu tegangan 220 V (fasa ke netral dengan variasi perubahan $220 + 5\%$), ($220-10\%$) dan frekuensi 50 Hz (dengan variasi antara 49,5-50.5 Hz). Untuk kontrol tegangan pada generator, biasanya digunakan AVR (pengaturan tegangan otomatis) pada PLTMH. ^[2]

Pengaturan frekuensi generator PLTMH rata-rata di indonesia maupun didunia menggunakan pengaturan kontrol ELC (pengatur beban elektronik) dengan beban dummy load (beban resistif berupa heater), alat ini mengendalikan frekuensi generator dengan jalan mengatur beban. Pada PLTMH dengan kontrol frekuensi ELC, generator selalu beroperasi dalam kondisi beban penuh. Oleh sebab itu dari segi penghematan energi alat ini tidak efisien karena ada beban yang dibuang percuma ke dummy load dan debit air akan cepat berkurang atau terbuang. Disamping itu penggunaan ELC tidak efektif dimana ELC menggunakan komponen elektronik,dan juga untuk PLTMH yang lebih besar kapasitas 100 Kilo juga perlu dikaji mengingat harga komponen pendukungnya seperti SCR (Silicon Control Rectifier) dan sejenisnya harganya tidak murah untuk kapasitas daya yang besar. ^[3]

Pada PLTMH yang menggunakan governor sebagai kontrol frekuensi (kecepatan putaran generator) maka perubahan frekuensi diantisipasi dengan perubahan-perubahan debit air yang masuk ke turbin, yaitu jika frekuensi turun

maka debit air diperbesar, dan sebaliknya. Buka katup (Inlet Valve) pada sistem kontrol governor dilakukan dengan sistem motor dimana Sistem buka tutup pintu air.^[4]

Dengan begitu pesatnya perkembangan teknologi maka terobosan baru untuk mencoba untuk merancang alat pengontrolan sistem frekuensi generator pada PLTMH. Pada penelitian ini akan dianalisa suatu model baru pengontrol frekuensi generator PLTMH dengan menggunakan governor sederhana. Sebuah motor BLDC digunakan untuk mengatur bukaan katup turbin (inlet valve), dan pergerakan motor tersebut diatur oleh sebuah sistem kontrol. Sistem kontrol yang digunakan sistem kontrol loop tertutup, berbasis algoritma PID, sensor frekuensi yang digunakan adalah sensor yang mengkonversikan Frekuensi tagangan yang biasa disebut f to V menggunakan infared.^[5]

Selain itu, perancangan sistem pengendalian posisi berpengerak Motor BLDC. Salah satu jenis pengendalian kecepatan Motor BLDC adalah menggunakan kendali Proportional - Integral - Derivative (PID) Penggunaan tersebut karena struktur sederhana yang dapat dengan mudah dipahami dan dilaksanakan. Hasil parameter kontroler PID diperoleh nilai K_p , K_i , dan K_d .^[6]

Sementara itu, memiliki potensi dalam pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dari air terjun dengan debit air dan tinggi jatuh air . Turbin Crossflow menjadi pilihan yang tepat dalam perancangan PLTMH karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya, beroperasi pada debit besar dengan tinggi jatuh air rendah. Analisis perancangan menunjukkan bahwa dengan debit air dan tinggi jatuh air , diameter pipa, diameter runner , dan panjang pipa dapat menghasilkan daya turbin Crossflow dengan efisiensi turbin crossflow 70 %, efisiensi transmisi 97 %, efisiensi generator 90,3 % dan total lossesnya 0,63 m. ^[7]

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya dapat dirumuskan yaitu; Bagaimana merancang sistem pengontrolan frekuensi PLTMH menggunakan Governor untuk Turbin Cross Flow.

1.3. Batasan Masalah

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

1. Sebagai penggerak adalah motor BLDC.
2. Komponen pengaturan yang digunakan Arduino Uno
3. Algoritma kontrol yang digunakan PID controller
4. Penelitian hanya dilakukan dengan putaran turbin disimulasikan dengan kipas Fan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan pelaksanaan penelitian adalah terciptanya alat sistem pengontrolan frekuensi PLTMH dengan Governor untuk Turbin Cross Flow berbasis PID.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penulisan penelitian ini :

1. Tegangan yang dihasilkan pada Generator PLTMH stabil.
2. Energi air bisa hemat sesuai dengan kebutuhan daya pada konsumen.
3. Mempermudah pengoperasian dan pengontrolan frekuensi.

1.6. Sistematika Penulisan

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

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan tentang tinjauan penelitian, landasan teori, dan hipotesis.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang alat dan bahan penelitian, alur penelitian, dan deskripsi sistem dan analisis.

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang deskripsi penelitian, pengumpulan data, perhitungan dan analisis, pembahasan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN