



**RANCANG BANGUN PEMANFAATAN ALIRAN TANDON AIR  
GEDUNG BERTINGKAT SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK  
MIKRO HIDRO**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh  
Gelar Sarjana Strata Satu (S1)/Teknik Dari Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Pembangunan Panca Budi**

---

**SKRIPSI**

---

**OLEH**

**NAMA : SORAYA BARUS  
N P M : 1614210014  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
KONSENTRASI : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI  
M E D A N  
2 0 2 1**

**RANCANG BANGUN PEMANFAATAN ALIRAN TANDON AIR  
GEDUNG BERTINGKAT SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK  
MIKRO HIDRO**

**Disusun dan Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh  
Gelar Sarjana Strata Satu (SI) Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi  
Universitas Pembangunan Panca Budi  
Medan**

**SKRIPSI**

**OLEH :**

**NAMA : SORAYA BARUS**  
**NPM : 1614210014**  
**PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO**  
**KONSENTRASI : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**Diketahui dan Disetujui Oleh :**

**Dosen Pembimbing I**

  
**Solly Aryza, S.T., M.Eng**

**Dosen Pembimbing II**

  
**Pristisal Wibowo S.T., M.T**

**Diketahui dan Disahkan Oleh :**

**Dekan Fakultas Sains dan Teknologi**

  
**Hamdani, S.T., M.T**

**Ketua Program Studi Teknik Elektro**

  
**Siti Anisah, S.T., M.T**



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Soraya Barus**

NPM : 1614210014

Fakultas : Sains dan Teknologi

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Rancang Bangun Pemanfaatan Aliran Tandon Air Gedung Bertingkat  
Sebagai Pembangkit Listrik Mikro Hidro

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain ( plagiat ).
2. Memberikan izin hak bebas Royalty Non-Eklusif kepada unpad untuk meyimpan, mengalih – media/formatkan, mengelola, mendistribusikan, dan mempublikasikan karya skripsinya melalui internet atau media lain bagi kepentingan akademis.

Pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab dan saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan aturan yang berlaku apabila dikemudian hari diketahui bahwa pernyataan ini tidak benar.

Medan, Februari 2021  
Yang membuat pernyataan

  
  
B8000AHF807899647  
**6000**  
ENAM RIBURUPIAH  
Soraya Barus



## UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan Fax. 061-8458077 PO. BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)

### PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR\*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap	: SORAYA BARUS
Tempat/Tgl. Lahir	: STABAT / 27 Mei 1998
Nomor Pokok Mahasiswa	: 1614210014
Program Studi	: Teknik Elektro
Konsentrasi	: Teknik Energi Listrik
Jumlah Kredit yang telah dicapai	: 139 SKS, IPK 3.09
Nomor Hp	: 082304585446

Dengan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut :

No.	Judul
1.	RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK MIKRO HIDRO UNTUK KEBUTUHAN GEDUNG BERTINGKATO

Catatan : Diisi Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

\*Coret Yang Tidak Perlu

  
 ( Ir. Bhakti Alamsyah, M.T., Ph.D. )

Medan, 09 Maret 2020

Pemohon,

  
 ( Soraya Barus )

Tanggal : 09/03/2020  
 Disetujui oleh :  
  
 ( Himadhi ST., MT. )

Tanggal : .....  
 Disetujui oleh :  
 Dosen Pembimbing I :  
  
 ( Solly Aryza, ST., M.Eng )

No. Dokumen: FM-UPBM-18-02	Revisi: 0	Tgl. Eff: 22 Oktober 2018
----------------------------	-----------	---------------------------



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808  
 MEDAN - INDONESIA  
 Website : www.pancabudi.ac.id - Email : admin@pancabudi.ac.id

**LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : SORAYA BARUS  
 NPM : 1614210014  
 Program Studi : Teknik Elektro  
 Jenjang : Strata Satu  
 Pendidikan :  
 Dosen Pembimbing : Solly Aryza, ST.,M.Eng  
 Judul Skripsi : Rancang Bangun Pemanfaatan Aliran Tandon Air Gedung Bertingkat Sebagai Pembangkit Listrik Mikro Hidro

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
05 Mei 2020	disetujui untuk seminar proposal	Revisi	
03 Juni 2020	Bab 1 sub rumusan masalah bukan a Dan b tp 1 2 3 Bab 2 buat mengenai penelitian sebelumnya	Revisi	
23 Juli 2020	Buat penelitian terdahulu di Bab 2 citasi tahun 2015 Paling tua	Revisi	
13 Agustus 2020	Mana flowchart Bab 3 Dan harus sesuai dengan rumusan masalah	Revisi	
22 Agustus 2020	Ganti judul jadi " rancang bangun pemanfaatan aliran random air gedung. Bertingkat sebagai pembangkit mikrohidro" lanjutkan	Revisi	
22 Agustus 2020	Lanjutkan ke Bab berikut ya	Revisi	
16 September 2020	sebaiknya hitungan dibuat dengan equation formula jangan crop	Revisi	
06 Oktober 2020	acc seminar hasil	Disetujui	
14 Desember 2020	publikasi dulu untuk acc sidang	Disetujui	
01 Februari 2021	acc jilid	Disetujui	

Medan, 13 Februari 2021  
 Dosen Pembimbing,



Solly Aryza, ST.,M.Eng



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808  
 MEDAN - INDONESIA  
 Website : www.pancabudi.ac.id - Email : admin@pancabudi.ac.id

**LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI**

**Nama Mahasiswa** : SORAYA BARUS  
**NPM** : 1614210014  
**Program Studi** : Teknik Elektro  
**Jenjang Pendidikan** : Strata Satu  
**Dosen Pembimbing** : Pristisal Wibowo, ST., MT  
**Judul Skripsi** : Rancang Bangun Pemanfaatan Aliran Tandon Air Gedung Bertingkat Sebagai Pembangkit Listrik Mikro Hidro

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
02 Juni 2020	ACC SEMINAR PROPOSAL.	Disetujui	
29 Juni 2020	Silahkan diskusikan ke doping 1, tambahkan rumusan masalah di bab 1. - bagaimana analisis kinerja rancangan pltmh dari tandon gedung bertingkat?	Revisi	
29 Juni 2020	Perbaiki juga tujuan masalah setelah rumusan masalah diperbaiki	Revisi	
29 Juni 2020	Apakah punya panduan penulisan? Kenapa bab 2 seperti itu penulisannya? Coba pelajari kembali format penulisan	Revisi	
29 Juni 2020	Sumber kutipan tidak boleh dari blogspot atau google image. Harus dari jurnal atau buku.. Perhatikan kembali sumber gambar di bab 2.	Revisi	
29 Juni 2020	Lengkapi bab 3. Perbaiki format penulisannya	Revisi	
18 Agustus 2020	Ganti judul menjadi "rancang bangun pemanfaatan aliran tandon air gedung bertingkat sebagai pembangkit listrik mikro hidro"	Revisi	
09 September 2020	Perbaiki judul di cover..lihat judul baru yang sudah di ajukan. Ubah model penulisan judul menjadi seperti piramid ke bawah.	Revisi	
09 September 2020	Penulisan rumus berada di tengah	Revisi	
09 September 2020	Perbaiki tata aturab penulisan bab 1 sampai bab 5, masih ada yang belum rapi.	Revisi	
09 September 2020	Mohon maaf, saya tidak paham tentang perhitungan yang kamu lakukan.	Revisi	
28 September 2020	Acc seminar hasil	Disetujui	
14 Desember 2020	Acc sidang meja hijau	Disetujui	
30 Januari 2021	ACC JILID	Disetujui	

Medan, 13 Februari 2021  
 Dosen Pembimbing,



Pristisal Wibowo, ST., MT

Hal : Permohonan Meja Hijau

Medan, 17 Desember 2020  
 Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan  
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI  
 UNPAB Medan  
 DI -  
 Tempat

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : SORAYA BARUS  
 Tempat/Tgl. Lahir : STABAT / 27 MEI 1998  
 Nama Orang Tua : SAHLAN BARUS  
 N. P. M : 1614210014  
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
 Program Studi : Teknik Elektro  
 No. HP : 082304585446  
 Alamat : Dusun III- A Suka Makmur Desa Pantai Gemi Stabat

Datang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul **Rancang Bangun Pemanfaatan Aliran Tandon Air Gedung Bertingkat Sebagai Pembangkit Listrik Mikro Hidro**, Selanjutnya saya menyatakan :

- Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
- Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indeks prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
- Telah tercap keterangan bebas pustaka
- Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
- Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
- Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
- Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
- Skripsi sudah di jilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjiilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangi dosen pembimbing, prodi dan dekan
- Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
- Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
- Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
- Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan perincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.
3. [202] Bebas Pustaka	: Rp.
4. [221] Bebas LAB	: Rp.
<b>Total Biaya</b>	<b>: Rp. 0</b>

Ukuran Toga :

M

Diketahui/Dsetujui oleh :



Hamdani, ST., MT.  
 Dekan Fakultas SAINS & TEKNOLOGI

Hormat saya



SORAYA BARUS  
 1614210014

Catatan :

- 1. Surat permohonan ini sah dan berlaku bila ;
  - a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan.
  - b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
- 2. Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk - Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs. ybs.





### SURAT KETERANGAN PLAGIAT CHECKER

Dengan ini saya Ka.LPMU UNPAB menerangkan bahwa surat ini adalah bukti pengesahan dari LPMU sebagai pengesah proses plagiat checker Tugas Akhir/ Skripsi/Tesis selama masa pandemi *Covid-19* sesuai dengan edaran rektor Nomor : 7594/13/R/2020 Tentang Pemberitahuan Perpanjangan PBM Online.

Demikian disampaikan

NB. Segala penyalahgunaan/pelanggaran atas surat ini akan di proses sesuai ketentuan yang berlaku UNPAB.



No. Dokumen : PM-UJMA-06-02	Revisi : 00	Tgl Eff : 23 Jan 2019
-----------------------------	-------------	-----------------------



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI  
**LABORATORIUM ELEKTRO**  
Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Sei Sikambing Telp. 061-8455571  
Medan - 20122

**KARTU BEBAS PRAKTIKUM**  
**Nomor. 32/BL/LTPE/2020**

Yang bertanda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium Elektro dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : SORAYA BARUS  
N.P.M. : 1614210014  
Tingkat/Semester : Akhir  
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Benar dan telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 18 Desember 2020  
Ka. Laboratorium

[ Approve By System ]  
D T O  
Hamdani, S.T., M.T.



No. Dokumen : FM-LEKTO-06-01

Revisi : 01

Tgl. Efektif : 04 Juni 2015



**YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA**  
**PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**  
Jl. Jend. Gatot Subroto KM. 4,5 Medan Sunggal, Kota Medan Kode Pos 20122

**SURAT BEBAS PUSTAKA**  
**NOMOR: 3407/PERP/BP/2020**

---

Kepala Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi menerangkan bahwa berdasarkan data pengguna perpustakaan atas nama saudara/i:

Nama : SORAYA BARUS  
N.P.M. : 1614210014  
Tingkat/Semester : Akhir  
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Bahwasannya terhitung sejak tanggal 16 Desember 2020, dinyatakan tidak memiliki tanggungan dan atau pinjaman buku sekaligus tidak lagi terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 16 Desember 2020  
Diketahui oleh,  
Kepala Perpustakaan,

Sugjarjo, S.Sos., S.Pd.I

---

No. Dokumen : FM-PERPUS-06-01 Revisi : 01 Tgl. Efektif : 04 Juni 2015

# RANCANG BANGUN PEMANFAATAN ALIRAN TANDON AIR GEDUNG BERTINGKAT SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK MIKRO HIDRO

Soraya Barus\*

Solly Aryza\*\*

Pristisal Wibowo\*\*

Universitas Pembangunan Panca Budi

## ABSTRAK

Sistem pengairan pada bangunan bertingkat hanya memiliki sistem pengisian otomatis pada tandon air, pada aliran air dari tandon ini kurang optimal dalam pemanfaatannya. Pemanfaatan keluaran air tandon merupakan sumber energi listrik yang mudah dimanfaatkan sebagai energi terbarukan pada pembangkit listrik mikro hidro menjadi solusi alternatif untuk mengurangi pembiayaan pembayaran listrik setiap bulannya. Dari hasil penelitian dan pemahaman oleh karena itu penulis membuat *prototyope* pembangkit listrik mikro hidro dengan memanfaatkan keluaran air tandon pada gedung bertingkat. Dari hasil pengukuran didapat skala perbandingan antara *prototype* dengan bentuk aslinya adalah 1:5. Dari pengujian alat diperoleh hasil dari ketinggian 1,5 meter dengan debit air  $59,865\text{cm}^3/\text{s}$  atau  $59,865 \times 10^{-6}\text{m}^3/\text{s}$  mampu memutar turbin air yang telah dikopel dengan generator DC energi listrik yang dihasilkan oleh generator adalah tegangan sebesar 11,56 volt dengan arus sebesar 0,05 A dan lama pengisian pada baterai lithium-ion adalah selama 2,5 jam atau 2,5 hour dan lama pemakaian daya baterai terhadap beban ( lampu ) adalah selama 2,4 jam atau 2,4 hour. Dari hasil pengukuran didapat tekanan pada air sebesar 15.000 Pa atau 0,15 bar, kecepatan aliran air  $5,29\text{ m/s}$ . Daya yang dihasilkan dari *prototype* PLTMH 0,5 Watt.

**Kata kunci :** Perancangan, Pemanfaatan keluaran air tandon, PLTMH

\* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : [dwipermata72@gmail.com](mailto:dwipermata72@gmail.com)

\*\* Dosen Program Studi Teknik Elektro

# **DESIGN AND CONSTRUCTION UTILIZATION OF A LEVELED BUILDING WATER TANDON AS A MICRO HYDRO ELECTRIC POWER PLANT**

**Soraya Barus\***

**Solly Aryza\*\***

**Pristisal Wibowo\*\***

*University of Development of Panca Budi*

## **ABSTRACT**

*The irrigation system in multi-storey buildings only has an automatic filling system for the water reservoir, the water flow from this reservoir is less than optimal in its utilization. Utilization of reservoir water output is a source of electrical energy that is easily utilized as renewable energy in micro-hydro power plants as an alternative solution to reduce the financing of monthly electricity payments. From the results of research and understanding, therefore the authors make a prototype micro hydro power plant by utilizing the reservoir water output in a multi-storey building. From the measurement results, the scale of comparison between the prototype and its original form is 1: 5. From the testing of the tool, the results obtained from a height of 1.5 meters with a water discharge of  $59,865\text{cm}^3/\text{s}$  or  $59,865 \times 10^{-6}\text{m}^3/\text{s}$  capable of turning a water turbine that has been coupled with a DC generator of electrical energy generated by the generator is a voltage of 11.56 volts with a current of 0.05 A and the charging time for the lithium-ion battery is 2.5 hours or 2.5 hours and the length of time using the battery to load (lights) is for 2 , 4 hours or 2.4 hour. From the measurement results, the water pressure is 15,000 Pa or 0.15 bar, the water flow velocity is 5.29 m / s. The power generated from the prototype PLTMH 0.5 Watt.*

*Key words: Design, Utilization of reservoir water output, PLTMH*

\* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : [dwipermata72@gmail.com](mailto:dwipermata72@gmail.com)

\*\* Dosen Program Studi Teknik Elektro

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr,wb. Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Panca Budi. Skripsi ini disusun dengan judul “**Rancang Bangun Pemanfaatan Aliran Tandon Air Gedung Bertingkat Sebagai Pembangkit Listrik Mikro Hidro**” sebagai salah satu persyaratan untuk memenuhi gelar sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Panca Budi. Hal ini dimaksudkan agar mahasiswa mendapatkan gambaran secara langsung tentang ilmu-ilmu yang diperoleh dalam perkuliahan dan mendapatkan pengalaman yang berhubungan dengan ilmu telekomunikasi serta wawasan baru.

Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis mendapat banyak tantangan, dan hambatan akan tetapi dengan bantuan dari berbagai pihak hal itu bisa teratasi. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya dan setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Dr. H. M. Isa Indrawan, S.E, M.M, selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
2. Bapak Hamdani, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

3. Ibu Siti Anisah, S.T.,M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
4. Bapak Solly Aryza, S.T.,M.Eng selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan pengetahuan dalam menyelesaikan skripsi.
5. Bapak Pristisal Wibowo ST.,MT selaku dosen pembimbing kedua yang sabar dalam memberi arahan dalam menyelesaikan skripsi.
6. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
7. Bapak dan mamak serta Adik tercinta dan tersayang yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis dalam proses pelaksanaan dan penyusunan Skripsi.
8. Rekan – rekan seperjuangan yang membantu penulis dalam penyusunan Skripsi ini khususnya Kelas Reguler Siang .
9. Abang kelas dan teman-teman di HME yang membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.
10. Serta pihak-pihak yang tidak dapat dituliskan satu-persatu namanya oleh penulis, yang telah membantu dan mendukung penulis secara langsung dan tidak langsung hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dalam segala hal sehingga mungkin masih banyak kekurangan ataupun kelemahan dalam penyusunannya. Karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran

yang membangun untuk penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Medan, Desember 2020

SORAYA BARUS  
1614210014



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Metode Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI</b> .....	<b>7</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
2.2 Prototype .....	8
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) .....	9
2.3.1 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro .....	12
2.3.2 Komponen – Komponen PLTMH .....	15
2.4 Tangki Air/ Tandon Air .....	16
2.5 Turbin Air .....	17
2.5.1 Prinsip Kerja Turbin Air .....	18
2.5.2 Klasifikasi Turbin Air .....	19
2.5.3 Jenis Turbin Air .....	19
2.5.4 Pemilihan Turbin Air .....	25

2.6	Generator .....	26
2.7	<i>Mycro Hydro Generator</i> .....	31
2.8	XH-M603 Pengisian Modul Kontrol 12-24V Penyimpanan Baterai <i>Lithium Charger Control Switch</i> .....	32
2.9	Baterai .....	33
2.10	Beban Listrik .....	37
2.11	Daya Listrik .....	38
2.12	Kecepatan Aliran Air .....	41
2.13	Tekanan Aliran Air .....	43
<b>BAB 3 METODOLOGI DAN PENELITIAN .....</b>		<b>44</b>
3.1	Konsep Perancangan .....	44
3.2	<i>Flowchart</i> Prototype PLTMH .....	47
3.3	Komponen Prototype PLTMH .....	48
<b>BAB 4 HASIL DAN ANALISA .....</b>		<b>52</b>
4.1	Data Perancangan PLTMH .....	52
4.2	Data hasil pengukuran tegangan dan arus pada ketinggian 1,5 m .....	53
4.3	Pengukuran debit air .....	55
4.4	Pengukuran daya PLTMH secara teoritis .....	59
4.5	Pengukuran daya PLTMH .....	59
4.6	Pengukuran Kecepatan Aliran Air Tandon .....	60
4.7	Pengukuran Tekanan pada Aliran Air Tandon .....	60
4.8	Pengujian Lama Pengisian Baterai Lithium-ion .....	61
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>62</b>
5.1	Kesimpulan .....	62
5.2	Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Desain PLTMH.....	10
<b>Gambar 2. 2</b> Turbin Kaplan.....	20
<b>Gambar 2. 3</b> Turbin Francis.....	21
<b>Gambar 2. 4</b> Turbin Pelton .....	22
<b>Gambar 2. 5</b> Skema model crossflow .....	24
<b>Gambar 2. 6</b> Pembangkitan Tegangan Induksi.....	29
<b>Gambar 2. 7</b> Tegangan Rotor yang Dihasilkan .....	30
<b>Gambar 2. 8</b> Mycro Hiydro Generator .....	32
<b>Gambar 2. 9</b> <i>Modul Control Charger</i> .....	33
<b>Gambar 2. 10</b> Baterai Li-ion 18650.....	35
<b>Gambar 2. 11</b> Lampu LED <i>Light Emitting Dioda</i> .....	38
<b>Gambar 2. 12</b> Kecepatan aliran air pada tandon.....	42
<b>Gambar 3. 1</b> Blok Diagram Prototype PLTMH .....	45
<b>Gambar 3. 2</b> <i>Flowchart</i> Prototype PLTMH .....	47
<b>Gambar 3. 3</b> <i>Desain</i> Prototype PLTMH.....	50
<b>Gambar 3. 4</b> Prototype PLTMH .....	51
<b>Gambar 4. 1</b> Hasil output PLTMH pada ketinggian 1,5 meter.....	54
<b>Gambar 4. 2</b> Hasil output PLTMH pada ketinggian 1,5 meter.....	55
<b>Gambar 4. 3</b> Pengukuran Waktu Air yang Mengalir.....	57

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Penelitian Terdahulu.....	7
<b>Tabel 2. 2</b> Jenis - jenis Turbin .....	19
<b>Tabel 3. 1</b> Daftar Komponen Prototype PLTMH.....	48
<b>Tabel 3. 2</b> Daftar Peralatan Merancang Prototype PLTMH.....	49
<b>Tabel 4. 1</b> Data Perancangan PLTMH .....	52
<b>Tabel 4. 2</b> Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Ketinggian 1,5 m.....	54
<b>Tabel 4. 3</b> Pengukuran Daya .....	59

## DAFTAR RUMUS

<b>Rumus 2.1</b>	Daya Dihasilkan oleh PLTA.....	12
<b>Rumus 2.2</b>	Daya Dihasilkan oleh PLTMH .....	13
<b>Rumus 2.3</b>	Persamaan Dasar Dari Pembangkit.....	13
<b>Rumus 2.4</b>	Perhitungan Daya Baterai .....	34
<b>Rumus 2.5</b>	Perhitungan Kapasitas generator .....	34
<b>Rumus 2.6</b>	Perhitungan Lama Pengisian Baterai .....	35
<b>Rumus 2.7</b>	Persamaan tinggi kerucut.....	40
<b>Rumus 2.8</b>	Volume carairan.....	40
<b>Rumus 2.9</b>	Debit Air .....	40
<b>Rumus 2.10</b>	Daya Dibangkitkan Dalam PLTMH .....	41
<b>Rumus 2.11</b>	Kecepatan Aliran Air .....	42
<b>Rumus 2.12</b>	Tekanan Aliran Air .....	43



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Bangunan bertingkat berkembang dengan pesat, mulai dari perhotelan, perumahan, pertokoan, perkantoran dan lain sebagainya. Setiap lantai pada gedung ini minimal memiliki 1 kamar mandi ataupun beberapa wastafle, sehingga tidak bisa di pungkiri untuk kebutuhan air pada bangunan bertingkat sangatlah besar, banyak biaya yang harus di bayar karena kurang adanya pemanfaatan sumber energi pada area bangunan bertingkat. Sistem pengairan pada bangunan bertingkat hanya memiliki sistem pengisian otomatis pada tandon air, dari tandon langsung di salurkan ke kran-kran bak mandi ataupun wastafle pada setiap lantai gedungnya, pada aliran air dari tandon ini kurang optimal dalam pemanfaatannya.

Energi dari aliran air pada tandon tersebut dapat di manfaatkan sebagai sumber energi listrik, dengan membuat sistem pembangkit listrik mikrohidro (pltmh), dengan pemasangan turbin generator pada pipa saluran air di pipa bawah tandon, sehingga energi yang ada pada aliran tandon tidak terbuang sia-sia. Turbin generator yang berputar menghasilkan aliran listrik selanjutnya di alirkan ke modul control charger untuk mengisi baterai dan dari baterai di salurkan ke beban (yang sebelumnya sudah dihitung maksimal beban yang dapat digunakan, dan beban apa yang akan di gunakan). Dari sistem ini baterai akan mengisi jika kran terbuka dan turbin berputar,

disaat kran tertutup batrai tidak mengisi, sistem ini dapat digunakan di bangunan manapun yang menggunakan aliran kran air, intensitas penggunaan air pada rumah bertingkat lebih sedikit berbeda dengan perhotelan, walau intensitas tersebut berbeda dan daya yang akan di dapat juga berbeda namun dapat berfungsi untuk menghemat pengeluaran listrik.

Dengan adanya permasalahan tersebut, maka dari itu penulis menggunakan rancangan *prototype* pemanfaatan aliran tandon air gedung bertingkat sebagai pembangkit listrik mikro hidro.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan diatas, adapun rumusan masalah dari penulisan ini adalah:

1. Bagaimana cara merancang dan cara kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dari pemanfaatan aliran tandon gedung bertingkat ?
2. Bagaimana sistem kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dari pemanfaatan aliran tandon gedung bertingkat ?
3. Bagaimana analisis kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dari pemanfaatan aliran tandon gedung bertingkat ?



### **1.3 Batasan Masalah**

Mengetahui luasnya ruang lingkup pembahasan PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) dan terbatasnya waktu yang diberikan, maka dalam penyusunan penelitian ini hanya membatasi masalah pada :

1. Pembuatan alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro dari pemanfaatan aliran tandon gedung bertingkat.
2. Pengujian cara kerja rancang bangun pembangkit listrik tenaga mikrohidro dari pemanfaatan aliran tandon gedung bertingkat.
3. Sudut pandang tugas akhir ini sendiri adalah perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dari pemanfaatan keluaran air tandon gedung bertingkat.
4. Dan penulis tidak melakukan perhitungan terhadap sistem jaringan transmisi ke beban.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, penulis memiliki tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui cara merancang Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dari pemanfaatan aliran tandon gedung bertingkat
2. Untuk mengetahui cara kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dari pemanfaatan aliran tandon gedung bertingkat

3. Untuk mengetahui hasil analisis kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dari pemanfaatan aliran tandon gedung bertingkat

### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Mendapatkan rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dari pemanfaatan aliran tandon gedung bertingkat secara nyata
2. Mengetahui cara kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dari pemanfaatan aliran tandon gedung bertingkat
3. Dapat analisis hasil kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dari pemanfaatan aliran tandon gedung bertingkat

### **1.6 Metode Penelitian**

Teknik Pengumpulan data yang akan dilakukan dalam penulisan ini terdiri dari beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

#### **1. Studi Literatur**

Studi literatur ini digunakan untuk mendapatkan informasi tentang teori-teori dasar sebagai sumber penulisan dalam skripsi. Informasi atau referensi yang berkaitan dengan masalah ini dapat diperoleh dari berbagai sumber, yakni dari literatur, penjelasan yang diberikan dosen pembimbing, rekan-rekan mahasiswa, internet, *datasheet*, jurnal, dan buku-buku yang berhubungan dengan skripsi.

## 2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini adalah bagian awal dari bagian tahan lainnya untuk mencoba mengetahui permasalahan, menerapkan, dan menjadikan semua referensi yang didapat ataupun yang sudah dipelajari.

## 3. Uji Sistem

Uji sistem ini berkaitan dengan pengujian sistem.

## 4. Metode Analisis

Metode ini dilakukan melalui pengamatan terhadap data yang di peroleh PLTMH terhadap sistem kerja dan output dari PLTMH. Setelah itu dilakukan analisis sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

### **1.7 Sistematika Penulisan**

Dalam memudahkan suatu proses penyusunan penulisan skripsi, maka penulis menggunakan sebuah sistematika penulisan yang sesuai berdasarkan urutan –urutan pada bab yang telah tersedia. Sistem penataan penulisan skripsi tersebut adalah sebagai berikut.

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab pendahuluan ini memiliki isi mengenai latar belakang, rumusan masalah yang diteliti, pembatasan masalah yang diteliti, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

## **BAB 2 LANDASAN TEORI**

Pada bab landasan teori ini berisi mengenai teori – teori yang relevan ataupun sebuah teori pendukung yang dimanfaatkan untuk pembahasan terhadap komponen –komponen yang digunakan.

## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab metodologi penelitian ini menjelaskan tentang perencanaan *prototype* PLTMH dari jatuhan air pada tandon gedung bertingkat.

## **BAB 4 ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan mengenai analisa dan hasil perencanaan *prototype* PLTMH dari aliran tandon gedung bertingkat.

## **BAB 5 PENUTUP**

Bab ini merupakan bab penutup yang berisi mengenai kesimpulan dari pembahasan sistem perancangan alat dan dalam meningkatkan hasil akhir yang lebih baik diberikanlah saran - saran terhadap hasil pembuatan skripsi.

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini penulis mendapatkan beberapa referensi penelitian terdahulu, berikut penelitian terdahulu yaitu:

**Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu**

No	Peneliti	Judul penelitian	Kelemahan
1	Ardianto ( 2018 )	Rancang Bangun Pembangkit Listrik MikroHidro Sebagai Media Praktikum Perancangan Pembangkit Listrik Terbaharukan	Perancangan <i>prototype</i> PLTMH ini menggunakan turbin jenis turbin pelton, tidak ada baterai untuk penyimpanan tegangan.
2	Dannaezar, Hanny Hosiana Tumbelaka, Heri Saptono Warpindyasmoro ( 2020 )	Pemanfaatan Aliran Air Dari Tandon Air Atas RumahTangga Sebagai Pembangkit Energi Listrik	Pada perencanaan pemanfaatan aliran air untuk Pembangkit Energi Listrik ini, adalah penggunaan generator piko hidro pada pipa di rumah tangga.
3	David Setiawan Wie ( 2018 )	Perencanaan Dan Implementasi Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)	Perencanaan Dan Implementasi Prototype PLTMH ini meliputi beberapa desain yaitu; desain Prototype PLTMH, desain panel kontrol Prototype PLTMH, perencanaan tempat air (tandon), turbin air, generator, baterai, kontrol tegangan dan beban, dan menggunakan DC

			Chopper tipe Buck mengubah tegangan nilai tertentu menjadi tegangan DC yang lebih rendah.
--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------

*Sumber : Penulis, 2020*

## 2.2 Prototype

*Prototype* merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengexpresikan suatu benda nyata maupun benda yang dalam proses perencanaan. *Prototype* adalah alat peraga yang mirip dari produk yang akan dibangun (*look like models*). Secara jelas menggambarkan bentuk produk dan penampilan produk atau benda baik dengan skala yang diperbesar 1:1, atau diperkecil lagi untuk menunjukkan benda yang tidak dapat secara langsung dibangun atau dicoba.

### a. Fungsi Prototype

Penggunaan dari *prototype* dapat membantu meningkatkan pemahaman dan daya serap bagi mahasiswa atau pembaca terhadap materi pelajaran yang dipelajari.

Berikut ini fungsi-fungsi dari penggunaan *prototype* :

- 1) Membantu memudahkan belajar bagi mahasiswa.
- 2) Memberikan pengalaman lebih nyata (yang abstrak dapat menjadi lebih konkrit)
- 3) Menarik perhatian lebih besar ( kegiatan pembelajaran dapat berjalan lebih menyenangkan dan tidak membosankan ).

4) Lebih menarik perhatian dan minat dalam belajar

b. Manfaat *Prototype*

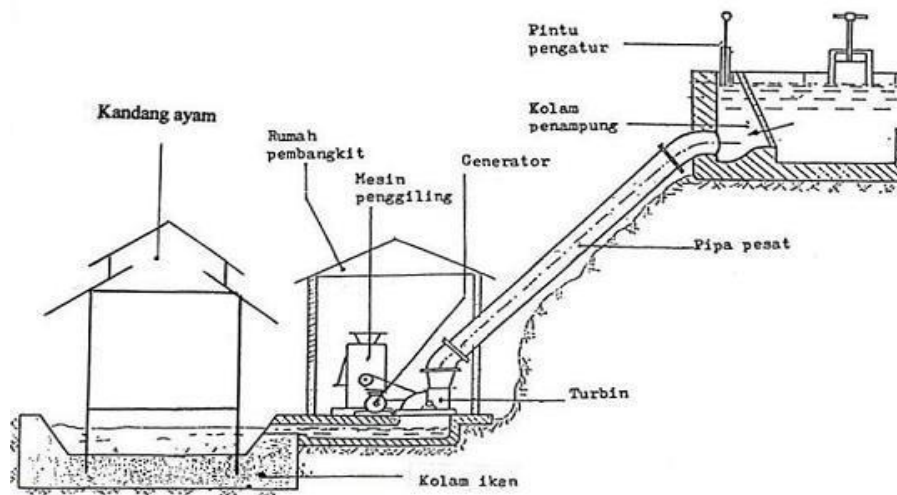
Beberapa manfaat yang dimiliki pada penggunaan prototype adalah :

- 1) Pembelajaran akan lebih menarik perhatian sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar.
- 2) Bahan pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga dapat lebih dipahami dan memungkinkan siswa menguasai tujuan pembelajaran lebih baik.
- 3) Metode pembelajaran akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui teori-teori.
- 4) Lebih banyak melakukan pengujian, sebab tidak hanya mendengarkan uraian teori, tetapi juga aktivitas lain seperti pengamatan, melakukan, mendemonstrasikan dan lain-lain. (Sunardi, 2017)

### **2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)**

Pembangkit listrik energi air skala mikro atau pembangkit listrik tenaga mikrohidro semakin populer sebagai alternatif sumber energi, terutama untuk wilayah yang terpencil. Sistem pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini bisa dilakukan di aliran sungai kecil dan tidak perlu menggunakan bak penampung yang besar, sehingga tidak menimbulkan dampak terhadap lingkungan itu sangat kecil. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini dapat digunakan langsung sebagai penggerak mesin atau juga dapat digunakan untuk menggerakkan generator listrik.

Instalasi pembangkit listrik dengan tenaga mikrohidro biasa disebut sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, atau disingkat menjadi PLTMH. Daya yang dibangkitkan oleh pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah antara 5 kW hingga 100 kW. (Nugroho & Sallata, 2015).



**Gambar 2. 1 Desain PLTMH**

*Sumber: Ardianto, 2018*

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik yang berskala kecil (kurang dari 10 kW), yang memanfaatkan tenaga atau aliran air sebagai sumber penghasil energi. PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut *clean energy* karena ramah lingkungan. Tenaga air berasal dari aliran sungai kecil atau danau yang dibendung, kemudian dari ketinggian air tertentu dan memiliki debit yang sesuai akan menggerakkan turbin yang dihubungkan dengan generator listrik. Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Pembangkit listrik tenaga air merupakan



suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Bentuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro sangat bervariasi, tetapi prinsip kerjanya tetap sama, yaitu: “Perubahan tenaga potensial menjadi tenaga elektrik (listrik)”. Perubahan tenaga memang tidak langsung, tetapi berturut-turut melalui perubahan sebagai berikut:

- a. Tenaga potensial menjadi tenaga kinetik
- b. Tenaga kinetik menjadi tenaga mekanik
- c. Tenaga mekanik menjadi tenaga listrik

Tenaga potensial merupakan tenaga air karena berada pada ketinggian. Energi kinetik adalah tenaga air karena mempunyai kecepatan. Tenaga mekanik adalah tenaga kecepatan air yang terus memutar kincir/turbin. Tenaga listrik adalah tenaga yang dihasilkan dari generator yang berputar akibat dari berputarnya kincir/turbin. (AKBAR, 2018). Beberapa keuntungan yang kita dapat dari penggunaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah sebagai berikut:

- a. Dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis yang lain, pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini cukup murah karena menggunakan energi alam.
- b. Memiliki bentuk konstruksi yang sederhana dan dapat dioperasikan di wilayah terpencil atau pedesaan dengan tenaga terampil penduduk daerah setempat dengan sedikit latihan.

- c. Tidak menimbulkan pencemaran
- d. Dapat dipadukan dengan program lainnya seperti irigasi dan perikanan.

### 2.3.1 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

Prinsip dasar dari PLTMH yaitu dengan memanfaatkan energi potensial yang mengalir pada jarak ketinggian tertentu dari tempat instalasi pembangkit listrik. Sebuah skema PLTMH diperlukan dua hal yaitu adalah debit air dan ketinggian jatuhnya air (*head*) untuk menghasilkan tenaga listrik yang dapat kita manfaatkan. Berikut prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Air dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro :

#### a. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air

Pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya atau *power* yang dihasilkan pada PLTA dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \rho \times Q \times h \times g \quad (2.1)$$

Dimana :

P = daya keluaran secara teoritis (*watt*)

$\rho$  = massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)

Q = debit air (m<sup>3</sup>/s)

h = ketinggian efektif (m)

g = gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

Daya yang keluar dari generator dapat diperoleh dari perkalian efisiensi turbin dan generator dengan daya yang keluar secara teoritis. Sebagaimana dapat dipahami dari rumus tersebut di atas, daya yang dihasilkan adalah hasil kali dari tinggi jatuh dan debit air, oleh karena itu berhasilnya pembangkitan tenaga air tergantung daripada usaha untuk mendapatkan tinggi jatuh air dan debit yang besar secara efektif dan ekonomis. (Sunardi, 2017)

b. Prinsip Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro Hidro (PLTMH)

Prinsip dasar PLTMH adalah memanfaatkan energi potensial yang dimiliki oleh aliran air pada jarak ketinggian tertentu dari tempat instalasi pembangkit listrik. Sebuah skema PLTMH diperlukan dua hal yaitu adalah debit air dan ketinggian jatuhnya air (*head*) untuk menghasilkan tenaga listrik yang dapat kita manfaatkan. Hal ini adalah sebuah sistem konversi energi dari bentuk ketinggian dan aliran (energi potensial) ke dalam bentuk energi mekanik dan energi listrik. Daya yang masuk ( $P_{gross}$ ) merupakan penjumlahan dari daya yang dihasilkan ( $P_{net}$ ) ditambah dengan faktor kehilangan energi (*loss*) dalam bentuk suara atau panas. Daya yang dihasilkan merupakan perkalian dari daya yang masuk dikalikan dengan efisiensi konversi ( $E_o$ ). (Nugroho & Sallata, 2015).

$$P_{net} = P_{gross} \times E_o \text{ kWatt} \quad (2.2)$$

Dimana:

$P_{net}$  : adalah daya yang dihasilkan

$P_{gross}$  : adalah daya yang masuk

$E_o$  : adalah efisiensi konveksi

Daya kotor adalah *head* kotor ( $H_{gross}$ ) yang dikalikan dengan debit air ( $Q$ ) dan juga dikalikan dengan sebuah faktor gravitasi ( $g = 9.8$ ), sehingga persamaan dasar dari pembangkit listrik adalah :

$$P_{net} = g \times H_{gross} \times Q \times E_o \text{ kWatt} \quad (2.3)$$

Di mana :

$P_{net}$  : adalah daya yang dihasilkan

$g$  : adalah faktor gravitasi 9,8 m/s

$H_{gross}$  : adalah ketinggian jatuh (m)

$Q$  : adalah debit air ( $m^3/s$ )

$E_o$  : adalah efisiensi konveksi

Pembangkit listrik tenaga air skala mikro memiliki prinsip yang memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya mengalir untuk menggerakkan generator kemudian dari generator menghasilkan energi listrik. Sebuah skema mikrohidro memerlukan dua hal yaitu, debit air dan ketinggian jatuh (*head*) untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan. Hal ini adalah sebuah metode konversi energi yang

berasal dari ketinggian jatuh air dan aliran atau energi potensial menjadi bentuk energi mekanik dan energi listrik. (AKBAR, 2018)

### 2.3.2 Komponen – Komponen PLTMH

Beberapa komponen yang digunakan untuk pembuatan PLTA skala mikrohidro baik itu komponen utama maupun bangunan penunjang sebagai berikut :

- a) Dam/Bendungan Pengalih (*intake*). Dam pengalih berfungsi untuk mengalihkan air melalui sebuah pembuka di bagian sisi sungai ke dalam sebuah bak pengendap.
- b) Bak Pengendap (*Settling Basin*). Bak pengendap digunakan untuk memindahkan partikel-partikel pasir dari air. Fungsi dari bak pengendap adalah sangat penting untuk melindungi komponen-komponen berikutnya dari dampak pasir.
- c) Saluran Pembawa (*Headrace*). Saluran pembawa mengikuti kontur dari sisi bukit untuk menjaga elevasi dari air yang disalurkan.
- d) Bak penenang (*Forebay*). Bak penenang berada di ujung saluran pembawa yang berfungsi untuk mencegah turbulensi air sebelum diterjunkan melalui pipa pesat
- e) Pipa Pesat (*Penstock*). *Penstock* dihubungkan pada sebuah elevasi yang lebih rendah ke sebuah roda air, dikenal sebagai sebuah turbin.
- f) Turbin berfungsi untuk mengkonversi energi aliran air menjadi energi putaran mekanis.

- g) Pipa Hisap (*draft tube*). Pipa hisap berfungsi untuk menghisap air, mengembalikan tekanan aliran yang masih tinggi ke tekanan atmosfer.
- h) Generator berfungsi untuk menghasilkan listrik dari putaran mekanis.
- i) Panel kontrol. Panel kontrol berfungsi untuk menstabilkan tegangan.
- j) Pengalih Beban (*Ballast load*). Pengalih beban berfungsi sebagai beban sekunder (*dummy*) ketika beban konsumen mengalami penurunan. Kinerja pengalih beban ini diatur oleh panel kontrol.

Penggunaan beberapa komponen disesuaikan dengan tempat instalasi (kondisi geografis, baik potensi aliran air serta ketinggian tempat) serta budaya masyarakat. Sehingga terdapat kemungkinan terjadi perbedaan desain mikrohidro serta komponen yang digunakan antara satu daerah dengan daerah yang lain. (Ardianto, 2018)

#### **2.4 Tangki Air/ Tandon Air**

Tangki atau tandon adalah tempat air yang terbatas sehingga elevasi muka air di dalam tangki akan berfluktuasi atau naik-turun secara signifikan. Fluktuasi muka air ini mengubah tekanan yang dibutuhkan oleh pompa untuk mengisi tangki tersebut, atau mengubah tekanan yang tersedia dalam jaringan. Dalam matematis, sumur dapat dianggap sebagai tangki atau tandon, apabila setelah dilakukan pengambilan air dari sumur tersebut ternyata ketinggian pada muka air dalam sumur akan turun. (Triatmadja, 2019)

Untuk mengisi air ke dalam tandon biasanya digunakan pompa air yang bekerja secara otomatis. Pompa air ini dihubungkan ke tandon yang digunakan untuk

menampung air. Alat otomatis yang dipasang di tandon air di lantai atas akan bekerja mengaktifkan pompa air saat air dalam tandon mencapai batas minimal tertentu. Begitu level air di tandon turun mencapai level minimal ini maka pompa air langsung bekerja dan terjadilah proses pengisian hingga tandonnya penuh. Demikianlah proses pengisian ini berlangsung terus secara otomatis dan kita tidak perlu pusing memikirkan hal ini. (Gunawan A. W., 2010)

Pada penelitian ini penulis menggunakan wadah toples sebagai tandon air atau tempat menampung air. Tujuan dari tandon air ini adalah untuk menyuplay putaran di generator. Jika, tandon air tidak mengeluarkan air maka generator akan mati dan baterai tidak akan mengecap.

## **2.5 Turbin Air**

Turbin air adalah bagian terpenting dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. Pada turbin air aliran air diubah menjadi energi kinetik yang akan memutar rotor (kincir). Dengan *belt*, puli (*pulley*) pada rotor di hubungkan dengan puli pada generator yang akan mengubah putaran yang di hasilkan menjadi energi listrik. Jumlah daya listrik yang di peroleh sangat tergantung pada debit air dan beda ketinggian lokasi, akan di jelaskan pada bab berikutnya.

Pemilihan desain atau tipe ideal turbin untuk kondisi tertentu tergantung pada karakteristik lokasi khususnya beda ketinggian dan debit air tersedia. Semua tipe turbin mempunyai karakteristik kecepatan dan kekuatan yang akan berputar paling efisien pada kombinasi beda tinggi dan debit tertentu. Kecepatan putaran turbin utamanya di tentukan oleh beda tinggi. Berdasarkan beda tinggi, desain turbin dapat

dikelompokkan kedalam beda tinggi tergolong tinggi (*high head*) di atas 30 meter, sedang (*medium head*) dengan beda tinggi antara 10-30 meter, dan rendah (*low head*) dengan beda tinggi kurang dari 10 meter.

Turbin juga dibedakan berdasarkan cara kerjanya, yaitu turbin impulse atau turbin reaksi. Turbin impulse adalah turbin yang mengubah seluruh energi air menjadi energi kinetik yang akan memutar turbin, sehingga menghasilkan energi puntir. Sedangkan turbin reaksi merupakan turbin yang energi air secara langsung menjadi energi puntir. (Nugroho & Sallata, 2015).

### **2.5.1 Prinsip Kerja Turbin Air**

Secara umum prinsip kerja dari turbin air ini adalah aliran air di dalam pipa pesat yang mengandung energi diarahkan ke roda turbin melalui *nozzle*, kemudian energi yang di dalam air ini pada roda turbin di ubah bentuknya menjadi energi mekanik berupa putaran. Putaran roda turbin inilah yang dimanfaatkan untuk menggerakkan suatu beban, salah satu contohnya adalah untuk menggerakkan generator pembangkit listrik. Konstruksi dasar dari turbin air terdiri dari dua bagian utama yaitu rotor dan stator. Rotor adalah bagian-bagian dari turbin yang bergerak atau berputar seperti roda turbin (*runner*), poros, kopling, roda gaya, pully dan bagian-bagian dari turbin yang diam seperti saluran masuk (pipa pesat), rumah-rumah, sudu antar, sudu pengarah (*nozzle*), saluran buang dan lain-lain. (Putra & Prasetyo, 2018).



### 2.5.2 Klasifikasi Turbin Air

Berdasarkan perubahan momentum fluida kerjanya turbin berikut adalah jenis-jenis turbin air, yaitu :

**Tabel 2. 2 Jenis - jenis Turbin**

Jenis Turbin	High Head (>30 m)	Medium Head	Low Head
Turbin Impulse	Pelton Turgo	Crossflow Multi Jet Pelton Turgo	Crossflow
Turbin Reaksi		Francis	Propeller Kaplan

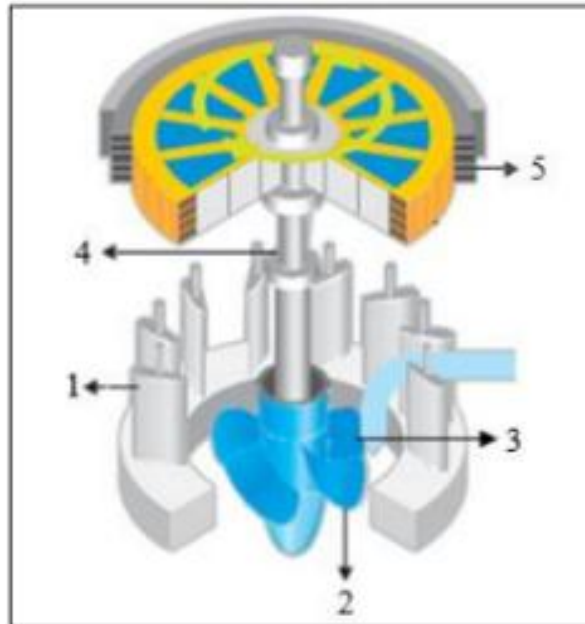
*Sumber:* (Nugroho & Sallata, 2015)

### 2.5.3 Jenis Turbin Air

Berdasarkan bentuk dan kegunaan turbin air terbagi menjadi beberapa jenis jenis turbin air. Berikut beberapa jenis turbin air, diantaranya :

a. Turbin Kaplan

Turbin Kaplan digunakan untuk tinggi terjun yang rendah, yaitu dibawah 20 meter. Teknik mengkonversikan energi potensial air menjadi energy mekanikroda air turbin dilakukan melalui pemanfaatan kecepatan air. Roda air turbin Kaplan menyerupai baling-baling dari kipas angin.



**Gambar 2. 2 Turbin Kaplan**

*Sumber: Kusnadi, 2018*

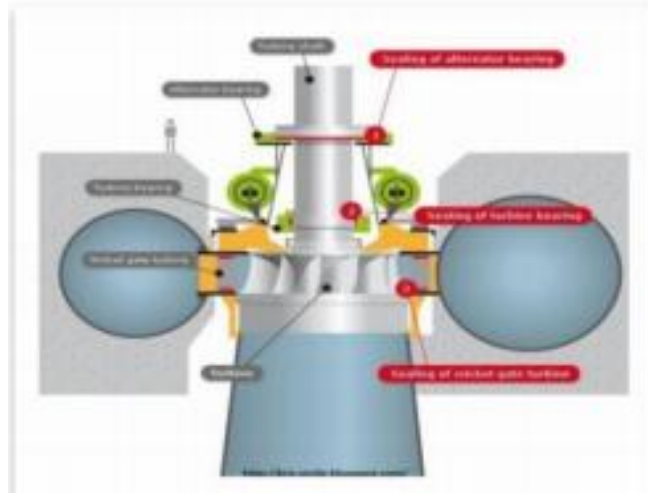
Keterangan gambar diatas :

1. Sudu pengarah turbin ( *guide vanes* )
2. Sudu gerak turbin ( *blades* )
3. Roda turbin ( *runner blades* )
4. Poros turbin
5. Generator listrik/Altenator listrik

b. Turbin Francis

Turbin ini paling banyak digunakan di Indonesia. Turbin ini digunakan untuk tinggi terjun sedang. Tingginya antara 20-400 meter. Teknik mengkonversikan energi potensial air menjadi energi mekanik pada roda air

turbin dilakukan melalui proses reaksi sehingga turbin francis disebut dengan turbin reaksi.



**Gambar 2. 3 Turbin Francis**

*Sumber: Bensardi, 2019*

### c. Turbin Pelton

Turbin pelton merupakan bagian dari jenis turbin impuls. Turbin Pelton terdiri dari satu set sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang disebut *nozzle*. Turbin Pelton adalah salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien dalam penggunaannya. Bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian yang simetris. Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah-tengah sudu dan pancaran air tersebut akan berbelok ke kedua arah sehingga bisa membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari

gaya-gaya samping sehingga terjadi pengubah energi kinetik menjadi energi mekanis.



**Gambar 2. 4 Turbin Pelton**

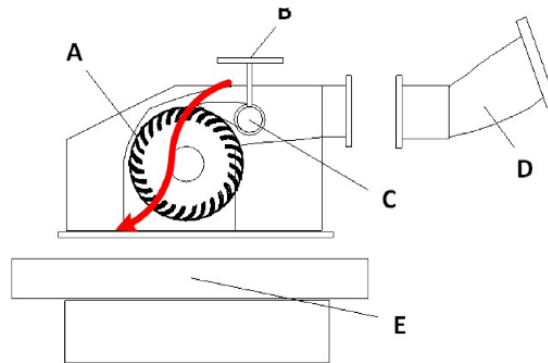
*Sumber: Bensardi, 2019*

d. Turbin *crossflow*

Turbin *Cross flow* adalah salah satu turbin air jenis turbin aksi (impulse turbine) yang lebih dikenal dengan sebutan turbin Michell- Banki . Prinsip kerja pada turbin ini pertama ditemukan oleh seorang insinyur Australia yang bernama A.G.M. Michell pada tahun 1903. Kemudian turbin ini dikembangkan dan dipatenkan di Jerman Barat oleh Prof. Donat Banki sehingga turbin ini diberi nama Turbin Banki kadang disebut juga Turbin Michell- Ossberger (Haimerl, L.A. 1960). Pemakaian jenis Turbin *Cross*

*flow* lebih menguntungkan dibanding dengan penggunaan kincir air maupun jenis turbin mikro hidro lainnya. Penggunaan turbin ini untuk daya yang sama dapat menghemat biaya pembuatan penggerak mula sampai 50 % dari penggunaan kincir air dengan bahan yang sama. Penghematan ini dapat dicapai karena ukuran Turbin *Cross flow* lebih kecil dan lebih kompak dibanding kincir air. Diameter kincir air yakni roda jalan atau runnernya biasanya 2 meter ke atas, tetapi diameter Turbin *Cross flow* dapat dibuat hanya 20 cm saja sehingga bahan-bahan yang dibutuhkan jauh lebih sedikit, itulah sebabnya bisa lebih murah. (Fe'l, K, & Irzal, 2016)

Yang paling umum digunakan untuk pembangkit listrik mikrohidro di Indonesia adalah tipe *crossflow* atau modifikasinya. Istilah dari *crossflow* atau pukulan silang menggambarkan aliran air yang dua kali menabrak *runner blade*/bilah. Setelah memukul bilah bagian atas, aliran air selanjutnya melalui bagian dalam rotor akan memukul bila bagian bawah, sehingga terjadi dua pukulan.



**Gambar 2. 5 Skema model crossflow**

**A: Bagian gerak/kincir, B: Tuas penggerak *inlet guide vane*, C: *inlet guide vane*,  
D : *Inlet adapter*, E: Rangka dudukan turbin ( *base frame*)**

*Sumber:* (Nugroho & Sallata, 2015)

Pada gambar 2.5 pola aliran ditunjukkan oleh garis panah berwarna merah. Meskipun efisiensi *cross flow* masih lebih rendah dibandingkan tipe lainnya, namun *cross flow* lebih sederhana dan murah serta relatif mudah dibuat oleh bengkel sekalipun. Keunggulan berikutnya adalah cukup sesuai untuk digunakan pada berbagai varian debit dan beda ketinggian. (Nugroho & Sallata, 2015)

Komponen – komponen utama konstruksi turbin *cross-flow* adalah sebagai berikut :

- a. Rumah Turbin
- b. Alat Pengarah (distributor)
- c. Roda Jalan Penutup
- d. Katup Udara
- e. Pipa Hisap

f. Bagian Peralihan

#### 2.5.4 Pemilihan Turbin Air

Pemilihan jenis turbin ini dapat ditentukan oleh kelebihan dan kekurangan dari jenis jenis turbin tersebut, khususnya untuk bagian desain yang sangat spesifik. Pada tahap awal, pemilihan jenis turbin dapat diperhitungkan dengan mempertimbangkan parameter-parameter khusus yang mempengaruhi sistem operasi turbin, yaitu :

- a. Faktor tinggi jatuhnya air efektif (*Net Head*) dan debit yang akan dimanfaatkan untuk operasi turbin merupakan faktor utama yang mempengaruhi pemilihan jenis turbin, sebagai contoh : turbin pelton efektif untuk operasi pada *head* tinggi, sementara turbin propeller sangat efektif beroperasi pada *head* rendah.
- b. Faktor daya (*power*) yang diinginkan berkaitan dengan *head* dan debit yang tersedia.
- c. Kecepatan (putaran) turbin yang akan ditransmisikan ke generator. Sebagai contoh untuk sistem transmisi *direct couple* antara generator dengan turbin pada *head* rendah, sebuah turbin reaksi (*propeller*) dapat mencapai putaran yang diinginkan, sementara turbin pelton dan *crossflow* berputar sangat lambat (*low speed*) yang akan menyebabkan sistem tidak akan beroperasi.

Ketiga faktor diatas sering digunakan untuk menentukan (kecepatan spesifik turbin). Pemilihan jenis turbin dapat dilakukan dengan melihat grafik karakteristik

hubungan antara tinggi jauh *head* (m) dan debit aliran ( $m^3/s$ ) agar didapatkan jenis turbin yang cocok sesuai dengan kondisi pengoperasiannya. (Putra & Prasetyo, 2018)

Turbin yang digunakan untuk PLTMh ini merupakan jenis turbin turbin francis disebut dengan turbin reaksi, dengan alasan turbin ini memiliki kelebihan yaitu penggunaan turbin kecil mampu menghasilkan daya yang optimal daya yang dihasilkan turbin ini mampu menghemat sekitar biaya 50% dari penggunaan kincir air dengan bahan yang sama, mudah dalam pengoprasian dan memiliki kosntruksi sederhana sehingga mudah di terapkan dan di buat pada daerah yang terpencil.

## **2.6 Generator**

Generator listrik memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Generator dan motor punya banyak kesamaan, tetapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tetapi generator tidak menciptakan listrik yang sudah ada di dalam kabel lilitannya. Hal ini bisa dianalogikan dengan sebuah pompa air, yang menciptakan aliran air tetapi tidak menciptakan air di dalamnya. Sumber enegi mekanik bisa berupa resiprokat maupun turbin mesin uap, air yang jatuh melalui sebuah turbin maupun kincir air, mesin pembakaran dalam, turbin angin, engkol tangan, energi surya atau matahari, udara yang dimampatkan, atau apa pun sumber energi mekanik.



Pada 1831-1832 Michael Faraday menemukan bahwa perbedaan potensial dihasilkan antara ujung-ujung konduktor listrik yang bergerak tegak lurus terhadap medan magnet. Dia membuat generator elektromagnetik pertama berdasarkan efek ini menggunakan cakram tembaga yang berputar antara kutub magnet tapal kuda. Proses ini menghasilkan arus searah yang kecil.

Desain alat yang dikenal ‘cakram Faraday’ itu tidak efisien dikarenakan oleh aliran arus listrik yang arahnya berlawanan di bagian cakram yang tidak terkena pengaruh medan magnet. Arus yang diinduksi langsung di bawah magnet akan mengalir kembali ke bagian cakram di luar pengaruh medan magnet. Arus balik itu membatasi tenaga yang dialirkan ke kawat penghantar dan menginduksi panas yang dihasilkan cakram tembaga. Generator homopolar yang dikembangkan selanjutnya menyelesaikan permasalahan ini dengan menggunakan sejumlah magnet yang disusun mengelilingi tepi cakram untuk mempertahankan efek medan magnet yang stabil. Kelemahan yang lain adalah amat kecilnya tegangan listrik yang dihasilkan alat ini, dikarenakan jalur arus tunggal yang melalui *fluks* magnetik. (Ardianto, 2018)

### **2.6.1 Pengertian Generator DC**

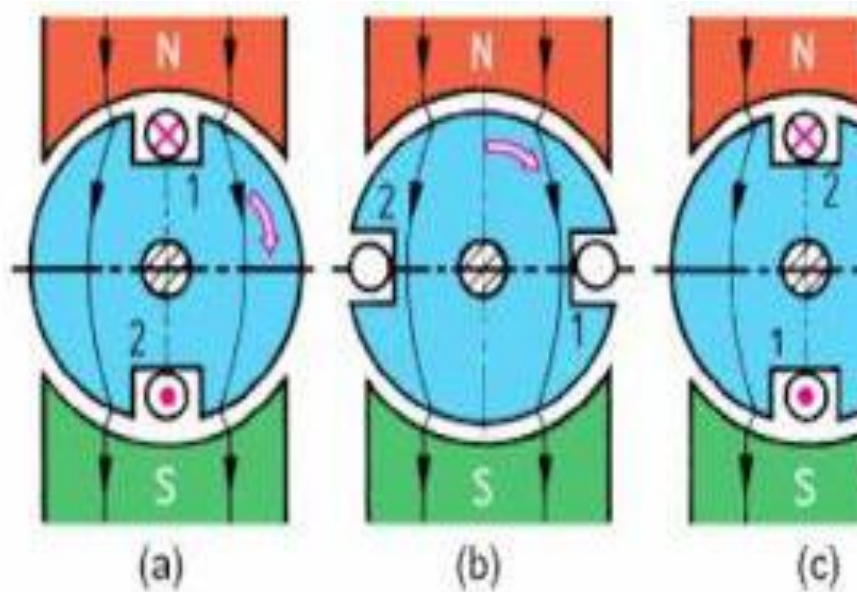
Generator arus searah mempunyai komponen dasar yang umumnya hampir sama dengan komponen mesin–mesin listrik lainnya. Secara garis besar generator arus searah adalah alat konversi energi mekanis berupa putaran menjadi energi listrik arus searah. Energi mekanis ini digunakan untuk memutar kumparan pada kawat penghantar yang ada di dalam medan magnet. Berdasarkan hukum yang berlaku yaitu

Hukum Faraday, pada kawat penghantar akan menimbulkan ggl induksi yang besarnya sebanding dengan laju perubahan fluksi yang dilingkupi oleh kawat penghantar. Bila kumparan kawat tersebut merupakan rangkaian tertutup, maka akan timbul arus induksi. Perbedaan pada setiap generator biasanya terletak pada komponen penyearah yang terdapat didalamnya yang disebut dengan komutator dan sikat. (Saputra, Despa, Soedjarwanto, & Samosir, 2016)

### **2.6.2 Prinsip Kerja Generator DC**

Prinsip kerja generator berdasarkan hukum induksi Faraday yang menyatakan bahwa sebuah magnet yang digerakan dengan cepat melalui suatu konduktor belitan, akan menginduksikan tegangan ke belitan itu, yang besarnya sama dengan kecepatan magnet itu. Bila belitan itu merupakan rangkaian tertutup, tegangan induksi itu akan menyebabkan mengalirnya arus listrik. Arah arus listrik itu akan sedemikian rupa, sehingga akan menghasilkan gaya, yang akan berlawanan dengan arah gerakan semula. Pembangkitan tegangan induksi oleh sebuah generator diperoleh melalui dua cara yaitu :

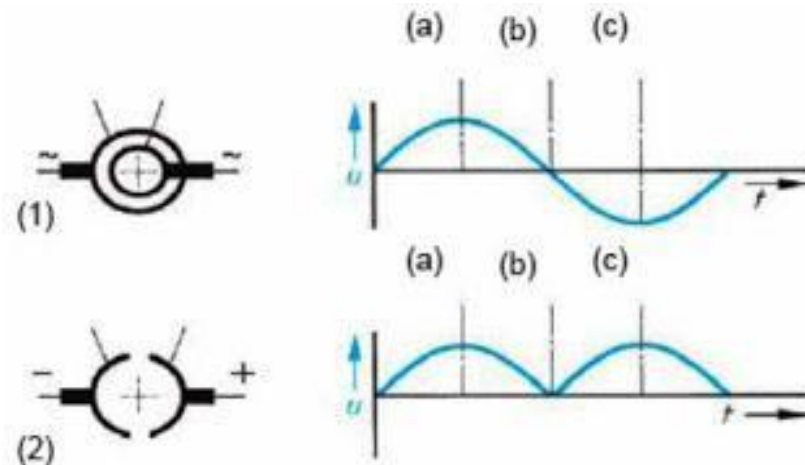
- a. Dengan menggunakan cincin-seret, menghasilkan tegangan induksi bolak-balik.
- b. Dengan menggunakan komutator, menghasilkan tegangan DC Proses pembangkitan tegangan tegangan induksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2. 6 Pembangkitan Tegangan Induksi**

*Sumber: Iwan,2017*

Jika rotor diputar dalam pengaruh medan magnet, maka akan terjadi perpotongan medan magnet oleh lilitan kawat pada rotor. Hal ini akan menimbulkan tegangan induksi. Tegangan induksi terbesar terjadi saat rotor menempati posisi seperti Gambar 2.6 (a) dan (c). Pada posisi ini terjadi perpotongan medan magnet secara maksimum oleh penghantar. Sedangkan posisi jangkar pada Gambar 2.6 (b), akan menghasilkan tegangan induksi nol. Hal ini karena tidak adanya perpotongan medan magnet dengan penghantar pada jangkar atau rotor. Daerah medan ini disebut daerah netral.



**Gambar 2. 7 Tegangan Rotor yang Dihasilkan**

*Sumber: Iwan,2017*

Jika ujung belitan rotor dihubungkan dengan *slip-ring* berupa dua cincin (disebut juga dengan cincin seret), seperti ditunjukkan Gambar 2.7 (1), maka dihasilkan listrik AC (arus bolak-balik) berbentuk sinusoidal. Bila ujung belitan rotor dihubungkan dengan komutator satu cincin Gambar 2.7 dengan dua belahan, maka dihasilkan listrik DC dengan dua gelombang positif. Besarnya tegangan yang dihasilkan oleh sebuah generator DC, sebanding dengan banyaknya putaran dan besarnya arus eksitasi (arus penguat medan). (Sunardi, 2017).

Pada penelitian ini dipilih generator jenis *mycro hydro generator* 12 volt dengan alasan : *Mycro hydro generator* mudah dalam pengoprasian dan memiliki kosntruksi sederhana sehingga mudah di terapkan dan di buat pada daerah yang terpencil, dan *mycro hydro generator* sudah dilengkapi dengan 1 buah turbin berserta *nozzel* pada turbin.

## 2.7 *Mycro Hydro Generator*

*Mycro Hydro Generator* merupakan peralatan energi mekanik yang mengubah potensi konversi dari energi air ke energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan berupa arus listrik 12 volt DC dengan kapasitas maksimum 10 watt, yang berukuran diameter 4,5 cm, dan lebar 3 cm. Berikut adalah spesifikasi dari *Mycro Hydro Generator* :

- a. Tegangan keluar maksimum: 12V
- b. Arus keluar maksimum :  $\geq 220\text{mA}$  ( 12V )
- c. Resistansi garis :  $10\text{M}\Omega.5\pm 0.5\Omega$
- d. Resistansi isolasi :  $10\text{M}\Omega$  ( DC 100 Tramegger )
- e. Maksimum dengan tegangan berdiri dari saluran  
keluar air tertutup : 0.6Mpa
- f. Maksimum dengan tegangan berdiri dari saluran  
air terbuka : 1.2Mpa
- g. Tekanan hidrolik : 0.05Mpa



**Gambar 2. 8 Mycro Hiydro Generator**  
*Sumber: Penulis,2020*

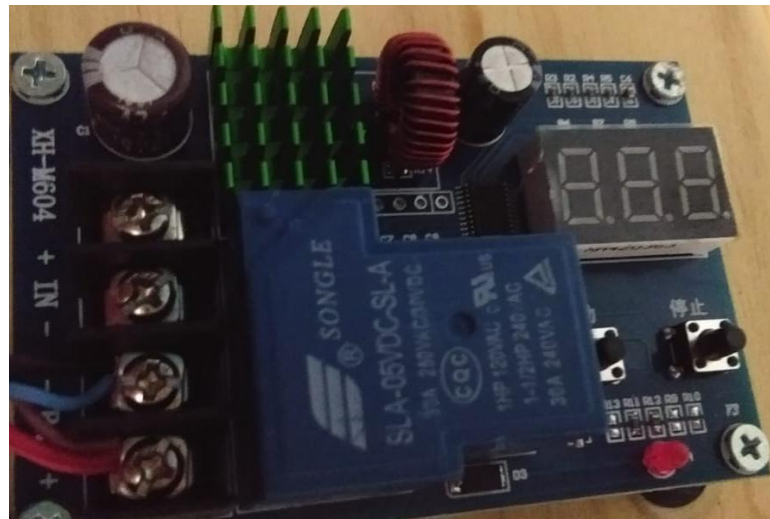
## **2. 8 XH-M603 Pengisian Modul Kontrol 12-24V Penyimpanan Baterai Lithium** ***Charger Control Switch***

Modul *Control Charger* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengimpan arus searah ( DC ) yang disalurkan ke baterai dan display ke beban. Modul *Control Carger* ini melindungi dari kerusakan yang di akibatkan oleh dua hal, yaitu:

1. Pengecesan berlebihan ( *overcharging power off*, otomatis menghentikan pengisian baterai jika sudah penuh )
2. Pengurasan baterai berlebihan ( *overdischarge protection – auto power on*, otomatis baterai sudah *low bat* ).

Selain kegunaan sebagai melindungi dari kerusakan, modul *control charger* memiliki spesifikasi bahan. Berikut adalah spesifikasi dari Modul *Control Charger* :

- a. Tegangan : DC 6-60V ( max 80V )
- b. Tampilan presisi : 0.1 V
- c. Kontrol presisi : 0.1 V
- d. Jenis keluaran : Keluaran langsung
- e. Toleransi tegangan :  $\pm 0.1$  V
- f. Bidang aplikasi : 6-60V
- g. Size : 85 x 54 mm



**Gambar 2.9 Modul Control Charger**

*Sumber: Penulis,2020*

## 2.9 Baterai

Baterai adalah perangkat yang dapat mengonversi energi kimia yang terkandung pada bahan aktif komponen penyusun baterai menjadi energi listrik

melalui reaksi elektrokimia reduksi dan oksidasi . Reaksi reduksi adalah reaksi penambahan elektron dan penurunan bilangan oksidasi, sedangkan reaksi oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron dan penambahan bilangan oksidasi. Terdapat dua klasifikasi jenis baterai, yaitu baterai primer dan baterai sekunder.

Baterai primer merupakan jenis baterai yang tidak dapat diisi muatan listrik dan hanya bisa digunakan sekali pakai saja, sedangkan jenis baterai sekunder merupakan baterai yang bisa digunakan berkali-kali karena dapat diisi ulang muatan listriknya (*rechargeable*). Kapasitas baterai sekunder untuk diisi ulang dikarenakan reaksi elektrokimianya yang memiliki sifat *reversible* sehingga baterai sekunder dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik pada saat proses *discharging* dan mengubah energi listrik menjadi energi kimia pada saat proses *charging*. (Satriady, Alamsyah, Saad, & Hidayat, 2016)

Salah satunya baterai Lithium ion atau Li-ion jenis 18650 ini merupakan jenis yang paling banyak dipergunakan pada perangkat elektronika karena ringan, harganya ekonomis, mampu menyimpan energi listrik yang lumayan besar, zat berbahaya pada baterai jenis ini bisa dikatakan hampir tidak ada, oleh karena itu jika baterai Li-ion sudah rusak jangan dibuang sembarangan, harus dipendam kedalam tanah supaya mengurangi pencemaran lingkungan. (Putra, Junus, & Hadiwiyatno, 2019)





**Gambar 2. 10 Baterai Li-ion 18650**

*Sumber: Penulis, 2020*

Pada penelitian ini dipilih baterai Li-ion jenis 18650 dengan alasan : baterai Li-ion 18650 mudah dalam pengoprasian bentuk prototype dan memiliki kosntruksi sederhana sehingga mudah di terapkan dan di buat pada daerah yang terpencil. Baterai pada penelitian ini dirangkai secara seri. Pada rangkaian seri jumlah pada muatan listrik yang mengalir di setiap hambatan yaitu sama. Jadi, hambatan pada satu titik akan sama dengan di titik yang lain. Sedangkan pada rangkaian paralel hitungan buat mencari rumusan kuat arus gak sama dengan dirangkaian seri. Tapi, kuat arus total pada rangkaian paralel yaitu hasil dari penambahan kuat arus yang ada pada hambatan. Pada rangkaian seri, energi potensial atau tegangan gak bisa disamakan nilainya seperti dengan halnya kuat arus. Sedangkan pengukuran tegangan pada

rangkaian paralel yaitu sama buat semua titik. Energi potensial total akan sama nilainya dengan energi potensial yang ada pada semua titik. Untuk menghitung lama pengisian baterai (Td) dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Daya baterai} = V \times Ah \quad (2.4)$$

Dimana:

Wh : Daya baterai dalam satuan Hour ( Wh )

V : Tegangan pada baterai satuan volt ( V )

Ih : Arus jam dalam satuan Ampere hour ( Ah )

$$VA = \text{Tegangan (V)} \times \text{Arus generator (A)} \quad (2.5)$$

Dimana :

VA : Kapasitas pada generator ( VA )

V : Tegangan dalam satuan volt ( V )

A : Arus pada generator ( A )

$$Td = \text{Daya baterai} \div VA \quad (2.6)$$

Dimana :

Td : Lama pengisian baterai dalam satuan hour ( h )

Wh : Daya baterai dalam satuan Hour ( Wh )

VA : Kapasitas pada generator ( VA )

## 2. 10 Beban Listrik

Beban listrik adalah berupa komponen listrik atau bagian dari keluaran rangkaian listrik yang di tanggung oleh pembangkit listrik atau bisa disebut segala sesuatu yang membutuhkan tenaga atau daya listrik yang digunakan. Dalam kehidupan kita sehari-hari terdapat contoh beban listrik adalah setrika listrik, lampu listrik, Television, Kompor listrik, dll. Beban listrik yang digunakan sebagai contoh pembuatan pembngkit listrik mikrohidro adalah *Light Emitting Diode* atau sering disingkat dengan LED warna kuning adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju.

LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun *Remote Control* perangkat elektronik lainnya yang digunakan untuk mensimulasikan bahwa Pembangki Listrik Tenaga Miko Hidro bekerja dengan baik.



**Gambar 2. 11 Lampu LED ( *Light Emitting Diode* )**

*Sumber:* (Atmadja, Soelistianto, & Kristiana, 2016)

## 2. 11 Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Satuan SI daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik). Arus listrik yang mengalir didalam rangkaian listrik dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Peranti mengkonversi kerja ini ke dalam berbagai bentuk yang berguna, seperti panas (seperti pada pemanas listrik), cahaya (seperti pada bola lampu), energi kinetik (motor listrik), dan suara (loudspeaker). Listrik dapat diperoleh dari pembangkit listrik atau penyimpan energi seperti baterai. Satuan SI dari daya adalah watt (W), diambil dari nama penemu Inggris James Watt. Satu watt sama dengan satu joule/sekon ( $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ ). Kilowatt ( $1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$ ) dan megawatt ( $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$ ) jga biasa digunakan. Dalam sistem inggris, kerja dinyatakan dalam foot-pound, dan satuan daya adalah foot-

pound/sekon. Satuan yang lebih besar disebut horsepower/tenaga kuda (hp) yang juga digunakan: ( Listiyarini, 2018).

### **2.11.1 Faktor Daya**

Daya listrik didefinisikan sebagai kecepatan aliran energi listrik pada satu titik jaringan listrik tiap satu satuan waktu dalam rangkaian listrik. Dengan satuan watt atau Joule per detik dalam SI, daya listrik menjadi besaran terukur adanya produksi energi listrik oleh pembangkit, maupun adanya penyerapan energi listrik oleh beban listrik.

Daya listrik menjadi pembeda antara beban dengan pembangkit listrik, dimana beban bersifat menyerap daya sedangkan pembangkit listrik bersifat mengeluarkan daya. Berdasarkan kesepakatan universal, daya listrik yang mengalir dari rangkaian lalu masuk ke komponen listrik yang bernilai positif, sedangkan daya listrik yang berasal dari komponen listrik bernilai negatif.

### **2.11.2 Perhitungan Daya PLTMH**

Dalam ilmu hidrologi, kata debit tentunya kita dengar. Kata debit sendiri merujuk ke arah jumlah air yang mengalir pada waktu tertentu. Misalnya saat Anda memegang sebuah kran, anda bisa mendapatkan air 3 liter dalam 3 menit. Artinya debit air dari keran tersebut ialah 1 liter dalam 1 menit.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa jika debit air adalah banyaknya volume cairan yang mengalir pada suatu satuan waktu. Untuk volumenya

sendiri biasanya dinyatakan dalam satuan liter atau m<sup>3</sup> dan untuk waktu yang dipakai adalah waktu dari keluaran aliran airnya bisa dalam waktu jam, menit, bahkan detik.

$$t = \sqrt{s^2 - r^2} \quad (2.7)$$

Dimana :

t = tinggi kerucut

s = garis pelukis kerucut

r = jari - jari bidang alas kerucut

$$Volume\ cairan = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot t(R^2 + Rr + r^2) \quad (2.8)$$

Dimana :

t = tinggi kerucut

R = jari – jari lingkaran besar alas

r = jari – jari lingkaran kecil alas

$$Debit\ air\ (Q) = \frac{Volume\ cairan}{Waktu\ aliran} = \frac{V}{t} \quad (2.9)$$

Dimana:

Q = Debit air (m<sup>3</sup>/s)

V = Volume air (m<sup>3</sup>)

T = Waktu aliran (s)

Adapun komponen pendukung dari pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro ( PLTMH ) adalah sebagai berikut :

- a. Jumlah debit air dalam satuan ( Q liter/detik )
- b. Beda Tinggi Head ( meter )

c. Gravitasi ( 9,81 m/detik )

Jika dari ketiga komponen diatas sudah terpenuhi, maka kita sudah dapat menghitung daya yang akan dibangkitkan dalam perencanaan sebuah PLTMH tersebut dengan rumus sebagai berikut :

$$P = Q \times H \times g \times \text{eff} \quad ( 2.10 )$$

Dimana,

P = Daya terbangkit (Watt)

Q = Debit air dalam (m<sup>3</sup>/detik)

H = Beda tinggi ( meter )

G = Grafitasi 9,81 (m/detik)

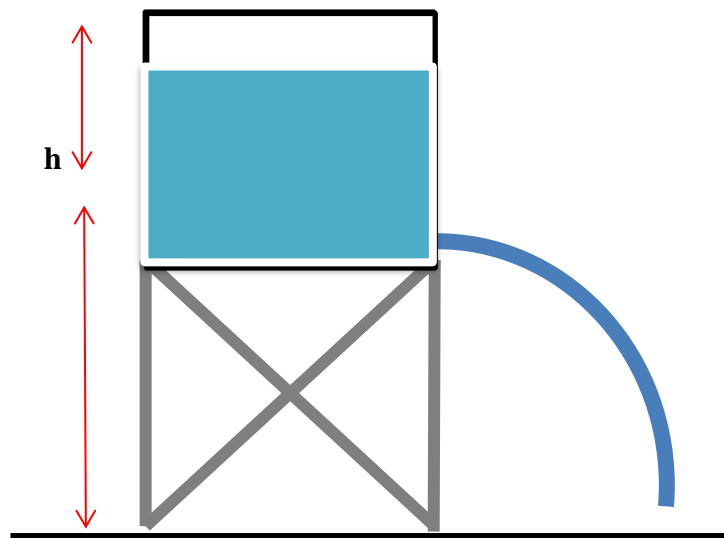
Eff = 0,54 – 0,8 ( effisiansi tergantung dari pengukuran menggunakan alat atau pengukuran manual ). (Ardianto, 2018)

## 2. 12 Kecepatan Aliran Air

Kecepatan air yang jatuh ke bawah akan semakin besar dipengaruhi oleh percepatan gaya gravitasi bumi dengan nilai konstantan ( 9,8 m/s ). Sesuai dengan persamaan kontinuitas  $A_1V_1 = A_2V_2$  (Serway & Jewett, 2004) ketika kecepatan alirannya semakin besar maka penampang alirannya akan semakin kecil. Sesuai dengan hukum Bernoulli yang berlaku kecepatan pada aliran air berbanding terbalik dengan tekanan air. Air yang jatuh dari kran akan mendapat tekanan dari udara di sekitar yang besarnya sama pada setiap bagian. Ketika kecepatan air semakin besar, maka tekanan di dalam air akan semakin kecil dibandingkan dengan tekanan

udara sekitar. Sehingga udara sekitar menekan molekul air dan menyebabkan diameter air menyempit. (Nurbaya, Yulianti, & Sutopo, 2019)

Kecepatan pada air sangat mempengaruhi dari hasil akhir pembuatan pembangkit listrik mikro hidro dari jatuhan air tandon, untuk mendapatkan nilai kecepatan air dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :



**Gambar 2. 12 Kecepatan aliran air pada tandon**

*Sumber: Penulis,2020*

$$V = C \sqrt{2 \times g \times h} \quad (2.11)$$

Dimana :

C = Koefisien air (0,98)

g = Gravitasi Bumi 9,81 m/s

h= Jarak lubang dari permukaan air ( meter). (Wie, 2018)



### 2. 13 Tekanan Aliran Air

Tekanan aliran air dikenal dengan sebutan tekanan hidrostatik. Tekanan hidrostatik adalah tekanan hidrostatik yang mempunyai dua buah benda atau lebih pada kedalaman yang sama besarnya dalam satuan pascal atau Pa, tekanan hidrostatik di pengaruhi oleh massa jenis zat, kedalaman atau ketinggian aliran air dan percepatan gravitasi. Jika massa jenis zat lebih besar maka tekanan hidrostatik juga besar demikian juga jika posisi sebuah benda semakin dalam maka tekanan hidrostatiknya semakin besar karena adanya pengaruh gaya gravitasi. Serta tekanan hidrostatik tidak di pengaruhi oleh bentuk wadah dan volume zat cair.

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang diberikan oleh air ke semua arah pada titik ukur manapun akibat adanya gaya gravitasi. Untuk mendapatkan nilai kecepatan air dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_h = \rho \times g \times h \quad ( 2.12 )$$

Dimana :

$P_h$  : Tekanan Air dalam satuan Pascal ( Pa atau  $N/m^2$ )

$\rho$  : Massa jenis air dalam satuan kilo gram per meter kubik ( $kg/m^3$ )

$g$  : Gravitasi bumi konstan ( 10 m/s )

$h$  : Ketinggian permukaan air dalam satuan meter ( m) (Dinata, Wijaya, & Suartika, 2020)

## **BAB 3**

### **METODOLOGI DAN PENELITIAN**

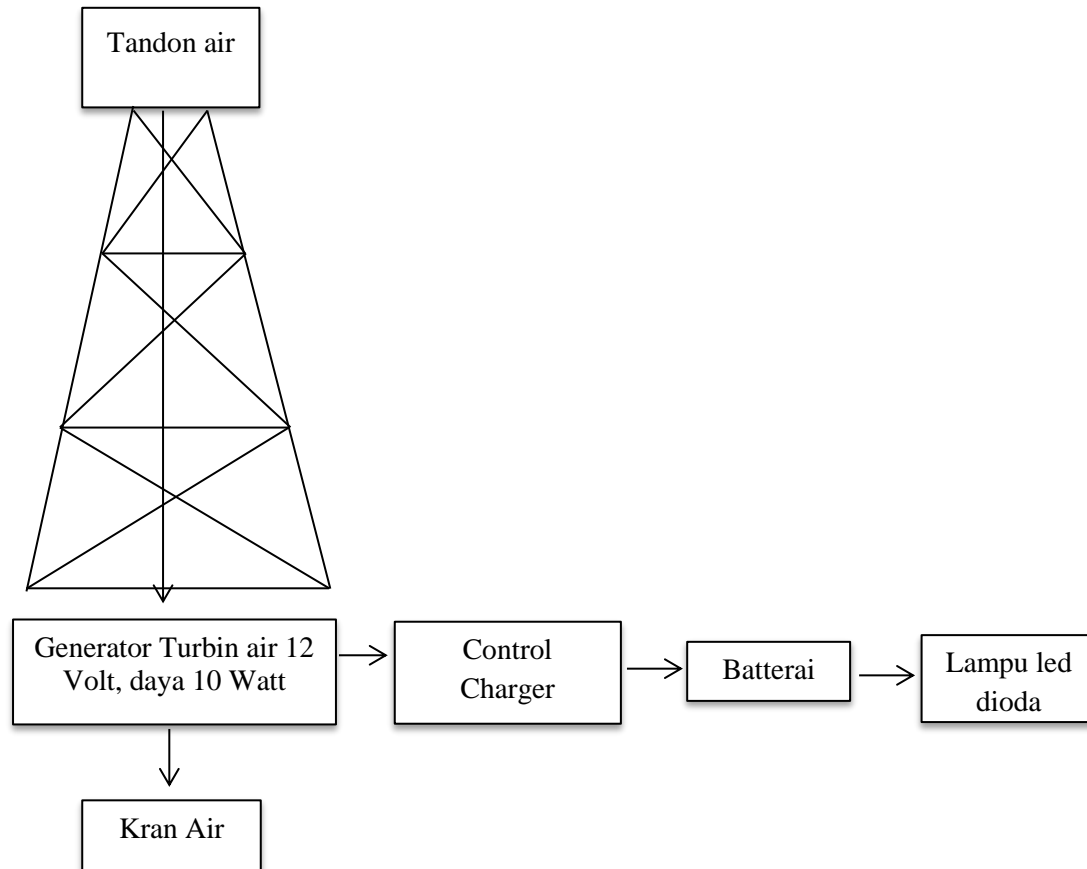
Dalam penelitian ini digunakan metode *prototype*. Yang diawali dari pembuatan rancangan (PLTMH). Selanjutnya mulai mengumpulkan alat dan bahan alat yang akan di buat. Untuk lebih jelasnya akan di bahas mendetail pada sub bab implementasi alat.

#### **3.1 Konsep Perancangan**

Konsep perancangan *prototype* ini diawali dengan pembuatan blok diagram, dimana setiap blok selalu berhubungan satu dengan yang lainnya. Dalam perancangan perangkat keras ini akan dibuat dan digunakan beberapa komponen- komponen listrik yang mendukung terhadap Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) tersebut. Ketika kran air di buka, maka air pada tandon akan mengalir melalui saluran pipa dan memutar generator turbin air.

Generator turbin air tersebut merubah energi mekanik menjadi energi listrik, lalu energi listrik tersebut dialirkan ke control charger untuk mengisi baterai dan selanjutnya baterai tersebut digunakan untuk menghidupkan beban listrik yang telah tersedia.

Jika diilustrasikan dengan menggunakan blok diagram, Gambar 3.1 berikut ini merupakan blok diagram konsep rancang bangun pemanfaatan aliran tandon air gedung bertingkat sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mirko Hidro (PLTMH) sebagai berikut.



**Gambar 3. 1 Blok Diagram Prototype PLTMH**

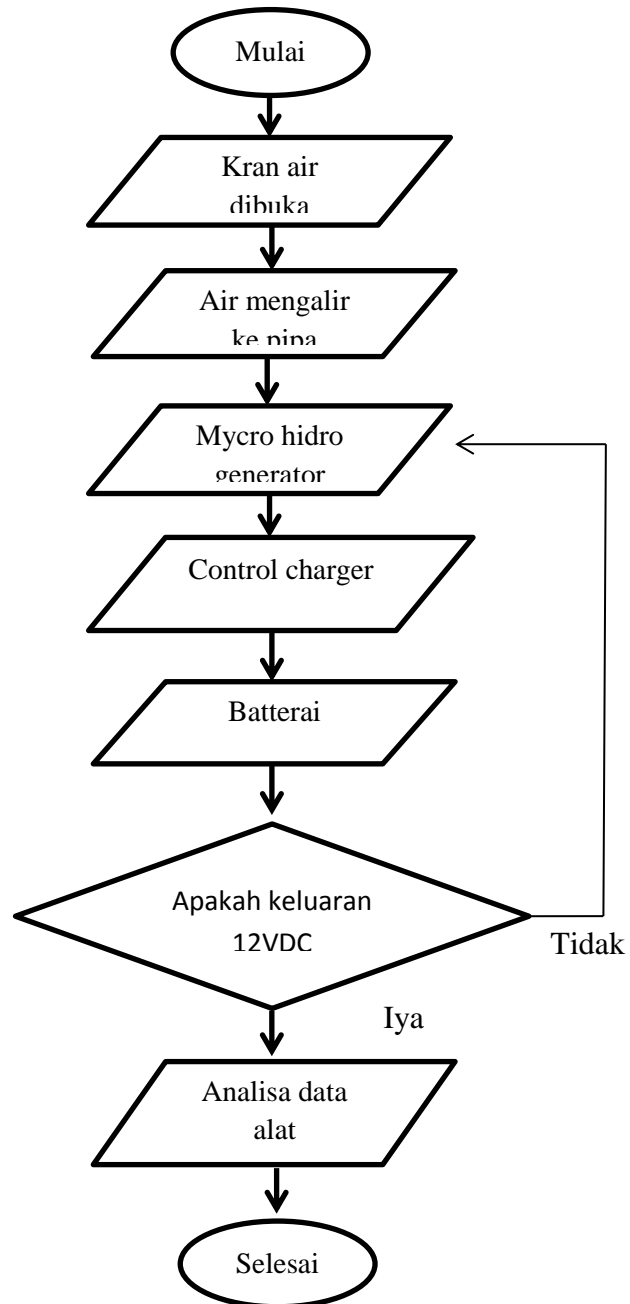
*Sumber: Penulis, 2020*

Penjelasan dan fungsi dari masing – masing blok adalah sebagai berikut :

- a. Blok Tandon air merupakan wadah air yang berupa toples berukuran tinggi 32cm, diameter atas 16 cm, diameter bawah 13 cm maka secara sistematis volume toples tersebut  $21,201 \text{ cm}^3$  atau 21,20 liter. Saat melakukan pengujian toples tersebut diisi air sebanyak 25 liter untuk mensimulasikan tandon sebagai rujukan perancangan selanjutnya.

- b. Blok Kran air berfungsi untuk mengeluarkan air dari tandon air dan untuk mengontrol keluarnya air yang dikeluarkan.
- c. Blok Generator turbin air berfungsi sebagai alat yang mengubah energi gerak menjadi energi listrik dari putaran mekanis dengan arus keluaran 12 volt DC dan kapasitas maksimum 10 watt, yang berukuran diameter 4,5 cm, lebar 3 cm.
- d. Blok Modul Control Charger berfungsi pemutus jika pengisian baterai sudah penuh, gunanya agar baterai tidak rusak. Jadi, jika baterai sudah penuh tidak akan terjadi pengisian.
- e. Blok Baterai merupakan sebagai sebuah tempat penyimpanan sementara energi listrik yang dihasilkan oleh generator, setelah baterai diisi oleh generator baterai tersebut digunakan untuk mensuplai kebutuhan listrik atau beban.
- f. Blok Beban berfungsi sebagai konsumsi listrik setelah atau selama baterai terisi. Beban listrik pada Pembangkit Listrik Tenaga Miko Hidro berupa satu buah lampu LED dioda ).

### 3.2 Flowchart Prototype PLTMH



**Gambar 3. 2** *Flowchart* Prototype PLTMH  
*Sumber: Penulis, 2020*

Kran air dibuka sehingga aliran air melewati pipa dan jatuh pada ketinggian tertentu (energi potensial) sehingga memberikan tekanan pada *mycro hydro generator*. *Mycro hydro generator* yang diberi tekanan akan berputar searah jarum jam (energi kinetik) dan menghasilkan energi mekanik. Energi mekanik kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator dari induksi elektromagnetik. Setelah menjadi energi listrik, kemudian dihantarkan oleh kabel menuju *control charger* sebagai pengisian pada baterai dan baterai disalurkan ke beban (lampu LED) sebagai tujuan akhir dari pembangkit listrik. Jika keluaran tidak 12VDC maka kembali ke *mycro hydro generator*, jika iya keluaran 12VDC maka melakukan analisa data alat dan selesai.

### 3.3 Komponen Prototype PLTMH

Dalam proses merancang prototype PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) dari aliran tandon gedung bertingkat diperlukan komponen yaitu sebagai berikut :

**Tabel 3. 1 Daftar Komponen Prototype PLTMH**

No	Komponen	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Toples/Tandon	1	Buah	25Liter
2	Pipa air	150	Meter	$\frac{3}{4}$ Inch
3	Kran air	1	Buah	-
4	<i>Mycro hydro generator</i>	1	Buah	10 Watt, 12 Volt DC
5	<i>Control charger</i>	1	Buah	6Volt – 60 Volt DC, 85 mm x 54 mm

6	Baterai	3	Buah	4.0 volt DC
7	Kabel listrik	1	Meter	-
8	Lampu LED Dioda Kuning	1	Buah	2,2 Volt
9	Besi	4	Buah	150cm, 12 mii
10	Besi	12	Buah	80 cm, 5 mili
11	Sakelar tunggal	1	Buah	-
12	Triplek	1	Buah	57 cm x 30 cm
13	Kawat las	Secukupnya	Buah	-

*Sumber : Penulis,2020*

Dalam proses merancang ini, penulis memerlukan alat untuk mempermudah dalam merancang. Peralatan yang digunakan dalam merancang prototype PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) dari aliran tandon gedung bertingkat diperlukan komponen yaitu sebagai berikut :

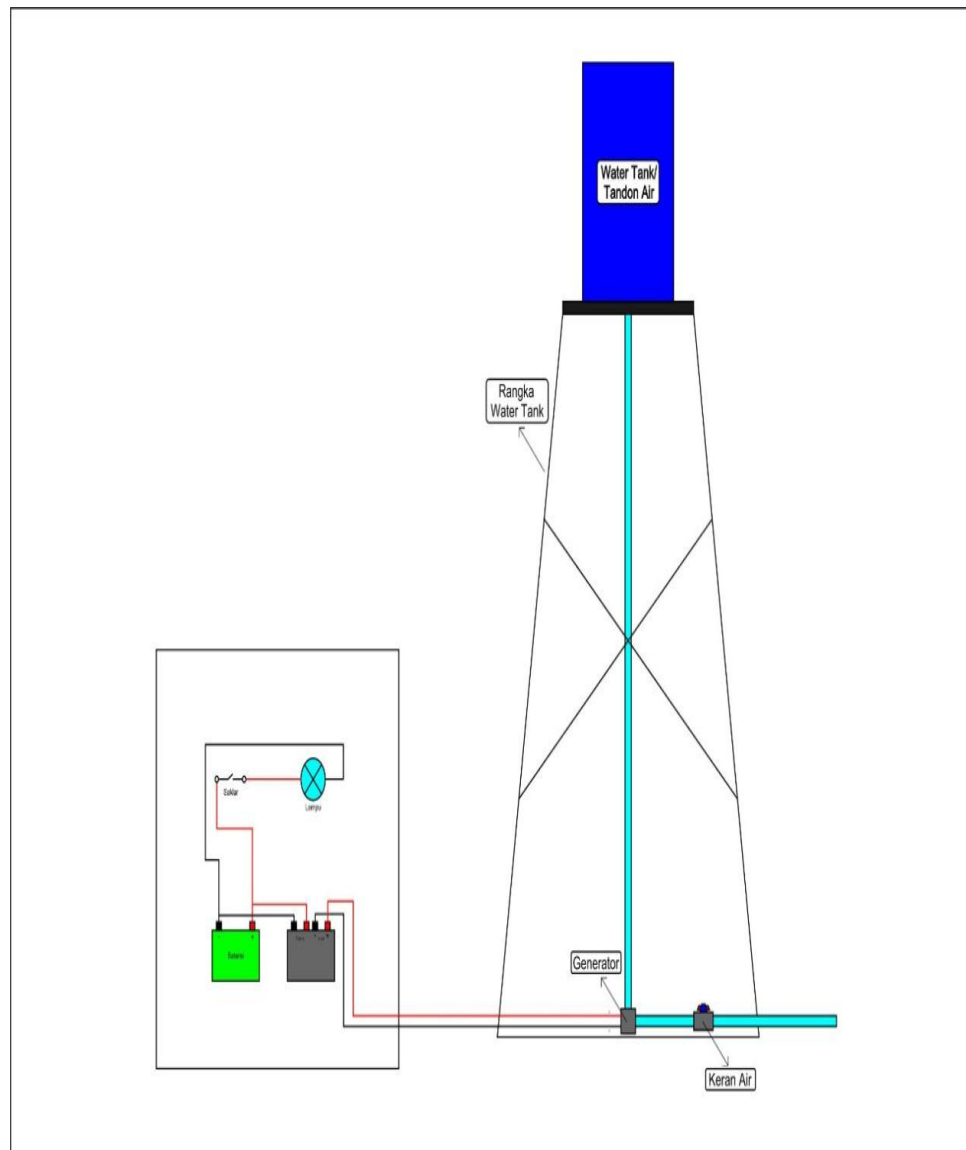
**Tabel 3. 2 Daftar Peralatan Merancang Prototype PLTMH**

No	Peralatan	Jumlah	Satuan
1	Multitester	1	Buah
2	Meteran	1	Buah
3	Obeng	1	Buah
4	Tang potong	1	Buah
5	Tang jepit	1	Buah
6	Gergaji	1	Buah
7	Mesin las	1	Buah

8	Gerenda	1	Buah
---	---------	---	------

Sumber : Penulis, 2020

### 3.3.1 Desain Prototype PLTMH



**Gambar 3. 3 Desain Prototype PLTMH**

Sumber: Penulis, 2020



### 3.3.2 Prototype PLTMH



**Gambar 3. 4 Prototype PLTMH**

*Sumber: Penulis, 2020*

## BAB 4

### HASIL DAN ANALISA

Sistem ini akan bekerja pada saat kran air dibuka. Saat kran air dibuka maka air akan mengalir dari tandon air gedung bertingkat menuju turbin generator melalui pipa air. Aliran air pada pipa air tersebut memiliki energi yang dapat memutar turbin generator yang ada pada pipa. Ketika turbin berputar maka akan menghasilkan arus DC. Dari output generator disambungkan ke *control charger* sebagai alat pengecasan. Setelah itu dihubungkan ke baterai. Namun sebelum disambungkan ke beban, diberi sakelar sebagai penyambung atau pemutus energi listrik.

Setelah dirancang PLTMH secara prototype, maka tahap selanjutnya adalah pengujian dan analisis data yang akan diperoleh dari pengukuran alat yang telah dirancang.

#### 4.1 Data Perancangan PLTMH

Pada tabel 4.1 ini menunjukkan hasil Data Data Perancangan PLTMH, berikut tabel Data Perancangan PLTMH adalah :

**Tabel 4. 1 Data Perancangan PLTMH**

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Volume tandon	25	Liter
2	Tinggi	1,5	Meter
3	Debit air	59,865	$cm^3/s$

4	Mikro hidro Generator	12	Volt DC
5	Lampu LED Dioda Kuning	2,2	Volt
6	Waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir	363	Detik
7	Besi batang	12	Mili
8	Besi batang	5	Mili
9	Kran air	$\frac{3}{4}$	Inci

*Sumber: Penulis,2020*

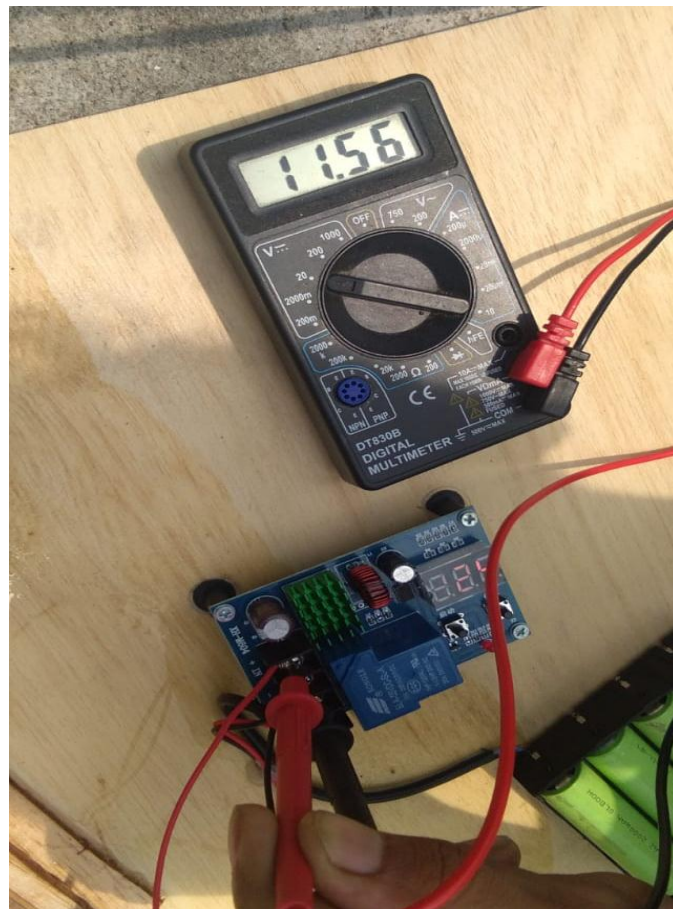
#### **4.2 Data hasil pengukuran tegangan dan arus pada ketinggian 1,5 m**

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran tegangan dan arus menggunakan multimeter digital terhadap keluaran dari generator. Tahap ini bertujuan untuk memastikan adanya tegangan yang dihasilkan pada generator. Pengujian dilakukan untuk pengukuran tegangan dengan cara mengatur selektor switch multimeter pada posisi 20 Volt DC dimana kutub positif dan kutub negatif ke terminal sumber tegangan DC dan untuk pengukuran arus dengan mengatur selektor switch multimeter pada posisi 10 A, dimana kutub positif multimeter masuk ke terminal positif generator, sedangkan kutub negatif multimeter masuk ke kutub positif beban. Maka di dapatlah hasil pengukuran sebagai berikut :

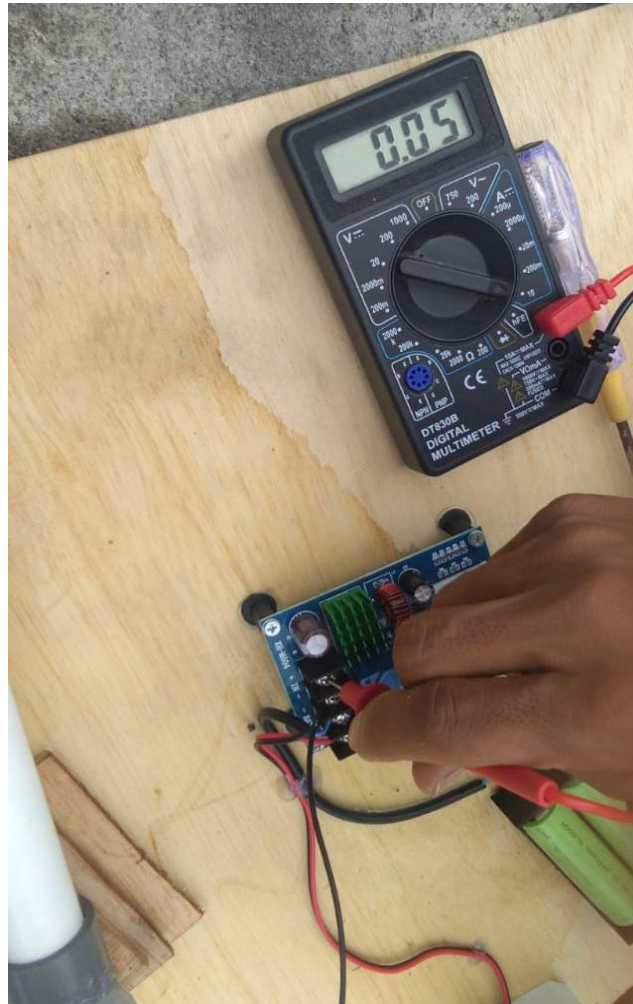
**Tabel 4. 2 Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Ketinggian 1,5 m**

Kondisi Tandon	Volume( liter )	Tegangan ( Volt )	Arus ( Ampere )
Full	25	11,56	0,05
Medium	14	11,06	0,04
Low	8	9,88	0,03

*Sumber: Penulis,2020*

**Gambar 4. 1 Hasil output PLTMH pada ketinggian 1,5 meter**

*Sumber: Soraya Barus,2020*



**Gambar 4. 2 Hasil output PLTMH pada ketinggian 1,5 meter**  
*Sumber: Soraya Barus,2020*

### 4. 3 Pengukuran debit air

Diketahui bak penampung air yang digunakan oleh penulis berupa toples. Toples merupakan bentuk kerucut terpancung, sehingga diketahui jari – jari lingkaran besar toples 16 cm , jari –jari lingkarang kecil toples 13 cm, dan sisi miring toples 33 cm. Karena tinggi pada toples belum diketahui, maka tinggi toples dapat dihitung sebagai berikut :

$$t = \sqrt{s^2 - r^2}$$

$$t = \sqrt{33^2 - 3^2}$$

$$t = \sqrt{1089 - 9}$$

$$t = \sqrt{1080}$$

$$t = 32,8 \text{ cm}$$

Maka volume pada bak penampung :

$$Volume = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot t(R^2 + Rr + r^2)$$

$$Volume = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 32,8(16^2 + (16 \times 13) + 13^2)$$

$$Volume = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 32,8(256 + 208 + 169)$$

$$Volume = \frac{32,8}{3} \cdot \pi(633)$$

$$Volume = 6921 \pi$$

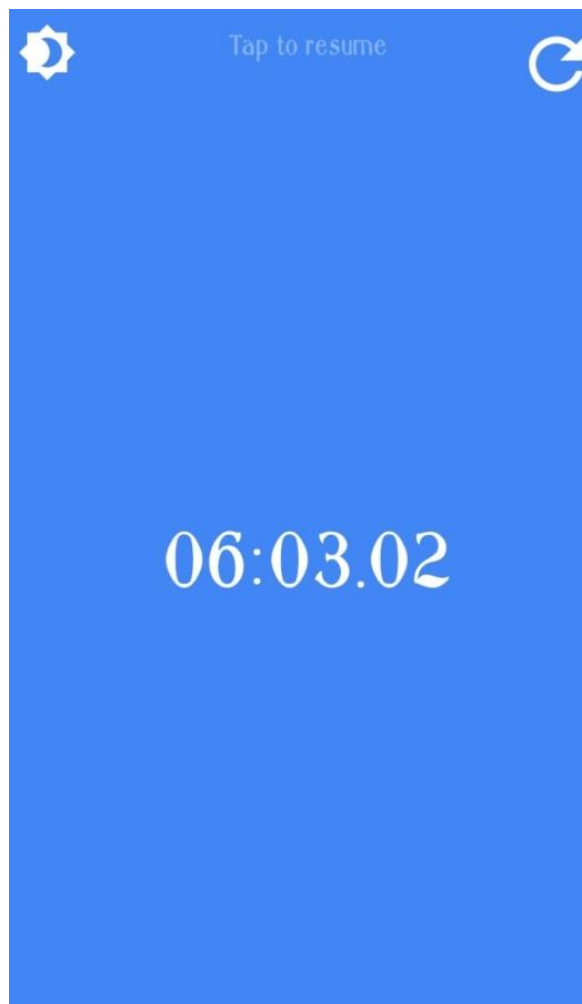
Jika  $\pi$  diturunkan, maka

$$Volume = 6921 \times 3,14 = 21.731 \text{ cm}^3$$

$$Volume = 21.731 \text{ cm}^3.$$

Jadi hasil yang didapat dari perhitungan volume toples diatas adalah  $21.731 \text{ cm}^3$  dan nilai hasil pengujian yang sudah tertera volume di toples tersebut adalah 25liter atau  $25.000 \text{ cm}^3$ , sehingga terdapat selisih antara nilai perhitungan dengan nilai hasil pengujian. Untuk menghitung presentase error dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\% \text{ error} &= \frac{\text{volume teori} - \text{volume praktek}}{\text{volume teori}} \times 100 \\ &= \frac{21.731 \text{ cm}^3 - 25.000 \text{ cm}^3}{21.731 \text{ cm}^3} \times 100 \\ &= \frac{-3.269 \text{ cm}^3}{21.731 \text{ cm}^3} \times 100 \\ &= -15\%\end{aligned}$$



**Gambar 4. 3 Pengukuran Waktu Air yang Mengalir**  
*Sumber: Soraya Barus, 2020*

Diketahui hasil pengukuran waktu air yang mengalir adalah 6 menit 3 detik, lalu diubah menjadi detik.

$$1 \text{ menit} = 60 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} 6 \text{ menit } 3 \text{ detik} &= 360 \text{ detik} + 3 \text{ detik} \\ &= 363 \text{ detik} \end{aligned}$$

Setelah diketahui volume dari tandon air dan waktu aliran yang dibutuhkan, maka dapat dihitung debit air sebagai berikut :

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{21.731 \text{ cm}^3}{363 \text{ s}}$$

$$Q = 59,865 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$Q = 59,865 \text{ cm}^3/\text{s} = 59,865 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

Jadi debit air yang didapat dari perhitungan rumus volume pada toples adalah  $59,865 \text{ cm}^3/\text{s}$  atau  $59,865 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ . Sedangkan debit air yang didapat dari volume air yang sudah tertera pada toples 25 liter atau  $25.000 \text{ cm}^3$  adalah :

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{25.000 \text{ cm}^3}{363 \text{ s}}$$

$$Q = 68,870 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$Q = 68,870 \text{ cm}^3/\text{s} = 68,870 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$



Jadi debit air yang didapat dari volume  $25.000 \text{ cm}^3$  adalah  $68,870 \text{ cm}^3/\text{s} = 68,870 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$  terdapat selisih antara debit air hasil volume  $21.731 \text{ cm}^3$  dengan  $25.000 \text{ cm}^3$  dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% \text{ error} &= \frac{\text{debit air teori} - \text{debit air praktek}}{\text{debit air teori}} \times 100 \\ &= \frac{59,865 \text{ cm}^3/\text{s} - 68,870 \text{ cm}^3/\text{s}}{59,865 \text{ cm}^3/\text{s}} \times 100 \\ &= \frac{-9,005 \text{ cm}^3/\text{s}}{59,865 \text{ cm}^3/\text{s}} \times 100 \\ &= -15\% \end{aligned}$$

#### 4.4 Pengukuran daya PLTMH secara teoritis

Diketahui debit air  $59,865 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$  dengan ketinggian 1,5 m, maka dapat diperoleh daya PLTMH sebagai berikut :

$$P = Q \times H \times g \times Eff$$

$$P = 59,865 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} \times 1,5 \text{ m} \times 9,8 \text{ m}/\text{s} \times 0,6$$

$$P = 0,000528 \text{ kWatt} = 0,5 \text{ Watt}$$

#### 4.5 Pengukuran daya PLTMH

Pengukuran daya PLTMH ini berdasarkan data yang di ambil langsung dari percobaan dari *prototype* PLTMH

**Tabel 4.3 Pengukuran Daya**

Kondisi Tandon	Tegangan ( Volt )	Arus ( Ampere )	Daya ( Watt )
----------------	-------------------	-----------------	---------------

Full	11,56	0,05	0,57
Medium	11,06	0,04	0,44
Low	9,88	0,03	0,29

Sumber: Soraya Barus,2020

Dari hasil yang di peroleh maka dapat dihitung nilai rata-rata daya yang dihasilkan yaitu 0,43 watt. Maka persen error PLTMH adalah 14 %.

#### 4.6 Pengukuran Kecepatan Aliran Air Tandon

Diketahui tinggi lubang dari permukaan air adalah 1,5 meter maka kecepatan aliran air tandon dapat diperoleh sebagai berikut :

$$V = C\sqrt{2 \times g \times h}$$

$$V = 0,98 \sqrt{2 \times 9,8 \frac{m}{s} \times 1,5 \text{meter}}$$

$$V = 0,98 \times 5,4 \text{m/s}$$

$$V = 5,29 \text{ m/s}$$

Jadi hasil yang didapat dari pengujian diatas kecepatan aliran air tandon pada ketinggian 1,5 meter adalah 5,29 m/s .

#### 4.7 Pengukuran Tekanan pada Aliran Air Tandon

Pada pengukuran ini dilakukan pengujian terhadap tekanan pada aliran air tandon yang diketahui ketinggian permukaan air tandon adalah 1,5 meter maka kecepatan aliran air tandon dapat diperoleh sebagai berikut :

$$P_h = \rho \times g \times h$$

$$P_h = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s} \times 1,5 \text{ meter}$$

$$P_h = 15.000 P_a = 0,15 \text{ bar}$$

Jadi hasil yang didapat dari pengujian diatas tekanan pada aliran air tandon pada ketinggian 1,5 meter adalah  $15.000 P_a = 0,15 \text{ bar}$ .

#### 4.8 Pengujian Lama Pengisian Baterai Lithium-ion

Dalam pengujian ini dilakukan perhitungan lama pengisian (*charging*) pada baterai lithium-ion dan lama pemakaian (*discharging*) pada baterai lithium-ion terhadap beban. Proses pengisian baterai (*charging*) dilakukan dengan menggunakan modul *control charger* XH-M603 yang dihubungkan dengan out put pada generator. Untuk mendapatkan hasil lama pengisian baterai lithium-ion dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Daya baterai} = V \times Ah$$

$$\text{Daya baterai} = 12 \text{ Volt} \times 2 \text{ Ah}$$

$$\text{Daya baterai} = 24 \text{ Wh}$$

Jadi hasil yang didapat dari perhitungan diatas daya baterai yang digunakan adalah  $24 \text{ Wh}$ .

$$VA = \text{Tegangan (V)} \times \text{Arus generator (A)}$$

$$VA = 12 \text{ V} \times 0,8 \text{ A}$$

$$VA = 9,6 \text{ VA}$$

Jadi hasil yang didapat dari perhitungan diatas VA atau kapasitas dari generator yang digunakan adalah  $9,6 \text{ VA}$ .

$$Td = \text{Daya baterai} \div VA$$

$$Td = 24 Wh \div 9,6 VA$$

$$Td = 2,5 h$$

Setelah menghitung daya baterai dan kapasitas dari generator, maka hasil yang didapat untuk menghitung lama pengisian baterai dari perhitungan diatas adalah selama 2,5 h. Sedangkan untuk menghitung lama pemakaian daya baterai terhadap beban ( lampu ) dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Lama pemakaian} = \frac{\text{Daya baterai (Wh)}}{\text{Daya beban (Wh)}}$$

$$\text{Lama pemakaian} = \frac{24 Wh}{0,04Wh}$$

$$\text{Lama pemakaian} = 600 h$$

Jadi hasil lama pemakaian daya baterai terhadap beban ( lampu ) adalah selama 600 h.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Perancangan *prototype* PLTMH dengan debit air sebesar  $59,865 \times 10^{-6} m^3/s$  dengan tinggi jatuh air (*head*) 1,5 meter dari atas turbin. Tinggi jatuh air mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh generator, semakin tinggi jatuh air (*head*) maka semakin besar tegangan yang di hasilkan.
- b. Kecepatan aliran air  $5,29 m/s$ , dan tekanan aliran air sebesar 15.000Pa atau 0,15 bar.
- c. Besaran energi listrik yang dihasilkan oleh generator adalah tegangan sebesar 11,56 volt, arus sebesar 0,05 A.
- d. Daya yang dihasilkan pada PLTMH sebesar 0,5 watt pada ketinggian 1,5 meter. Besarnya daya yang dihasilkan oleh pembangkit di pengaruhi oleh debit air dan tinggi jatuh air.
- e. Lama pengisian pada baterai lithium-ion adalah selama 2,5 jam atau 2,5 hour dan lama pemakaian daya baterai terhadap beban ( lampu ) adalah selama 600 jam atau 600 hour.
- f. Berdasarkan *prototype* yang dihasilkan beban yang digunakan adalah lampu LED dioda warna kuning, dengan komposisi daya sebesar 0,04 watt.

- g. Berdasarkan prototype PLTMH yang dibuat komponen pada generator yang digunakan adalah jenis *mycro hydro generator* 12V DC.

## **5.2 Saran**

- a. Sebaiknya dilakukan penambahan volume bendungan agar debit air yang dihasilkan lebih besar sehingga tegangan bertambah besar.
- b. Sebaiknya dilakukan penambahan komponen berupa alat sensor debit air sehingga dapat mengetahui hasil secara otomatis.
- c. Sebaiknya dilakukan penelitian pada alat lebih dalam sehingga mencegah terjadinya kendala pada saat pengoperasian PLTMH.

## DAFTAR PUSTAKA

- AKBAR, T. A. (2018). *ANALISA PENGARUH KETINGGIAN DAN DEBIT AIR TERHADAP OUTPUT ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN PADA PEMBANGKIT MIKROHIDRO (PLTMH) DESA GIRIKERTO*. YOGYAKARTA: TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA.
- Ardianto. (2018). *RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK MIKROHIDRO SEBAGAI MEDIA PRAKTIKUM PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TERBARUKAN*. Medan: Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Atmadja, M. D., Soelistianto, F. A., & Kristiana, H. M. (2016). ANALISIS PERBANDINGAN SUSUNAN RANGKAIAN PADA LAMPU LED UNTUK PENERANGAN. *Prosiding SENTIA*.
- Bensardi. (2019). ANALISIS PRESTASI TURBIN FRANCIS PADA PLTA KAREBBE. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Dinata, P. A., Wijaya, I. A., & Suartika, I. M. (2020). PENGARUH VARIASI JUMLAH SUDU TERHADAP DAYA OUTPUT PADA PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIKTENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DENGANMENGUNAKAN TURBIN CROSSFLOW. *Jurnal SPEKTRUM*.
- Endro, C. P. (t.thn.). *Tugas Makalah Pompa*. Dipetik April 25, 2020, dari academia.edu: [https://www.academia.edu/22695122/Tugas\\_Makalah\\_Pompa](https://www.academia.edu/22695122/Tugas_Makalah_Pompa)
- Fe'l, M. N., K, A., & Irzal. (2016). RANCANG BANGUN SIMULASI TURBIN AIR CROSS FLOW DESIGN SIMULATION WATER CROSS FLOW TURBINE. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*.
- Glanz, N. (t.thn.). *MAKALAH PTMH*. Dipetik April 13, 2020, dari academia.edu: [https://www.academia.edu/8652291/MAKALAH\\_PLTMH](https://www.academia.edu/8652291/MAKALAH_PLTMH)
- Gunawan, A. W. (2010). *Hypnotherapy for Children Cara Mudah dan Efektif Menerapi Anak*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama Kompas Gramdia Building.

- Gunawan, A., Oktafeni, A., & Khabzli, W. (2013). PEMANTAUAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO ( PLTMH ). *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 202-206.
- HETHARIA, M., LEWERISSA, Y. J., & MATAPERRE, R. (2020). ANALISIS UKURAN SABUK UNTUK TURBIN CROSS FLOWPADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) 30 KVA. *Jurnal Voering*.
- Hamdani, H., Tharo, Z., & Anisah, S. (2019, May). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. In Seminar Nasional Teknik (Semnastek) Uisu (Vol. 2, No. 1, pp. 190-195).
- Juliana, I. P., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir dan Daya Putar Turbin Ulir dan Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*.
- Kasim, A., & Paramyta IS, N. (2015). MIKROHIDRO SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF. *Jurnal Ilmiah TEKNO*, 67-76.
- Muttaqin, S. (t.thn.). *Analisa Karakteristik Generator dan Motor DC*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Nugroho, H. Y., & Sallata, M. K. (2015). *PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro)*. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET.
- Nurbaya, C. B., Yulianti, L., & Sutopo. (2019). Penguasaan Konsep Fluida Dinamis Siswa melalui Pembelajaran Berbasis Inkuiri dalam STEM. *Jurnal Pendidikan*, 510-515.
- Putra, D. M., Junus, M., & Hadiwiyatno. (2019). RANCANG BANGUN PENDETEKSI PENGHALANG DAN GPS TRACKER UNTUK PENYANDANG TUNANETRA MENGGUNAKAN SARUNG TANGAN BERBASIS MICROCONTROLLER. *Jurnal JARTEL*.
- Putra, T. D., & Prasetyo, A. (2018). PENGARUH SUDU HYDROFOIL NACA 9407 TERHADAP EFISIENSI TURBIN ALIRAN SILANG (CROSS-FLOW) PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH). 12-19.
- Putri, M., Wibowo, P., Aryza, S., & Utama Siahaan, A. P. Rusiadi.(2018). An implementation of a filter design passive lc in reduce a current harmonisa. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(7), 867-873.



- Rahmaniar, R. (2019). Model flash-nr Pada Analisis Sistem Tenaga Listrik (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Padang).
- Saputra, W. N., Despa, D., Soedjarwanto, N., & Samosir, A. S. (2016). PROTOTYPE GENERATOR DC DENGAN PENGGERAK TENAGA ANGIN. *Universitas Lampung*, 2.
- Satriady, A., Alamsyah, W., Saad, A. H., & Hidayat, S. (2016). PENGARUH LUAS ELEKTRODA TERHADAP KARAKTERISTIK BATERAI LiFePO<sub>4</sub>. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 43-48.
- Sunardi, I. A. (2017). *PEMBUATAN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK*. Yogyakarta: Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta.
- Triatmadja, R. (2019). *TEKNIK PENYEDIAAN AIR MINUM PERPIPAAN*. Yogyakarta: Gadjaja Mada University Press.
- Wie, D. S. (2018). PERENCANAAN DAN IMPLEMENTASI PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH). *Jurnal Teknik Elektro*, 31- 36.