

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI GOVERNOR PADA
SISTEM PENGONTROLAN FREKUENSI PLTMH BERBASIS PLC
*SMART ZELIO RELAY LOGIC***

SKRIPSI

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

Oleh :

DEKI ANDRA WIJAYA
1210017111009



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2016**

LEMBARAN PENGESAHAN

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI GOVERNOR PADA SISTEM
PENGONTROLAN FREKUENSI PLTMH BERBASIS PLC *SMART ZELIO*
*RELAY LOGIC***

SKRIPSI

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

Oleh

Deki Andra Wijaya
NPM : 1210017111009

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Hidayat, S.T, M.T
NIK : 960 700 420

Ir. Arnita, M.T
NIP : 1962 2411 199203 2002

Disahkan Oleh :

**Fakultas Teknologi Industri
Dekan,**

**Jurusan Teknik Elektro
Ketua,**

Ir. Drs. Mulyanef, M.Sc
NIP : 19590208 198701 1001

Ir. Arnita, M.T
NIP : 19621124 199203 2002

LEMBARAN PENGESAHAN

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI GOVERNOR PADA SISTEM
PENGONTROLAN FREKUENSI PLTMH BERBASIS PLC SMART ZELIO
RELAY LOGIC

SKRIPSI

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

Oleh

Deki Andra Wijaya
1210017111009

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Hidayat, S.T, M.T
NIP :

Ir. Arnita, M.T
NIP : 19621124 199203 2 002

Disahkan Oleh :

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,

Perpustakaan
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta

Ir. Arnita, M.T
NIP : 19621124 199203 2002

(.....)



Dengan menyebut nama allah yang maha pengasih lagi maha penyayang...

أَقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ۝ خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ۝ أَلَمْ يَكُنْ أَكْرَمَ ۝ الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ۝ عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ۝

Artinya :

“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang Menciptakan (1), Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah (2). Bacalah, dan Tuhanmulah yang Maha Pemurah (3), Yang mengajar (manusia) dengan perantaran kalam (4), Dia mengajar kepada manusia apa yang tidak diketahuinya (5)”. al-Qur’an surat al-‘Alaq ayat 1-5.

Ya allah Begitu banyak cobaan dan ujian yang engkau berikan, halangan demi halangan untuk menggapai gelar sarjana ini namun tidak hamba sesali ya allah..., hamba selalu tegar dan ikhlas menjalani cobaan yang engkau berikan. Hamba menyadari ujian yang engkau berikan merupakan pelajaran dan pukulan hati untuk menjadi seorang Sarjana Teknik sebagai bekal untuk menempuh kehidupan didunia dan maupun di akhirat.

Terima kasih ya allah engkau telah mengizinkan dan menjadikan hamba seorang sarjana semoga ilmu yang hamba dapat bisa bermanfaat untuk orang banyak dan berguna bagi bangsa dan negara,... aamiin ya allah.

Semoga engkau selalu membimbing hambamu ke jalanmu ya allah ...

Dan semoga hamba-Mu ini tergolong kepada orang-orang yang istiqomah dan khusnul khathimah. Aamiin....

Allhamdulillah Ya Allah....

By. Deki Andra Wijaya, S.T.

Ku persembahkan untuk Ayah dan Ibundaku...

*Segala puji hanyalah milik Allah SWT Atas rahmat dan karunianya lah yang telah mewujudkan separuh harapan dari orang tuaku
Suatu Persembahan karya terbesarku saat ini
Teristimewa untuk Ayahndaku tercinta (Khairuzzaman)
Dan ibundaku tercinta (Marniswita)
Yang telah menjalankan amanah dari Allah SWT sebagai orang tuaku
Sejak dari buaian hingga dewasa yang selalu membimbing, memberikan arahan dengan segenap cinta dan kasih sayangnya hingga tak terasa lelah yang engkau jalani*

Ayah,... ibu begitu besar perjuanganmu begitu banyak pengorbananmu , berjuta rintangan yang engkau lalui engkau korbankan waktumu serta banting tulang demi kebahagiaan anakmu dan cita-citanya, terima kasih ayah dan ibu engkau malaikat yang selalu ada disampingku ketika aku dalam keadaan, sakit, sedih dan menjalani segala ujian yang diberikan yang maha kuasa engkau selalu memotifasi ku demi untuk keluar dari rintangan yang diberikan....

Ini kulakukan dan kupertanggung jawabkan atas amanah ayahnda dan ibunda titipkan untuk menyelesaikan study ananda di perantauan untuk menimba ilmu dan menjadi seorang sarjana, terkadang ananda teringat ayah dan bunda yang slalu berjuang dan banting tulang untuk manafkahi ananda selama study ananda, ananda meminta maaf telah menyusahkan ayah dan bunda.

Ayah... bunda ... meskipun kita tak punya apa-apa ananda persembahkan sebuah karya ananda selama menimba ilmu diperantauan hasil penelitian dan buku karya ananda yang menuntun ananda menjadi seorang Sarjana Teknik (ST) . Ayah dan bunda ini kebahagiaan ayah dan bunda sepasang anakku telah menjadi seorang sarjana akan menjadi buah bibir walaupun ini semua hasil jerit payahmu hasil dari menuai hasil penen kita.

*Terima kasih Ayah... Bunda, semoga tuhan membirikan kita semua kekuatan, kesehatan serta nikmat untuk menjalani kehidupan dunia dan akhirat.
Semoga kita semua dalam lindungannya Aamiin.....*

By. Deki Andra Wijaya, S.T.

Thanks To Buat Pembimbing

Dr. Hidayat, S.T., M.T. terima kasih bapak sudah mau menjadi pembimbing I ananda, ananda banyak belajar dari bapak tentang bagaimana membuat skripsi dan alat bapak sudah meluangkan waktu mengajarkan dan membimbing serta menasehati ananda sehingga ananda menjalani semua tantangan dan ujian yang diberikan. bapak pernah bilang selagi kita ingin ditantang dan mau melawati tantangan dan ujian yang lebih berat itu maka akhirnya semua itu akan berbuah hasil yang memuaskan, dan ini lah ananda rasakan pada saat ini. Semoga ananda bisa mengamalkan semua ilmu yang telah bapak berikan kepada ananda.

Ir. Arnita, M.T. , terimakasih buk sudah menjadi pembimbing II ananda. Dari ibuk ananda telah belajar bagaimana menghadapi tantangan dan selalu berusaha untuk tetap semangat. Dan terimakasih juga curahan ilmu yang telah ibuk berikan.

Ilmu yang bapak dan ibuk berikan sangat berarti bagi ananda, semoga ilmu yang telah bapak dan ibuk berikan dapat bermanfaat bagi ananda.

Thanks to Buat Dosen Beserta staf jurusan Teknik Elektro

Ir. Arnita, M.T. (Ketua jurusan), Mirzazoni, S.T., M.T. (Sekretaris jurusan), Beserta Staf dan Dosen Ir. Yani ridal.MT , Ir. Eddy soesilo, M.eng. Ir. Ija Darmana, MT , Ir. NH. Kresna MT. , Ir. Arzul, MT, Ir. Cahayahati, MT. “ saya ucapkan terima kasih yang besar-besarnya atas ilmu dan bimbingannya yang diberikan kepada ananda selama ini. Semoga ilmu yang telah diberikan nantinya bisa ananda pergunakan sebaik mungkin.

Thanks To Buat Adikku Tercinta

Buat adikku Lesi Trisnawati, Amd (Chy), abangmu ini sekarang sudah punya gelar Sarjana Teknik , makasih ya chy telah memberikan dukungan dalam bentuk doa dan semangat. Meskipun abangmu ini sering menyusahkan mu sering menjahilimu kadang hingga kita bertengkar, namun doa dan dukungannya sangat berguna buat abang dalam menyelesaikan study ini. Oya bg minta maaf kadang kadang tidak bisa mengabdikan apa yang chy minta dan kondisi bg sedang kuliah sekarang bg udah selesai doain juga bg biar sukses ya, aamiin...

By. Deki Andra Wijaya, S.T.

Thanks To My Family

Untuk datungku (tanangauh) dan Bapak terima kasih telah membantu dan mensupport ananda sehingga ananda berhasil mencapai gelar sarjana, untuk kak (fit) dan abang (dodi) terima kasih telah membirikan dukungannya, terima kasih buat mamauk andauk yang telah banyak memberikan saran dan motivasi, buat mbank terima kasih telah membantu, bg In thks ya kakando dak terasa 4 tahun adekmu gag kalah darimu menjadi seorang sarjana, dan terima kasih untuk keluarga besarku di air sesat yang tidak disebut namanya...

Buat nenekku (na) selalu ketika ananda mau pergi berangkat kuliah didepan rumah selalu meneteskan air mata mengkhawatirkan ananda dan mensupport ananda, Buat mamauk (Noverman) yang selalu suka lagu Dj bas the bas tre bass hehe, terima kasih juga telah ngrimin pulsa ya dan mendukung ananda, Mamek (Rahmat Isran, S.Pd) juga gag mau kalah menjadi sarjana makasih dukungannya maemek panggilan untuk paman kecil.hehe. Buat semua mamauk semuanya dan Semuaaaa keluarga besar ku yang tidak tersebut namanya satu persatu ananda mengucapkan terima kasih banyak telah membantu dan mensupport ananda baik berupa bantuan Moril dan Materiil..

Untuk mendiang kedua kakekku (abdu salam.Alm, Arbain.Alm) dan nenekku (Darimah) . Kedua orang tuaku telah berhasil dan melepaskan tanggung jawabnya mengkuliahkan anaknya menjadi seorang Sarjana Teknik ananda bangga kepada mereka yang telah banyak berkorban dan banting tulang untuk mengkuliahkan anaknya terima kasih kakek dan nenek engkau telah mengajari anakmu untuk memegang teguh sebagai tanggung jawab sebagai orang tua dan mengajari kehidupan yang penuh usaha dengan keringat untuk bertahan dan membahagiakan anaknya tanpa kakek dan nenek tak mungkin rasanya ananda mendapatk an orangtua seperti ini. Semoga kakek dan nenek diampuni dan diterima disisinya...

Aamiin Ya allah...

Thanks To My Love

Buat kekasihku tercinta Aini Emelda, S.Pd . Makasih ya sayank kamu memang kekasih terhebatku kamu sabar menemaniku gag terasa seiring berjalannya waktu study bg dan bersamaan kita menjalani hubungan ini bg udah mendapatkan Gelar Sarjana Teknik, Terima kasih kamu telah mensupport bg memberikan keceriaan dan membantu semua ketika bg mengalami masalah dan sering kita bertengkar masalah hal yang gag masuk akal tapi bg selalu pengen kamu sayank untuk mejadi orang terbaik dalam kehidupanku yang selalu

By. Deki Andra Wijaya, S.T.

mendampingi ku dan insya allah bersama sama kita menjalani dan belajar memahami lika lika kehidupan ini untuk menuju dunia akhirat yang kekal dan abadi bersama cinta kita berdua...Thks ya Sayank I Miss U... :*

Thanks To Buat Teman-Teman Seperjuangan angkatan TE 12 Ω

Buat mandan Wak ko ha... MHD.Qhossim. ST kini ko samo jo wak, Ha haa kan berhasil wak ko ndan Menciptakan Sebuah karya dan ndak disangka wak samo samo manjalannya dan mandapek gelar ST. Banyak perjuangan dan kenangan wak baduo ndan orang sibuk ka madaftar sehari la kasidang wak masih juo bimbingan ha paneek wak tapi wak salut kito baduo dan optimis kecek pembimbing wak ko harus extrim stek di implementasi tampek pak jhon, banyak bana kenangan situ makan samo2 sabungkuh ondeh minyak oto habih....halahhh Berek perjuangan wak ndan. Listrik manyambuang di rumah (alat) wak tamatian tuh lah resiko manyambuang listrik di tampek urang haha sedang mamprogram lampu dimatikan urang sabalah haha ndak ba a do ndan wak kan satu tim.....huft allhamdulillah akhirnya samo wak wisuda jang lupu kenangan ko ndan bisuak lah kalau lah basbo Cabin (calon bini) jang salingkuh jo lai di kabek di hati tu bia sampai ka palaminan hhhhaa jang lupu undang dih...hahaha

Hidayat tulloh, ST. Mandan wak juo... pertanyaan yang selalu ingin tau dan yang salalu mandiri dan gigih mejalani kehidupan. Dan tu nyo ndan kan lai kini lah hebat mamprogram arduino emang fuzzy tu mang barek ndan .hehehe

Harfan Cirani Souputan, ST lo kini haha ndeh ko barek masalahnya pan jang buek BOM lai di bawah janjang tu takjuik panguji di ateh sampe2 pak kres ka macas Hp dak jadi sampai 3 trafo hangkuh alat Fan.haha

Genta Putri Lesa.ST judul TA kebakaran ondeh.... Berek masalah sampai 3 komponen yang tabaka arduino,GSM, Sensor Suhu, tapi salah nyo nyo mangih surang di prakompre di uji jo kawan kwannya.haha

Falen suryadinata,ST. Hah penelitiannya manghitung luas penampang kabel dan lainnya dan acoK kehilangan pembimbingnya semangaiK anjang.

Bang Toy Arif Rahmanda,ST. Hah senang berbisnis dengan anda.... Ooo tunggu lu bg toy ko 06 ko nyliP di judul ateh. Bia lah wak bg toy di nobatkan masuak angkatan 12 ko. Tampa gaeK ko dak terasa gag ada lo gag rame, yang penuh dengan godaan Balap, masih lamo lai waktu. TA tu.....

By. Deki Andra Wijaya, S.T.

Ko kawan seperjuangan buek alat yang di ateh ko, dak taraso 1 bulan labiah wak lalok maikan di ruangan labor sistem kendali, jadi haaah bilo wak balap underground ayia cari lawan ko ha...haha

Buek ikhsan, andri, illham, junaidi dak teraso perjuangan penelitian wak di solok selatan sampai tibo di gunung kerinci akhirnya wak samo2 ST.

Buek hamid yang suko nonton wiro sablen galaknyo bisa maniru galak wiro sablen hahahhihi, kajaan proposal lai mid, Ridho kor Ass LSK thks telah meminjam labornya. Alqaldarman (dadan) jang ikui organisasi lai dan ka jaan lah Skripsi tu, (noven, alkindi, arif rahman) samangat y kawan penelitiannyo Target Pebruari .

Dan (ali, ambo Rianto) kajaan lai proposal tu bwok kawan surang nakan wak tu si arsindo suruah nyo kajaan kuliah jo skripsi nyo beko manyasa dan jo umua ha...

Dan seluruh kawan2 seperjuangan dan seangkatan yang tidak disebutkan namanya dan thks untuk semua semoga kita sukses di masa depan kita masing2.

Buat Senior dan Junior

Angkatan 06,07,08,09,010,011. Tetap optimis dan semoga lancar dalam semua urusannya, dan senior yang tidak tasabui namonyo makasih banyak atas keikutsertaan abang-abang dalam keseharian.

Angkatan 013,014,015, dan Junior yang baru bergabung di teknik elektro semangat dalam menjalankan kuliah lebih giat lagi dan berkumpulah dengan senior kalian, bertanya lah jika kalian tidak tahu ikuti semua prosedur yan ada dan kejarlah mimpi kalian dan gali lah ilmu sedalam dalamnya kejarlah ilmu yang diberikah oleh dosen maupun asisten labor kalian....

By. Deki Andra Wijaya, S.T.

KATA PENGANTAR



Atas berkat rahmat Allah yang maha kuasa yang telah memberikan hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis memperoleh kemudahan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI GOVERNOR PADA SISTEM PENGONTROLAN FREKUENSI PLTMH BERBASIS PLC SMART ZELIO RELAY LOGIC”**. 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, yang disusun berdasarkan penelitian pada kerja pada sistem pengontrolan frekuensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) menggunakan sistem Governor.

Dalam penyusunan laporan 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)
- ❖ **Ir. Arnita, M.T** (Pembimbing II)

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

1. Allah SWT, atas karunia dan hidayah akal serta pikiran dan atas segala kemudahan-Nya.
2. 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.
3. Bapak Ir. Drs. Mulyanef, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
4. Ibuk Ir. Arnita, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.

5. Bapak Mirzazoni, S.T, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
6. Bapak Ir.Ija Darmana, M.T. Selaku penasehat akademik
7. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, atas segala masukan, pengarahan dan pengajaran selama perkuliahan berlangsung.
8. Teman – teman Teknik Elektro 12 yang telah memberikan semangat dan dorongan selama ini, serta senior yang telah memberikan masukan dan bantuannya.
9. Serta untuk orang yang spesial disana, Aini Emelda, S.Pd, yang selalu memberikan motivasi dan dukungan dalam melakukan penelitian dan penulisan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu demi satu yang telah memberi dorongan dan bantuan hingga selesainya penulis skripsi ini.

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, Juni 2016

Penulis

INTISARI

Pengaturan frekuensi merupakan hal yang sangat vital bagi sebuah PLTMH, karena frekuensi berpengaruh pada beban konsumen yang menyebabkan peralatan listrik konsumen rusak terjadi karena naik atau turunnya frekuensi pada generator. 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 sensor konversi *F to V*. System pengontrolan frekuensi menggunakan sistem kontrol loop tertutup, yang mana frekuensi akan dikontrol menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) *Smart Zelio Relay Logic*. Sensor frekuensi digunakan adalah *lm2917 n14* yang mengkonversikan frekuensi ke tegangan sebagai input untuk eksekusi ke *aktuator/governor* melalui PLC bila frekuensi turun atau naik untuk menutup dan membuka pintu air pada turbin generator.

Kata Kunci : Governor, PLC Smart Zelio Relay, Frekuensi,lm2917n14.

ABSTRACT

Setting the frequency is very vital for a MHP(Micro Hydro Power), because the frequency of the effect on the consumer loads that cause consumer electrical appliances damaged occurred because the rise or decline in frequency at the generator. Frequency control system on MHP(Micro Hydro Power) in general there are two kinds of IE, governor (water discharge system settings) and Electronic Load Controller (ELC) systems electronic load settings. MHP(Micro Hydro Power) control systems with deficient ELC which generator is always operated with full load condition, so that energy is wasted using ELC through the system load of the complement in the ELC. Setting the frequency of using the governor to set up the water that goes into the turbine through the water. To perform its function, the sensor on the system that generated the governor measure the frequency generator with a way to convert a frequency generator that was being a linear DC voltage against frequency or called sensor conversion F to V frequency control System. using closed loop control system, which is the frequency will be controlled using a PLC (Programmable Logic Controller) Smart Relays Zelio Logic. The sensor used is the frequency of the n14 lm2917 convert frequency to voltage as input for execution to the actuator/governor through the PLC when the frequency goes down or climb to close and open the floodgates on a turbine generator.

Keywords: Governor, PLC Zelio Smart Relay, frequency, lm2917n14.

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR NOTASI	viii

BAB I. PENDAHULUAN

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

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Penelitian / <i>State Of The Art Review</i>	II-1
2.2. Landasan Teori.....	II-5
2.2.1. Prinsip Kerja PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohydro)	II-6
2.2.2. Bagian - Bagian Unit Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)	II-8
2.2.3. Pengontrolan Frekuensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohydro)	II-17
2.2.4. Governor	II-18
2.2.5. Motor Induksi.....	II-20
2.2.4.1. Pengenalan Motor Induksi	II-20
2.2.4.2. Konstruksi Motor Induksi.....	II-21

2.2.4.3. Prinsip Kerja Motor Induksi	II-24
2.2.6. Generator Sinkron	II-25
2.2.5.1. Konstruksi Generator Sinkron	II-26
2.2.5.2. Prinsip Kerja Generator Sinkron.....	II-27
2.2.5.3. Kecepatan Putar Generator Sinkron	II-28
2.2.7. Keterkaitan Fluktuasi Beban Terhadap Perubahan Frekuensi	II-29
2.2.8. Hubungan Putaran dengan tegangan.....	II-31
2.2.9. Teori PLC (Programmable Logic Controller).....	II-32
2.2.9.1. Komponen Utama PLC (Programmable Logic Controller).....	II-34
2.2.9.2. Fungsi PLC (Programmable Logic Controller) .	II-36
2.2.9.3. Fungsi Unit Input dan Output Pada PLC	II-37
2.2.9.4. Dasar Pemrograman PLC	II-38
2.2.9.4.1 Ladder Diagram/Diagram Tangga	II-39
2.2.10. Teori Konversi Frekuensi ke Tegangan.....	II-42
2.2.11. Teori Sistem On/Off Controller.....	II-47
2.3. Hipotesis	II-54

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 (Obeng + dan -, tang potong, tang kombinasi, tespen)	III-1
3.1.1.4. Osiloscope	III-2
3.1.1.5. Frekuensi Generator	III-2
3.1.2. Bahan Penelitian	III-3
3.1.2.1. Governor.....	III-3
3.1.2.2. Motor Induksi	III-4

3.1.2.3. PLC (Programable Logic Controller) Smart zelio 12 I/O ...	III-4
3.1.2.4. Bahan Komponen Yang digunakan	III-5
3.1.2.5. Frekuensi Meter	III-9
3.1.2.6. Pilot lamp.....	III-9
3.1.2.7. Switch Auto dan Manual	III-10
3.1.2.8. Push Button NC-NO dan Emergency.....	III-11
3.1.2.9. Solid State Relay (SSR).....	III-11
3.1.3. Sofware Pendukung	III-12
3.1.3.1. PLC Zelio Smart Relay 2.....	III-12
3.1.3.2. Proteus Design Suite Version 8.0	III-13
3.1.3.3. Diptrace (PCB Lay Out).....	III-14
3.1.4. Konsep Perancangan Hardware Dan Software.....	III-14
3.1.4.1. Perancangan Hardware	III-15
3.1.4.2.1. Perancangan Sistem Governor.....	III-15
3.1.4.2.2. Perancangan Power Supply	III-17
3.1.4.2.3. Perancangan Sensor Frekuensi	III-18
3.1.4.2.4. Perancangan Pengkondisi Sinyal	III-19
3.1.4.2.5. Perancangan Perancangan Driver Motor	III-21
3.1.4.2. Rancangan Software	III-22
3.1.4.2.1. Perancangan Konfigurasi PLC Input dan Output	III-23
3.1.4.2.2. Perancangan Softwaere PLC Zelio	III-24
3.1.4.3.Rancangan Konstruksi Implementasi	III-34
3.2. Langkah-Langkah Penelitian	III-35
3.3. Deskripsi Sistem Dan Analisis.....	37

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi penelitian.....	IV-1
4.2 Pengumpulan Data	IV-1
4.2.1 Pengujian perangkat keras (Hardware).....	IV-1
4.2.2. Pengujian Perangkat Lunak (Sofwaere)	IV-20

4.2.3. Pengujian Keseluruhan	IV-21
4.3. Perhitungan dan Analisis.....	IV-23
4.3.1. Perhitungan Tegangan I/O Catu Daya.....	IV-24
4.3.2. Perhitungan Tegangan I/O PLC Smart Zelio Rellay Logic.....	IV-24
4.3.3. Perhitungan Pully pada Governor Turbin.....	IV-26
4.3.4. Tabel Hasil Keseluruhan hasil Pengujian Sistem	IV-27
4.3. Pembahasan.....	IV-29

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	V-1
5.2. Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LAMPIRAN A.

LAMPIRAN B.

LAMPIRAN C.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses konversi energi dalam PLTA / PLTMH	II-7
Gambar 2.2 Bendungan	II-8
Gambar 2.3 Intake	II-8
Gambar 2.4 Pintu Air	II-9
Gambar 2.5 Saluran Pembawa (Head Race)	II-9
Gambar 2.6 Bak Penenang (Forebay)	II-10
Gambar 2.7 Saluran Pelimpah	II-10
Gambar 2.8 Power House	II-11
Gambar 2.9 Saluran Pembuangan	II-11
Gambar 2.10 Pipa Pesat (Penstock)	II-13
Gambar 2.11 Inlet adapter	II-13
Gambar 2.12 Turbin Cross Flow	II-14
Gambar 2.13 Body turbin	II-14
Gambar 2.14 Runner turbin	II-15
Gambar 2.15 inlet Guide Vane	II-15
Gambar 2.16 Pulley (Puli)	II-16
Gambar 2.17 V Belt	II-16
Gambar 2.18 Base Frame	II-17
Gambar 2.19 Governor Speed Droop	II-19
Gambar 2.20 Governor's Isochronous	II-20
Gambar 2.21 a. Bentuk fisik Motor Induksi, b. Konstruksi Motor Induksi (<i>geyosoft,2013</i>)	II-21
Gambar 2.22 Bentuk konstruksi dari motor induksi (<i>geyosoft,2013</i>)	II-21
Gambar 2.23 Konstruksi rotor sangkar motor induksi (<i>geyosoft,2013</i>)	II-21
Gambar 2.24 Gambaran sederhana bentuk alur / slot pada motor induksi (<i>electro-creations.blogspot,2014</i>)	II-23

Gambar 2.25 Gambaran sederhana motor induksi dengan satu kumparan stator dan satu kumparan rotor (<i>electro-creations.blogspot,2014</i>)	II-24
Gambar 2.26 (a) rotor Non-salient (rotor silinder), (b) penampang rotor (<i>electro-creations.blogspot,2014</i>)	II-27
Gambar 2.27 Pembangkitan tegangan 3 fasa (<i>perpustakaan universitas pendidikan indonesia,2010</i>)	II-28
Gambar 2.28 Blok diagram PLC	II-34
Gambar 2.29 Blok Diagram CPU pada PLC	II-35
Gambar 2.30 Inside PLC (<i>slideplayer.info</i>)	II-35
Gambar 2.31 Koneksi fisik PLC	II-37
Gambar 2.32 Contoh unit input PLC	II-37
Gambar 2.33 Contoh Unit Output PLC	II-38
Gambar 2.34 Simbol <i>LOAD</i> dan <i>LOAD NOT</i>	II-39
Gambar 2.35 Simbol <i>AND</i> dan <i>AND NOT</i>	II-39
Gambar 2.36 <i>Or</i> dan <i>Or Not</i>	II-39
Gambar 2.37 Simbol <i>Normally Open</i> dan <i>Normally Close</i>	II-40
Gambar 2.38 Simbol <i>END</i>	II-40
Gambar 2.39 Simbol <i>OUT</i> dan <i>OUT NOT</i>	II-40
Gambar 2.40 Simbol <i>DIFU</i> dan <i>DIFD</i>	II-41
Gambar 2.41 TIMER	II-42
Gambar 2.42 Skhema kaarkteristik Semiconductor LM2907 / LM2917 <i>www.ti.Texasinstrument.com</i>	II-43
Gambar 2.43 Skhema karakteristik Semiconductor LM2907 / LM2917 14 pin <i>www.ti.Texasinstrument.com</i>	II-43
Gambar 2.44 Output response of a zero-crossing detector (<i>Kunal Verma,Michigan State University,2010</i>)	II-43
Gambar 2.45 Voltage response of the timing capacitor C1 (<i>Kunal Verma,Michigan State University,2010</i>)	II-44
Gambar 2.46 Respon output dari pompa muatan	II-44
Gambar 2.47 Rangkaian Converter frekuensi to Voltage	II-46

Gambar 2.48 Aksi Kendali On – Off	II-54
Gambar 3.1 Motor Induksi 1 phasa (<i>MargionoAbdi,2015</i>)	III-4
Gambar 3.2 Gambar PLC (Programable Logic Controller) Smart zelio (<i>SchneiderElectric.co.id,2016</i>)	III-4
Gambar 3.3 bentuk Fisik LM2907 n14 (<i>Bukalapak.com.2016</i>)	III-6
Gambar 3.4 dioda 1N4007(<i>info@m0sha.com,2015</i>)	III-6
Gambar 3.5 Resistor (<i>info@m0sha.com,2016</i>)	III-7
Gambar 3.6 Trafo Step Down (<i>salinsalim.wordpress.com,2016</i>)	III-7
Gambar 3.7 Macam-macam kapasitor (<i>whgufran.wordpress.com,2016</i>)	III-8
Gambar 3.8 Bentuk Fisik LED (Light Emitting Diode) (<i>teknikelektronika.com,2016</i>)	III-8
Gambar 3.9 IC Regulator (<i>id.wikipedia.org,2016</i>)	III-9
Gambar 3.10 Frekuensimeter (<i>www.brighthubengineering.com,2015</i>)	III-10
Gambar 3.11 Pilot lamp (<i>gudangsampah.com,2012</i>)	III-10
Gambar 3.12 Switch Auto dan Manual (<i>listrik-praktis.blogspot.com,2015</i>)	III-11
Gambar 3.13 (a).Push Button NC-NO (<i>alfa-img.com</i>),(b).Emergency (<i>www.pangaos.com,2015</i>)	III-12
Gambar 3.14 Schematik Solid State Rellay (<i>zoniaelektro.net,2014</i>)	III-12
Gambar 3.15 Bentuk Fisik Solid State Rellay (<i>zoniaelektro.net,2014</i>)	III-13
Gambar 3.16 Software Zelio Soft 2	III-13
Gambar 3.17 Tampilan Proteus Design suite Version 8.0. Running	III-14
Gambar 3.18 Tampilan Diptrace (PCB Lay Out) Version 2.4.0.2 Running	III-14
Gambar 3.19 Model blok diagram perancangan governor sistem pengontrolan frekuensi pada PLTMH	III-15
Gambar 3.20. Wiring Sistem kontrol frekuensi PLTMH	III-16
Gambar 3.21 a). Blok Perancangan hardware b). Hardware Peletakan komponenen	III-17
Gambar 3.22 Rangkaian Power Supply 5VDC, 12VDC dan 24VDC	III-18
Gambar 3.23 Rangkaian sensor frekuensi ke tegangan	III-19
Gambar 3.24 Rangkaian IC LM 324	III-20

Gambar 3.25 Rangkaian Pengkondisi Sinyal Menggunakan IC LM324	III-20
III-19	
Gambar 3.26 Rangkaian Driver Motor Induksi	III-21
Gambar 3.27. Flowchart sistem Pengontrolan frekuensi generator pada governor PLTMH	III-22
Gambar 3.28 Konfigurasi Input dan Output PLC yang digunakan	III-23
Gambar 3.29. Perancangan Software PWM Motor dengan mengatur Timer PLC Zelio Smart Relay Logic soft two	III-27
Gambar 3.30 Perancangan Ladder Diagram	III-33
Gambar 3.31. Rancangan konstruksi sistem pengontrolan frekuensi PLTMH berbasis PLC Smart Zelio Relay Logic	III-31
Gambar 3.32. Perancangan dan Implementasi konstruksi governor pada sistem pengontrolan frekuensi PLTMH pada turbin Propeler	III-35
Gambar 4.1 rangkaian Schematic Pengujian Power Suplly	IV-1
Gambar 4.2 Pengujian Catu Daya.	IV-1
Gambar 4.3 Pengujian Input Catu Daya PLC Smart Zelio Relay dengan Multitester.	IV-4
Gambar 4.4 Pengujian Input Digital PLC Smart Zelio Relay dengan Multitester.	IV-4
Gambar 4.5 Pengujian Input analog PLC Smart Zelio Relay dengan Multitester	IV-5
Gambar 4.6 Pengujian Output PLC Smart Zelio Relay dengan Multitester.	IV-5
Gambar 4.7. Rangkaian Schematic Pengujian sensor Frekuensi F to V	IV-6
Gambar 4.8 Pengujian sensor Frekuensi	IV-7
Gambar 4.9 Grafik Karakteristik Hubungan Konversi Frekuensi Ke Tegangan	IV-8
Gambar 4.9 Schematic pengujian pengkondisi sinyal	IV-9
Gambar 4.10 Pengujian pengkondisi sinyal	IV-9
Gambar 4.11 Grafik pengkondisi sinyal	IV-10

Gambar 4.12 Schematic driver motor	IV-11
Gambar 4.13 Pengujian driver motor	IV-11
Gambar 4.14 Pengujian PWM PLC pada motor	IV-13
Gambar 4.15. Program PWM PLC pada motor	IV-13
Gambar 4.16. Pengujian PWM (V=0 - 0,5V T(PWM)= 00,12ms)	IV-14
Gambar 4.17 Grafik pengujian PWM (V=0 - 0,5V T(PWM)= 00,12ms) tegangan lineat terhadap waktu	IV-14
Gambar 3.18 Pengujian PWM, (V=0,5 – 2,4V T(PWM)= 00,6ms)	IV-15
Gambar 3.20 Pengujian PWM, (V=2,4 – 3,6V T(PWM)= 00,3ms)	IV-16
Gambar 3.21 Gambar pengujian PWM, (V=2,4 – 3,6V T (PWM)= 00,3ms)	IV-16
Gambar 3.22 Pengujian PWM, (V=3,6 – 4,0V) T(PWM)= 00,1ms)	IV-17
Gambar 3.23 Grafik pengujian PWM, (V=3,6 – 4,0V) T(PWM)= 00,1ms)	IV-17
Gambar 3.24 Pengujian PWM, (V=5,7 – 7,5V) T(PWM)= 00,1ms)	IV-18
Gambar 3.25 Grafik pengujian PWM, (V=5,7 – 7,5V) T(PWM)= 00,1ms)	IV-18
Gambar 3.26 Pengujian PWM, (V=7,5 – 8,5V) T(PWM)= 00,3ms)	IV-19
Gambar 3.27 Grafik pengujian PWM, (V=7,5 – 8,5V) T(PWM)= 00,6ms)	IV-19
Gambar 3.28 Pengujian PWM, (V=8,5 – 9,5V) T(PWM)= 00,12ms)	IV-20
Gambar 3.29 Grafik pengujian PWM, (V=8,5 – 9,0V) T(PWM)= 00,12ms)	IV-20
Gambar 4.30 Gambar hasil pengujian perangkat lunak software	IV-21
Gambar 4.31 pengujian keseluruhan menggunakan Voltmeter	IV-22
Gambar 4.32 Pengujian Kesulurahan	IV-23
Gambar 4.33 Gambar diameter Pully Motor dan Turbin	IV-26

DAFTAR NOTASI

A	: Ampere (Arus Listrik)
AC	: Alternating Current
AVR	: Automatic Voltage Regulator
DC	: Direct Current
ELC	: Electronic Load Controller
ELC	: Electronic Load Controller
FG	: Frekuensi Generator
F to V	: Frekuensi ke Tegangan
S	: Satuan Volt Amper (Daya Semu)
SCR	: Silicon Control Rectifier
SSR	: Solid State Relay
R	: Satuan Volt Ampere Reaktif (Daya Reaktif)
P	: Satuan Watt (Daya Aktif)
PLC	: Programmable Logic Controller
PLTA	: Pembangkit Listrik Tenaga Air
PLTMH	: Pembangkit Listrik Tenaga Micro Hydro
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
PLTGU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
LED	: Light Emitting Diode
NC	: Normally Close
NO	: Normally Open
V	: Volt (Tegangan Listrik)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Turbin (Kudip 2002)	II-17
Tabel 2.2. Perbandingan antar <i>Wired Logic</i> dengan Programmable Controller	II-33
Tabel 3.1 Konfigurasi input digital	III-24
Tabel 3.2 Konfigurasi input analog	III-24
Tabel 3.3 Konfigurasi Output	III-24
Tabel 3.4 Configurable Function	III-25
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Catu Daya	IV-3
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor <i>F to V</i>	IV-7
Tabel 4.3 hasil pengujian Pengkondisi Sinyal	IV-9
Tabel 4.4 Tabel hasil pengujian Driver motor Induksi Forward	IV-11
Tabel 4.5 Tabel hasil pengujian Driver motor Induksi Forward	IV-12
Tabel 4.6 Hasil pengukuran port input digital PLC smart zelio relay	IV-24
Tabel 4.7 Hasil pengukuran port input digital PLC smart zelio relay	IV-25
Tabel 4.8 Hasil pengukuran port input analog PLC smart zelio relay	IV-25
Tabel 4.9 Hasil pengukuran port input analog PLC smart zelio relay	IV-25
Tabel 4.10 Tabel Pengujian sistem Manual	IV-28
Tabel 4.11 Hasil Pengujian sistem otomatis	IV-28

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohydro (PLTMH) merupakan suatu energi alternatif yang memanfaatkan sumber energi air. Energi listrik memiliki peranan yang 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 pegunungan mempunyai potensi energi air yang besar. (Ari Maghfur Dimiyati,2014)

Generator PLMTH yang berkapasitas puluhan kilo Watt memerlukan peralatan tambahan agar generatornya 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) dan alat ini dijual sudah sepaket dengan generator PLTMH. (A.Hafid dan Riza Widia.2010)

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 Watt juga perlu dikaji mengingat harga komponen pendukungnya seperti SCR (*Silicon Control Rectifier*) dan sejenisnya harganya tidak murah untuk kapasitas daya yang besar. (A.Hafid, Riza Widia.2010)

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. Bukaannya katup (*Inlet Valve*) pada sistem kontrol governor dilakukan dengan sistem motor dimana sistem buka tutup pintu air.

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 listrik digunakan untuk mengatur bukannya katup turbin (*inlet valve*), dan pergerakan motor tersebut diatur oleh sebuah sistem kontrol. Sistem kontrol yang digunakan sistem kontrol loop tertutup, kontrol yang digunakan adalah PLC (Programmable Logic Controller) berbasis algoritma *on/off Controller*, sensor frekuensi yang digunakan adalah sensor yang mengkonversikan Frekuensi ke tegangan yang biasa disebut *f to V* menggunakan *LM2917 n14*.

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro (PLTMH), perubahan beban akan berakibat langsung pada generator. Jika torsi turbin tidak diubah saat terjadi perubahan beban, maka frekuensi dan tegangan listrik yang dihasilkan akan berubah yang dapat mengakibatkan kerusakan baik di generator maupun di sisi beban. Karena itu, diperlukan suatu alat pengontrol frekuensi generator agar dapat mengontrol debit air yang akan masuk ke turbin sehingga tidak mengakibatkan kerusakan pada generator nantinya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah yang ingin dilakukan ialah :

1. Bagaimana merancang sistem pengontrolan frekuensi PLTMH menggunakan governor.
2. Bagaimana merancang governor untuk pengontrolan PLTMH.
3. Bagaimana mensetting pengontrolan frekuensi PLTMH menggunakan governor.

1.3. Batasan Masalah

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

1. Governor diterapkan pada PLTMH dengan kapasitas kurang dari 200 kW
2. Komponen pengaturan yang digunakan PLC Smart Zelio 12 I/O
3. Algoritma kontrol yang digunakan *on/off Controller*
4. Mensetting pengaturan sistem terhadap Governor.
5. Penelitian hanya dilakukan sampai di bengkel turbin pro water

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan pelaksanaan penelitian adalah terciptanya alat sistem pengontrolan frekuensi PLTMH dengan *governor* berbasis PLC *Smart Zelio relay* dengan sistem kontrol *on/off controller*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penulisan penelitian ini :

1. Tegangan yang dihasilkan pada generator PLTMH Stabil
2. Energi air bisa dihemat sesuai dengan kebutuhan daya pada konsumen
3. Mempermudah pengoperasian dan pengontrolan frekuensi

1.6. Sistematika Penelitian

Untuk memudahkan dalam memahami penulisan laporan 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.

2.3. Hipotesis

- Menjelaskan pernyataan sementara atau dugaan jawaban yang paling memungkinkan dalam menjawab permasalahan, yang akan dibuktikan dalam penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

1.1 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.

1.2 Alur Penelitian

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

1.3 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.

DAFTARPUSTAKA

LAMPIRAN

LAMPIRAN A.

LAMPIRAN B.

LAMPIRAN C.

LAMPIRAN D.