



**MINIATUR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO
HIDRO (PLTMH) SEBAGAI SUMBER LISTRIK TENAGA
TERBARUKAN UNTUK SKALA LABORATORIUM**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Disusun Oleh :

Sheradhyta Wibiyono

NIM. 5301412042

PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2017



**MINIATUR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO
HIDRO (PLTMH) SEBAGAI SUMBER LISTRIK TENAGA
TERBARUKAN UNTUK SKALA LABORATORIUM**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Disusun Oleh :

Sheradhyta Wibiyono

NIM. 5301412042

**PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2017

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul “MINIATUR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) SEBAGAI SUMBER LISTRIK TENAGA TERBARUKAN UNTUK SKALA LABORATORIUM” telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Dosen Pembimbing I



Drs. Henry Ananta, M.Pd
NIP. 195907051986011002

Semarang, Agustus 2016
Dosen Pembimbing II



Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T
NIP. 196605051998022001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “MINIATUR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) SEBAGAI SUMBER LISTRIK TENAGA TERBARUKAN UNTUK SKALA LABORATORIUM” telah dipertahankan dihadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 26 Oktober 2016

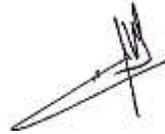
Oleh

Nama : Sheradhyta Wibiyono
Nim : 5301412042
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Panitia Ujian

Ketua,

sekretaris,



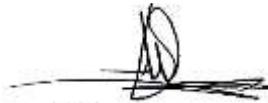
Dr-Ing Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T
NIP. 197805312005011002

Drs. Agus Suryanto, M.T
NIP.196708181992031004

Penguji I

Penguji II/Pembimbing I

Penguji III/Pembimbing II



Drs. Isdyarto M.Pd.
195706051986011001

Drs. Henry Ananta, M.Pd
A.M.T

Ir. Ulfah Mediaty

NIP. 195907051986011002 NIP.196605051998022001

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Nur Qudus M.T
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Pendapat atau karya orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Oktober 2016



Sheradhyta Wibiyono
NIM.5301412042

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

1. Suatu perjuangan tidak akan pernah mengingkari hasil walau jalan tempuh sangat berliku
2. Jangan pernah mengatakan "menyesal" dalam menjalani hidup
3. Jangan membuat orang menunggu jika kamu tak suka menunggu seseorang
4. 20 tahun dari sekarang, kita akan lebih menyesal atas hal-hal yang tidak pernah kita lakukan, bukan atas hal-hal yang pernah kita lakukan meski itu sebuah kesalahan (Tere Liye).
5. Kebahagiaan adalah kesetiaan. Setia atas indahnya merasa cukup, setia atas indahnya berbagi, setia atas indahnya ketulusan berbuat baik (Tere Liye).

Persembahan :

1. Ibu dan bapak tercinta yang senantiasa memberikan kasih sayangnya serta memberikan doa kepadaku tanpa henti. Semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan kepada mereka serta selalu diselimuti rahmat-Nya.
2. Kakak-kakaku tercinta yang selalu memberikan motivasi, inspirasi dan doa.
3. Adek - adeku ahmad dan wahyu
4. Teman-teman Jurusan Teknik Elektro angkatan 2012
5. Teman-teman Kos yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
6. Serta semua pihak yang telah membantu dan mendukung saya.

ABSTRAK

Wibiyono, Sheradhyta. 2016. "Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Sebagai Sumber Listrik Tenaga Terbarukan Dengan Daya Skala Rumah Tangga." . Skripsi. Pendidikan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Drs. Henry Ananta, M.Pd dan Ir.Ulfah Mediaty A,M.T

Mikro hidro merupakan sebuah pembangkit listrik tenaga air namun dengan daya kecil serta memerlukan debit air yang kecil tidak sebesar PLTA. Penggunaan mikro hidro belum sepopuler PLTA, sehingga pemanfaatannya belum maksimal. Penggunaan mikro hidro secara mandiri mampu mendorong percepatan pembangunan daerah tertinggal sebab dengan memanfaatkan mikro hidro maka akan tercipta masyarakat dengan pembangkit listrik mandiri.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sebuah sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan penggunaan rumah tangga, dengan memanfaatkan energi air dari pompa air, dan dapat digunakan pada rumah tangga. Tujuan penelitian yang akan dicapai adalah membuat suatu prototype sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan daya skala rumah tangga dengan menggunakan inverter 660 Watt dengan *real power 90 %* dengan daya maksimal 500 Watt. Tahapan penelitian antara lain : perancangan prototype, pembuatan prototype, dan pengujian prototype.

Hasil dari penelitian ini menghasilkan prototype pembangkit listrik yang menghasilkan tegangan 2,4 volt dan arus 2,2 ampere. Saran dari penelitian ini adalah komponen yang digunakan pada pemakaian rumah tangga harus disesuaikan, alternator harus menggunakan kumparan yang kecil serta penggunaan pulley harus sesuai agar putaran alternator akan maksimal.

Kata Kunci : *Prototype Mikrohidro*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah S.W.T atas rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul **“MINIATUR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) SEBAGAI SUMBER LISTRIK TENAGA TERBARUKAN UNTUK SKALA LABORATORIUM”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat bagi setiap mahasiswa Universitas Negeri Semarang Jurusan Teknik Elektro yang akan memperoleh gelar sarjana.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman M. Hum., Rektor UNNES
2. Dr. Nur Qudus M.T., Dekan FT UNNES
3. Dr-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Elektro FT Unnes
4. Drs. Henry Ananta, M.Pd , selaku Dosen Pembimbing I dan Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T , selaku Dosen Pembimbing II yang selalu mendampingi dan memberikan arahan, saran dan ilmu serta motivasi selama penyusunan skripsi.
5. Dosen penguji yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
6. Dosen – dosen Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama menempuh studi.
7. Keluarga tercinta atas doa, dukungan dan semangat yang diberikan.

Akhirnya penyusun berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Semarang, Oktober 2016



Penyusun

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--------------------------------------|----------------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN | iv |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN | v |
| ABSTRAK | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR TABEL..... | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3 Batasan Masalah | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 6 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 6 |
| BAB II LANDASAN TEORI..... | 8 |
| 2.1 Kajian Pustaka..... | 8 |
| 2.2 Perhitungan Ekonomis | 10 |
| 2.3 Prinsip Kerja PLTMH | 17 |
| 2.4 Bagian – bagian PLTMH | 18 |
| 2.5 Keuntungan PLTMH..... | 19 |
| 2.6 Keterbatasan PLTMH | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 2.7 Kerangka Berfikir..... | 23 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 32 |
| 3.1 Metode Pengembangan | 32 |
| 3.2 Langkah – Langkah Penelitian Dan Pengembangan..... | 33 |
| 3.3 Tahapan Pengembangan Prototype | 36 |
| 3.4 Perencanaan Prototype Pembangkit Listrik | 40 |
| 3.5 Perencanaan Pembuatan Kerangka dan Peralatan Prototype | 42 |
| 3.6 Instrumen Penelitian..... | 49 |
| 3.7 Alat Dan Bahan Penelitian | 50 |
| 3.8 Prinsip Kerja Alat..... | 50 |
| 3.9 Batasan Pengujian Alat | 51 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... | 52 |
| 4.1 Pengujian dan Analisis Data..... | 52 |
| 4.2 Pengolahan Data..... | 64 |
| 4.3 Hasil Pengolahan Data | 67 |
| BAB V PENUTUP..... | 72 |
| 5.1 Simpulan..... | 72 |
| 5.2 Saran | 72 |
| DAFTAR PUSTAKA | 74 |
| LAMPIRAN..... | 75 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 2.1 Elemen dari Pembangunan Berkelanjutan | 10 |
| Gambar 2.2 Cara Kerja Mikro Hidro | 17 |
| Gambar 2.3 Flowchart penelitian..... | 25 |
| Gambar 2.4 Desain sistem kerja PLTMH26 | |
| Gambar 2.5 Pembangkit listrik mikro hidro dengan tenaga aliran air dengan gaya grafitasi..... | 27 |
| Gambar 2.6 Pembangkit listrik mikro hidro dengan tenaga tekanan pompa air menuju tandon air..... | 29 |
| Gambar 3.1 Langkah – langkah penggunaan metode <i>Reaserch and Development</i> (R&D)..... | 32 |
| Gambar 3.2 Proses pengembangan prototype..... | 36 |
| Gambar 3.3 Sistem kerja pembangkit listrik tenaga mikro hidro..... | 41 |
| Gambar 3.4 Diagram blok sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro..... | 41 |
| Gambar 3.5 Kerangka Tampak Atas..... | 42 |
| Gambar 3.6 Kerangka Tampak Samping..... | 43 |
| Gambar 3.7 Penampang besi yang digunakan..... | 44 |
| Gambar 3.8 Generator jenis Alternator..... | 45 |
| Gambar 3.9 Acumulator 12 VDC 45 Ampere..... | 46 |
| Gambar 3.10Tampak Samping Turbin..... | 47 |
| Gambar 3.11 Tampak Serong dan terlihat sudu – sudu turbin..... | 47 |
| Gambar 3.12 Inverter TBE 660 Watt..... | 48 |
| Gambar 3.13 Instalasi kabel listrik..... | 49 |
| Gambar 4.1 Keseluruhan sistem prototype..... | 53 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.2 Keseluruhan prototype..... | 53 |
| Gambar 4.3 Pompa air dengan daya 125 Watt..... | 54 |
| Gambar 4.4 Pipa penghubung antara pompa air dengan turbin..... | 55 |
| Gambar 4.5 Turbin air serta puley sebagai penghubung antara turbin dengan vanbelt..... | 55 |
| Gambar 4.6 Alternator dengan maksimum daya output 12 V DC 55 Ampere..... | 56 |
| Gambar 4.7 Acumulator 12 VDC 55 Ampere..... | 57 |
| Gambar 4.8 Inverter 660 Watt 220V AC..... | 58 |
| Gambar 4.9 Instalasi rumah tangga dengan 2 buah lampu dan 1 buah stop kontak..... | 58 |
| Gambar 4.10 Pemasangan Voltmeter..... | 61 |
| Gambar 4.11 Pemasangan Amperemeter..... | 61 |
| Gambar 4.12 Pemasangan Voltmeter pengukur drop tegangan..... | 63 |
| Gambar 4.13 Grafik tegangan timbul pada alternator disambungkan dengan accumulator..... | 65 |
| Gambar 4.14 Grafik arus timbul pada alternator disambung langsung dengan accumulator..... | 66 |
| Gambar 4.125Grafik tegangan timbul pada alternator tanpa disambung acumulator..... | 66 |
| Gambar 4.16 Grafik arus timbul pada alternator tanpa disambung accumulator..... | 67 |
| Gambar 4.17 Komponen bagian dalam alternator..... | 68 |
| Gambar 4.18 Pulley..... | 69 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 2.1 Daftar pembangkit listrik sesuai dengan kapasitasnya..... | 22 |
| Tabel 3.1 Perkembangan pembangkit listrik tenaga mikro hidro..... | 8 |
| Tabel 3.2 Daftar komponen Prototype PLTMH..... | 50 |
| Tabel 4.1 Hasil pengukuran tegangan timbul pada alternator disambung acumulator..... | 61 |
| Tabel 4.2 Hasil pengukuran arus timbul pada alternator disambung acumulator..... | 61 |
| Tabel 4.3 Hasil pengukuran tegangan timbul pada alternator tidak disambung acumulator..... | 62 |
| Tabel 4.4 Hasil pengukuran arus timbul pada alternator tidak disambung acumulator..... | 62 |
| Tabel 4.5 Hasil pengukuran drop tegangan pada alternator..... | 64 |
| Tabel 4.6 Pengukuran instalasi..... | 64 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1 Usulan Topik Skripsi..... | 75 |
| Lampiran 2 Usulan Pembimbing..... | 76 |
| Lampiran 3 Surat Tugas Pembimbing..... | 77 |
| Lampiran 4 Surat Peminjaman Alat..... | 78 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keterbatasan tenaga listrik merupakan salah satu permasalahan energi yang paling mendasar di Indonesia. Ketersediaan pembangkit listrik masih sangat kurang. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya daerah yang belum teraliri listrik. Maka dari itu, perlu diciptakan alat atau pembangkit listrik yang dapat menjangkau tempat terpencil yang ramah lingkungan dan harganya terjangkau.

Dalam pemenuhan kebutuhan manusia akan kebutuhan listrik maka Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan instrument yang tepat untuk memanfaatkan aliran – aliran air yang terdapat pada desa – desa yang terpencil. (Rizky Primachristi Ryantira Pongdatu : 2010)

Banyak desa di Indonesia yang belum tersentuh oleh pembangunan tetapi memiliki sumber daya alam terbarukan yang sangat melimpah contohnya air, angin, panas bumi, serta tenaga angin. Hal ini perlu adanya sebuah usaha untuk memberdayakan potensi aliran – aliran air menjadi sumber pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Menurut Agus Maryono "PLTMH adalah salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) low head (tegangan rendah) dengan kapasitas kurang dari 500 Kilo Watt (KW)" yang pada umumnya digunakan untuk penggunaan rumah tangga pada suatu daerah. (<http://www.pln-jatim.co.id>)

Pada penelitian ini metode dalam penelitian menggunakan metode R&D

(Research and Development) atau Penelitian dan Pengembangan dengan cara meneliti dan mencoba mengembangkan dari penelitian yang sudah ada sebelumnya, dengan metode ini peneliti mencoba mengembangkan dan meneliti sebuah pembangkit listrik tenaga mikro hidro tetapi menggunakan energi terbarukan yaitu menggunakan energi kinetik air dari pompa air yang menuju tando air. Pada penelitian ini implementasi pembangkit listrik tenaga mikro hidro yaitu pada skala rumah tangga, daya yang dihasilkan oleh pembangkit tergolong kecil yaitu < 20 KW yang cocok digunakan pada daya rumah tangga. Pada penelitian ini yang akan diteliti adalah kelayakan penggunaan pembangkit listrik tenaga mikro hidro pada penggunaan pada rumah tangga.

Melihat penggunaan pompa air yang kecenderungan penggunaan listrik begitu besar dan tidak terkadang penggunaan pompa air pada sebagian rumah yang masih menggunakan daya 450Watt listrik tidak kuat untuk menyalakan pompa air bersamaan dengan penggunaan alat elektronik lain. Padahal aliran air dari pompa air dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tersendiri dengan memanfaatkannya menjadi tenaga penggerak untuk pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) yang mampu mengurangi penggunaan listrik dan bahkan mampu menjadi sumber listrik utama dalam rumah tangga dengan syarat tertentu.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pada dasarnya suatu sistem pembangkit listrik yang dapat mengubah potensi air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik dengan menggunakan turbin air dan generator. Dalam penggunaan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) pada penggunaan rumah tangga tidak bergantung pada ketinggian serta

debit air yang biasanya dari sungai karena pada pembangkit listrik tenaga listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) pada rumah tangga memanfaatkan debit air dari pompa air yang cenderung konstan sehingga mampu menghasilkan energi listrik secara konstan pula.

Dengan potensi – potensi tersebut peneliti mencoba memanfaatkan aliran air yang ada dirumah tangga yang berupa potensi pemanfaatan aliran air dari pompa air yang akan menuju tampungan air (tando) yang memiliki energi kinetik yang akan peneliti manfaatkan untuk memutar alternator untuk dirubah menjadi energi listrik, dalam penelelitian ini peneliti menggunakan metode recycle energi atau pemanfaatan kembali energi untuk dirubah ke bentuk energi lain.

Potensi energi yang ditimbulkan dari recycle energi ini bisa sampai ± 600 watt sesuai dengan penggunaan baterai (accumulator) yang kita gunakan untuk menyimpan energi. Energi listrik ini bisa digunakan untuk kebutuhan energi listrik dalam penggunaan sehari – hari, dengan recycle energi ini penggunaan listrik PLN dalam rumah tangga dapat dikurangi bahkan dapat menjadi sumber energi utama dalam rumah tangga jika pembangkit listrik mikro hidro memiliki kapasitas daya yang lebih besar.

Dalam pemakain listrik skala rumah tangga kita sering menjumpai pemakaian pompa air yang memopa air dari sumur menuju tampungan air (tando), dalam hal ini yang akan dikembangkan sebagai sumber tenaga listrik teanag terbarukan yaitu dengan memanfaatkan aliran air dari pompa menuju ke tampungan air (tando) untuk dijadikan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) yang akan dipakai untuk memenuhi kebutuhan listrik disekitar rumah.

Atas dasar alasan tersebut, maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul :

“MINIATUR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) SEBAGAI SUMBER LISTRIK TENAGA TERBARUKAN UNTUK SKALA LABORATORIUM”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang yang ada tersebut, rumusan masalah yang menjadi fokus dalam kajian ini adalah :

1. Bagaimana rancang dan bangun teknologi mikro hidro dengan tenaga terbarukan dalam pemakaian skala laboratorium ?
2. Bagaimana implementasi pembangkit listrik tenaga mikro hidro pada penggunaan skala laboratorium?
3. Bagaimana instalasi jika digunakan pada laboratorium yang menggunakan sumber energi listrik dari pembangkit listrik tenaga mikro hidro?
4. Apakah debit air akan menentukan jumlah energi listrik yang dihasilkan ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu adanya pembatasan masalah agar penelitian lebih terarah dan terfokus. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Perancangan dan pembuatan Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro tenaga terbarukan.
2. Pengaruh debit air terhadap daya listrik yang dihasilkan dengan

menggunakan alternator dengan cara mengatur bukaan kran air pada pompa air dengan penggunaan skala laboratorium.

3. Penggunaan daya listrik yang sudah tersimpan pada accumulator (aki) dapat digunakan pada skala laboratorium.
4. Instalasi listrik untuk penggunaan peralatan skala laboratorium, yang menggunakan sumber energi dari accumulator.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini ingin mengetahui seberapa potensi energi yang ditimbulkan aliran air dari pompa air menuju tampungan air (tando) yang dapat dimanfaatkan sebagai tenaga listrik terbarukan yang dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH).

Tujuan dari penelitian skripsi ini sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh debit air terhadap output daya pada alternator dengan 2 jenis perlakuan yaitu dengan menyambungkan dengan accumulator dan tanpa penyambungan dengan accumulator dengan penggunaan skala laboratorium.
2. Mengetahui adanya drop tegangan pada output alternator jika instalasi beban disambungkan langsung dengan alternator serta jika instalasi beban tidak disambungkan langsung dengan alternator tapi disambungkan dengan accumulator.
3. Mengetahui apakah listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga mikro hidro ini bisa dipakai pada skala laboratorium.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dan masyarakat pada umumnya diantaranya :

1. Bagi penulis : Mahasiswa akan memiliki wawasan yang lebih luas dibidang perencanaan dan pembuatan pembangkit listrik energi terbarukan, khususnya pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro, karena dalam pembuatan prototype menganut pada sistem kerja pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang sebenarnya.
2. Bagi umum : Prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro sangat besar manfaatnya sebagai acuan pada pembuatan mikro hidro pada rumah yang belum teraliri listrik dan memiliki potensi sumber tenaga listrik terbarukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memperjelas garis besar dalam penyusunan skripsi ini maka dicantumkan sistematikanya. Adapun susunan sistematikanya terdiri dari bagian awal, isi dan akhir :

1. Bagian awal skripsi

Bagian awal ini berisi : Halaman judul (*title page*), halaman pengesahan skripsi, abstrak, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran.

2. Bagian skripsi

Bagian ini terdiri dari :

BAB I Pendahuluan

Dalam bab ini penulis menguraikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II Kajian Pustaka

Bab ini berisi teori yang menunjang penelitian, yakni menguraikan tentang pembangkit listrik tenaga mikro hidro

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tentang uraian umum, alat dan bahan penelitian, prosedur dan pelaksanaan penelitian, pengujian prototype pembangkit listrik tenaga mikri hidro.

BAB IV Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Bab ini merupakan lanjutan dari bab sebelumnya, yitu pelaksanaan pengolahan data yang telah diperoleh dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan sebelumnya.

BAB V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran – saran sebagai implikasi dari hasil penelitian.

3. Bagian akhir skripsi

Bagian ini berisi : Daftar pustaka dan lampiran – lampiran

BAB II

PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Dalam jurnal, pembangkit listrik : Rizky Primachristi Ryantira Pongdatu (2010), menyebutkan bahwa pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan sistem pembangkit listrik tenaga air kapasitas dibawah 100 kW. Tujuan dari pembangunan PLTMH ini adalah untuk memacu perekonomian daerah-daerah yang belum teraliri oleh listrik mengingat potensi tenaga air yang dimiliki oleh daerah tersebut.

Jurnal Agus Sugiyono (2011), menyebutkan bahwa pengembangan sektor energi harus mengikuti kaidah pembangunan berkelanjutan. Aspek penting yang perlu mendapat perhatian adalah adanya kebijakan yang kondusif dan didukung oleh kemandirian finansial, teknologi dan sumber daya manusia. Salah satu opsi dalam pengembangan sektor energi adalah pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) untuk daerah terpencil yang tidak terjangkau oleh jaringan PT PLN (Persero). Berbeda dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) skala besar yang memerlukan waduk, PLTM dan PLTMH memanfaatkan debit aliran air dengan beda ketinggian yang tidak terlalu tinggi (sistem run of river). Pembangunan PLTM dan PLTMH tidak memerlukan relokasi tempat tinggal masyarakat setempat akibat pembuatan bendungan atau waduk. Lebih jauh

pemanfaatan PLTM dan PLTMH diharapkan dapat menyediakan tenaga listrik yang murah dan ramah lingkungan serta dapat berdampak pada kesadaran masyarakat untuk melestarikan hutan sebagai penjaga kelestarian sumber daya air. Kapasitas terpasang PLTM dan PLTMH saat ini mencapai 64 MW atau baru sekitar 12% dari total potensi yang ada. Untuk lebih meningkatkan pengembangan PLTM dan PLTMH telah dilakukan penelitian dan pengembangan serta melalui proyek percontohan. Beberapa PLTM dan PLTMH telah dibangun oleh Pemerintah Pusat,.

Mengacu pada jurnal Rancang bangun motor induksi sebagai generator pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro : Machmud Effendy (2009) menyebutkan bahwa PLTMh (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) merupakan salah satu sumber energi terbarukan (renewable energy) yang masih belum banyak dimanfaatkan di wilayah Indonesia. Berdasarkan data dari Departemen ESDM (ESDM, 2003), Indonesia mempunyai potensi tenaga air sebesar 75.000 MW dan saat ini baru 13,5 % potensi tersebut dimanfaatkan (ESDM, 2003). Oleh karena itu perlu ditingkatkan penggunaan PLTMH di daerah-daerah yang berpotensi untuk dibangun mikrohidro, sehingga kebutuhan energi listrik tidak lagi terlalu bergantung kepada PLN (Perusahaan Listrik Negara).

Potensi mikrohidro sangat luas dan sepatutnya dikembangkan oleh negara sebagai energi alternatif serta dapat memenuhi kebutuhan akan listrik pada daerah yang masih terpencil. Pemanfaatan yang baru 13,5 % dari 75.000 MW, masih sekitar 10,125 MW yang baru dimanfaatkan secara maksimal sisanya

64.875 MW belum dimanfaatkan potensinya.

Menilik beberapa penelitian tentang pembangkit listrik tenaga mikro hidro masih perlu dikembangkan pembangkit listrik mikro hidro untuk memaksimalkan potensi sumber daya air yang melimpah terutama pada daerah yang belum teraliri listrik PLN.



Gambar 2.1

Gambar Elemen dari Pembangunan Berkelanjutan

Pembangunan dapat disebut berkelanjutan bila memenuhi kriteria ekonomis, bermanfaat secara sosial, dan tetap menjaga kelestarian lingkungan hidup. KTT Bumi di Rio de Janeiro pada tahun 1992 merupakan titik tolak dalam mengimplementasikan konsep pembangunan berkelanjutan.

Perhitungan Ekonomis

Dalam jurnal pembangkit listrik mikro hidro Anya P. Damastuti (1997) : Berikut merupakan perhitungan ekonomis dari pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Contoh perhitungan harga listrik per kWh dari PLT Mikrohidro adalah sebagai berikut. Misal kan, untuk membangun suatu PLTMH dengan kapasitas

terpasang 1 kW, dibutuhkan biaya awal Rp 4 juta, biaya tersebut untuk pengadaan turbin air, pembuatan pipa pesat, serta pembuatan rumah pembangkit yang menjadi tempat pengolahan tenaga gerak air menjadi listrik dengan menggunakan generator, dan juga biaya untuk instalasi kabel listrik untuk pendistribusian daya listrik menuju ke pelanggan. Umur pakai mikrohidro yang dirancang adalah 10 tahun dengan biaya operasional Rp. 1 Juta /tahun. Sehingga total biayanya menjadi Rp.10 Juta. Biaya rata -rata (Rp) perhari adalah:

Biaya operasional

$$\begin{aligned}
 (\text{Rp/ hari}) &= \frac{\text{biaya awal} + \text{biaya operasional}}{\text{umur pakai (tahun)} \times \text{jumlah hari} / \text{tahun}} \\
 &= \frac{\text{Rp 4 juta} + \text{Rp 10 juta}}{10 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari/ tahun}} \\
 &= \text{Rp 3836/ hari}
 \end{aligned}$$

Ket :

1. Biaya awal = Biaya yang digunakan pada saat pembangunan awal pembangkit listrik
2. Biaya operasional = Biaya yang digunakan pada saat pengoprasian pembangkit listrik

Biaya (harga) per kWh di tentukan oleh biaya rata-rata per hari dan besarnya energi listrik yang dihasilkan per hari (kWh / hari). Energi per hari ini ditentukan oleh besarnya daya terpasang serta faktor daya, maka harga energi listrik per kWh adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Harga/ kWh} &= \frac{\text{Biaya/hari}}{\text{Energi listrik yang dihasilkan (kWh/ hari)}} \\
 &= \frac{\text{Biaya/hari}}{\text{Daya terpasang (kW) x faktor daya}} \\
 &= \frac{\text{Rp 3836/ hari}}{1 \text{ kW x 12 (jam/ hari)}} \\
 &= \text{Rp 320/kWh}
 \end{aligned}$$

Perhitungan diatas menunjukkan harga Rp 320/kWh yang jika dibandingkan dengan harga listrik yang disuplai oleh PLN harga tersebut masih berada dibawahnya. Listrik PLN menggunakan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui dan harganya akan terus naik dengan naiknya harga bahan bakar. Berbeda dengan pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang memanfaatkan energi tergantikan. Biaya operasional pun sangat rendah jika di bandingkan dengan pembangkit listrik lain karena tidak mengandalkan bahan bakar.

Definisi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Mikrohidro adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (resources) penghasil listrik adalah yang memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu serta instalasi. Pembangkit listrik kecil yang dapat menggunakan tenaga air pada saluran irigasi dan sungai atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*, dalam m) dan jumlah debit airnya (m³/detik). Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

PLTMH umumnya merupakan pembangkit listrik jenis *run of river* dimana *head* diperoleh tidak dengan cara membangun bendungan besar, melainkan dengan mengalihkan aliran air sungai ke satu sisi dari sungai tersebut selanjutnya mengalirkannya lagi ke sungai pada suatu tempat dimana beda tinggi yang diperlukan sudah diperoleh. Air dialirkan ke *power house* (rumah pembangkit) yang biasanya dibangun dipinggir sungai. Air akan memutar sudu turbin (*runner*), kemudian air tersebut dikembalikan ke sungai asalnya. Energi mekanik dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. Pembangkit listrik tenaga air dibawah 200 kW digolongkan sebagai PLTMH.

Biasanya Mikrohidro dibangun berdasarkan adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (*flow capacity*) sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah *head*. Mikrohidro juga dikenal sebagai *white resources* dengan terjemahan bebasnya yaitu "energi putih". Sebab instalasi pembangkit listrik seperti ini menggunakan sumber daya yang disediakan oleh alam dan ramah lingkungan. Suatu kenyataan bahwa alam memiliki air terjun atau jenis lainnya yang menjadi tempat air mengalir. Dengan perkembangan teknologi sekarang maka energi aliran air beserta energi dari pengaruh perbedaan ketinggian dengan daerah tertentu (tempat instalasi yang akan dibangun) akan dapat diubah menjadi energi listrik.

Mikrohidro hanyalah sebuah istilah. Mikro artinya kecil sedangkan hidro artinya air. Dalam prakteknya istilah ini tidak merupakan sesuatu yang baku namun Mikrohidro, pasti menggunakan air sebagai sumber energinya. Yang membedakan antara istilah Mikrohidro dengan Minihidro adalah output daya yang dihasilkan (Hunggul,2014).

Mikrohidro dapat menghasilkan daya lebih rendah dari 100 W, sedangkan minihidro daya keluarannya berkisar antara 100 sampai 5000 W. Secara teknis, Mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sumber energi), turbin dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dengan ketinggian tertentu menuju rumah instalasi (rumah turbin). Di rumah instalasi, air tersebut akan menumbuk turbin dimana turbin akan menerima energi air tersebut dan mengubahnya menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Poros yang berputar tersebut kemudian ditransmisikan ke generator dengan menggunakan kopling. Dari generator akan dihasilkan energi listrik yang akan masuk ke sistem kontrol arus listrik, sebelum dialirkan ke rumah-rumah atau keperluan lainnya (beban). Begitulah secara ringkas proses Mikrohidro merubah energi aliran dan ketinggian air menjadi energi listrik. Peningkatan kebutuhan suplai daya ke daerah-daerah pedesaan di sejumlah negara, sebagian untuk mendukung industri-industri dan sebagian untuk menyediakan penerangan di malam hari. Kemampuan pemerintah yang terhalang oleh biaya yang tinggi untuk perluasan jaringan listrik, dapat membuat Mikrohidro memberikan sebuah alternatif ekonomi ke dalam jaringan. Hal ini dikarenakan Skema Mikrohidro yang mandiri dapat menghemat dari jaringan transmisi, karena skema perluasan

jaringan tersebut biasanya memerlukan biaya peralatan dan pegawai yang mahal. Skema Mikro Hidro dapat didisain dan dibangun oleh pegawai lokal, dan organisasi yang lebih kecil, dengan mengikuti peraturan yang lebih longgar dan menggunakan teknologi lokal, seperti untuk pekerjaan irigasi tradisional atau mesin-mesin buatan lokal. Pendekatan ini dikenal sebagai Pendekatan Lokal.

Negara Indonesia adalah Negara kepulauan yang masih banyak daerah-daerah yang masih terpencil dan belum ada penerangan listrik dan terjangkau oleh PLN. Padahal listrik atau penerangan sangat dibutuhkan oleh daerah tersebut agar daerah tersebut tidak ketinggalan dalam memperoleh informasi yang bertujuan untuk memajukan daerah tersebut dan dapat meningkatkan produktifitas masyarakatnya. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan akan penerangan listrik untuk daerah terpencil perlu diciptakan alat yang dapat menjangkau tempat terpencil yang murah dan ramah lingkungan, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.

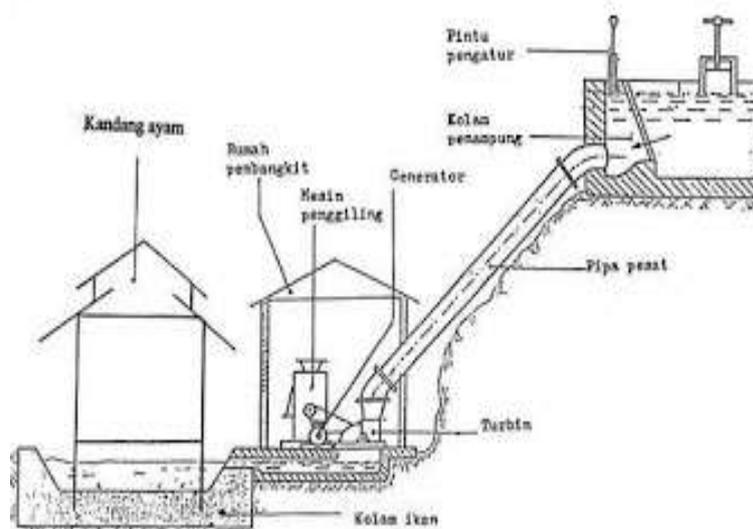
Pemasangan pembangkit listrik tenaga air atau Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) khususnya di daerah terpencil masih perlu dikembangkan melihat daerah di Indonesia yang banyak sekali gunung dan air terjun yang belum dimanfaatkan secara optimal, dan masih banyak pula daerah terpencil di Indonesia yang belum terjangkau oleh aliran listrik (PLN) terutama untuk pos-pos TNI di daerah terpencil dan perbatasan. Sebagai alternatif pembangkit listrik dengan menggunakan diesel (PLTD) yang menggunakan bahan bakar minyak khususnya solar yang biaya operasionalnya lebih besar dibanding PLTMH, disamping itu PLTMH juga ramah lingkungan.

Bertitik tolak dari keadaan tersebut maka perlunya diadakan penelitian dan pengembangan tentang pemasangan pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang tentunya dengan bahan bakunya yang mudah didapat yaitu air, seperti saluran irigasi, sungai kecil yang ada didataran rendah, atau kepulauan yang tidak memiliki bukit-bukit tetapi air yang melimpah. Dalam hal ini PLTMH dengan menggunakan sistem cetak miring adalah dimana air tidak tertahan pada sebuah bendungan. Pada sistem cetak miring, sebagian air sungai diarahkan ke saluran pembawa kemudian dialirkan melalui pipa pesat (*penstock*) menuju turbin. Selepas dari turbin, air dikembalikan lagi kealiran semula, sehingga hal ini tidak banyak mempengaruhi lingkungan atau mengurangi air yang keperluan pertanian. Air akan dialirkan kedalam turbin melalui sudu-sudu *runner* yang akan memutar poros turbin. Putaran inilah yang akan memutar generator untuk menghasilkan energi listrik.

Di negara maju seperti negara Belanda sumber daya alam telah lama di gunakan dengan menggunakan media angin yaitu kincir angin yang menggerakkan turbin sehingga akan menghasilkan listrik, maka tempat-tempat terpencil di sana sudah tidak lagi mengandalkan diesel atau alat lain yang menggunakan bahan bakar minyak sebagai sumber pembangkitnya. Selain di negara maju di negara vietnam telah mencoba sistem Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah-daerah terpencil di negara itu. Vietnam merupakan negara yang berhasil mengembangkan turbin ukuran kecil yang dapat digunakan oleh penduduk dengan keterampilan yang minimal hingga berjumlah ribuan tersebar di pelosok desa. Di negara kita juga telah mencoba teknologi ini di

daerah Jawa barat dan di daerah Sulawesi khususnya daerah yang banyak air terjun sebagai sumber tenaganya oleh karena itu teknologi ini perlu diterapkan juga pada satuan-satuan TNI didaerah terpencil dan daerah perbatasan yang jauh dari jangkauan aliran listrik sehingga dapat melepas ketergantungan terhadap bahan bakar minyak atau bahan tambang lainnya yang dapat sewaktu-waktu habis digunakan. Masih banyak lagi sumber daya alam yang lain yang belum dikembangkan dan dimanfaatkan secara optimal.

2.3 Prinsip Kerja PLTMH



Gambar 2.2 Cara Kerja Mikro Hidro

PLTMH pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah air yang jatuh (debit) perdetik yang ada pada saluran air/air terjun. Energi ini selanjutnya menggerakkan turbin, kemudian turbin kita hubungkan dengan generator untuk menghasilkan listrik. Hubungan antara turbin dengan generator dapat menggunakan jenis sambungan sabuk (*belt*) ataupun sistem *gear box*. Jenis sabuk yang biasa digunakan untuk PLTMH skala besar adalah jenis *flat belt*

sedangkan *V-belt* digunakan untuk skala di bawah 20 kW. Selanjutnya listrik yang dihasilkan oleh generator ini dialirkan ke rumah-rumah dengan memasang pengaman (sekring). Yang perlu diperhatikan dalam merancang sebuah PLTMH adalah menyesuaikan antara debit air yang tersedia dengan besarnya generator yang digunakan.

2.4 Bagian-Bagian Pltmh

PLTMH mempunyai beberapa bagian penting yang mendukung kemampuan kerajanya. Peralatan penting yang ada antara lain :

1. Saluran Pengambilan (Intake)
2. Bendung/weir.

Biasanya berada dibibir sungai kearah hulu sungai. Pada pintu air air biasanya terdapat perangkat sampah. Saluran Pembawa/ headrace. Membawa air dari saluran Pemasukan (Intake) ke`arah Bak Pengendap. Bak Pengendap/ Bak Penenang (Forebay). Mengendapkan tanah yang terbawa dalam air sehingga tidak masuk ke pipa pesat

3. Bak pengendap sama dengan Bak penenang pada PLTMH kecil.

Pipa pesat (Penstock). Adalah pipa yang membawa air jatuh kearah mesin Turbin. Di samping itu, pipa pesat juga mempertahankan tekanan air jatuh sehingga energi Di dalam gerakan air tidak terbuang. Air di dalam pipa pesat tidak boleh bocor karena mengakibatkan hilangnya tekanan air.

4. Rumah Pembangkit/ Power House.

5. Adalah rumah tempat semua peralatan mekanik dan elektrik PLTMH. Peralatan Mekanik seperti Turbin dan Generator berada dalam Rumah Pembangkit, demikian pula peralatan elektrik seperti kontroler.
6. Mesin PLTMH atau Turbin.
Berada dalam rumah pembangkit. Mesin ini mengubah tenaga air menjadi Mekanik (tenaga putar/gerak). Turbin termasuk alat mekanik.
7. Panel atau Peralatan Pengontrol Listrik.
Biasanya berbentuk kotak yang ditempel di dinding. Berisi peralatan elektronik untuk mengatur listrik yang dihasilkan Generator. Panel termasuk alat elektrik.
8. Jaringan Kabel Listrik.
Biasanya kabel yang menyalurkan listrik dari rumah pembangkit ke pelanggan.

2.7 Keuntungan PLTMH

Bagi kebanyakan pihak, PLTMH masih dianggap sesuatu yang jauh dari kata "untung". PLTMH hanya berbicara dalam ruang lingkup lokal dan tak ada yang berbicara dengan kepentingan lain. Namun penulis mempunyai pemikiran lain, PLTMH merupakan salah satu pembangkit listrik yang cukup unik karena meskipun dalam skala kecil tetapi memiliki banyak kelebihan, yakni :

1. Energi yang tersedia tidak akan habis selagi siklus dapat kita jaga dengan baik, seperti daerah tangkapan atau catchment area, vegetasi sungai dan sebagainya.

2. Proses yang dilakukan mudah dan murah, harga turbin, generator, panel kontrol, hingga pembangunan sipilnya kira-kira Rp 5 juta per KW (kondisional).
3. Tidak menimbulkan polutan yang berbahaya.
4. Dapat diproduksi di Indonesia, sehingga jika terjadi kerusakan tidak akan sulit untuk mendapatkan sparepart-nya.
5. Jika menerapkan mikrohidro sebagai pembangkit listrik secara tidak langsung kita dituntut untuk mengelola dan menata lingkungan agar tetap seimbang, sehingga sudah barang tentu tidak akan menimbulkan kerusakan lingkungan seperti banjir, tanah longsor atau erosi. Dan pada gilirannya ekosistem sungai atau daerah tangkapan akan tetap terjaga, dengan cara ini pula pemanasan global dapat lebih teredam.
6. Mengurangi tingkat konsumsi energi fosil, langkah ini akan berperan dalam mengendalikan laju harga minyak di pasar internasional. Dengan kata lain, jika akan membangun PLTMH dengan daya 100 KW (100.000 Watt) dibutuhkan biaya Rp 500 juta. Biaya tersebut relatif murah dibandingkan dengan menggunakan sumber listrik dari bahan bakar fosil (BBM). Keuntungan lain yang didapat dengan mengembangkan PLTMH, salah satunya adalah karena teknologi PLTMH andal dan kokoh hingga mampu beroperasi lebih dari 15 tahun.

2.6 Keterbatasan PLTMH

Dengan peralatan- peralatan yang disebut diatas, pengoperasian PLTMH dapat dilakukan. Namun PLTMH tetap memiliki keterbatasan yang disebabkan oleh :

1. A i r.

Besarnya listrik yang dihasilkan PLTMH tergantung pada tinggi jatuh air dan jumlah air. Pada musim kemarau kemampuan PLTMH akan menurun karena jumlah air biasanya berkurang.

2. Ukuran Generator.

Ukuran Generator tidak menunjukkan kemampuan produksi listriknya karena semuanya tergantung pada jumlah air dan ketinggian jatuh air sehingga ukuran generator bukan penentu utama kapasitas PLTMH.

3. Jumlah Pelanggan.

Jika pelanggan melebihi kemampuan PLTMH, maka kualitas listrik akan menurun. Jika pelanggan sudah berlebih, maka penggunaan listrik harus diatur. Aturan umum adalah 1 pelanggan paling sedikit mengkonsumsi 50 Watt listrik (3 buah lampu neon/ 3 buahlampu bohlam 10-15 Watt).

4. Jarak.

Semakin dekat jarak Pelanggan ke Pembangkit, maka kualitas listrik juga lebih baik.Semakin jauh jarak pelanggan, maka listrik yang hilang juga semakin banyak. Jarakpelanggan terjauh yang dianjurkan adalah antara 1-2 km dari PLTMH.

5. Penggunaan Listrik Oleh Pelanggan.

Jika pelanggan menggunakan listrik secara berlebih, maka kualitas listrik menurun dan membahayakan peralatan. Satu pelanggan melanggar, maka yang rugi adalah seluruh pelanggan.

Pembuatan/pembangunan awal pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan tenaga terbarukan memerlukan dana yang sedikit berbeda dengan pembangunan pembangkit listrik tenaga mikro hidro pada umumnya dikarenakan pembangkit ini termasuk pada jenis pico hydropower, yang berskala rumah tangga berikut macam – macam jenis pembangkit listrik tenaga mikro hidro berdasarkan kapasitasnya :

Tabel 2.1 daftar pembangkit listrik sesuai dengan kapasitasnya.

| Teknologi | Power Output | Sumber Energi | Aplikasi Utama |
|------------------|--------------|---------------|--|
| Pico Hydropower | < 20 kW | Air | Lampu, TV, radio, pengisian baterai handphone, perlengkapan kantor sederhana |
| Micro Hydropower | < 100 kW | Air | Kebutuhan di daerah pedesaan |
| Mini Hydropower | < 1 MW | Air | Dihubungkan dengan <i>utility grid</i> |
| Small Hydropower | < 10 MW | Air | Pengaliran ke PLN |

2.7 Kerangka Berfikir

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) penggunaan rumah tangga

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) pada dasarnya sebuah pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dimana memerlukan dua data yang penting yaitu debit air dan ketinggian jatuh untuk menghasilkan tenaga yang bermanfaat dalam sistem konversi tenaga, menyerap tenaga dari bentuk ketinggian dan aliran, dan menyalurkan tenaga dalam bentuk daya mekanik ke daya listrik. Tidak ada sistem konversi daya yang dapat mengirim sebanyak yang diserap karena sebagian daya hilang oleh sistem itu sendiri dalam bentuk gesekan, panas, suara dan sebagainya.

Pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro pada rumah tangga konvensional memanfaatkan tenaga pompa air yang akan menuju tandon air yang akan menggerakkan turbin serta akan menggerakkan alternator sebagai penghasil listrik, pada penelitian percobaan ini akan **memanfaatkan tekanan air pada pompa air yang akan menuju tandon air.**

Mengacu pada jurnal PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO MENGGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH : Jatmiko, Hasyim Asy'ari, Ginanjar Suko Raharjo (2013). Pembangkit listrik mikro hidro pada dasarnya memanfaatkan tenaga aliran air, baik itu aliran air sungai maupun aliran air dalam pipa sehingga jika semakin besar aliran air atau tekanan air yang mengalir maka putaran turbin akan semakin cepat sehingga listrik yang akan dihasilkan akan semakin besar. Berikut merupakan

perhitungan potensi daya yang akan dibangkitkan oleh pembangkit listrik tenaga mikro hidro dan yang akan dibandingkan dengan hasil yang terukur nanti.

$$\boxed{P = V \cdot I} \dots\dots\dots \text{Persamaan I}$$

P = Daya Listrik (W)

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

Karena pada pembangkit listrik mikro hidro ini menggunakan aliran air maka debit air akan berpengaruh pada daya yang akan dihasilkan sehingga persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\boxed{P = V \cdot I \cdot Q} \text{ Atau } \boxed{P = V \cdot I \cdot n} \dots\dots\dots \text{Persamaan II}$$

P = Daya Listrik (W)

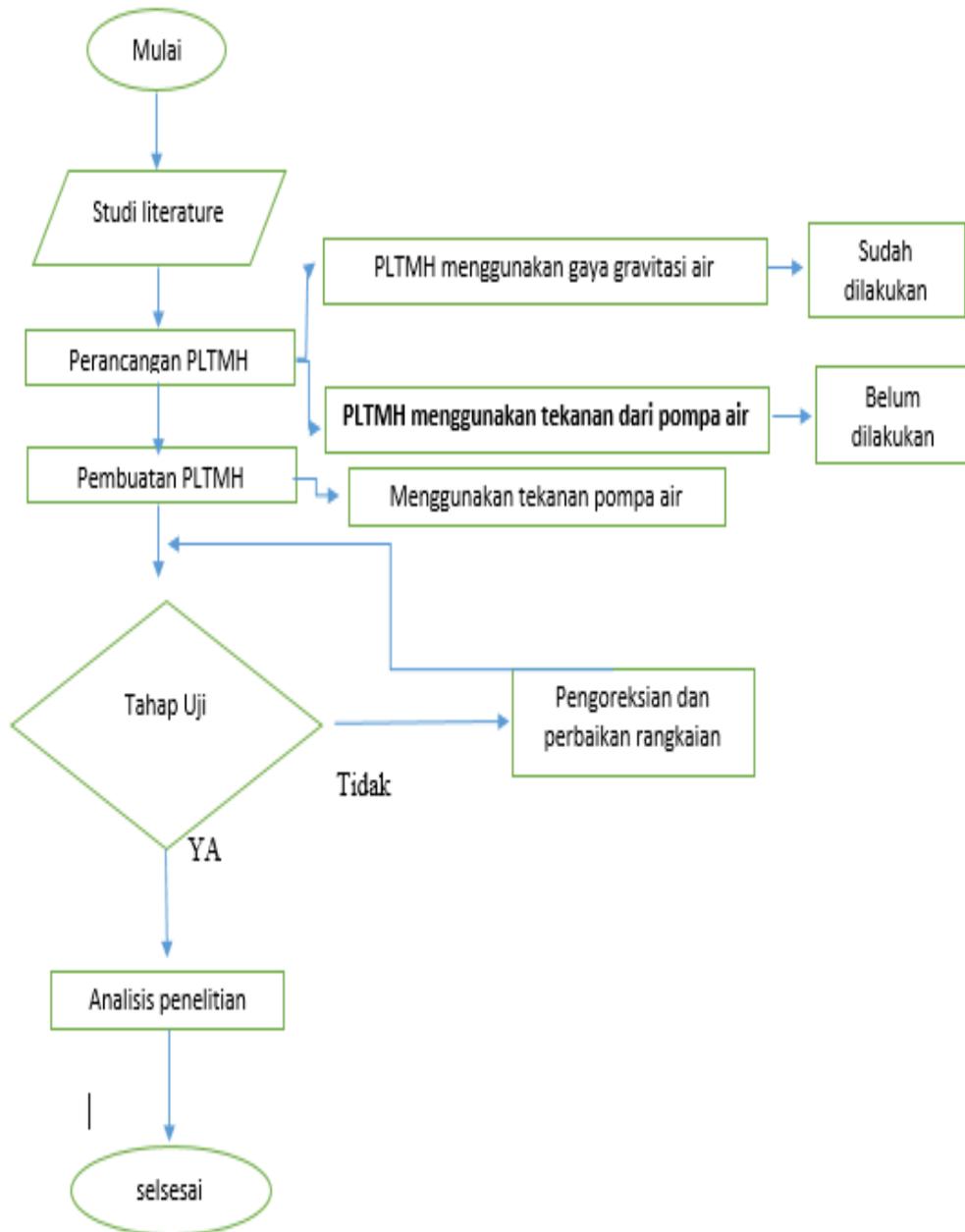
V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

Q = Debit Air (m³/s)

n = Putaran Turbin (RPM)

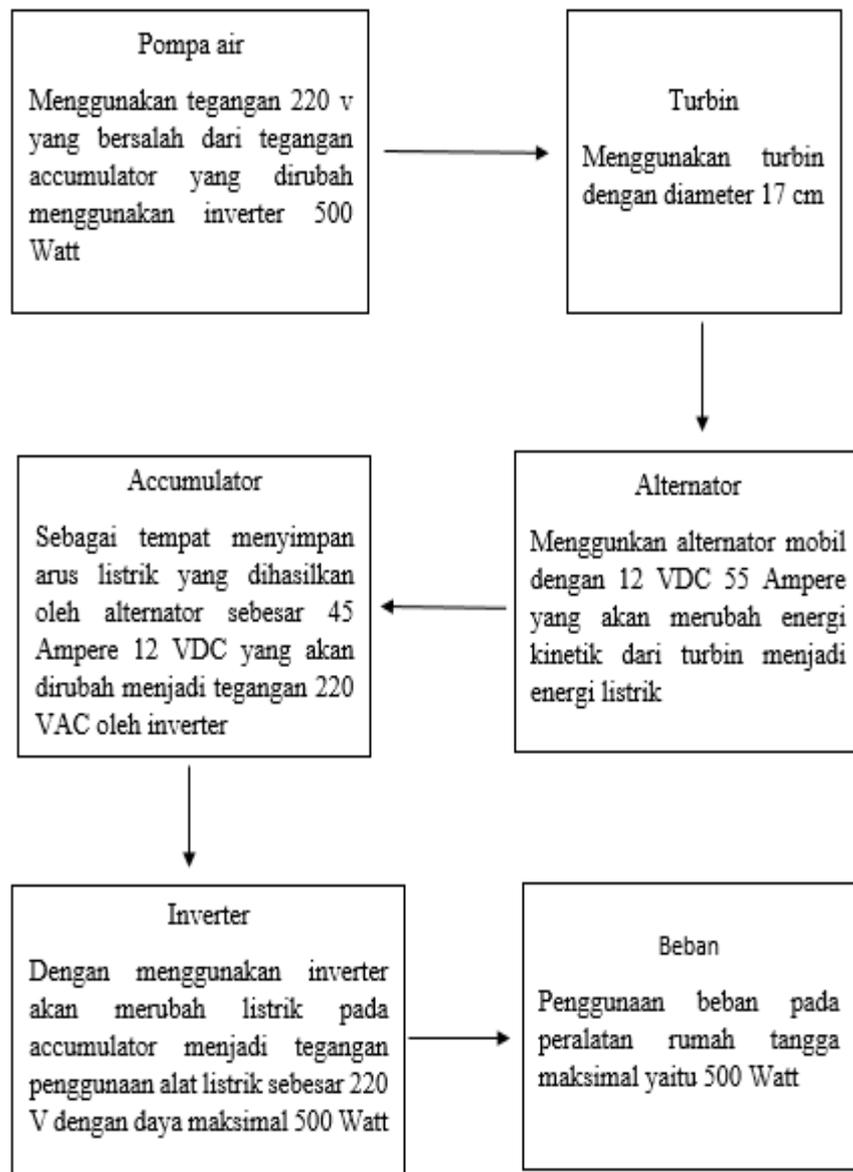
Berikut flowchart penelitian :



Gambar 2.3 *flowchart* penelitian

Flowchart diatas menjelaskan urutan dari penelitian ini, sehingga dalam penelitian ini dapat berjalan sesuai dengan sudah direncanakan.

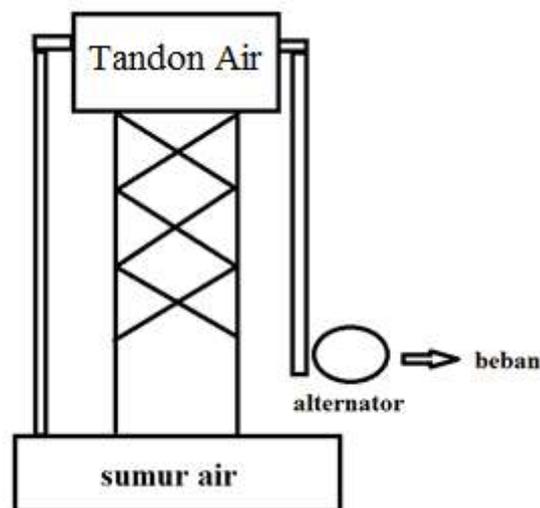
Berikut Desain sistem kerja PLTMH pada rumah tangga :



Gambar 2.4 desain sistem kerja PLTMH

Mikrohidro yang sering di kenal dengan nama Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil dengan menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerakya seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun serta pemanfaatan ailiran air pada tandon air yang terdapat

pada rumah tangga. Berdasarkan pengamatan, bagaimana supaya konsep Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dapat di terapkan ke berbagai tempat meskipun beragam sarana pendukungnya seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun tersebut tidak ada. Maka timbulah sebuah inovasi baru yang disebut Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Kapiler, inovasi ini memanfaatkan gaya kapiler air dan pompa air yang digunakan untuk memutar turbin dan generator khusus (alternator), tentunya dengan perhitungan yang tepat. Prinsip dasar kinerja Mikrohidro Kapiler merupakan sebuah pemanfaatan energi potensial yang dimiliki oleh aliran air yang kita simpan pada bak tandonn atau menara air pada jarak ketinggian tertentu menuju instalasi pembangkit listrik berupa turbin tadi kemudian mengalirkannya kembali ke tempat semula secara berkelanjutan (*continue*).



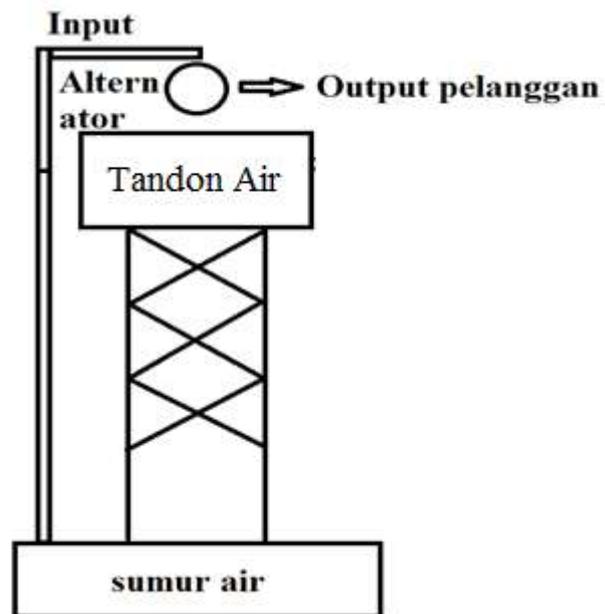
Gambar 2.5 Pembangkit listrik mikro hidro dengan tenaga aliran air dengan gaya grafitasi

Menganut pada penelitian Arifin dkk (2007) : bahwa aliran air yang menuju kebawah menggunakan gaya grafitasi dapat dimanfaatkan energinya

untuk dirubah menjadi aliran listrik menggunakan turbin yang dipasangkan dengan alternator.

Dengan mengacu dari penelitian Arifin dkk (2007), saya ingin mencoba mengembangkan teori dari pembangkit listrik tenaga mikro hidro pada rumah tangga dengan memanfaatkan aliran air dari tandon air yang memanfaatkan gaya gravitasi bumi sehingga air akan mengalir sehingga mampu menggerakkan turbin.

Dalam penelitian ini peneliti mencoba mengembangkan teori diatas dengan cara membalik cara pemutaran turbinya, jika pada penelitian di atas memanfaatkan gravitasi sehingga air menggerakkan turbin sehingga menghasilkan listrik namun pada penelitian tersebut jika air tidak mengalir ke bawah maka tidak akan ada listrik yang dihasilkan oleh generatornya. Pada penelitian ini mencoba mengembangkan dengan menggunakan tekanan air pada pompa air yang akan mengisi air pada tandon.



Gambar 2.6 Pembangkit listrik mikro hidro dengan tenaga tekanan pompa air menuju tandon air

Dengan metode ini diharapkan daya listrik yang dihasilkan akan tetap dan tidak tergantung pada aliran air yang keluar dari tandon air, dengan daya listrik yang tetap maka pada pengisian listrik pada baterai atau accumulator akan lebih cepat dan stabil karena daya yang listrik yang dihasilkan oleh generator juga stabil dan tetap.

Penelitian ini masih pada tahap prototype jadi peneliti mencoba untuk mengembangkan metode tersebut . Penelitian ini masih dalam pengembangan, jika dianggap layak maka pembangkit listrik tenaga mikro hidro ini dapat dipakai pada rumah tangga yang sesungguhnya dengan beban yang menyesuaikan daya yang dihasilkan oleh alternator.

Tak kalah dengan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) yang sedang gencar di sosialisasikan Pemerintah, Ada beragam keunggulan

Pembangkit Listrik Tenaga Listrik Mikrohidro Kapiler yang saya sebut Pitulungan (Tujuh Pertolongan), meliputi :

1. Dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis yang lain, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Kapiler (PLTMHK) ini cukup murah karena menggunakan energi alam (air) dan dapat dipastikan sparepartnya akan mudah di peroleh dipasaran.
2. Kontruksinya yang portable dan sederhana, sehingga cocok digunakan di berbagai tempat seperti : daerah terpencil di pedalaman yang jauh dari sumber air, pemukiman padat penduduk/rumah susun maupun perusahaan.
3. Mudah dioperasikan meskipun dengan melihat buku panduan, sehingga lebih tahan lama.
4. Tidak menimbulkan pencemaran baik pencemaran suara, udara maupun air.
5. Dapat dipadukan dengan program pemeliharaan ikan jika diperlukan.
6. Besarnya daya setara dengan daya listrik dari PLN dan dapat di perbesar sesuai dengan kebutuhan. Standart untuk rumah tangga dari 450 – 900 Watt/220 V untuk satu unit Tower, namun apabila di perlukan dapat dibuat menara air besar untuk mengalirkan listrik ke beberapa rumah, bahkan dengan kalkulasi yang dibutuhkan dapat digunakan untuk mengaliri satu kampung dengan besar daya yang di sesuaikan.
7. Tidak mengeluarkan biaya bulanan seperti listrik konvensional yang ada, karena menjadi milik pribadi atau kelompok yang menghendaki.

8. Bagi perumahan yang sama sekali tidak memiliki lahan, maka seandainya menghendaki penggunaan konsep ini harus dibuat diatas atab, tentunya dengan syarat kontruksi atab adalah beton atau cor, sehingga ketika akan didirikan PLTHK akan kuat dan tahan lama.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengembangan

Pembuatan prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan tenaga terbarukan menggunakan tekanan dari pompa air. Simamarta (2010:62) menyatakan bahwa “Sebuah prototype adalah bagian dari produk yang mengekspresikan logika maupun fisik antarmuka eksternal yang ditampilkan”. Walaupun prototype yang dibuat oleh peneliti sebelumnya menghasilkan data dan produk yang dapat digunakan tetapi masih dalam bentuk yang belum sederhana.

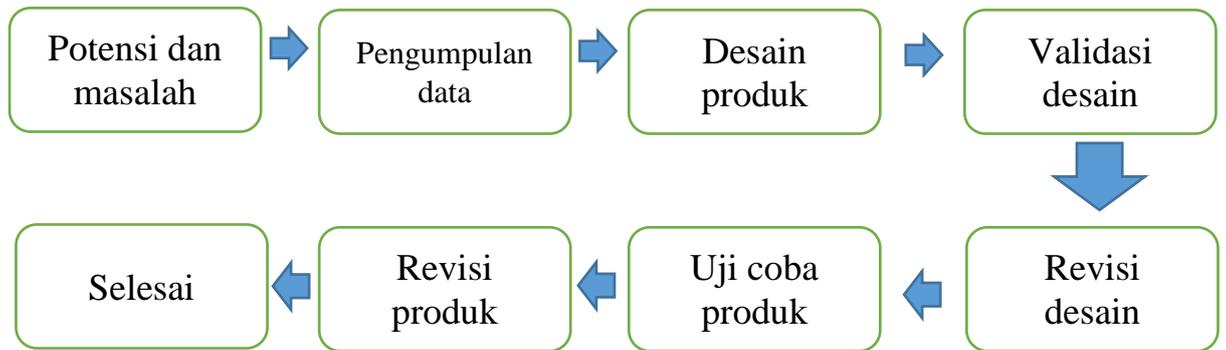
Metode penelitian dan pengembangan atau *reaserch and development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut.

Untuk dapat menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan untuk menguji keefektifan produk tersebut supaya dapat berfungsi di masyarakat luas, maka diperlukan penelitian untuk menguji keefektifan produk tersebut. Jadi penelitian dan pengembangan bersifat longitudinal (bertahap bisa *multy years*).

Metode penelitian dan pengembangan telah banyak digunakan pada bidang – bidang ilmu alam dan teknik. Hampir semua produk teknologi seperti alat – alat elektronik, kendaraan bermotor, pesawat terbang, kapal laut serta alat – alat

rumah tangga mord diproduksi dan dikembangkan melalui penelitian dan pengembangan.

3.2 Langkah – langkah penelitian dan pengembangan



Gambar 3.1 langkah – langkah penggunaan metode *Reaserch and Development* (R&D)

1. Potensi dan masalah

Penelitian dapat berangkat dari adanya potensi atau masalah. Potensi adalah segala sesuatu yang bila didayagunakan dapat menjadi nilai tambah. Sebagai contoh, penggunaan pompa air pada rumah tangga yang potensi energi gerak air yang belum dimanfaatkan, potensi tersebut dapat dikembangkan menjadi energi mekanik untuk menggerakkan sesuatu seperti generator sebagai pembangkit listrik.

Potensi dan masalah yang dikemukakan dalam penelitian harus ditunjukkan dengan data empirik. Misalkan potensi energi air pada pompa air rumah tangga harus dikemukakan data berapa kekuatan dan debit air tersebut. Data air tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk merandang PLTMH atau produk lainya yang dapat menghasilkan energi listrik.

2. Mengumpulkan informasi

Potensi dan masalah dapat ditunjukkan secara faktual dan *uptode*, selanjutnya perlu dikumpulkan berbagai informasi yang dapat digunakan sebagai bahan perencanaan produk yang diharapkan dan dapat mengatasi masalah tersebut. Metode apa yang akan digunakan untuk penelitian tergantung permasalahan dan ketelitian tujuan yang ingin tercapai.

Studi pustaka yang dilakukan peneliti adalah mengumpulkan literatur yang terkait dengan tema penelitian ini. Kegiatan dalam studi pustaka antara lain mencari buku dari perpustakaan dan internet yang terkait dengan penelitian ini. Serta peneliti juga mengacu pada jurnal – jurnal penelitian yang sudah ada untuk di kembangkan pada penelitian ini.

3. Desain produk

Produk yang dihasilkan harus menggunakan rancang kerja baru. Rancangan kerja dibuat berdasarkan penilaian terhadap sistem kerja la, sehingga dapat ditemukan kelemahan – kelemahan terhadap sistem tersebut. Penunjang dalam pembuatan sistem kerja baru yaitu memandang sistem kerja lain yang dipandang lebih baik serta sesuai dengan sistem yang akan kita buat.

Hasil akhir dari kegiatan ini adalah berupa desain produk baru yang lengkap dengan spesifikasinya. Desain produk harus diwujudkan dalam bentuk gambar atau bagan, sehingga dapat digunakan sebagai pegangan untuk menilai dan membuatnya. Desain produk harus disertakan bahan – bahan yang akan digunakan membuat setiap komponennya, ukuran serta toleransinya. Sistem harus dijelaskan mekanisme kerjanya.

4. Validasi desain

Validasi desain merupakan proses kegiatan untuk menilai apakah rancangan produk dalam hal sistem kerja baru secara rasional akan lebih efektif dari sistem kerja yang lama atau tidak. Rasional dikarenakan validasi di sini bersifat penilaian berdasarkan pemikiran rasional belum berdasarkan fakta lapangan.

Validasi desain dapat dilakukan dengan menghadirkan beberapa pakar atau teanga ahli yang sudah berpengalaman untuk menilai produk baru yang dirancang tersebut. Ahli/pakar tersebut diminta untuk menilai desain tersebut sehingga dapat diketahui kelebihan serta kelemahanya. Validasi dilakukan dalam forum diskusi

5. Perbaikan desain

Proses validasi selesai dilakukan oleh para ahli/pakar maka akan diketahui kelemahanya, kelemahanya inilah yang akan dikurangi dengan cara perbaikan desain sesuai dengan anjuran dan penilaian para ahli/pakar tersebut.

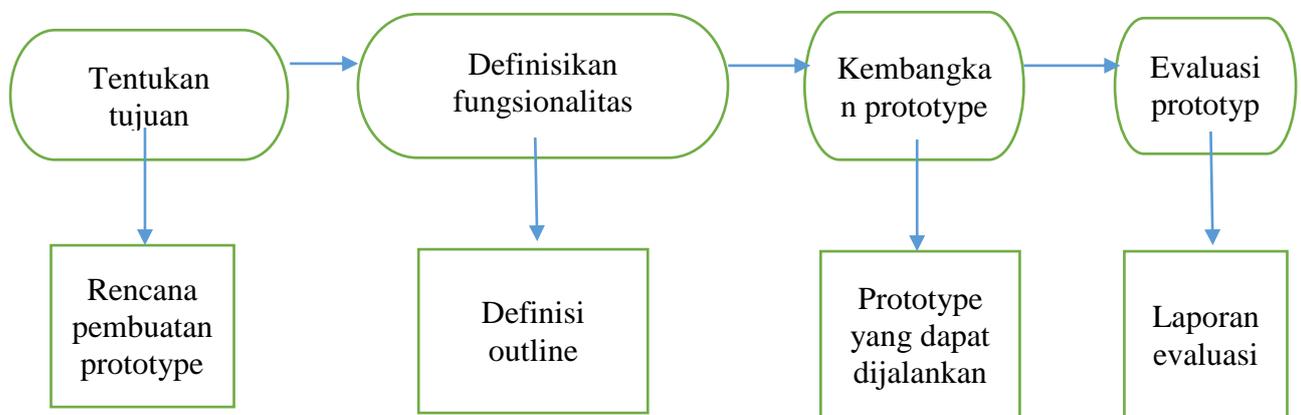
6. Uji coba produk

Uji coba produk yang baru merupakan tahap terakhir dalam proses ini, pada proses ini produk baru tersebut diuji sistem kerja yang baru dan di bandingkan dengan sistem kerja yang lama sehingga terlihat perbedaanya. Produk yang baru akan di uji fungsi, sistem kerja serta ketahan produk jika dipakai dengan waktu yang lama.

3.3 Tahapan pengembangan prototype

Berikut adalah model proses untuk pengembangan prototype menurut

Sommerville (2003:165) :



Gambar 3.2 proses pengembangan prototype

Berikut merupakan penjabaran prosedur pengembangan prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan tenaga terbarukan menggunakan tekanan pompa air :

3.3.1 Persyaratan outline

Untuk menyusun persyaratan outline, langkah pertama adalah mengumpulkan informasi yang terkait dengan sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang digunakan pada rumah tangga. Adapun pengumpulan data dalam penelitian adalah :

1. Dokumentasi

Dalam kegiatan ini peneliti mengambil citra pembangkit yang sudah terlebih dahulu dikembangkan oleh peneliti sebelumnya. Peneliti hanya membatasi pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro pada penggunaan rumah tangga.

2. Studi pustaka

Studi pustaka yang dilakukan peneliti adalah mengumpulkan literatur yang terkait dengan tema penelitian ini. Kegiatan dalam studi pustaka antara lain mencari buku dari perpustakaan dan internet yang terkait dengan penelitian ini. Serta peneliti juga mengacu pada jurnal – jurnal penelitian yang sudah ada untuk di kembangkan pada penelitian ini.

Setelah pengumpulan data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini, langkah selanjutnya adalah menyusun persyaratan outline dalam pembuatan prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan energi terbarukan dengan memanfaatkan tekanan dari pompa air. Berikut persyaratan outline dalam penelitian ini :

1. Sistem mampu bekerja sesuai dengan yang direncanakan, dengan adanya arus dan tegangan yang timbul dari putaran alternator.
2. Sistem mampu menyimpan listrik yang telah dihasilkan pada accumulator.
3. Sistem mampu dibebankan dengan beban instalasi rumah sederhana.

3.3.2 Pengembangan prototype

Peneliti membuat prototype menganut pada penelitian sebelumnya, yaitu memanfaatkan tekanan air. Untuk mengembangkan prototype ini peneliti

mengembangkan atau merubah sistem penggerak dari turbin air tersebut, jika pada penelitian sebelumnya penggerak dari turbin air adalah tekanan air yang didapat dari gaya jatuh air oleh gravitasi bumi namun pada penelitian ini mengubahnya menjadi tekanan pompa air yang akan menuju tandon air/yang akan mengisi tandon air tersebut. Perkembangan teknologi mikro hidro dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah.

Tabel 3.1 Perkembangan pembangkit listrik tenaga mikro hidro

| Nama prototype | Keterangan mikro hidro |
|--|--|
| Mikro hidro dengan sistem sodetan sungai | <ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber air berasal dari sodetan sungai 2. Menggunakan pipa pesat untuk menciptakan tekanan air 3. Menggunakan generator AC berukuran besar >20KW 4. Memerlukan biaya operasional tinggi 5. Mampu mengalirkan listrik untuk 1 desa 6. Biaya pembuatan yang lumayan mahal 7. Tanpa menggunakan accumulator |
| Mikro hidro dengan sistem pemanfaatan air pada pemandian umum/kolam renang | <ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber air berasal dari pembuangan air dari pemandian/kolam renang 2. Menggunakan pipa pesat untuk menciptakan tekanan air 3. Menggunakan generator AC berukuran sedang ≥ 20KW 4. Memerlukan operasional yang lumayan tinggi 5. Listrik yang dihasilkan hanya untuk operasional pemandian/kolam renang itu sendiri 6. Biaya pembuatan yang cukup mahal 7. Tanpa menggunakan accumulaotr |
| Mikro hidro dengan sistem tekanan air dari tandon air pada | <ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber air berasal dari tandon air pada rumah tangga 2. Menggunakan instalasi pipa pada rumah tangga untuk menciptakan tekanan 3. Menggunakan generator AC berdaya kecil <20KW |

| | |
|---|---|
| rumah tangga | <ol style="list-style-type: none"> 4. Memerlukan biaya operasional rendah 5. Listrik yang dihasilkan digunakan pada kebutuhan rumah tangga itu sendiri jadi bisa dikatakan pembangkit listrik mandiri 6. Biaya pembuatan relatif terjangkau 7. Menggunakan accumulator/tanpa accumulator |
| Mikro hidro dengan sistem tekana air dari pompa menuju tandon air pada rumah tangga | <ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber air berasal dari pompa air yang menuju tandon air 2. Menggunakan instalasi pipa pada rumah tangga untuk menciptakan tekanan 3. Menggunakan generator AC/DC berdaya kecil <20KW 4. Memerlukan biaya operasional rendah 5. Listrik yang dihasilkan digunakan pada kebutuhan rumah tangga itu sendiri jadi bisa dikatakan pembangkit listrik mandiri 6. Biaya pembuatan relatif terjangkau 7. Menggunakan accumulator |

3.3.3 Evaluasi

Pada sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan menggunakan tekanan dari pompa air ini dievaluasi menggunakan beberapa cara pengujian. Untuk menghasilkan akurasi data yang tinggi, peneliti menggunakan beberapa alat ukur dalam mendapatkan data dari proses pengujian prototype tersebut. Setiap kesalahan (*error*) akan dicatat dan akan menjadi bahan perbaikan pada sistem pembangkit listrik tersebut.

3.3.4 Spesifikasi sistem

Penelitian sebelumnya menggunakan gaya gravitasi air yang jika diukur dengan alat pengukur tekanan air, maka hasil pengukuran masih

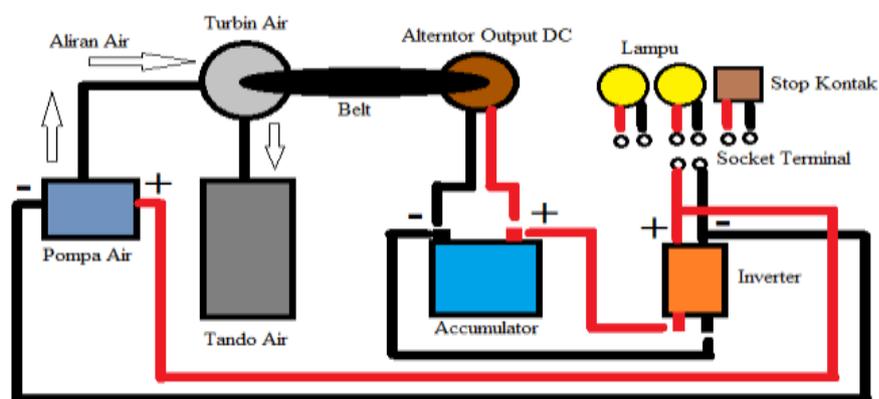
bertekanan rendah. Pada penelitian ini menggunakan tekanan dari pompa air yang mempunyai tekanan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan air dengan gaya gravitasi bumi, dengan itu diharapkan listrik yang dihasilkan akan lebih besar dan stabil dalam suplainya.

3.3.5 Pengembangan perangkat prototype

Prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro ini menggunakan tekanan pompa air yang akan menuju tandon air, walaupun bukan pembangkit listrik yang besar namun pembangkit listrik ini mampu menyuplai kebutuhan listrik pada skala rumah tangga.

3.4 Perencanaan Protoype Pembangkit Listrik

Diagram blok perancangan prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) merupakan bagian terpenting dalam proses perancangan dan pembuatan protoype pembangkit listrik tenaga mikro hidro(PLTMH). Karena dari diagram blok perencana ini, dapat diketahui prinsip – prinsip kerja keseluruhan rangkaian. Diagram blok sistem prTOTYPE pembangkit listrik tenaga mikro hidro(PLTMH) ditunjukkan dalam gambar 3.3 .



Gambar 3.3 Sistem kerja pembangkit listrik tenaga mikro hidro

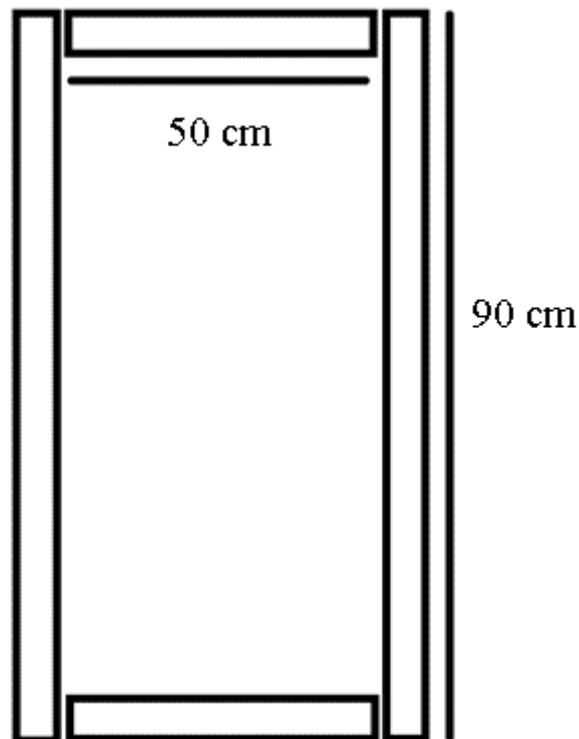
Pada gambar 3.4 merupakan gambar sistem kerja dalam pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) sebagai sumber tenaga terbarukan, pada sistem kerja tersebut yang dimaksud sebagai sumber tenaga terbarukan ialah ketika accumulator memasok tenaga listrik untuk pompa air pada saat itu juga pompa air menggerakkan turbin air serta alternator yang akan mengisi daya listrik ke accumulator dan seterusnya sehingga sistem ini bisa disebut sebagai sistem *recycle* energi yang tadinya energi aliran air dari pompa air tidak dimanfaatkan kini dapat dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak pembangkit listrik tenaga listrik tenaga mikro hidro yang dapat dimanfaatkan sebagai pemasok kebutuhan listrik pada rumah tangga.

Alternator adalah sebuah alat/komponen yang penting dalam pembangkit listrik tenaga mikro hidro berfungsi sebagai penghasil listrik yang akan disimpan serta digunakan untuk pemakaian pada rumah tangga. Alternator akan bergerak karena telah dihubungkan dengan turbin air menggunakan belt atau sabuk karet yang biasanya digunakan pada kendaraan bermotor, turbin air akan bergerak karena mendapatkan tekanan dari pompa air yang akan menggerakkan sudu – sudu turbin. Pada prototype ini beban rumah tangga diwakili oleh 2 buah lampu dan 1 buah stop kontak yang bisa digunakan untuk keperluan alat elektronik lainnya.

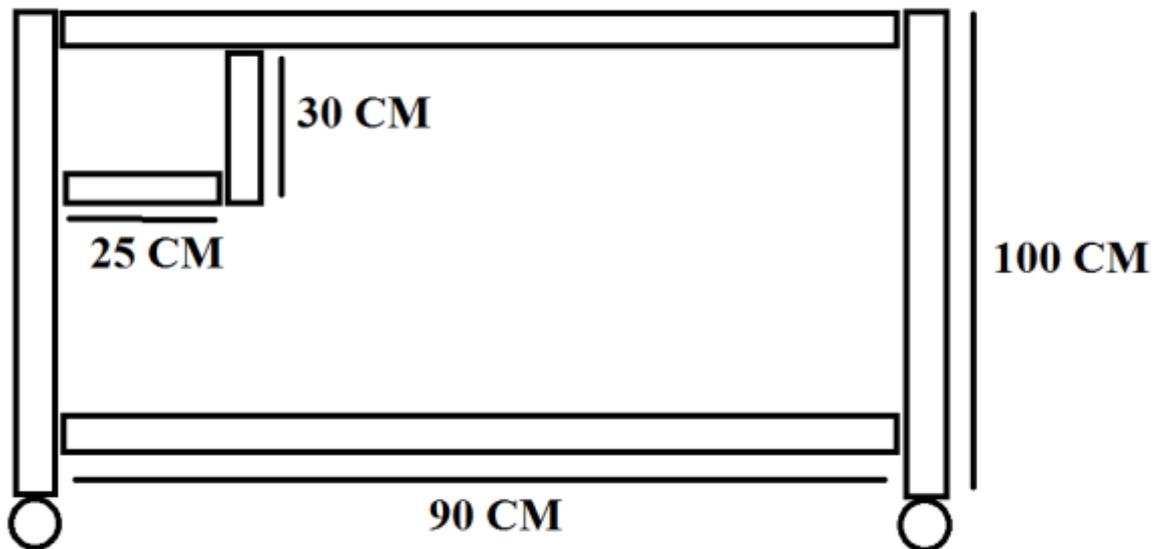
3.5 Perencanaan Pembuatan Kerangka dan Peralatan Utama Prototype

3.5.1 Kerangka prototype

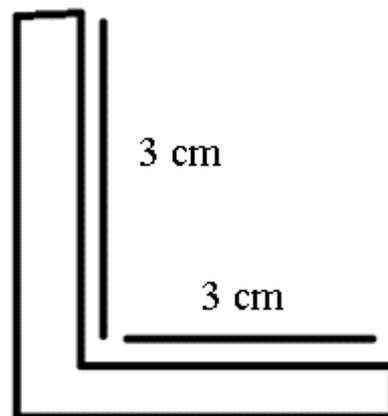
Perencanaan kerangka prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro dari besi berbentuk siku yang dibentuk sesuai ukuran dan perhitungan dalam perancangannya. Untuk perancangan kerangka prototype tidak diperlukan perhitungan khusus terlihat dalam gambar 3.4 – 3.6



Gambar 3.5 Kerangka Tampak Atas



Gambar 3.6 Kerangka Tampak Samping



Gambar 3.7 Penampang besi yang digunakan.

Gambar 3.5 – 3.7 menunjukkan perancangan prototype tidak ada perhitungan khusus untuk perancangannya. Karena fungsinya sebagai dudukan tempat turbin dan juga alternator serta tempat untuk menaruh pompa air sebagai sumber energi penggerak turbin. Dalam perancangan kerangka prototype harus benar – benar

presisi dan praktis. Kerangka ini memenuhi syarat dengan ukuran kerangka prototype panjang 1 meter lebar 0,5 meter tinggi 0,8 meter. Ukuran disesuaikan dengan komponen yang akan dipasangkan pada kerangka tersebut.

Untuk besi yang digunakan merupakan besi berbentuk siku 90° , ada alasan untuk memilih besi bentuk ini karena mempermudah dalam perangkaian kerangka dan juga besi ini merupakan besi bekas. Untuk ukuran besi yang digunakan berukuran 3 cm x 3 cm. Untuk merangkai/ menyambungkan antar rangkaian menggunakan baut ukuran ring 12 dan tidak menggunakan teknik las agar memudahkan dalam memasang serta jika terjadi kesalahan gampang untuk membongkar dan memperbaikinya.

3.5.2 Alternator



Gambar 3.8 Generator jenis Alternator

PrTOTYPE ini menggunakan piranti alternator dengan output daya DC karena didalam alternator sudah terdapat IC Regulator yang menjadikan output alternator yang asalnya output AC menjadi output DC

Prinsip kerja alternator sebagai berikut :

1. Field coil (rotor coil) mendapat arus penguat sehingga pada rotor coil timbul medan magnet.
2. Bila alternator diputar oleh turbin, maka medan magnet pada rotor coil akan dipotong oleh konduktor pada stator coil. Sehingga pada stator coil akan timbul arus listrik.
3. Tegangan bolak – balik yang keluar dari stator kemudian diserahkan oleh diode sehingga menjadi arus searah.

Gambar 3.5 merupakan alternator MITSUBISHI L300 DLX 2300cc dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Parent SKU : SP8150TAFGQMANID
2. Simple SKU : SP8150TAFGQMANID – 261624
3. Merk : Sport Shot MITSUBISHI
4. Nama Produk : Sport Shot MITSUBISHI – ALTERNATOR L300 DIESEL
5. Reg.Type : ER (External Regulator)
6. Fan Type : EF (External Fan)
7. Output : 12V DC 50 Ampere

3.5.3 Accumulator

Accumulator yang dipakai menggunakan accumulator bekas/setengah pakai yang kondisinya masih layak untuk dipakai untuk penggunaan kebutuhan daya yang ditunjukkan pada gambar 3.6, dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Merk : GS Astra HYBRID
2. Kapasitas : 45 Ampere /12V DC
3. Dimensi : 238x129x203 mm

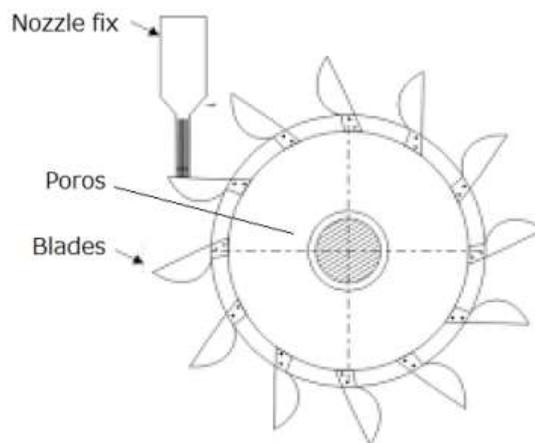


Gambar 3.9 Accumulator 12 VDC 45 Ampere

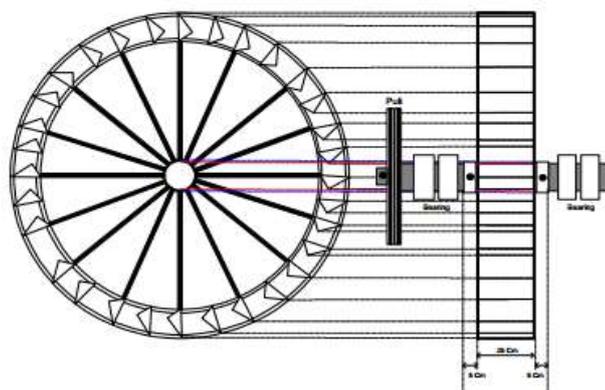
Acumulator dapat di isi dengan tegangan listrik minimal 12,3 volt jika tegangan dibawah 12,3 volt maka acumulator tidak bisa mengisi. Pnurunan tegangan pada acumulator dapat disebabkan oleh penggunaan acumulator itu sendiri, acumulator dapat digunakan jika tegangan pada acumulator pada kisaran 10,5 volt – 12 volt.

3.5.4 Desain Turbin Air

Desain turbin masih menggunakan turbin air seperti umumnya yang berbentuk bulat dan memiliki sudu – sudu yang berfungsi sebagai penampang yang akan diberi tekanan air sehingga turbin mampu berputar. Dengan diameter 17 cm dan lebar sudu – sudu 5,5 cm yang memiliki jumlah sudu – sudu 8 buah. Untuk as menggunakan as berukuran diameter 1 cm dan panjang 13,5 cm, untuk media berputar as dipasangkan laker agar turbin mampu berputar dengan sempurna.



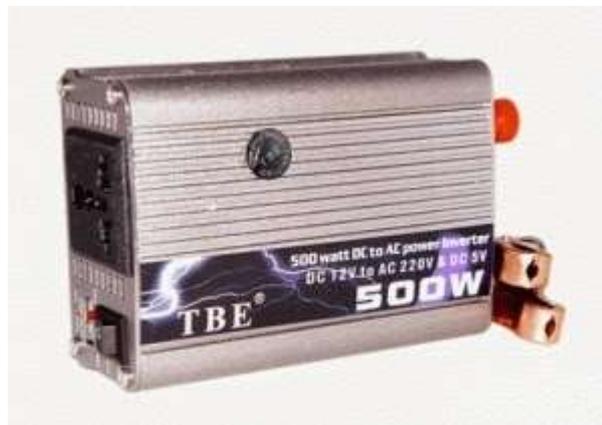
Gambar 3.10 Tampak Samping Turbin



Gambar 3.11 Tampak Serong dan terlihat sudu – sudu turbin

3.5.5 Inverter

Inverter merupakan alat pengubah arus, AC ke DC atau DC ke AC sesuai dengan kebutuhan. Pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro ini menggunakan inverter DC ke AC karena daya listrik yang dihasilkan disimpan terlebih dahulu pada accumulator sehingga diperlukan inverter untuk merubah arus DC ke AC sebelum digunakan pada kebutuhan peralatan rumah tangga.



Gambar 3.12 Inverter TBE 500 Watt

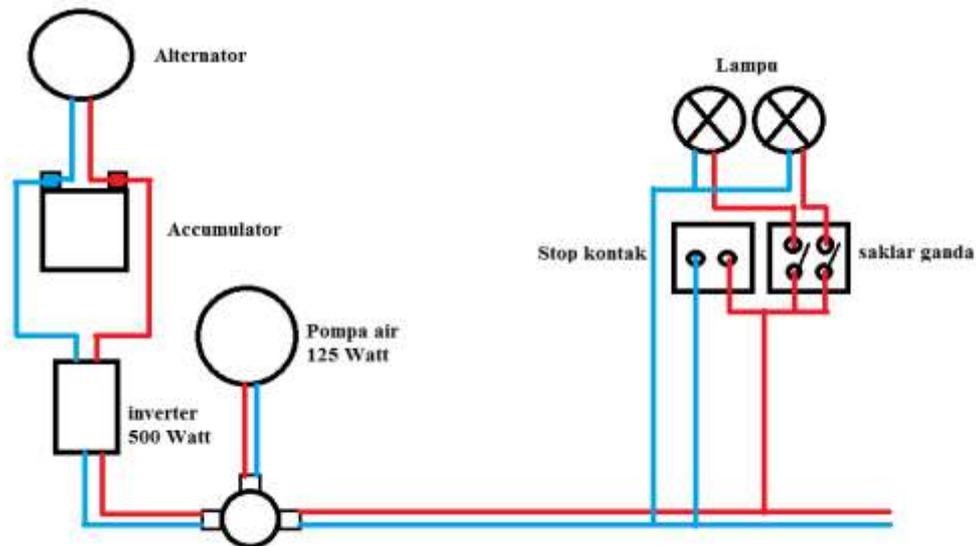
Spesifikasi :

1. Input Voltage: 12 V DC
2. Output Voltage : 220 V AC
3. Output frequency : 50 Hz
4. Peak Power: 500 Watt
5. Low Battery alarm : 10.4 - 11 v
6. Low battery shutdown point : 9.7 - 10.3 v
7. High Battery shutdown point : 14.5 - 15.5 v

3.5.6 Perancangan Instalasi Listrik Untuk Penggunaan Beban

Instalasi listrik ini berguna untuk menyalurkan daya listrik dari inverter menuju ke beban berupa lampu serta stop kontak yang bisa dipergunakan untuk alat elektronik lainnya.

Perancangan instalasinya dapat dilihat pada gambar 3.13 dibawah ini :



Gambar 3.13 instalasi kelistrikan PLTMH

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen adalah alat ukur yang digunakan untuk pengukuran dalam eksperimen. Alat – alat ukur yang digunakan harus mempunyai tingkat validitas yang tinggi. Hal ini berarti bahwa, sebuah instrumen dikatakan valid apabila mampu mengukur secara tepat atau mendekati harga sesungguhnya. Selain valid, sebuah instrumen hanya dapat dipercaya bila data yang diperoleh sesuai dengan kenyataan. Disamping itu, alat yang digunakan saat instrumen pembuatan prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro adalah voltmeter analog dan multimeter digital. Selanjutnya, metode pengujian dan perkiraan alat menggunakan *trial and error* yaitu mencoba dan kelasahan yang ada pada prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro sebagai pembangkit listrik tenaga terbarukan sehingga menghasilkan sebuah data

3.7 Alat dan Bahan Penelitian

Untuk merancang prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro, ada beberapa kebutuhan komponen yang perlu diperhatikan :

Tabel 3.2 daftar komponen PLTMH

| Komponen | Jumlah | Keterangan |
|----------------------------------|------------|------------------|
| Alternator mobil Mitsubishi L300 | 1 | 12V DC 55 Ampere |
| Accumulator (baterai) | 1 | 12V DC 34 Ampere |
| Pompa Air | 1 | 220 V AC |
| Belt (sabuk karet) | 1 | |
| Pipa PVC | Secukupnya | |
| Turbin | 1 | |
| Voltmeter DC | 1 | Heles UX-838 TR |
| Amperemeter DC | 1 | Masda KS-86 |
| Inverter | 1 | |
| Kerangka | 1 | |

Adapun, alur beberapa perancangan prototype pembangkit listrik mikro hidro dengan tenaga terbarukan adalah sebagai berikut :

1. Perancangan kerangka dan peralatan utama prototype
2. Perancangan instalasi listrik untuk penggunaan beban

3.8 Prinsip Kerja Alat

Prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro menggunakan alternator mobil dengan spesifikasi 12V DC 50 Ampere yang akan menghasilkan daya listrik ketika turbin terailiri tekanan air dan pada akhirnya akan menggerakkan

alternator. Ketika alternator bergerak maka tercipta daya listrik yang akan disimpan pada baterai, dan akan dirubah arusnya menjadi AC menggunakan inverter sebelum digunakan untuk untuk menyalakan lampu serta stop kontak sebagai beban.

3.9 Batasan pengujian prototype dengan skala laboratorium

Penelitian ini menggunakan teknik pengujian *trial and error* (percobaan dan error). Pengujian ini secara sederhananya yaitu dengan melakukan pengujian serta mencatat data yang dihasilkan serta jika mengalami *trobel* atau error maka akan dicatat yang akan menjadi bahan pertimbangan perbaikan untuk selanjutnya. Penelitian ini dilakukan pada laboratorium yang sifatnya hanya terbatas pada ruang lingkup laboratorium.

Berikut beberapa pengujian prototype pembangkit listrik :

1. Pengujian pengaruh debit air terhadap daya yang dihasilkan.
2. Keandalan sistem pada mikro hidro.
3. Pengujian instalasi listrik untuk penggunaan rumah tangga.

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

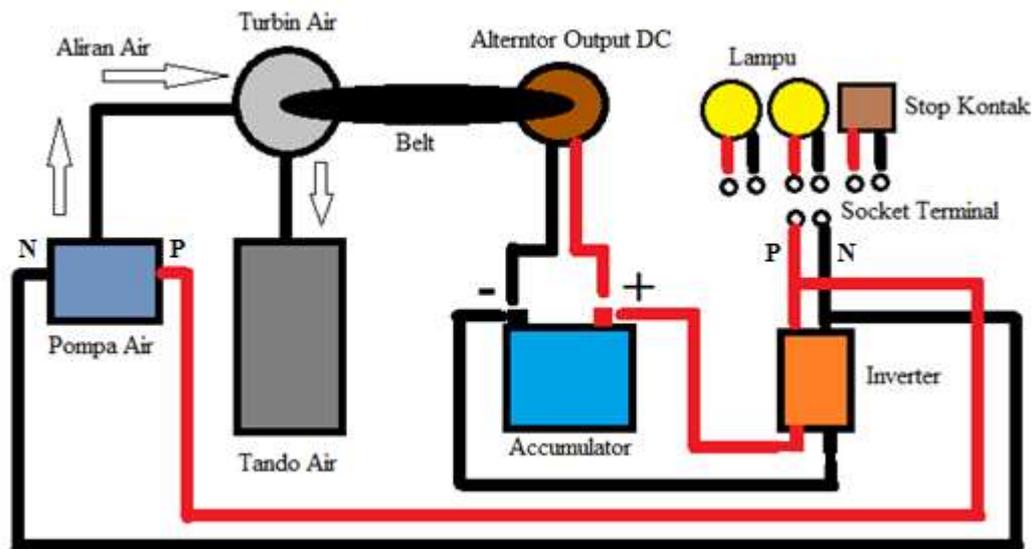
4.1 Pengujian dan Analisis data

4.1.1 Hasil Pembuatan Prototype

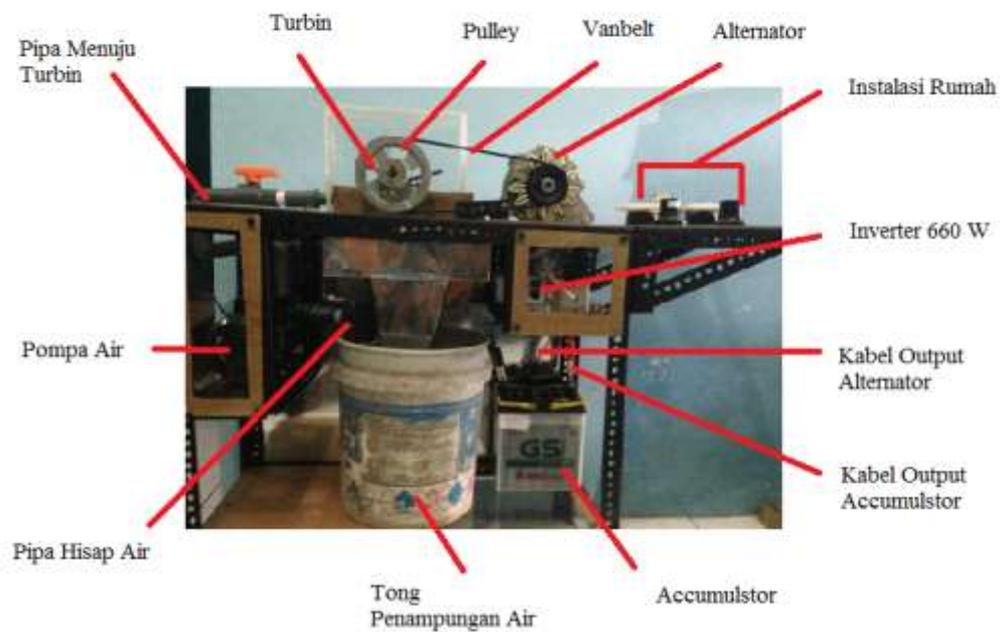
Pada penelitian ini mengacu pada pembuatan prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang akan di simulasikan untuk penggunaan daya skala laboratorium. Prototype ini dibuat dari kerangka besi siku berlubang untuk memudahkan dalam perakitanya, prototype ini menggunakan pompa air berdaya 125 watt dengan debit air yang di hasilkan 34 m³/menit, alternator menggunakan alternator mobil mitsubshi L300 dengan daya keluaran 12 V DC yang menghasilkan arus listrik sebesar 50 ampere. Penggerak dari alternator menggunakan turbin air yang di sesuaikan dengan debit air dari pompa air. Prototype ini dirancang dengan sistem kerja recycle energi atau penggunaan kembali energi yang terbuang pada sistem pompa air. Energi yang terbuang yang dimaksud adalah energi tekanan air pada pompa air yang seharusnya bisa dimanfaatkan.

Prototype ini di kembangkan berdasarkan prototype yang sudah ada yang memanfaatkan gaya grafitasi air dan dimanfaatkan untuk memutar turbin air yang ditempatkan pada bagian bawa tandon air.

Berikut tampilan prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan pemanfaatan tekanan dari pompa air :



Gambar 4.1 Keseluruhan sistem prototype



Gambar 4.2 Keseluruhan prototype

Gambar diatas merupakan keseluruhan bentuk dari prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro sebagai energi terbarukan dengan penggunaan daya skala rumah tangga. Gambar diatas menjelaskan bagian – bagian penting dari prototype.

Prototype ini dibuat berdasarkan pengembangan dari prototype yang sudah ada, yaitu pengembangan dari metode penggunaan gaya gravitasi bumi menjadi menggunakan metode tekanan air dari pompa air. Kerangka prototype ini menggunakan besi siku yang berlubang bertujuan untuk memudahkan dalam pemasangan serta memudahkan dalam peletakan komponen – kompone pembangkit listrik yang akan digunakan, sehingga dapat terlihat rapi.

Pipa Menuju Turbin Air



Gambar 4.3 Pompa air dengan daya 125 Watt dengan debit 34 L/detik

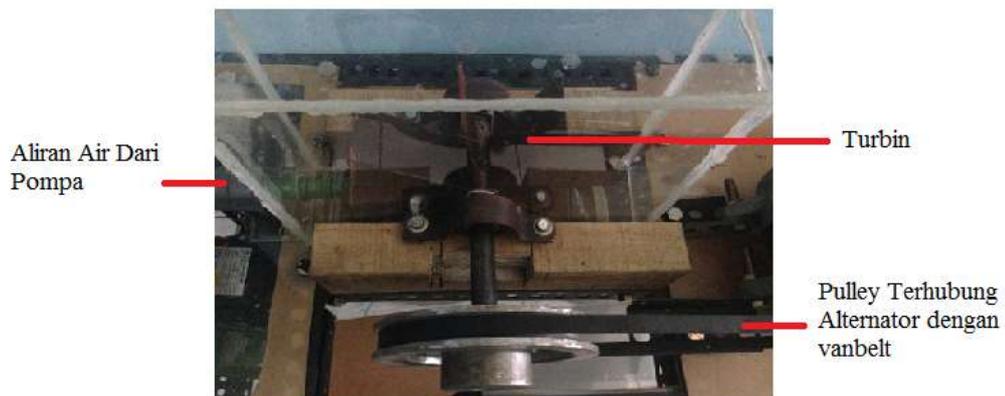
Pompa air yang digunakan ialah pompa dengan daya 125 Watt dengan daya hisap air maksimal 7 meter. Penggunaan pompa air dalam prototype ini berfungsi sebagai sumber energi pendorong turbin yang akan menggerakkan alternator sebagai penghasil tegangan listrik.

Pompa air yang di pakai mempunyai debit air 34 liter/menit yang dimana cukup untuk menggerakkan turbin air, namun perlu kita buktikan pada pengujian pada tahap selanjutnya.



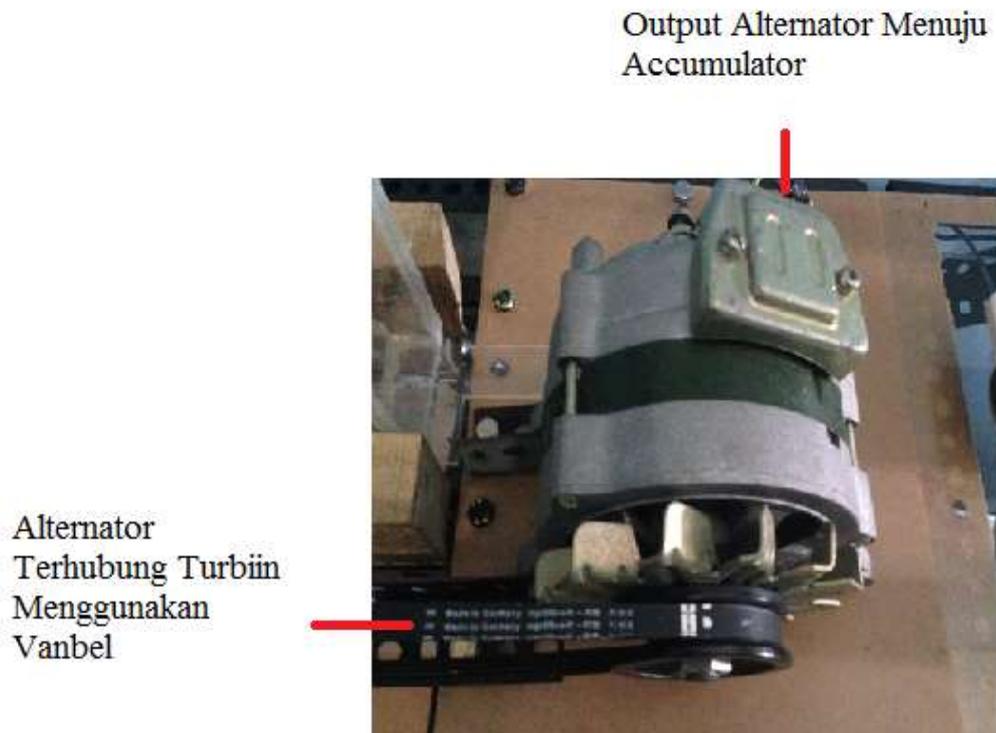
Gambar 4.4 Pipa pnghubung antara pompa air dengan turbin

Pipa ini menyalurkan air dari pompa air menuju turbin air, namun pipa ini pada ujungnya memiliki ukuran pipa kecil untuk mendapatkan tekanan air ununtuk turbin air.



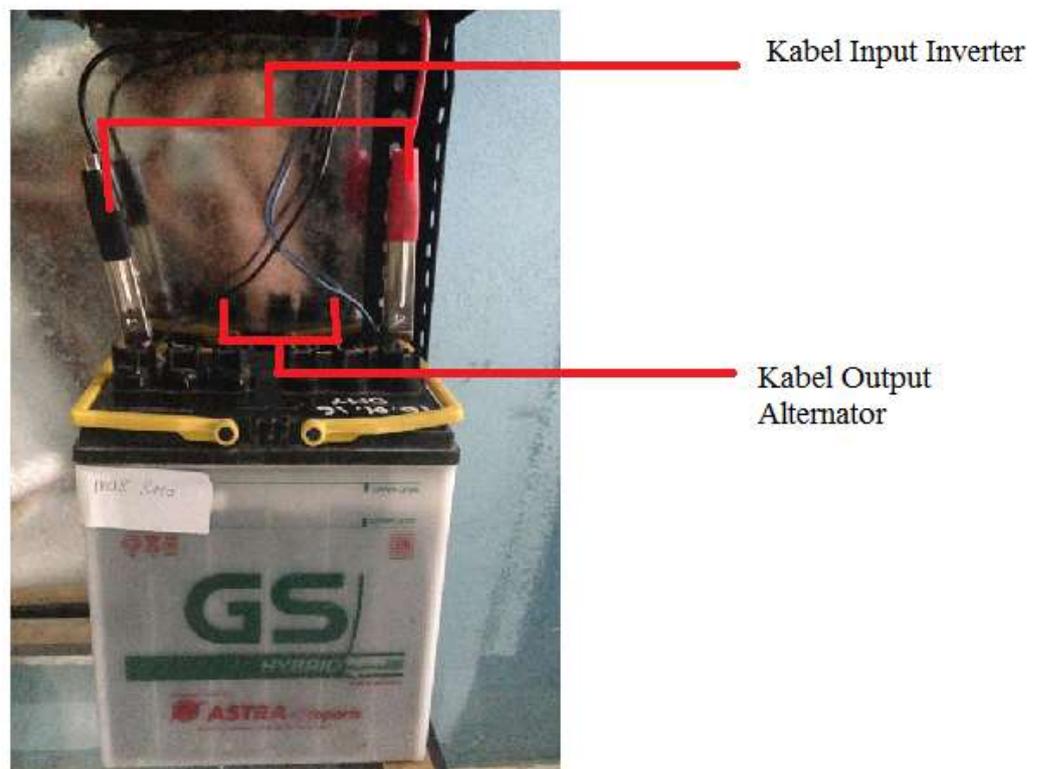
Gambar 4.5 Turbin air serta puley sebagai penghubung antara turbin dengan Vanbelt

Turbin air menggunakan turbin air sederhana dan turbin ini memiliki diameter 8 cm, turbin ini menggunakan besi plat yang memiliki ketebalan 2 mm yang dirsa cukup kokoh untuk pembangkit listrik dengan daya listrik kecil.



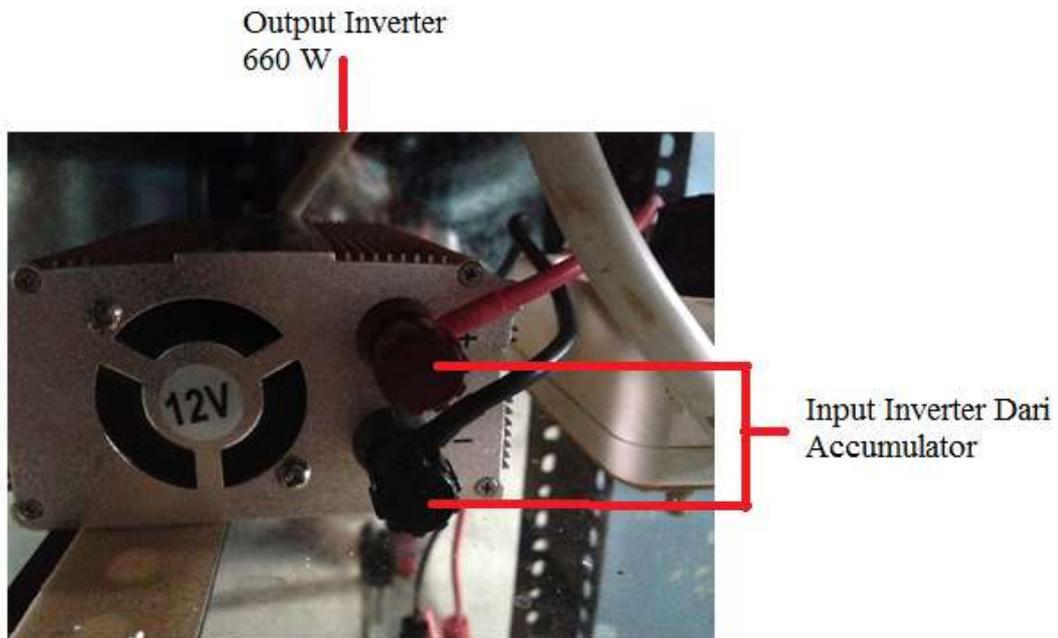
Gambar 4.6 Alternator dengan maksimum daya output 12 V DC 55 Ampere

Pembangkit ini menggunakan alternator sebagai pusat sumber listrik yang mampu merubah energi kinetik dari turbin air menjadi energi listrik. Alternator yang digunakan adalah alternator mobil yang secara ekonomi lebih murah dibandingkan dengan genertor DC yang lebih mahal harganya namun tegangan dan arus yang dihasilkan sama – sama besar.

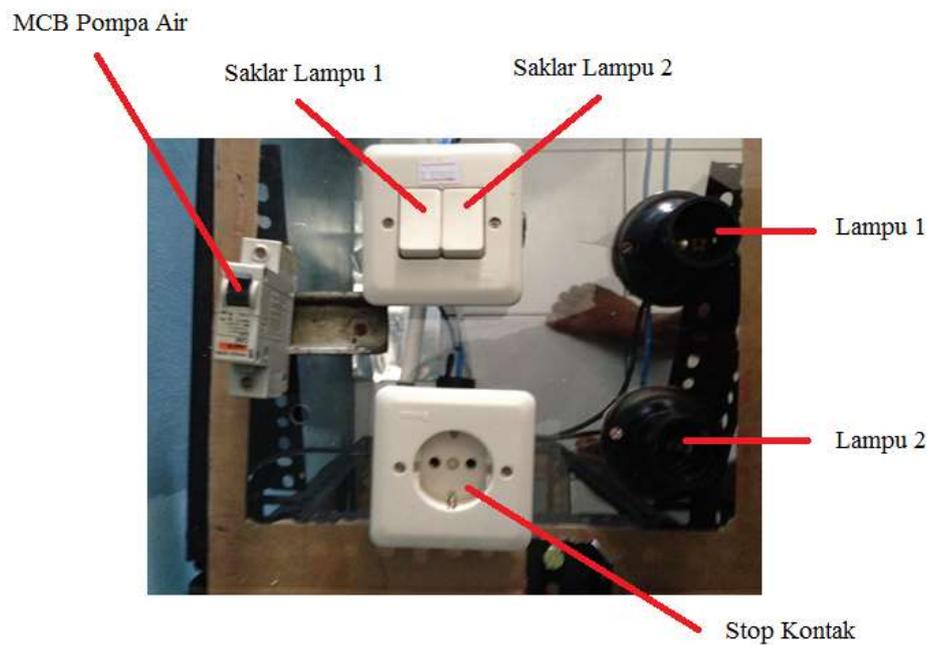


Gambar 4.7 Acumulator 12 VDC 55 Ampere

Acumulator menggunakan acumulator bekas yang pakai pada mobil dengan daya 12 VDC serta arus listrik 45 Ampere, dengan spesifikasi tersebut seharusnya acumulator ini mampu menampung energi listrik dari alternator yang sebagai penghasil energi listrik untuk disimpan. Acumulator ini bertipe acumulator basah yaitu acumulator yang harus di perhatikan ketinggian air accu nya karena kalau sampai air accu nya kesing maka acumulator tidak dapat menyimpan energi listrik secara normal.



Gambar 4.8 Inverter 660 Watt 220V AC



Gambar 4.9 Instalasi rumah tangga dengan 2 buah lampu dan 1 buah stop kontak

Setelah memenuhi beberapa tahap, mulai dari perencanaan, flowchart penelitian, dan perencanaan skema sistem dari pembangkit listrik tenaga mikro

hidro langkah selanjutnya adalah pengujian untuk mengetahui tingkat keberhasilan selama perancangan dan pembuatan prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro sebagai sumber listrik tenaga terbarukan dengan skala laboratorium. Pengujian ini dimaksudkan sebagai langkah perbaikan apabila terdapat bagian bagian – bagian yang kurang berfungsi secara maksimal atau tidak berfungsi sama sekali terhadap kinerja sistem secara keseluruhan.

Pengujian dan analisis data pada rangkaian sistem pembangkit listrik

1. Tujuan penelitian

Tujuan dilakukanya pengujian pada rangkaian sistem kerja pembangkit listrik adalah untuk mengetahui berapa tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh alternator yang dipengaruhi oleh debit air/putaran pada turbin air.

2. Langkah pengujian prototype

Dalam pengujian prototype ini ada 3 jenis pengujian antara lain :

1. Pengujian pembangkit listrik
2. Pengujian penurunan tegangan
3. Pengujian penggunaan pada instalasi rumah tangga

1. Pengujian pembangkit listrik

Dengan mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan.

Langkah-langkah pengujian rangkaian sistem pembangkit listrik sebagai berikut :

1. Memberikan catu daya 220 V pada pompa air
2. Menyalakan pompa air dengan menekan tombol ON pada MCB
3. Mematikan pompa air dengan menekan tombol OFF pada MCB

4. Pengaturan debit air dengan menggunakan stop kran sebagai pengontrol debit air serta pengontrol putaran pada turbin.

5. Pencatatan hasil dilakukan dengan 2 cara yaitu :

- 1) Tidak disambungkan dengan acumulator
- 2) Disambungkan dengan acumulator

Hasil Pengeujian :

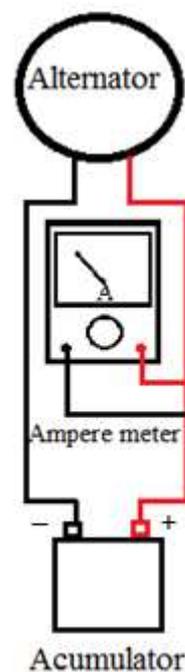
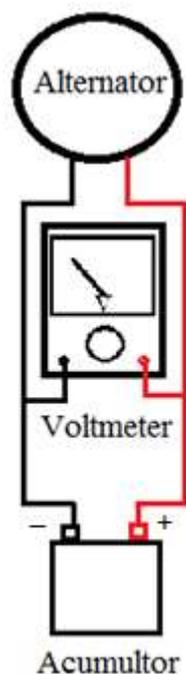
1. Pengambilan data disambungkan dengan acumulator

Pengujian ini menggunakan beberapa alat ukur untuk mengetahui hasil dari pengujian ini antara lain :

1. Tachometer Digital: alat ukur putaran digital dengan model EXTECH 461893
2. Voltmeter : alat ukur tegangan listrik
3. Amperemeter : alat ukur arus listrik

Keterangan :

1. Tegangan Timbul : Tegangan yang dihasilkan oleh alternator
2. Arus Timbul : Arus listrik yang dihasilkan oleh alternator



Gambar 4.10 Pemasangan Voltmeter Gambar 4.11 Pemasangan Amperemeter

Tabel 4.1 Hasil pengambilan data tegangan timbul pada alternator

| No | Putaran Turbin (Rpm) | Tegangan Timbul (Volt) |
|----|------------------------|--------------------------|
| 1 | 176 | 0,1 Volt |
| 2 | 225 | 0,5 Volt |
| 3 | 296 | 1 Volt |

Tabel 4.2 Hasil pengambilan data arus pada alternator

| No | Putaran Turbin (Rpm) | Arus Timbul (Ampere) |
|----|------------------------|------------------------|
| 1 | 176 | 1 Ampere |
| 2 | 225 | 1,2 Ampere |
| 3 | 296 | 1,9 ampere |

2. Pengambilan data tidak disambungkan dengan acumulator

Tabel 4.3 Hasil pengambilan data tegangan timbul pada alternator

| No | Putaran Turbin (Rpm) | Tegangan Timbul (Volt) |
|----|------------------------|--------------------------|
| 1 | 176 | 0,4 Volt |
| 2 | 225 | 0,9 Volt |
| 3 | 296 | 2,4 volt |

Tabel 4.4 Hasil pengambilan data arus pada alternator

| No | Putaran Turbin (Rpm) | Arus Timbul (Ampere) |
|----|------------------------|------------------------|
| 1 | 176 | 1,5 Ampere |
| 2 | 225 | 2 Ampere |
| 3 | 296 | 2,2 Ampere |

2. Pengujian penurunan tegangan

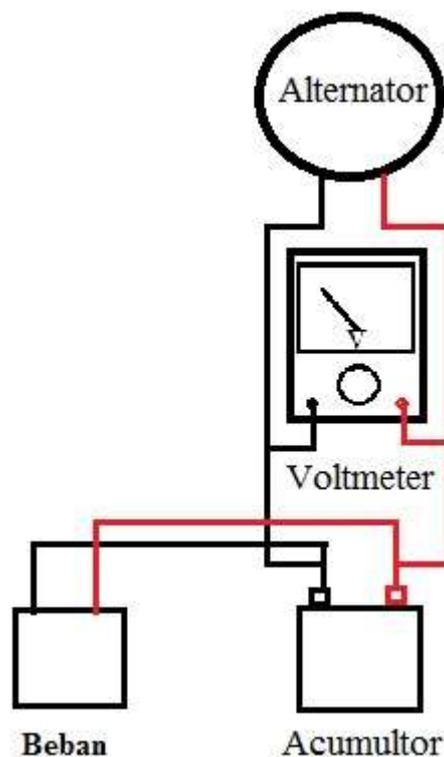
Pengujian dilakukan dengan cara menyambungkan sistem pembangkit listrik dengan sistem instalasi rumah tangga serta melakukan pengambilan data adanya penurunan tegangan pada pembangkit listriknya.

Langkah-langkah pengujian rangkaian sistem pembangkit listrik sebagai berikut :

1. Memberikan catu daya 220 V pada pompa air.
2. Menyalakan pompa air dengan menekan tombol ON pada MCB.
3. Mematikan pompa air dengan menekan tombol OFF pada MCB.
4. Menghubungkan inverter dengan acumulator yang berfungsi sebagai pengubah

arus DC ke AC digunakan pada tangga skala

sehingga dapat instalasi rumah laboratorium.



Gambar 4.12 Pemasangan voltmeter pengambilan data penurunan tegangan

5. Menghubungkan instalasi rumah tangga dengan inverter sebagai sumber AC.

Hasil pengambilan data :

pengujian penurunan tegangan bertujuan untuk mengetahui apakah dengan disambungkan dengan instalasi rumah, tegangan yang dihasilkan tetap atau mengalami penurunan tegangan, dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 penurunan tegangan pada alternator

| No | Beban | Penurunan Tegangan (Volt) |
|----|--------------|-----------------------------|
| 1 | Lampu 2 buah | 0,2 Volt |

| | | |
|---|-------------|--------|
| 2 | Kipas angin | 0 Volt |
|---|-------------|--------|

3. Pengujian instalasi pembangkit listrik skala laboratorium

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah instalasi sudah sesuai dengan standart operasional instalasi sebuah instalasi rumah tangga, dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.7 Pengambilan data instalasi

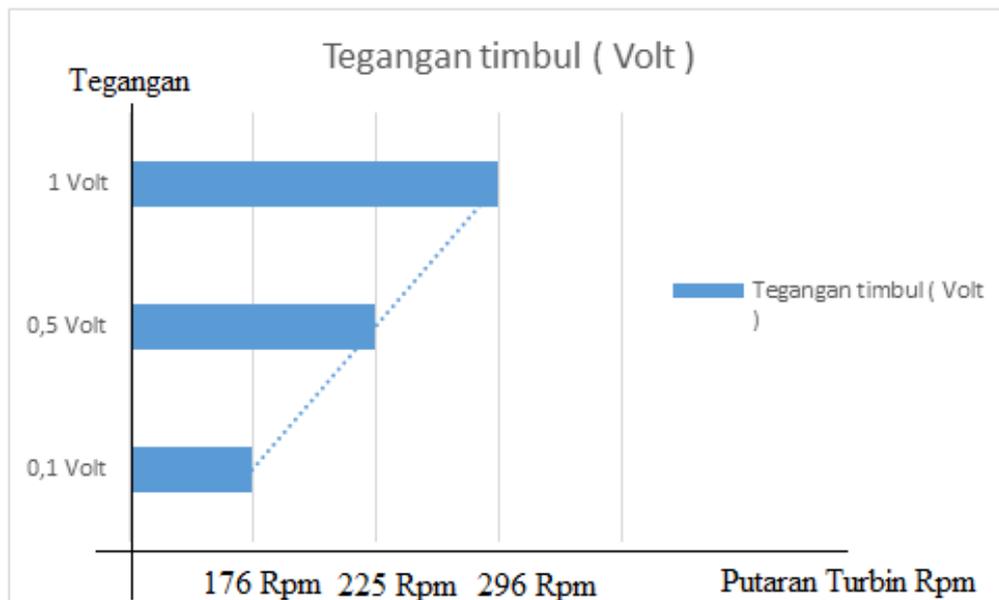
| No | Tegangan (Volt) | Arus (Ampere) |
|----|-------------------|-----------------|
| 1 | 220 Volt | 2,3 Ampere |

4.2 Pengolahan data

1. Hasil pengambilan data pada alternator

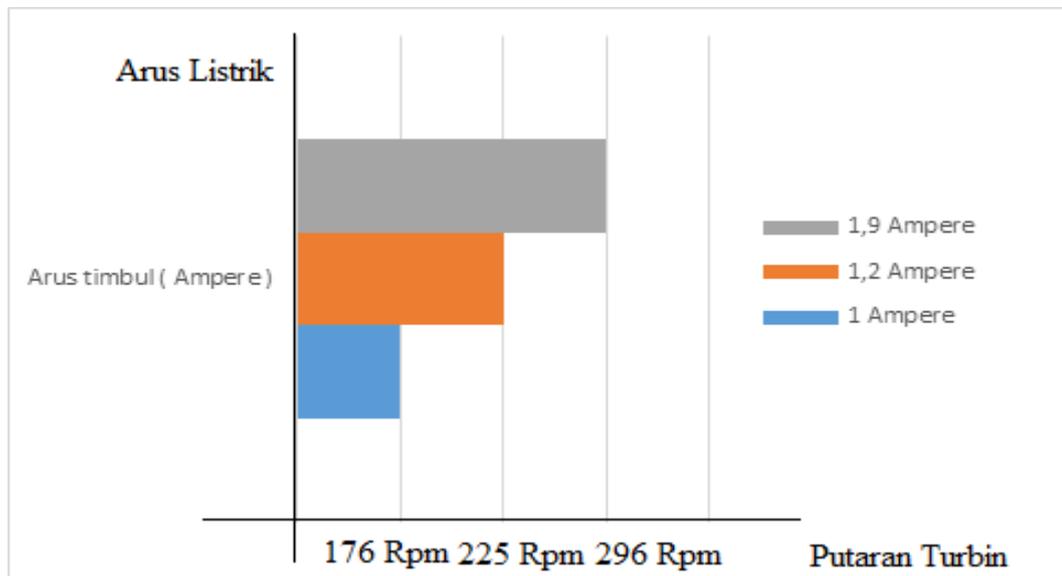
Pengambilan data pada sistem pembangkit listrik terutama pada alternator berfungsi untuk mengetahui seberapa tegangan serta arus yang dihasilkan dengan menentukan putaran turbin dengan cara mengatur debit air yang memutar turbin.

Pada pengujian menggunakan alternator yang alternator mobil dengan tipe SP8150TAFGQMANID – 261624 yang digunakan pada mobil mitsubishi L 300 diesel dengan putaran mesin standart pada 1000 rpm. Pengujian ini menghasilkan data yang diukur menggunakan multimeter, adapun data itu sebagai berikut :



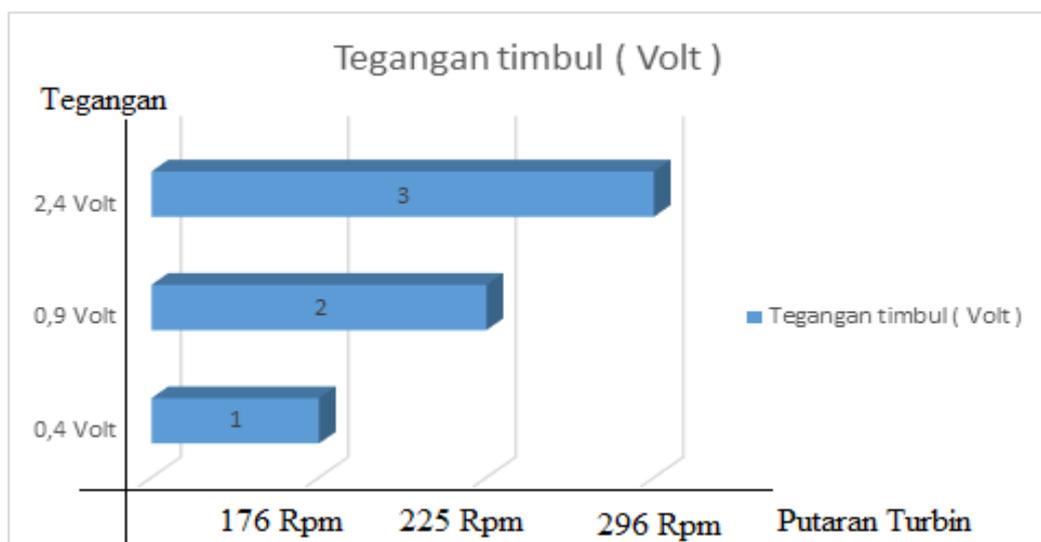
Gambar 4.13 Grafik tegangan timbul pada alternator disambungkan dengan acumulator

Grafik diatas menunjukkan bahwa tagangan yang dihasilkan sangat kecil dengan 176 Rpm hanya menghasilkan 0,1 volt saja yang itu terhitung sangat kecil, ini dikarenakan daya yang dihasilkan oleh alternator langsung dihubungan acumulator jadi alternator jadi terbebani sehingga daya yang terbaca pada alternator sangat kecil bahkan pada putaran maksimal 296 Rpm hanya menghasilkan 1 volt saja.



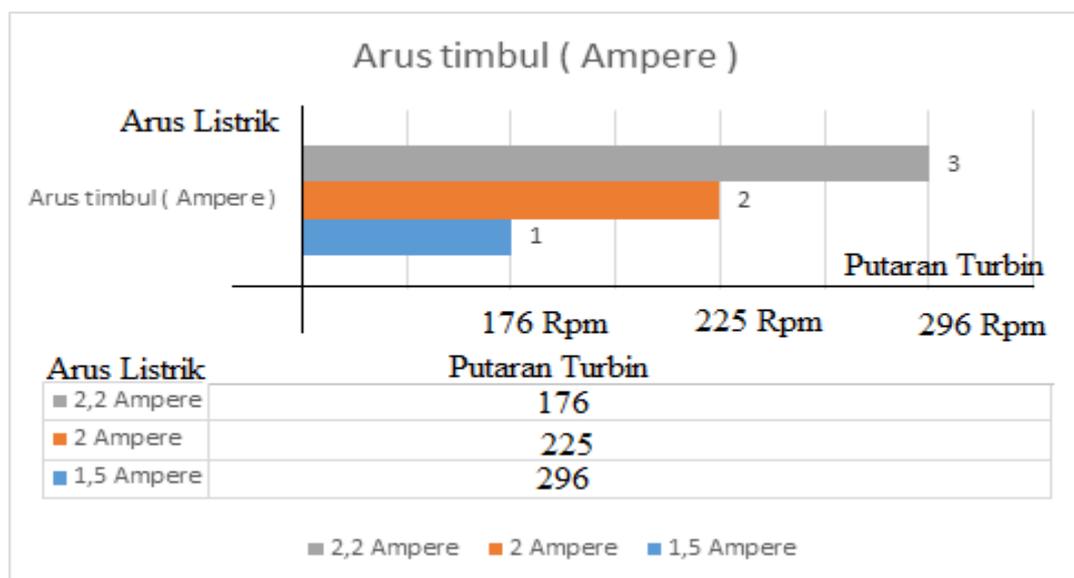
Gambar 4.14 Grafik arus timbul pada alternator disambungkan langsung dengan acumulator

Arus pada alternator yang disambungkan langsung dengan accumalator menghasilkan arus listrik yang kecil paling besar pada 296 Rpm menghasilkan 1,9 Ampere saja. Pada percobaan ini arus serta tegangan setiap Rpm selalu berubah – ubah sesuai dengan putaran dari turbin yang menggerakkan alternator.



Gambar 4.15 Grafik tegangan timbul pada alternator tanpa disambung acumulator
Tegangan yang timbul sedikit meningkat jika dibandingkan dengan pada saat disambungkan langsung acumulator pada saat putaran 176 Rpm

menghasilkan 0,4 volt dan pada saat 296 Rpm menghasilkan 2,4 volt. Putaran alternator menjadi lebih cepat jika dibandingkan jika disambungkan dengan accumulator.



Gambar 4.16 Grafik arus timbul pada alternator tanpa disambung accumulator

Arus 2,2 Ampere timbul pada saat turbin berputar pada kecepatan 296 Rpm arus ini juga meningkat jika dibandingkan dengan pada saat disambungkan dengan accumulator yang menjadi beban pada alternator

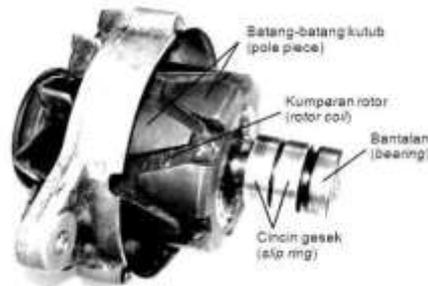
4.3 Hasil pengolahan data :

Pada percobaan ini daya dan arus yang dihasilkan tidak maksimal dan tidak akan mampu digunakan untuk mengisi daya pada accumulator, accumulator akan terisi jika daya yang masuk melebihi daya accumulator itu sendiri contoh : accumulator dengan daya 12 VDC maka accumulator itu bisa di charger dengan daya lebih minimal 12,3 VDC.

Untuk memaksimalkan kinerja pada alternator sehingga dapat digunakan pada rumah tangga maka harus ada perubahan – perubahan atau penyesuaian part

untuk mendapatkan daya dan arus yang sesuai dengan yang kita harapkan. Part itu antara lain yaitu :

1. Alternator



Gambar 4.17 Komponen bagian dalam alternator

Cara mendapatkan daya serta arus yang maksimal untuk pembangkit listrik tenaga mikro hidro pada rumah tangga maka part inilah yang harus disesuaikan atau dimodifikasi agar putaran serta daya dan arus yang dihasilkan juga maksimal. Alternator menggunakan lilitan kumparan yang berdiameter besar sehingga putaran turbin menjadi lemah maka daya dan arus yang dihasilkan akan kecil bahkan nyaris tidak muncul jika putaran turbin terlalu lambat.

Penggantian lilitan kumparan dengan diameter kumparan yang lebih kecil maka akan memperlancar putaran turbin sehingga daya dan arus yang dihasilkan akan lebih maksimal sesuai yang kita inginkan serta jika daya dan arus yang dihasilkan besar maka akan mampu digunakan pada rumah tangga.

2. Pulley



Gambar 4.18 Pulley

Pulley adalah part penghubung antara turbin dengan alternator yang keduanya dihubungkan dengan vanbelt, pulley ini perlu diperhatikan perbandingannya jika perbandingannya salah maka akan membebani gerakan turbin sehingga alternator akan berputar lambat dan efeknya daya serta arus yang dihasilkan tidak bisa optimal.

3. Pompa air

Penelitian ini menggunakan pompa air dengan daya 25 Watt debit yang dihasilkan sebesar 34 liter/menit, dengan pompa ini digunakan pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang akan digunakan pada rumah tangga dirasa kurang kuat. Pompa air yang dianjurkan dengan daya 350 Watt dengan debit air sebesar 2 liter/ detik atau 120liter/menit, pada penelitian ini kurang maksimal karena daya dorong air dari pompa air kurang kuat untuk mendorong turbin air yang menggerakkan alternator mobil standart.

2. Hasil pengujian instalasi rumah tangga

Inverter adalah alat pengubah arus dari DC – AC maupun AC – DC, pada penelitian ini menggunakan inverter dengan jenis DC – AC dengan daya 12V – 220V. Inverter ini merubah daya pada acumulator menjadi daya dengan tegangan standart rumah tangga yaitu 220V untuk kebutuhan peralatan rumah tangga. Inverter pada dasarnya adalah trafo step-up dia mengubah arus DC – AC dan juga menaikkan tegangannya.

Penggunaan inverter pada sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro sangatlah penting karena alat ini sebagai penghubung anatar acumulator sebagai tempat penyimpan daya dengan peralatan rumah tangga. Penggunaan inverter ini

perlu diperhatikan batas daya maksimum yang bisa dibebankan pada inverter. Penggunaan melebihi batas maksimum inverter akan merusak inverter tersebut.

Sebagai contoh pada inverter yang digunakan pada penelitian ini menggunakan inverter dengan daya maksimal 660 Watt dengan *real power* 90 % jadi inverter daya nyata maksimal nya sekitar 500 – 560 Watt saja, jika melebihi dari itu maka inverter akan *overhead*/menjadi panas dan akan rusak jika dipaksakan.

Penelitian ini juga menguji seberapa daya yang dihasilkan inverter untuk kebutuhan rumah tangga, pengujian menghasilkan data sebagai berikut :

| No | Tegangan (Volt) | Arus (Ampere) |
|----|---------------------|-----------------|
| 1 | 200 Volt - 220 Volt | 2,3 Ampere |

Menganut pada data diatas tagngan yang muncul sebesar 200 Volt – 220 Volt, pada pengujian ini memiliki hasil yang berbeda karena beban yang digunakan juga berbeda pada 220 Volt masih menggunakan 2 buah lampu LED saja sehingga tidak terjadi penurunan tegangan pada inverter. Terjadi penurunan tegangan pada saat penggunaan 2 buah lampu LED dengan 1 buah kipas angin, tegangan menjadi penurunan menjadi 200 Volt. Kesimpulanya adalah jika semakin besa daya yang digunakan maka akan semakain besar juga penurunan tegangan yang terjadi.

Inverter yang digunakan pada penelitian ini menggunakan inverter BTE 660 Watt *real power* 90 %dengan kualitas komponen yaitu kelas B, jadi sangat disarankan untuk menggunakan inverter dengan kualitas komponen kelas A yang menjamin daya serta tegangan yang dihasilkan stabil.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya listrik dan arus listrik yang dihasilkan oleh alternator belum mampu mengisi ulang daya pada accumulator sebab tegangan dan arus yang dihasilkan alternator sangat kecil.
2. Daya dan arus listrik yang dihasilkan sangat kecil disebabkan oleh penggunaan kumparan alternator yang berdiameter besar sehingga putarannya menjadi pelan.
3. Tegangan maksimal 2,4 Volt dan arus maksimal 2,2 Ampere yang dihasilkan pada putaran 296 Rpm.
4. Daya dan arus yang dihasilkan oleh inverter stabil, yaitu 220 Volt dan 2,3 Ampere.
5. Prototype berfungsi normal selama ± 1 menit.

5.2 Saran

Dalam pembuatan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, maka penulis menyampaikan saran – saran sebagai berikut :

1. Pembuatan realisasi prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro memerlukan penyesuaian pada komponen pendukung sistem pembangkit listrik, seperti pada alternator yang harus menggunakan lilitan kumparan dengan diameter kecil supaya menghasilkan putaran turbin yang stabil serta daya yang dihasilkan juga maksimal. Karena pada percobaan ini menggunakan alternator mobil yang lilitanya lebih besar daya yang dihasilkan tidak maksimal karena terlalu berat untuk memutarnya.
2. Part – part yang perlu diperhatikan antara lain :

Pulley dan belt : Penggunaan pulley harus di perhatikan perbandingan besar pulley di turbin serta besar pulley di alternator. Belt penghubung antara pulley turbin dengan pulley alternator harus yang sesuai, jika menggunakan belt yang tidak lentur maka akan menghambat pergerakan turbin terhadap gerakan alternator.

Alternator : Perubahan lilitan dalam alternator menjadi lebih kecil akan memaksimalkan putaran turbin sehingga listrik yang dihasilkan akan lebih maksimal.

3. Penerapan pada rumah tangga harus memperhatikan acumulator serta invertnya. Daya yang dihasilkan akan disimpan pada acumulator maka harus memperhatikan kapasitas daya tampung dari acumulator, inverter sebagai perubah arus listrik dari DC 12 V ke AC 220 v harus di perhatikan daya maksimum outputnya jika daya maksimumnya di lampau maka kan terjadi kerusakan pada inverternya.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriansyah, F. Dan Rusdiar, A. 2010. Rancang Bangun Sistem Pembangkit listrik Mikrohidro (PLTMH) Pada Pipa Saluran Pembuangan Air Hujan Vertikal. yukkii@students.telkomuniversity.ac.id dan anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id. 14 Mei 2016 (15:24).
- Damastuti, R.A. 2010. Pembangkit Listrik Tenga Mikrohidro. *Makalah Teknologi*. Forum Studi Kebudayaan Institut Teknologi Bandung. 7 Maret 1997
- Kadir, R. 2010. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Sungai Marimpa Kecamatan Pinembani. *Tugas Akhir*. Universitas Tadulako
- Suarda, M. 2009. Kajian Teknis dan Ekonomis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro di Bali. made.suarda@me.unud.ac.id. 30 Mei 2016 (10:22)
- Subekti, R.A. 2010. Survey Potensi Pembangkit Tenaga Mikro Hidro Di kuta Malaka Kabupaten Aceh Besar Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology* 1(1):121-130
- Sugiono, A. 2011. Pemberdayaan Masyarakat dalam Mengelola Potensi Sumber Daya Air melalui Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mini/Mikro Hidro. *Makalah Sumber Energi*. Institut Teknologi Bandung. 17 April 2011
- Wibowo, H. Dan Daud, A. 2015. Kajian Teknis Dan Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Sungai Lematang Kota Pagar Alam. <http://cantilever.unsri.ac.id> dan hanscivil.wreng@gmail.com dan arifin_daud@yahoo.com. 17 Mei 2016 (16:03)

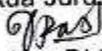


Formulir Usulan Topik Skripsi
FM-1-AKD-24/rev.00
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Usulan topik skripsi ini diajukan oleh:

Nama : SHERADHYTA WIBIYONO
NIM : 5301412042
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro, S1
Topik : RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKRO HIDRO (PLTMH) SEBAGAI SUMBER LISTRIK TENAGA
TERBARUKAN DENGAN DAYA SKALA RUMAH TAGGA

Menyetujui
Ketua Jurusan


Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T.,
M.T.
NIP. 197805312005011002

Semarang, 6 Januari 2016
Yang mengajukan,


SHERADHYTA WIBIYONO
NIM. 5301412042





KEMENTERIAN RISTEK DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Gedung E11 Lt 1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
 Telepon: 8508104
 Laman: www.te.unnes.ac.id, surel:

Nomor : 01/I/2016
 Lamp. :
 Hal : Usulan Pembimbing

Yth. Dekan Fakultas Teknik
 Universitas Negeri Semarang

Merujuk Keputusan Rektor Unnes Nomor 164/O/2004 tentang Pedoman Penyusunan Skripsi Mahasiswa Program S1 pasal 7 mengenai penentuan pembimbing, dengan ini saya usulkan

1. Nama : Drs. Henry Ananta, M.Pd.
 NIP : 195907051986011002
 Pangkat/Golongan : IV/C
 Jabatan Akademik : Lektor Kepala
 Sebagai Dosen Pembimbing 1
2. Nama : Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T.
 NIP : 196605051998022001
 Pangkat/Golongan : III/C
 Jabatan Akademik : Lektor Kepala
 Sebagai Dosen Pembimbing 2

Dalam penyusunan Skripsi/Tugas Akhir untuk mahasiswa

Nama : SHERADHYTA WIBIYONO
 NIM : 5301412042
 Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro, S1
 Topik : RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO
 HIDRO (PLTMH) SEBAGAI SUMBER LISTRIK TENAGA TERBARUKAN DENGAN
 DAYA SKALA RUMAH TAGGA

Untuk itu, mohon diterbitkan surat penetapannya.



Semarang, 6 Januari 2016

Ketua Jurusan

Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.

NIP. 197805312005011002



**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Nomor: 012/FT-UNNES/2016

**Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2015/2016**

- Menimbang** : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend Teknik Elektro Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing
- Mengingat** : 1 Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No 4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
- 2 Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
- 3 SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES
- 4 SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES.
- Menimbang** : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend Teknik Elektro Tanggal 6 Januari 2016

MEMUTUSKAN

Menetapkan
PERTAMA

Menunjuk dan menugaskan kepada:

1. Nama : Drs. Henry Ananta, M.Pd.
NIP : 195907051986011002
Pangkat/Golongan : IV/C
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Sebagai Pembimbing I

2. Nama : Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T.
NIP : 196605051998022001
Pangkat/Golongan : III/C
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama : SHERADHYTA WIBIYONO
NIM : 5301412042
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro
Topik : RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) SEBAGAI SUMBER LISTRIK TENAGA TERBARUKAN DENGAN DAYA SKALA RUMAH TAGGA

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG

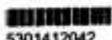
PADA TANGGAL : 6 Januari 2016

Tembusan

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal



Nur Qudus, M.T.
NIP 196911301994031001



5301412042

FM-03-AKD-24/Rev 00



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229
Telepon/Fax (024) 8508101 – 8508009
Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, surel: ft_unnes@yahoo.com

Semarang, 31 Agustus 2016

Hal : Permohonan Izin Meminjam Alat

Yth. Kepala Laboratorium Elektro FT UNNES
Di Semarang

Dengan Hormat,

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sheradhyta Wibiyono
NIM : 5301412042
Prodi / Semester : Pendidikan Teknik Elektro / 8
Jurusan / Fakultas : Teknik Elektro/Fakultas Teknik

Bermaksud meminjam alat di Laboratorium Elektro FT UNNES (keterangan terlampir pada bon pinjam) untuk keperluan Penelitian Skripsi dengan judul "**Rancang Bangun Prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro(PLTMH) sebagai sumber tenaga terbarukan dengan daya skala rumah tangga**".

Rencananya akan dilaksanakan pada :

Hari : Rabu – Jum'at
Tanggal : 31 Agustus – 2 September 2016

Demikian surat permohonan ini saya buat. Atas perhatian dan bantuannya saya ucapkan terima kasih.

Semarang, 31 Agustus 2016

Pemohon,

Sheradhyta Wibiyono
NIM 5301412042

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Drs. Henry Ananta M.Pd.
NIP. 195907051986011002

Dosen Pembimbing II

Ir. Ulfah Mediaty Arief M.T.
NIP. 196605051998022001

Menyetujui,

Drs. Sri Sukamta M.Si
NIP. 196505081991031003



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229
Telepon/Fax (024) 8508101 – 8508009
Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, surel: ft_unnes@yahoo.com

Lampiran :

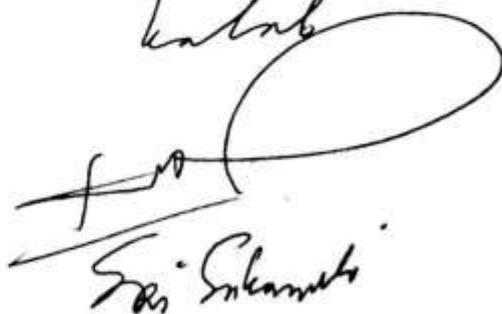
| No. | Nama Alat | Model / Spesifikasi | Keterangan |
|-----|---|---------------------|------------|
| 1. | Tachometer digital (pengukur Rpm/putaran meisn) | EXTECH 461893 | |
| 2. | Tang ampere (pengukur Arus) | Long Louis MS332 | |

08 222 684 2514 : Sheradlyta

Yth. Sta. Surabo, MT
Mohon di bantu
program alat
dari kelas tsb di kelas

31 Agus 2016.

Katub


Sri Sukamti

7/9 2016
sudah kembali.