

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO (PLTM)  
LUBUK GADANG SANGIR SOLOK SELATAN**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana S-1  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta

**OLEH :**

**JUNAIDI RACHMI**  
**1210017111023**



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

**LEMBARAN PENGESAHAN SKRIPSI**

**“PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO (PLTM)  
LUBUK GADANG SANGIR SOLOK SELATAN”**

**JUNAIDI RACHMI**  
**1210017111023**

**Telah Disetujui Oleh :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Hidayat, ST. MT**  
**NIK.960700420**

**Ir. Arnita, MT**  
**NIP.196224111992032002**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro  
UnIversitas Bung Hatta**

**Ir. Drs. Mulyanef, Msc**  
**NIP 195902081987011001**

**Ir. Arnita, MT**  
**NIP.196224111992032002**

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian Skripsi ini. Laporan skripsi ini ditulis untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan studi strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta tahun 2016 yang berjudul, ***“Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) Lubuk Gadang Sangir Solok Selatan”***. Serta shalawat dan salam semoga selalu di sampaikan kepada Baginda Nabi Muhammad S.A.W yang menjadi inspirasi dan tauladan bagi penulis. Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan yang telah diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan skripsi ini hingga selesai. Secara khusus rasa terimakasih tersebut kami sampaikan kepada:

1. Keluarga terbaik dalam sepanjang hidup penulis ( Papa, Mama dan Adik) yang selalu memberikan arahan–arahan dan dukungan moril kepada penulis.
2. Bapak Dekan Ir. Drs. Mulyanef, Msc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta yang penulis hormati sebagai Pimpinan Fakultas.
3. Bapak Wakil Dekan Ir. Yani Ridal, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta yang penulis hormati sebagai Pimpinan Fakultas.
4. Ibu Ir. Arnita, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan sekaligus Dosen Pembimbing II yang telah memberikan dukungan morilnya agar penulis semangat dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Hidayat, ST.MT selaku Dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan dorongan semangat kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Ir. Arnita, MT selaku penasihat akademik yang telah banyak membantu semasa perkuliahan.
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro, Universitas Bung Hatta, atas ilmu, bimbingan dan bantuannya hingga penulis selesai menyusun tugas akhir ini.
8. Rekan-rekan 12 ohm seperjuangan Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta yang juga telah banyak membantu penulis. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini

belum sempurna, baik dari segi materi maupun penyajiannya. Untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan dalam penyempurnaan laporan skripsi ini. Terakhir penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat memberikan hal yang bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri.

Padang, 1 mei 2016

Penulis,

## DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

ABSTRAK

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

### BAB I PENDAHULUAN

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

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Penelitian	II-4
2.2. Landasan Teori	II-6
2.2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro	II-6
2.2.2. Prinsip Kerja Pembangkit Energi Listrik Tenaga Mini Hidro	II-7
2.2.2.1 Sistem PLTM	II-7
2.2.3. Bagian-bagian Pembangkit Energi Listrik tenaga Mini Hidro	II-9
2.2.3.1. Bendungan	II-9
2.2.3.2. Bangunan pengalih ( <i>Intake</i> )	II-10
2.2.3.3. Saluran Pembawa ( <i>Head race</i> )	II-12
2.2.3.4. Bak Penenang ( <i>Forebay</i> )	II-13
2.2.3.5. Pipa Pesat ( <i>Penstock</i> )	II-14
2.2.3.6. Rumah Pembangkit ( <i>Power House</i> )	II-17
2.2.4. Elektrikal dan Mekanikal PLTM	II-18

2.2.4.1. Pemilihan Turbin	II-18
2.2.4.2. Pemilihan Generator dan Sistem Kontrol	II-25
2.2.4.3. Sistem pentanahan	II-29
2.2.4.4. Jaringan Distribusi	II-29
2.2.5. Potensi Energi Air	II-32
2.2.5.1. Pengukuran debit air dengan metoda apung	II-32
2.2.5.2. Pengukuran debit air dengan metoda analisa hidrologi	II-34
2.2.5.3. Pengukuran debit air dengan metoda <i>Current meter</i>	II-35
2.2.5.4. Pengukuran tinggi jatuh air ( <i>Head</i> )	II-36
2.2.6. Potensi Pembangkit Tenaga Listrik	II-38
2.2.6.1. Perkiraan Kebutuhan Energi	II-38
2.2.6.2. Proyeksi dan Asumsi Untuk Perkiraan Beban	II-38
2.2.6.3. Hasil perkiraan Beban	II-41
2.2.6.4. Kecukupan Pembangkit Terhadap Kebutuhan ( <i>Supply and Demand</i> )	II-42
2.3. Ekonomis PLTM	II-43
2.4. Hipotesis	II-44
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Alat dan Bahan Penelitian	III-45
3.2. Alur Penelitian	III-45
3.2.1 Studi Pustaka	III-47
3.2.2 Pengadaan Alat dan Bahan	III-47
3.2.3 Tahap Persiapan Survey Lapangan	III-47
3.2.4 Tahap Kegiatan Survey	III-47
3.2.5 Perhitungan	III-48
3.2.6 Skema PLTM	III-50
3.2.7 Analisa	III-51
3.2.8 Tahap Laporan Hasil Penelitian	III-52
3.3. Deskripsi Sistem dan Analisis	III-52
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Deskripsi Penelitian	IV-53

4.4.1 Lokasi Kegiatan Penelitian	IV-53
4.2. Pengumpulan Data	IV-53
4.2.1. Administrasi	IV-53
4.2.2. Lapangan	IV-54
4.2.3. Topografi	IV-56
4.2.4. Analisa Hidrologi	IV-57
4.2.5. Data Hidrologi	IV-58
4.2.6. Debit Andalan	IV-61
4.3. Perhitungan dan Analisis Pembangkit Listrik	IV-63
4.3.1. Analisa Sipil	IV-66
4.3.2. Analisa Mekanikal PLTM	IV-67
4.3.3. Perencanaan Mesin Turbin	IV-70
4.3.4. Analisa Elektrikal PLTM	IV-72
4.3.5. Analisa Ekonomi dan Finansial	IV-74
4.4. Pembahasan	IV-79

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan	V-80
5.2. Saran-saran	V-80

## **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

Lampiran I

Lampiran II

Lampiran III

## DAFTAR TABEL

### BAB II

Tabel 2.1 Klasifikasi Pembangkit Listrik	(II.6)
Tabel 2.2 Harga-harga koefisien kontraksi	(II.10)
Tabel 2.3 Daerah Operasi Turbin	(II.23)
Tabel 2.4 Run-away speed Turbin, $N_{maks}/N$	(II.24)
Tabel 2.5 Jenis Turbin (Kudip 2002)	(II.24)
Tabel 2.6 Jarak lendutan dengan permukaan tanah	(II.30)
Tabel 2.7 Data Debit Andalan	(II.34)
Tabel 2.8 Nilai Debit Andalan	(II.34)
Tabel 2.9 Kecepatan aliran sungai, diukur sesuai dengan kedalaman	(II.35)
Tabel 2.10 Nilai PDRB Menurut Lapangan Usaha Tahun 2008-2014	(II.39)
Tabel 2.11 Hasil Sementara Perkiraan Beban	(II.41)
Tabel 2.12 Proyeksi Kebutuhan Tenaga Listrik di Sumatera Barat	(II.42)

### BAB IV

Tabel 4.1 Koordinat BM PLTM Sangir	(IV.54)
Tabel 4.2 Ketersediaan data hujan di stasiun hujan DAS Batang Sangir	(IV.59)
Tabel 4.3 Hasil pengukuran debit sesaat pada Sungai Batang Sangir	(IV.61)
Tabel 4.4 Debit andalan DAS Batang Sangir	(IV.62)
Tabel 4.5 Potensi Pembangkit listrik PLTM Batang Sangir	(IV.64)
Tabel 4.6 Hasil perhitungan <i>Probabiliy</i> debit	(IV.65)
Tabel 4.7 Spesifikasi pipa pesat ( <i>penstock</i> ) yang akan dipakai untuk PLTM Sangir kabupaten solok selatan.	(IV.69)
Tabel 4.8 Spesifikasi turbin yang akan dipakai untuk PLTM	

Sangir Solok Selatan.	(IV.71)
Tabel 4.9 Rancangan Anggaran Biaya (RAB)	(IV.75)
Tabel 4.10 Data kelayakan investasi dengan metode NPV	(IV.78)

## DAFTAR GAMBAR

### BAB II

Gambar 2.1 Bagan ilustrasi PLTM	(II.7)
Gambar 2.2 Efisiensi sistem PLTM	(II.8)
Gambar 2.3 Bendungan	(II.10)
Gambar 2.4 <i>Intake Weir</i> (tampak atas)	(II.11)
Gambar 2.5 <i>Intake Weir</i> (tampak depan)	(II.12)
Gambar 2.6 Saluran Pembawa	(II.13)
Gambar 2.7 Bak Penenang	(II.13)
Gambar 2.8 Ilustrasi penggunaan penstock pendek	(II.16)
Gambar 2.9 Ilustrasi penggunaan <i>penstock</i> panjang	(II.16)
Gambar 2.10 Ilustrasi penggunaan <i>penstock</i> menengah	(II.17)
Gambar 2.11 Desain Bangunan	(II.18)
Gambar 2.12 Turbin impuls	(II.19)
Gambar 2.13 Turbin Crossflow	(II.20)
Gambar 2.14 Turbin Turgo	(II.20)
Gambar 2.15 Turbin aliran tangensial	(II.21)
Gambar 2.16 Model Turbin Aliran Aksial	(II.21)
Gambar 2.17 Model Turbin aliran Aksial-Radial	(II.22)
Gambar 2.18 Model Turbin Francis	(II.23)
Gambar 2.19 Generator <i>Sinkron</i>	(II.26)
Gambar 2.20 Rangkaian ekuivalen generator sinkron	(II.26)
Gambar 2.21 Diagram sambungan dari Generator	(II.27)
Gambar 2.22 <i>Grafik Flow Duration Curve</i>	(II.34)
Gambar 2.23 <i>Current meter</i>	(II.35)
Gambar 2.24 Pengukuran tinggi ( <i>head</i> ) jatuh air	(II.36)

Gambar 2.25 Pengukuran *head* dengan metode selang air transparan (II.37)

Gambar 2.26 Pengukuran *head* dengan metode *altimeter* (*head* tinggi) (II.37)

### **BAB III**

Gambar 3.1 *Flow Chart* Tahapan Peneliti (III.46)

Gambar 3.2 Skema PLTM (III.50)

### **BAB IV**

Gambar 4.1 Peta lokasi daerah Lubuak Gadang Sangir Solok Selatan (IV.53)

Gambar 4.2 Topografi Lubuk Gadang (IV.56)

Gambar 4.3 Peta Aliran Sungai DAS PLTM Sangir (IV.58)

Gambar 4.4 Peta lokasi pengukuran PLTM (IV.60)

Gambar 4.5 Kurva Durasi Debit (FDC) DAS Batang Sangir (IV.62)

Gambar 4.6 Grafik FDC (IV.64)

Gambar 4.7 Model Turbin Aliran Aksial-Radial (IV.70)

Gambar 4.8 Model Turbin Francis (IV.71)

Gambar 4.9 Bentuk fisik Generator (IV.72)

Gambar 1 Sungai Lubuk Gadang Sangir Solok Selatan (81)

Gambar 2 Survey Lokasi Lubuk Gadang Sangir Solok Selatan (82)

Gambar 3 Lokasi PLTM yang sudah berjalan dengan kapasitas  
daya 8,4 MW Lokasi Studi PLTM Lubuk Gadang (83)

Gambar 4 Gambar aliran Sungai Lubuk Gadang (84)

Gambar 5 Lokai beberap PLTM di Sangir Solok Selatan, dan lokasi  
studi yang akan direncanakan yaitu PLTM Lubuk Gadang (85)

Gambar 6 Lokasi Bendung dan PH PLTM Lubuk Gadang (85)

Gambar 7 Sungai Lubuk Gadang Sangir Solok Selatan (86)

Gambar 8 Layout PLTM Lubuk Gadang Sangir Solok Selatan (86)

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO (PLTM)  
LUBUK  
GADANG SANGIR SOLOK SELATAN**

**INTISARI**

Seperti diketahui bahwa turbin air adalah suatu mesin yang menghasilkan energi mekanik berupa putaran poros dengan memanfaatkan energi potensial air. Energi ini selanjutnya diubah menjadi bentuk energi lain seperti energi listrik. Pada perancangan turbin, jenis dan dimensi sangat tergantung dari kondisi head dan kapasitas yang tersedia. Sehingga agar diperoleh efisiensi optimum, maka turbin air yang beroperasi pada suatu lokasi tertentu akan mempunyai desain yang spesifik (tipe maupun dimensi) yang berbeda di tiap lokasi. Studi awal perencanaan bagian-bagian PLTM dari segi disain dasar pekerjaan meliputi: bendung, saluran pembawa, pipa pesat, turbin dan generator. Pada perencanaan pembangkit listrik (PLTM) yang akan dibahas didalam skripsi penulis adalah bagaimana merencanakan pembangkit listrik tenaga mini hidro di Lubuk Gadang Sangir Solok Selatan yang mana pada daerah tersebut masih banyak para penduduk yang belum mendapatkan sumber energi listrik yang memadai, pada saat ini energi listrik merupakan salah satu sumber energi vital bagi kehidupan manusia. Di sisi lain ketidaktersediaan akan energi listrik merupakan salah satu indikator daerah tertinggal atau kemiskinan, maka dari itu dilakukannya suatu perencanaan pembangkit listrik. Dimana pada daerah tersebut memiliki potensi air yang cukup baik untuk dikembangkannya pembangkit listrik yang ramah lingkungan yaitu PLTM, pada perencanaan pembangkit listrik tenaga mini hidro ini memiliki beberapa metode, yaitu survei lapangan dan pengolahan data, dimana data-data yang akan diolah adalah data debit yang menggunakan metode grafik *flow duration curve* dengan rumus *Weibull*, dengan hasil debit 31,603 m<sup>3</sup>/s kemudian untuk mendapatkan ketinggian (*Head*) yaitu menggunakan rumus *meaning* dengan metode topografi, dengan hasil *net head* didapat 48,55 meter. Setelah semua hasil data didapatkan maka selanjutnya melakukan perhitungan untuk mendapatkan daya total yang dibangkitkan PLTM, dengan hasil daya sebesar 11,15 MW dengan hasil pendapatan dalam 1 tahun sebesar Rp 103.026.000.000,-/tahun.

*Kata Kunci : Perencanaan pembangkit, Mini Hidro*

## PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO (PLTM) LUBUK GADANG SANGIR SOLOK SELATAN

### ABSTRACT

As it is known that the water turbine is a machine that produces mechanical energy in the form of a round shaft by utilizing the potential energy of water. This energy is then converted into other forms of energy such as electricity. In the design of the turbine, the type and dimensions depend on the condition of head and available capacity. So in order to obtain optimum efficiency, the water turbine that operates at a particular location will have a specific design (type and dimensions) are different in each location. Early studies of planning the parts micro power plants in terms of basic design work include: weir, channel carrier, rapid pipes, turbines and generators. In planning the power plant (micro power plants) which will be discussed in the essay writer is how to plan for power generation mini hydro in Lubuk Gadang Sangir South Solok which the area is still a lot of people who do not get the source of electrical energy sufficient, at present electrical energy is one of the vital energy source for human life. On the other hand unavailability electrical energy is one indicator of underdeveloped or poverty, and therefore the execution of a power plant planning. Where in the area has the potential of water is good enough for dikembangkanya power generation environmentally friendly, namely micro power plants, the planning of power generation mini hydro has several methods, the field survey and data processing, wherein data to be processed is data debit using the method of flow duration curve graph with Weibull formula, with the result of the discharge  $31,603 \text{ m}^3/\text{s}$  and then to gain altitude (Head) that uses a formula meaning the topography method, with the results obtained 48,55 meter net head. After all the results of the data obtained we then do the calculations for total power generated mendaptkan micro power, with the result of the power of 11,15 MW with revenues in the first year of Rp 103.026.000.000,-/year.

*Keywords: Planningplant, Mini Hydro*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini energi listrik merupakan salah satu sumber energi vital bagi kehidupan manusia, baik sektor rumah tangga, komersial, publik maupun industri. Penyediaan energi listrik sudah merupakan salah satu infrastruktur yang wajib dipenuhi agar perekonomian suatu daerah dapat ditingkatkan. Di sisi lain, ketidaktersediaan akan energi listrik merupakan salah satu indikator daerah tertinggal atau kemiskinan. Sumber energi yang digunakan untuk pembangkit energi listrik saat ini sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak, gas dan batu bara. Maka dengan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil tersebut mengakibatkan menipisnya cadangan sumber energi tersebut, kenaikan atau ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar, polusi gas buang, serta efek rumah kaca yang disebabkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Oleh karena itu pengembangan dan implementasi sumber tenaga terbarukan yang ramah lingkungan seperti tenaga air, perlu mendapatkan perhatian serius dari berbagai pihak. (Maksum, Ali Khasbullah dkk, 2013)

Berbagai kebijakan atau peraturan yang dikeluarkan oleh pemerintah untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Misalnya Kebijakan Umum Bidang Energi (KUBE) tahun 1980 dan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 996.K/43/MPE/1999 tentang prioritas penggunaan bahan bakar terbarukan untuk produksi listrik yang hendak dibeli PLN, Peraturan Presiden RI No. 4 Tahun 2010 tentang penugasan kepada PT. PLN untuk melakukan percepatan pembangunan pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi terbarukan PERMEN ESDM NO 1 tahun 2015. Akan tetapi kebijakan tersebut belum dilaksanakan secara maksimal sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan yang diharapkan. Hal ini terbukti dari data proporsi penggunaan energi sebagai pembangkit tenaga listrik pada tahun 2010 yang menunjukkan proporsi penggunaan energi batu bara sebesar 71%, gas 12%, panas bumi 7%, tenaga air sebanyak 8%, dan BBM sebesar 2% PERMEN ESDM NO 19 tahun 2015 tentang pembelian listrik oleh PLN. (Craghunala Kusuma, 2011)

Sehubungan dengan peningkatan kebutuhan energi listrik yang murah dan ramah lingkungan, saat ini pemerintah (PLN) sebagai penyedia energi listrik sedang mengerjakan sejumlah pembangkit energi mini hidro bagi masyarakat pedesaan. Sumber energi yang dimanfaatkan adalah air sungai, terutama sungai-sungai besar yang ada di seluruh wilayah Indonesia. Salah satu sumber energi tersebut adalah terdapat di Sungai Kabupaten Solok

selatan. Sumber energi tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga minihidro dengan menggunakan turbin air untuk memenuhi kebutuhan energi penduduk di sekitarnya. Seperti diketahui bahwa turbin air adalah suatu mesin yang menghasilkan energi mekanik berupa putaran poros dengan memanfaatkan energi potensial air. Energi ini selanjutnya diubah menjadi bentuk energi lain seperti energi listrik. Pada perancangan turbin, jenis dan dimensi sangat tergantung dari kondisi head dan kapasitas yang tersedia. Sehingga agar diperoleh efisiensi optimum, maka turbin air yang beroperasi pada suatu lokasi tertentu akan mempunyai design yang spesifik (tipe maupun dimensi) yang berbeda di tiap lokasi. Maka dalam tugas akhir ini dilakukan suatu perancangan turbin air, dan generator yang akan digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga minihidro sesuai dengan kondisi lokasi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan PLTM, maka rumusan masalah yang ingin diketahui adalah :

1. Bagaimana merencanakan sistem pembangkit listrik (PLTM) di Lubuk Gadang Sangir Solok Selatan yang ramah lingkungan.
2. Bagaimana mengetahui keuntungan yang didapatkan dari PLTM.
3. Setelah didapatkan biaya energi listrik yang dibangkitkan, berapa keuntungan yang didapat dari investasi PLTM.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

- Merencanakan pembangkit listrik tenaga mini hidro (PLTM) di Lubuk Gadang Sangir Solok Selatan yang ramah lingkungan dan efisien.

## **1.4 Batasan Masalah**

Agar dalam penulisan skripsi ini tidak meluas maka Perlu dibatasi masalah yang ada, yaitu :

1. Penentuan debit air menggunakan metode kurva *flow duration curve* (FDC).
2. Membandingkan biaya energi dan investasi PLTM.
3. Tidak merencanakan sipil secara detail.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang didapat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengaplikasikan teori yang dipelajari dengan kondisi dan kenyataan yang terjadi dilapangan khususnya di tempat penelitian (Lubuk Gadang Sangir Solok Selatan).
2. Dapat menjadi bahan referensi untuk membahas tentang perencanaan pembangkit listrik tenaga mini hidro (PLTM), yang nantinya dapat dijadikan sebagai acuan perencanaan pembangkit listrik yang ramah lingkungan dengan efisien.
3. Membantu masyarakat yang ada di Lubuk Gadang Sangir Solok Selatan dan memakmurkan mereka dengan adanya sumber energi listrik terbarukan yang ramah lingkungan, dan dapat menjadikan akses atau jalan untuk menjadikan negeri yang lebih maju dan sejahtera.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk memudahkan dalam memahami penulisan laporan ini, maka penulis menuliskan sistematika penulisan laporan akhir 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 Penelitian-Penelitian sebelumnya dengan rujukan yang jelas (Jurnal, proceeding, artikel ilmiah), Teori-teori yang terkait dengan pembahasan dan menjelaskan pernyataan sementara atau dugaan menjawab permasalahan yang di buktikan pada penelitian.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Menjelaskan secara rinci peralatan dan bahan-bahan apa saja yang di butuhkan , menjelaskan tahapan-tahapan penelitian dalam bentuk *flow chart*, gambaran sistem analisa yang akan di teliti.

**BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Menjelaskan teknis pengumpulan data, pengujian, perhitungan dan analisis sehingga penelitian dapat terarah dengan jelas.

**BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisikan kesimpulan dan saran.

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**