

RANCANG BANGUN KINCIR AIR *UNDERSHOT* SEBAGAI  
PEMBANGKIT LISTRIK PADA SALURAN IRIGASI



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan  
Diploma Tiga (D-3) Program Studi Teknik Konversi Energi  
Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Oleh

Fachri Muhaemin	342 20 078
Branika Taruk Linggi	342 20 079
Muhammad Rezky	342 20 099

PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2023

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Kincir Air *Undershot* Sebagai Pembangkit Listrik Pada Saluran Irigasi” oleh Fachri Muhaemin NIM 342 20 078, Branika Taruk Linggi NIM 342 20 079, Muhammad Rezky NIM 342 20 099, dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknik Konversi Energi jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023

Pembimbing I,

  
**Ir. Andreas Pangkung, M.T.**  
NIP. 199005172015042201

Pembimbing II,

  
**Marhatang, S.ST., M.T.**  
NIP.197411172002121 002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

  
**Dr. Ir. Syahrudin Rasvid, M.T.**  
NIP. 19680105199403 1 001



## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Rabu tanggal 20 September 2023, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa Fachri Muhaemin NIM 342 20 078, Branika Taruk Linggi NIM 342 20 079 dan Muhammad Rezky NIM 342 20 099 dengan judul “Rancang Bangun Kincir Air *Undershot* Sebagai Pembangkit Listrik Pada Saluran Irigasi”.

Makassar, September 2023

Tim Penguji Ujian Sidang laporan Tugas Akhir

1. Yiyin Klistafani, S.T., M.T.
2. Muhammad Yusuf Yunus, S.ST., M.T.
3. Gusri Emiyati Ali, S.Pd., M.Pd.
4. Ir. Chandra Bhuana, M.T.
5. Ir. Andareas Pangkung, M.T.
6. Marhatang, S.ST., M.T.

Ketua (.....)

Sekretaris (.....)

Anggota I (.....)

Anggota II (.....)

Pembimbing I (.....)

Pembimbing II (.....)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah swt. karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya, laporan tugas akhir berjudul “Rancang Bangun Kincir Air *Undershot* Sebagai Pembangkit Listrik Pada Saluran Irigasi” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Allah SWT yang memberikan kesehatan, kekuatan serta inspirasi kepada kami untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Orang tua tercinta, saudara-saudara kami serta seluruh keluarga tercinta yang telah memberikan banyak bantuan moral dan materi dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Dr. Ir Syahrudin Rasyid, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Bapak Ir. Andareas Pangkung, M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Marhatang, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II. Yang telah banyak membantu dan membimbing dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

7. Segenap dosen jurusan Teknik Mesin pada umumnya dan program studi Teknik Konversi Energi pada khususnya yang selama kurun waktu 3 tahun dengan ikhlas dan penuh kerelaan hatitelah mendidik dan mengajar kami, serta para staf dan teknisi Program Studi Teknik Konversi Energi.

8. Teman-teman dan semua pihak yang terlibat,tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu,sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurna. Untuk itu, segala saran dan kritikan guna perbaikan dan kesempurnaan, sangat penulis nantikan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan para pembacanya.

Makassar, September 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	i
HALAMAN PENERIMAAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
SURAT PERNYATAAN.....	xiii
SURAT PERNYATAAN.....	xiv
SURAT PERNYATAAN.....	xv
RINGKASAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan.....	3
1.4.1 Tujuan Kegiatan.....	3
1.4.2 Manfaat Kegiatan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Energi Air .....	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) .....	6
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro (PLTPH).....	7

2.3.1 Prinsip Kerja PLTPH.....	10
2.3.2 Komponen PLPTH .....	11
2.4 Rumus Rumus Yang Digunakan Dalam Perhitungan .....	15
<b>BAB III METODE KEGIATAN.....</b>	<b>18</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.2.1 Peralatan .....	18
3.2.2 Bahan.....	18
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	19
3.4 Studi Literatur .....	20
3.5 Survei lokasi .....	20
3.5.1 Pengukuran kecepatan aliran irigasi.....	20
3.6 Prosedur Kerja .....	21
3.6.1 Tahap Perancangan .....	21
3.6.2 Tahap Pembuatan .....	24
3.6.3 Tahap Perakitan.....	24
3.7 Teknik Analisis Data.....	26
<b>BAB IV HASIL DESKRIPSI KEGIATAN.....</b>	<b>28</b>
4.1 Hasil Perancangan dan Penelitian .....	28
4.1.1 Pengukuran kecepatan aliran irigasi.....	30
4.1.2 Perancangan PLTPH .....	31
4.1.3 Hasil perancangan .....	32
4.2 Data Hasil Pengujian.....	35
4.2.1 Analisa data dari tabel 4.3 pengujian kincir air <i>undershot</i> dengan 4 buah lampu .....	35
4.2.2 Analisa data dari tabel 4.4 pengujian kincir air <i>undershot</i> dengan 5 buah lampu .....	40
4.2.3 Grafik.....	46

BAB V PENUTUP ..... 53

    5.1 KESIMPULAN..... 54

    5.2 Saran..... 54

DAFTAR PUSTAKA ..... 55

LAMPIRAN ..... 45





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagan alir proses konversi energi pembangkit listrik tenaga <i>picohidro</i> .....	8
Gambar 2.2 Pembangkit listrik tenaga <i>picohidro</i> .....	12
Gambar 2.3 Jenis jenis kincir air .....	13
Gambar 2.4 kincir air <i>undershoot</i> .....	13
Gambar 2.5 Generator (alternator) .....	14
Gambar 2.6 <i>Pulley</i> dan <i>flat belt</i> .....	15
Gambar 3.1 Kincir air <i>Undershot</i> .....	22
Gambar 3.2 Pembangkit Listrik Tenaga <i>Picohydro</i> Menggunakan Kincir Air <i>Undershot</i> .....	25
Gambar 4.1 Kincir air <i>Undershot</i> .....	29
Gambar 4.2 Skema transmisi puli .....	33
Gambar 4.3 Generator AC 300 watt .....	34
Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara putaran generator terhadap tegangan. ....	46
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara putaran generator terhadap daya generator. ....	47
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara Eff pada generator terhadap daya generator. ...	48
Gambar 4.7 Grafik hubungan antara tegangan dengan daya generator. ....	49

Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara putaran generator terhadap tegangan..... 50

Gambar 4.9 Grafik hubungan antara putaran generator terhadap daya generator..... 51

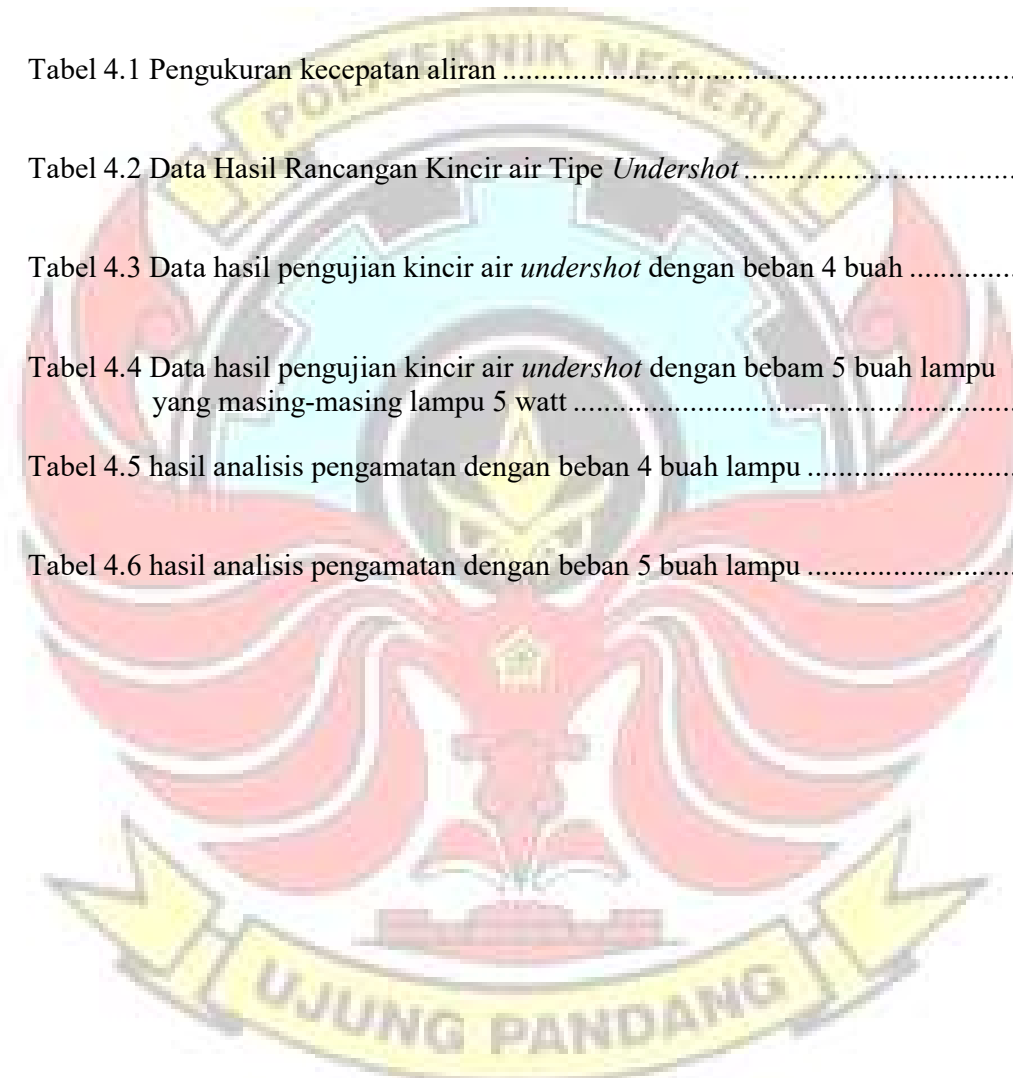
Gambar 4.10 Grafik hubungan antara daya pada generator terhadap efisiensi..... 52

Gambar 4.11 Grafik hubungan antara tegangan dengan daya generator..... 53



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Kapasitas .....	7
Tabel 2.2 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Head .....	7
Tabel 4.1 Pengukuran kecepatan aliran .....	62
Tabel 4.2 Data Hasil Rancangan Kincir air Tipe <i>Undershot</i> .....	62
Tabel 4.3 Data hasil pengujian kincir air <i>undershot</i> dengan beban 4 buah .....	62
Tabel 4.4 Data hasil pengujian kincir air <i>undershot</i> dengan bebam 5 buah lampu yang masing-masing lampu 5 watt .....	63
Tabel 4.5 hasil analisis pengamatan dengan beban 4 buah lampu .....	63
Tabel 4.6 hasil analisis pengamatan dengan beban 5 buah lampu .....	64



## DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
$E_p$	<i>joule</i>	Energi potensial
$E_k$	<i>joule</i>	Energi kinetik
$E_m$	<i>joule</i>	Energi mekanik
$P$	watt	Daya yang di bangkitkan
$T$	(N)	Torsi
$Q$	$m^3/s$	Debit air
$Ph$	watt	Daya hidrolik
$Pm$	watt	Daya mekanik turbin
$\eta$	%	Efisiensi total
$g$	$m/s^2$	Percepatan gravitasi
$n$	rpm	Putaran
$V$	$m^3$	Volume air
$t$	s	Waktu
$V$	<i>Volt</i>	Tegangan generator
$I$	<i>Ampere</i>	Arus generator
$v$	m/s	Kecepatan aliran air
$H$	m	Selisih ketinggian

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A (Gambar Desain Alat) .....	59
Lampiran B (Hasil Pengujian Alat) .....	61
Lampiran C (Foto Kegiatan) .....	65



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fachri Muhaemin

Nim 342 20 078

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul **“Rancang Bangun Kincir Air *Undershot* Sebagai Pembangkit Listrik Pada Saluran Irigasi”** merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir. Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



Fachri Muhaemin

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Branika Taruk Linggi

Nim 342 20 079

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul **“Rancang Bangun Kincir Air *Undershot* Sebagai Pembangkit Listrik Pada Saluran Irigasi”** merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir. Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



*Branika Taruk Linggi*

Branika Taruk Linggi

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rezky

Nim 342 20 099

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul **“Rancang Bangun Kincir Air *Undershot* Sebagai Pembangkit Listrik Pada Saluran Irigasi”** merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir. Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



METERA  
TEMPEL  
CS12DAKX646086101  
Muhammad Rezky



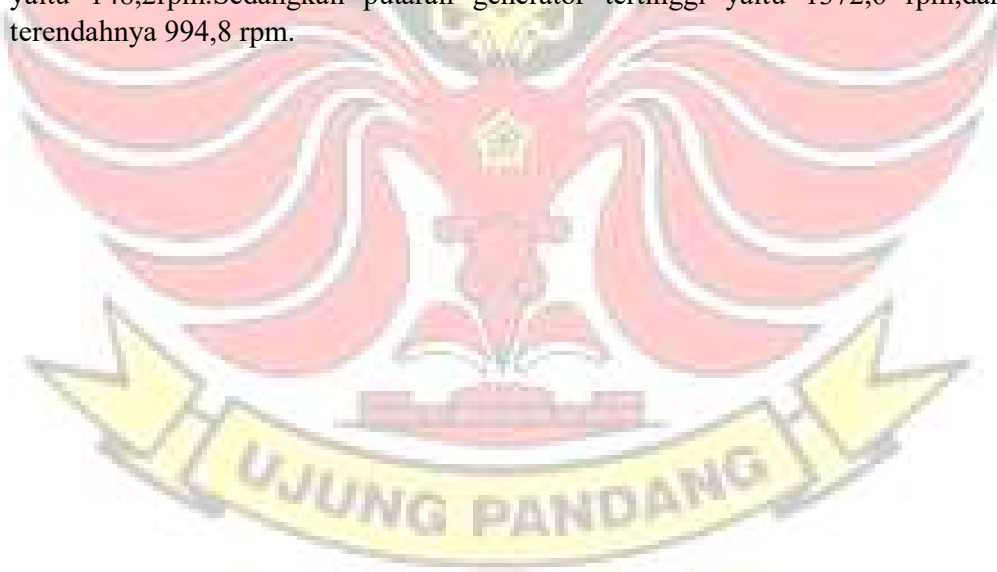
RANCANG BANGUN KINCIR AIR *UNDERSHOT* SEBAGAI  
PEMBANGKIT LISTRIK PADA SALURAN IRIGASI

**RINGKASAN**

Adapun tujuan dari pembuatan tugas akhir ini yaitu untuk merancang dan membuat kincir air *UnderShot* sebagai pembangkit listrik pada saluran irigasi dan untuk menghitung efisiensi putaran kincir air sebagai penggerak generator.

Pengujian dilakukan pada saluran irigasi sebagai dasar perancangan awal dilakukan survei lapangan, menghitung & menganalisa potensi daya air, kemudian merancang bangun kincir air *undershot*. Pada pengujian kincir air *undershot* dilakukan dengan mengukur arus & tegangan dengan beban berupa lampu LED, pengujian dan mengukur putaran pada kincir air & generator.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa energi air dapat digunakan untuk menyediakan sumber listrik dengan menggunakan kincir air dengan memanfaatkan saluran irigasi adapun hasil dari penelitian kincir air *undershot* menghasilkan Semakin tinggi beban yang di berikan maka tingkat efisien juga semakin meningkat. Pada beban 46 Watt dapat menghasilkan efisiensi 2,40%, sedangkan pada beban terendah yaitu 5 Watt menghasilkan efisiensi 0,23%. Hasil pengukuran putaran kincir. Putaran kincir tertinggi yaitu 208,8 rpm, terendahnya yaitu 148,2rpm. Sedangkan putaran generator tertinggi yaitu 1372,6 rpm, dan terendahnya 994,8 rpm.



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Desakan akan kebutuhan energi listrik ini semakin meningkat sejalan dengan laju perkembangan kebutuhan masyarakat dan industri akan energi listrik, ini menandakan adanya perkembangan suatu Negara. Desakan ini hanya dapat diantisipasi oleh penyedia sumber energi listrik dengan kapasitas daya yang sangat besar yakni oleh pusat-pusat pembangkit listrik tenaga air, uap, gas dan lain-lain kemudian disalurkan melalui jaringan distribusi hingga ke konsumen (Sulaiman, 1983).

Ketersediaan energi listrik merupakan keharusan dalam menunjang aktivitas manusia saat ini karena energi listrik memiliki pengaruh yang besar untuk mempermudah dan memperlancar produktifitas manusia sehari-hari. Disisi lain, kebutuhan akan energi listrik ini tidak dapat terpenuhi akibat keterbatasan suplai energi listrik atau terisolasinya suatu daerah dari keberadaan energi listrik. Pembangunan pembangkit listrik yang berskala kecil dengan memanfaatkan energi alternatif baik itu energi air maupun energi dari sinar matahari (*solar cell*) menjadi salah satu solusi dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di daerah yang terisolir dan terpencil.

Ada beberapa rumah di pedalaman salah satu kelurahan di Kecamatan Kolaka, Kabupaten Kolaka yaitu Kelurahan Lalomba yang belum terjangkau aliran listrik Saat ini rumah-rumah tersebut menggunakan genset dan lampu

minyak sebagai sumber penerangan di malam hari. Pada masa sekarang ini harga bahan bakar sangatlah mahal dan kelangkaan minyak sebagai kendala yang harus dihadapi pemilik rumah. Di sisi lain terdapat aliran irigasi dengan debit air yang cukup besar mengalir di sekitar rumah yang sangat sesuai untuk pembangunan kincir air untuk pembangkit listrik yang berskala kecil.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti akan melakukan perancangan kincir air sebagai pembangkit listrik. Adapun judul dari tugas akhir ini adalah “**Rancang Bangun Kincir Air *Undershot* sebagai Pembangkit Listrik pada Saluran Irigasi**”.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat kincir air *Undershot* sebagai pembangkit listrik pada saluran irigasi?
2. Berapa besar efisiensi putaran kincir air sebagai penggerak generator?

### **1.3 Ruang Lingkup Kegiatan**

Untuk lebih mempermudah dalam analisis data dan menghindari pembahasan yang lebih jauh maka penyusun membatasi masalah sebagai berikut:

1. Variabel yang dibahas
  - a) Daya input
  - b) Daya output
  - c) Efisiensi sistem

2. Kegiatan hanya sampai pada pengujian sistem pembangkit.
3. Rancang bangun kincir air *Undershot* sebagai pembangkit listrik di saluran irigasi. Di kelurahan lalombaa, Kecamatan Kolaka, Kabupaten Kolaka.

#### **1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan**

##### **1.4.1 Tujuan Kegiatan**

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk merancang dan membuat kincir air *UnderShot* sebagai pembangkit listrik pada saluran irigasi.
2. Untuk menghitung efisiensi putaran kincir air sebagai penggerak generator.

##### **1.4.2 Manfaat Kegiatan**

Manfaat yang dapat diperoleh dalam pembuatan tugas akhir ini adalah:

- 1) Menjadi percontohan untuk daerah yang memiliki aliran sungai dan irigasi agar bisa dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit energi.
- 2) Menghasilkan pembangkit listrik yang dapat di salurkan listrik kerumah penduduk sekitar.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Energi Air

Air sebagai sumber energi sangat baik untuk dimanfaatkan, karena air merupakan sumber energi yang dapat di perbaharui (*renewable*). Air juga merupakan energi modal (*Capital energy*) atau energi yang ada dalam bumi seperti panas bumi, gas, air, atom (nuklir), hidrogen. Air juga dapat digunakan untuk kebutuhan lain seperti pengairan, air minum. Sumber energi air yang potensial pada daerah dengan topografi perbukitan dan berhutan lebat. Pembangkit *Hydro* adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi air untuk menghasilkan listrik. Energi mekanik yang dihasilkan turbin/ kincir air berasal dari energi kinetik air (Dadenkar dan Sharman, 1991).

Alat yang digunakan untuk mengonversi energi air menjadi energi listrik dapat berupa turbin air atau kincir air. Saat air mengalir menuju turbin air atau kincir air, kemudian air akan memutar turbin air atau kincir air dan kemudian akan menghasilkan energi mekanik. Turbin air atau kincir air kemudian dihubungkan dengan generator untuk mengonversi energi mekanik menjadi energi listrik yang kemudian listrik tersebut dapat didistribusikan.

Energi yang bisa didapatkan oleh air tergantung pada debit air ( $Q$ ) dan perbedaan ketinggian air dengan kincir air ( $h$ ). semakin cepat debit air dan perbedaan ketinggian air semakin tinggi, maka semakin besar pula energi yang dapat dihasilkan. Secara teoritis, ada beberapa persamaan yang digunakan untuk

menghitung total energi air yang terdiri dari energi potensial, energi kinetik dan energi mekanik:

### 1. Energi Potensial

Energi potensial pada air merupakan energi yang terbangkitkan karena adanya elevasi (selisih) ketinggian air, contohnya pada air terjun. Energi potensial dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan

- $E_p$  = Energi potensial (joule)
- $m$  = massa (kg)
- $g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
- $H$  = ketinggian jatuh air (m)

Semakin besar ketinggian jatuh air, maka semakin besar pula energi potensial yang dihasilkan.

### 2. Energi Kinetik

Energi kinetik pada air merupakan energi yang terbangkitkan oleh aliran air. Energi kinetik dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan

- $v$  = kecepatan aliran air ( $m^2$ )

Dari persamaan tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan aliran air dan massa, maka semakin besar pula energi kinetik yang dapat dibangkitkan.

### 3. Energi Mekanik

Untuk menghitung total energi mekanik yang dihasilkan, maka dapat digunakan persamaan berikut.

$$E_m = E_k + E_p \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan

- $E_m$  = Energi mekanik (joule)
- $E_k$  = Energi kinetik (joule)
- $E_p$  = Energi potensial (joule)

#### 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang sudah dimanfaatkan di Indonesia sejak puluhan tahun lalu diberbagai penjuru tanah air dengan memanfaatkan energi potensial pada air menjadi energi mekanik untuk menggerakkan turbin, kemudian energi gerak ini akan memutar generator untuk menghasilkan energi listrik. Dalam pengaplikasiannya pembangkit jenis air ini memiliki kapasitas yang berbeda-beda mulai dari kecil hingga yang terbesar. Hal tersebut dikarenakan beberapa faktor diantaranya faktor geografi, topografi dan hidrologi suatu daerah. (Sandy, 2016) pembangkit listrik tenaga air dapat di klasifikasikan berdasarkan kapasitas keluarannya, yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Kapasitas Tabel 2.1 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Kapasitas

No.	Tipe	Kapasitas (Kw)
1.	<i>Large-hydro</i>	> 100 MW
2.	<i>Medium- hydro</i>	15 – 100 MW
3.	<i>Small- hydro</i>	1-15 MW
4.	<i>Mini- hydro</i>	100 kW – 1 MW
5.	<i>Micro- hydro</i>	5 kW – 100 kW
6.	<i>Pico- hydro</i>	< 5 Kw

Sumber : Sandy, 2016

Pembangkit listrik tenaga air juga bisa dibedakan berdasarkan *head* atau tinggi jatuh air.

Klasifikasi berdasarkan *head*, dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Head

No.	Jenis	Head (m)
1.	<i>Head tinggi</i>	> 100 m
2.	<i>Head menengah</i>	30 – 100 m
3.	<i>Head rendah</i>	2 – 30 m

Sumber : Sandy, 2016

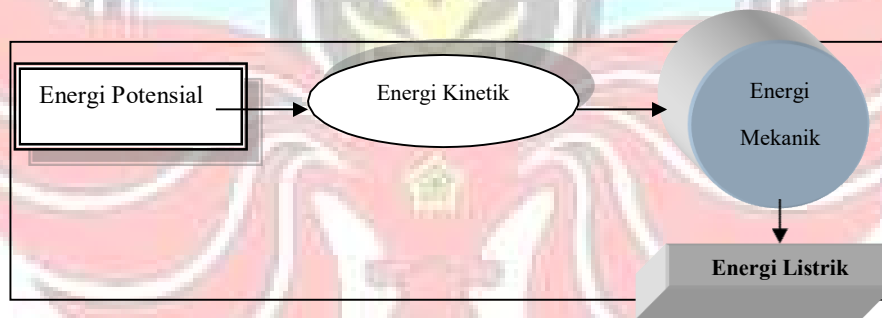
### 2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro (PLTPH)

Pembangkit listrik tenaga *pico hydro* masih termasuk kedalam pembangkit tenaga air skala kecil hal itu dikarenakan output yang dihasilkan kurang dari 1 KW. Pembangkit listrik tenaga *piko hydro* banyak memanfaatkan aliran-aliran dari irigasi, sungai-sungai yang rendah, serta pada sumber air yang ada tanpa harus berbukit. Hal tersebut dikarenakan pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dapat bekerja meskipun dengan aliran air yang tidak begitu deras, yaitu dengan memanfaatkan penggunaan sistem bendungan.



Pertama, aliran air diarahkan ke kincir air sedemikian rupa sehingga kincir air dapat berputar. Putaran dapat terjadi karena aliran air menabrak tiap sudu kincir sehingga energi mekanis dari air diubah untuk menggerakkan kincir. Seiring perputaran kincir air maka poros kincir air pun ikut berputar. Putaran dari poros kincir air tidak dapat secara langsung digunakan untuk memutar generator karena putaran poros harus disesuaikan dengan spesifikasi generator. Karena itulah diperlukan adanya transmisi mekanik, tidak lain untuk menyesuaikan putaran seperti apa yang diinginkan (sesuai dengan spesifikasi generator) ( Fritz, 1984).

Secara umum diagram proses konversi energi pada Pembangkit listrik Tenaga *picohidro* sebagai berikut



Gambar 2.1 Bagan alir proses konversi energi pembangkit listrik tenaga *Picohidro*

Sumber: Nurva, 2018

Adapun *prototype picohidro* yang kami desain bekerja dengan memanfaatkan aliran sungai atau irigasi yang memiliki beda ketinggian (*Head*) berkisar 2 m, Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dengan ketinggian tertentu menuju kincir air. air tersebut akan menumbuk kincir dimana kincir akan menerima energi air tersebut dan mengubahnya menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros kincir. Makin besar variabel beda ketinggian (*Head*) maka

kekuatan atau daya mekanik kincir akan semakin besar sehingga daya yang di hasilkanpun akan meningkat.

Faktor yang perlu di perhatikan dalam pembuatan pembangkit listrik *picohidro* yaitu:

- 1) Jumlah air yang tersedia berkesinambungan sepanjang tahun dalam jumlah cukup.
- 2) Tinggi jatuh air yang cukup.
- 3) Lokasi pembangkit dengan pusat beban relatif dekat atau ada jaringan transmisi.

Dari ketiga faktor tersebut faktor 1 dan 2 yang paling dominan dan yang paling dominan lagi adalah faktor 1 karena sangat dipengaruhi oleh curah hujan dan kondisi hutan. Hutan perlu dijaga kelestariannya dan erosi diminimalkan (Anonim, 2012).

Berdasarkan pengklasifikasian pembangkit listrik tenaga air, Pembangkit Listrik Tenaga *Pico hydro* (PLTPH) merupakan salah jenis pembangkit listrik tenaga air yang berskala kecil. PLTPH dirancang menghasilkan daya terbangkit 1000 W -5 kW dan memanfaatkan potensi air dengan *head* yang rendah sebagai tenaga penggeraknya (Risnandar dkk, 2011). PLTPH ini merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang *clean energy* karena ramah lingkungan. PLTPH memiliki keuntungan sebagai berikut:

- 1) Dari segi teknologi, PLTPH memiliki konstruksi yang sederhana, mudah dioperasikan dan mudah dalam perawatan.

- 2) Dari segi ekonomi, PLTPH memiliki biaya operasi dan perawatan yang relatif murah.
- 3) Dari segi sosial, PLTPH mudah diterima oleh masyarakat karena ramah lingkungan dibandingkan dengan pembangkit listrik yang lain.
- 4) Pembangunannya dapat dipadukan dengan pembangunan jaringan irigasi.
- 5) Mempunyai ukuran yang kecil sehingga cocok di gunakan untuk daerah pedesaan yang belum terjangkau jaringan aliran listrik PLN.

Tenaga air yang digunakan pada PLTPH dapat berupa aliran pada sistem irigasi yang memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya maka semakin besar pula energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

### **2.3.1 Prinsip Kerja PLTPH**

Secara teknis PLTPH memiliki 3 komponen utama yaitu air, turbin, dan generator. Prinsip kerja PLTPH pada dasarnya sama dengan jenis pembangkit listrik tenaga air yang lain yaitu dengan memanfaatkan beda ketinggian (*head*) dan jumlah debit air yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai, maupun air terjun. Aliran air ini kemudian memutar poros pada turbin sehingga menghasilkan energi gerak (energi mekanik). Energi gerak yang dihasilkan dari poros turbin ini kemudian di transmisikan ke generator untuk menggerakkan generator sehingga menghasilkan energi listrik.

Terdapat tiga tahap proses konversi energi pada pembangkit listrik tenaga air, yaitu:

- Energi potensial menjadi kinetik.
- Energi kinetik menjadi energi mekanik.
- Energi mekanik menjadi energi listrik.

PLTPH pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air yang ada pada saluran irigasi. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik, selanjutnya energi mekanik ini akan menggerakkan generator sehingga menghasilkan energi listrik. Potensi daya PLTPH dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (A Havendri dan H. Lius, 2009) :

$$P = \rho \times g \times Q \times H \times \eta \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan

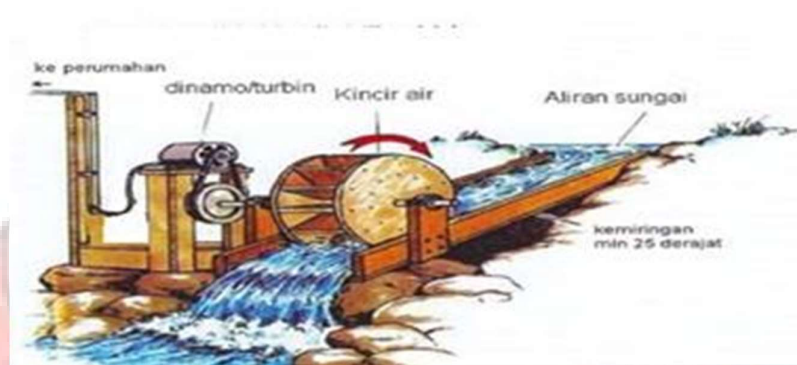
- P = Daya yang dibangkitkan (watt)
- $\rho$  = Massa Jenis air ( $\text{kg/m}^3$ )
- g = Gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )
- Q = Debit air ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- H = Tinggi air jatuh (m)
- $\eta$  = Efisiensi

## 2.3.2 Komponen PLPTH

### 2.3.2.1 Kincir Air

Kincir air adalah suatu alat yang bergerak berputar karena disebabkan oleh adanya aliran air. Kincir air memanfaatkan tinggi jatuh air (h) dan kecepatan aliran

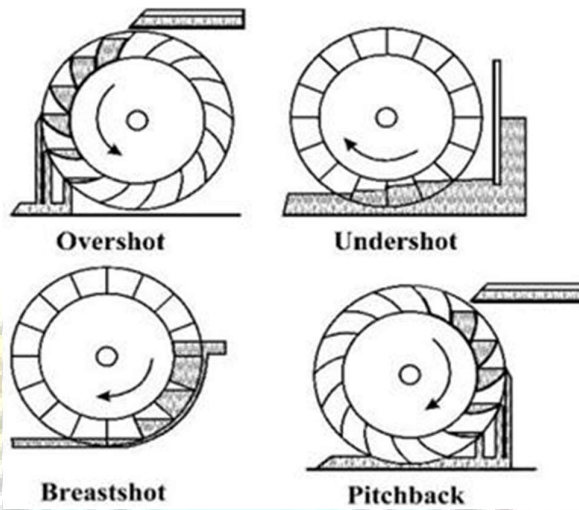
air ( $v$ ) yang kemudian akan mengalir menumbuk sudu-sudu kincir air sehingga kincir menerima sejumlah gaya yang bekerja lalu membuat kincir air bergerak berputar (Rahmadi et al, 2015).



Gambar 2.2 Pembangkit listrik tenaga *picohidro*.

Sumber: Dwi Purwanto, 2021

Pemanfaatan energi air dalam skala kecil dapat berupa penerapan kincir air dan turbin. Dikenal ada empat jenis kincir air berdasarkan sistem aliran airnya, yaitu *overshot*, *breast-shot*, *pitch back* dan *under-shot* (O.F. Patty, 1995). Pada kincir *overshot*, air melalui atas kincir dan kincir berada di bawah aliran air. Air memutar kincir dan air jatuh ke permukaan lebih rendah. Kincir bergerak berlawanan arah jarum jam. Pada kincir *breast-shot*, kincir diletakkan sejajar dengan aliran air sehingga air mengalir melalui tengah-tengah kincir. Air memutar kincir searah dengan arah jarum jam. Pada kincir *under-shot*, posisi kincir air diletakkan agak ke atas dan sedikit menyentuh air. Aliran air yang menyentuh kincir menggerakkan kincir sehingga searah dengan jarum jam. Pada kincir air *pitchback* air melalui bagian atas kincir. Air memutar kincir dan jatuh ke permukaan yang lebih rendah kincir bergerak searah jarum jam.



Gambar 2.3 Jenis jenis kincir air.  
 Sumber: Novrianto , 2019

Pada tahap awal, pemilihan jenis kincir dapat diperhitungkan dengan mempertimbangkan parameter-parameter khusus yang mempengaruhi sistem operasi kincir, yaitu Faktor tinggi jatuhnya air efektif (*Head Net*) dan debit yang akan dimanfaatkan untuk operasi kincir merupakan faktor utama yang mempengaruhi pemilihan jenis kincir (Fritz,D. 1988).



Gambar 2.4 kincir air *undershot*  
 Sumber: Oggy, 2013

### 2.3.2.2 Generator Sinkron (AC)

Generator sinkron (alternator) adalah mesin listrik yang digunakan untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan perantara induksi medan magnet. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Kecepatan sinkron ini dihasilkan dari kecepatan putar rotor dengan kutub – kutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan putar pada stator. Mesin ini tidak dapat dijalankan sendiri karena kutub – kutub rotor tidak dapat tiba – tiba mengikuti kecepatan medan putar pada waktu saklar terhubung dengan jala – jala.

Generator sinkron mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Adapun sumber dari energi mekanik tersebut adalah *prime mover*, baik mesin diesel, turbin uap, turbin gas, turbin air atau perangkat sejenis lainnya. Tegangan output dari generator sinkron adalah tegangan bolak-balik, karena itu generator sinkron disebut juga generator AC.



Gambar 2.5 Generator (alternator)

### 2.3.2.3 Sistem Transmisi Daya

Transmisi daya adalah upaya untuk menyalurkan/memindahkan daya dari sumber daya ke mesin yang membutuhkan daya (G Nieman dkk,1999). Sistem transmisi mekanik berfungsi meneruskan energi mekanik putaran poros kincir air ke generator sekaligus menaikkan putaran sesuai spesifikasi generator. cara yang digunakan untuk transmisi daya yaitu dengan menggunakan *pulley* dan *V-belt*. Kelebihannya yaitu *fleksibel*, konstruksi sederhana, biaya lebih murah, tidak mudah aus dan tidak mengalami korosi. Kekurangannya yaitu bising, dapat terjadi slip, dan harus ada regangan.



Gambar 2.6 *Pulley dan flat belt*  
Sumber: Sofiah, 2020

### 2.4 Rumus Rumus Yang Digunakan Dalam Perhitungan

#### 1. Debit (Q)

Dalam hal ini yang diukur adalah debit yang ada pada saluran irigasi, dengan persamaan:

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

$$Q = \text{Debit air (m}^3/\text{s)}$$



$V = \text{Volume air (m}^3\text{)}$

$t = \text{Waktu (s)}$

2 Daya Hidrolik (Ph)

$$P_h = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

$P_h = \text{Daya hidrolik (watt)}$

$\rho = \text{Massa jenis air (kg/m}^3\text{)}$

$Q = \text{Debit air (m}^3\text{/s)}$

$g = \text{Percepatan grafitasi (m/s}^2\text{)}$

$H = \text{Selisih ketinggian air}$

3 Daya mekanik turbin

$$P_m = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60} \dots\dots\dots(7)$$

Di mana :

$P_m = \text{Daya mekanik (watt)}$

$n = \text{Putaran (rpm)}$

$T = \text{Torsi (N)}$

4. Daya Output Generator (P)

$$P_{\text{output generator}} = V_{\text{generator}} \cdot I_{\text{generator}} \dots\dots\dots(8)$$

Di mana :

$V = \text{Tegangan generator (volt)}$

$I = \text{Arus generator (Ampere)}$

5. Efisiensi Total (%)

$$E_{FF1} = \frac{\text{Daya mekanik}}{\text{Daya hidrolik}} \times 100\% \dots\dots\dots(9)$$

$$E_{FF2} = \frac{\text{Daya elektrik}}{\text{Daya mekanik}} \times 100\% \dots\dots\dots(10)$$

Sehingga,

$$\text{Efisiensi total} = E_{FF1} \times E_{FF2}$$



## BAB III

### METODE KEGIATAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi rancang bangun kincir air sebagai pembangkit listrik pada saluran irigasi dilaksanakan di Kelurahan Lalomba, Kecamatan Kolaka, Kabupaten Kolaka.

Waktu pengerjaan rancang bangun ini adalah selama 6 bulan mulai dari bulan Februari sampai dengan Agustus tahun 2023.

#### 3.2 Alat dan Bahan

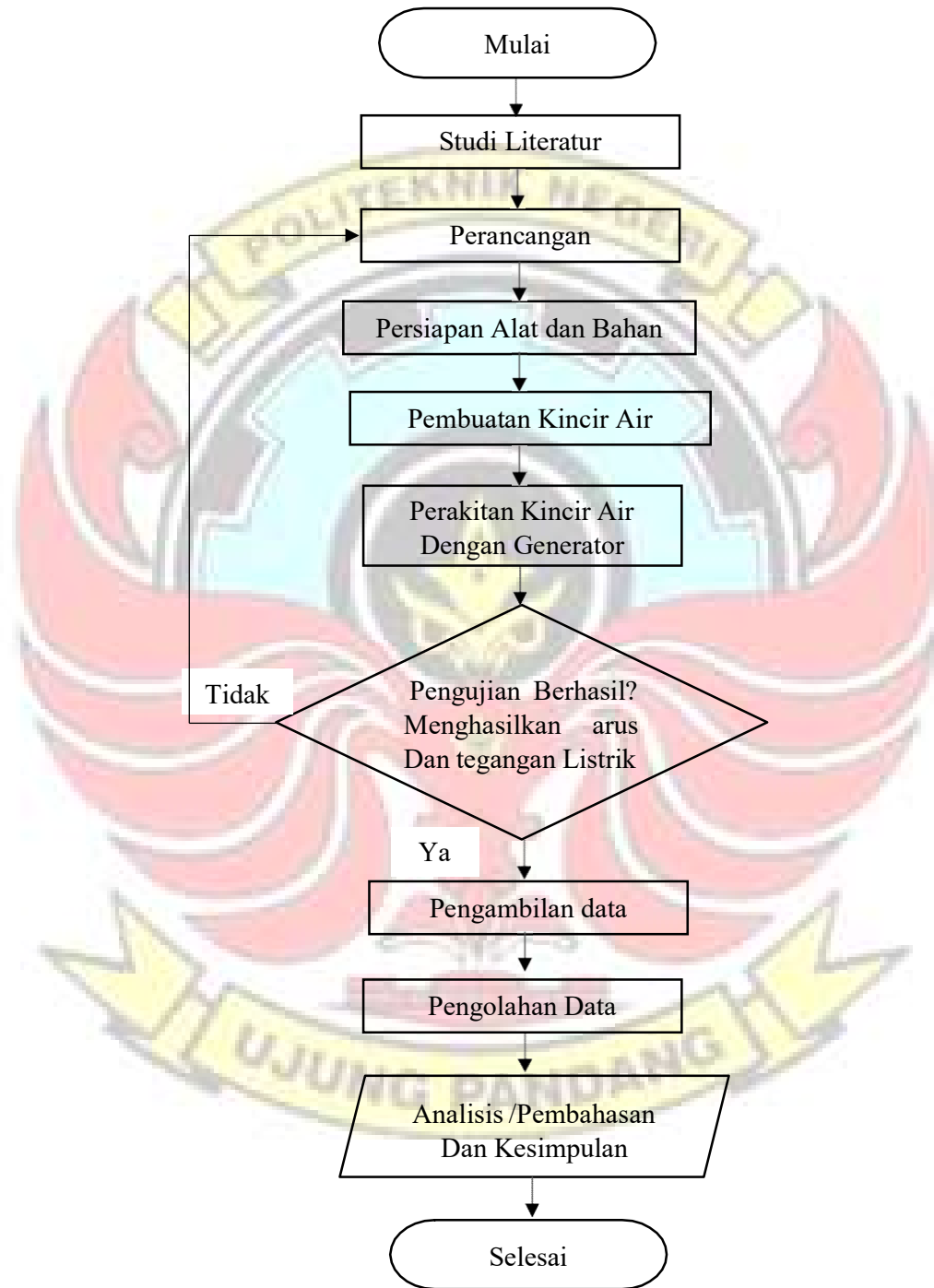
##### 3.2.1 Peralatan

- |                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| a. Mesin las    | h. Mesin miling      |
| b. Mesin bubut  | i. Amplas            |
| c. Mesin bor    | j. Jangka sorong     |
| d. Tool set     | k. Alat ukur panjang |
| e. Ragum        | l. Tachometer        |
| f. Gerinda      | m. Generator         |
| g. Mesin potong | n. Stopwatch         |

##### 3.2.2 Bahan

- |                  |                      |
|------------------|----------------------|
| a. Besi plat     | e. Pulley dan v belt |
| b. Baut atau mur | f. Besi panjel (po)  |
| c. Bearing       |                      |
| d. Elektroda     |                      |

### 3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 flowchart (Diagram Alir) penelitian.

### 3.4 Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses awal yang dilakukan sebelum memulai penelitian. Studi literatur dilakukan bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang penelitian sebelumnya mengenai kincir air *undershot*, pembangkit listrik tenaga air berskala kecil agar memudahkan dalam pengerjaan rancang bangun.

### 3.5 Survei lokasi

Survei lokasi merupakan tahap awal dalam merencanakan penelitian untuk mengetahui potensi sumber energi air yang akan diteliti. Pada saat melakukan survey terdapat parameter-parameter yang harus diperhatikan seperti kecepatan aliran air, dimensi saluran irigasi, debit air.

#### 3.5.1 Pengukuran Kecepatan Aliran Irigasi

Untuk mengukur kecepatan saluran irigasi digunakan metode pelampung sederhana yaitu dengan mengalirkan sebuah objek yang terapung diatas air dengan jarak lintasan 7 meter. Kemudian menghitung waktu yang dibutuhkan untuk objek sampai dari titik awal ke titik akhir. Percobaan ini dilakukan sebanyak 5 kali.

Tabel 3.1 Pengukuran kecepatan aliran

Dari data hasil pengukuran dengan menggunakan metode pelampung sederhana maka dapat dihitung rata rata waktu yang dibutuhkan sebagai berikut :

$$t = \frac{t_1+t_2+t_3+t_4+t_5}{\text{banyak percobaan}} \dots\dots\dots (11)$$

Untuk menghitung kecepatan aliran dapat dihitung dengan rumus:

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (12)$$

### 3.6 Prosedur Kerja

Tahap prosedur pengujian bertujuan untuk menguji alat yang telah dirakit atau yang sudah dapat dioperasikan. Berikut langkah-langkah prosedur pengujian pembangkit listrik tenaga *picohydro* antara lain:

- 1) Uji coba kincir air *picohydro* dalam membangkitkan energi listrik.
- 2) Uji kapasitas daya listrik terhadap pembebanan maupun tanpa pembebanan.

Dalam proses pembuatan pembangkit listrik tenaga *picohydro* ini berorientasi pada penerapan teknologi tepat guna yang terdiri atas tiga tahapan, yaitu:

#### 3.6.1 Tahap Perancangan

Setelah alat dan bahan yang diperkirakan akan sudah disiapkan selanjutnya memulai proses perancangan pembangkit listrik tenaga *picohydro* dilakukan dari awal hingga selesai. Tahap perancangan ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum dari alat yang nantinya akan dibuat dengan mempertimbangkan parameter-parameter hasil dari survei lokasi. Agar nantinya alat yang dibuat sesuai dengan lokasi pengujian dan dapat berfungsi secara optimal. Desain dari PLTPH menggunakan kincir air tipe *undershot* dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini:



Gambar 3.1 Kincir air *Undershot*

### 3.6.1.1 Perancangan PLTPH

Dengan menggunakan turbin *Undershot* dilakukan dengan analisis teoritis perhitungan debit, daya hidrolis air, diameter turbin, diameter poros, *pitch* turbin, panjang turbin, dan jumlah ulir. Berikut ini merupakan variabel-variabel untuk desain PLTPH berdasarkan studi literatur dan asumsi rancangan.

- Tinggi sudu yang terendam : 15 cm
- Kecepatan aliran air ( $v$ ) : 3,417 m/s
- Kedalaman input air ( $h_0$ ) : 0,25 m
- Lebar input air ( $l$ ) : 0,6 m
- Jarak antara setiap sudu : 22,55 cm
- Jumlah sirip : 16 buah
- Kedalaman irigasi : 0,6 m

- Selisih ketinggian air : 0,05 m

- Debit aliran

$$Q = v \times A \dots\dots\dots (13)$$

Di mana :

$$A = h_o \times l \dots\dots\dots (14)$$

Sehingga :

$$Q = v \times h_o \times l$$

$$Q = 3,417 \text{ m/s} \times 0,25 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$$

$$Q = 0,512 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan potensi daya yang dihasilkan aliran irigasi

Daya air dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$P_{\text{air}} = \rho \times g \times Q \dots\dots\dots (15)$$

### 3.6.1.2 Perancangan Pemilihan Sudu

Jumlah sudu pada kincir air berperan penting dalam proses konversi yang terjadi. Jumlah sudu berpengaruh pada putaran dan gaya tangensial yang berdampak pada daya dan efisiensi dari sebuah turbin kinetik. Semakin banyak jumlah sudu dapat meningkatkan putaran dan gaya tangensial yang terjadi. Namun konsekuensi dari jumlah sudu yang terlalu banyak dapat menimbulkan pertambahan berat sudu sehingga menyebabkan gerakan kincir menjadi



terhambat. Jumlah sudu yang semakin sedikit berpengaruh pada gaya tangensial yang semakin kecil.

Jumlah sudu mempengaruhi luasan penampang tumbukan aliran air terhadap kincir air. Jumlah sudu yang semakin banyak, menyebabkan luasan tumbukan yang semakin besar. Namun seiring dengan jumlah sudu yang semakin banyak maka berat dari kincir air juga semakin bertambah. Selain itu masih belum banyak diteliti mengenai adanya kondisi aliran balik dari aliran air yang menumbuk kincir air, sehingga berpotensi untuk menjadi penghambat dari putaran kincir air. Besar kecepatan aliran air 0.1 m/s merupakan kondisi ekstrim di mana diasumsikan kondisi aliran yang sangat kecil dapat terjadi pada aliran sungai yang memiliki debit relatif rendah. Besar kecepatan aliran tersebut dihipotesakan memiliki pengaruh terhadap pola aliran yang terjadi pada sudu. Sehingga diperlukan analisis lebih dalam mengenai perbedaan pola aliran yang terjadi pada kecepatan aliran tinggi dan rendah (Purwanto,2019).

### **3.6.2 Tahap Pembuatan**

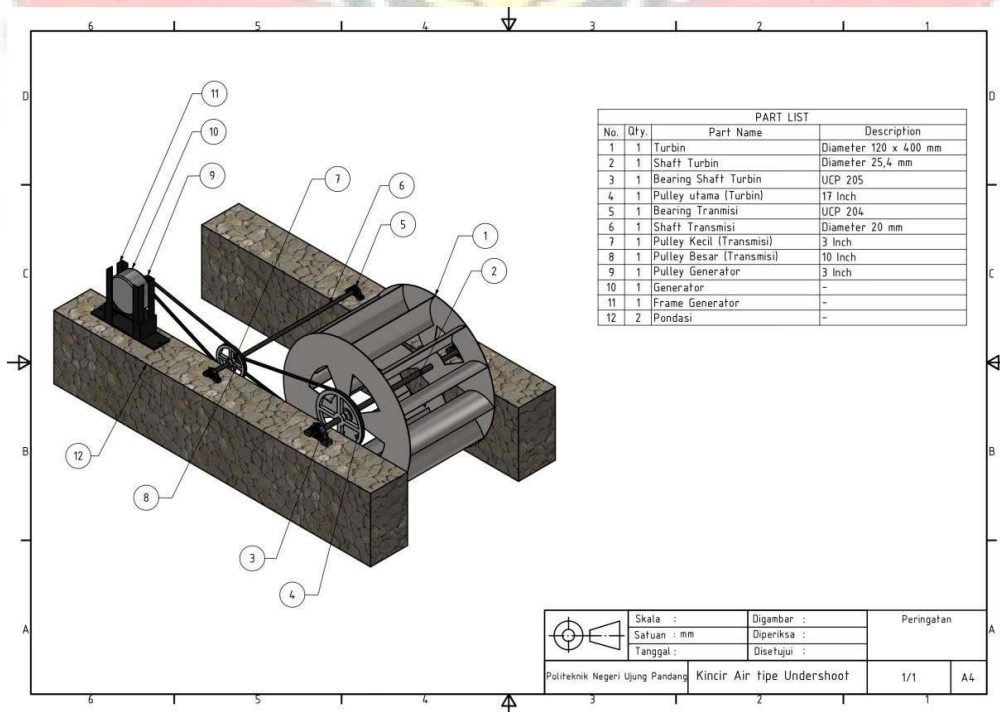
Dalam proses pembuatan kincir air *picohydro* perlu di perhatikan urutan-urutan atau prosedur, baik dari perancangan yang akan dibuat maupun prosedur pembuatan kincir air *picohydro*. Adapun langkah-langkah pembuatan kincir air *picohydro* ini dilakukan berdasarkan pengelompokan komponen-komponen. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam proses pengerjaan dan perakitan alat.

### **3.6.3 Tahap Perakitan**

Dalam proses perakitan komponen kincir air *picohydro* perlu diperhatikan urutan-urutan atau prosedur, komponen yang telah dibuat berdasarkan gambar

kerja dan komponen-komponen pendukung kincir air *picohydro* yang telah dibuat (poros penghubung antara kincir air dengan generator) dirakit menjadi suatu pembangkit listrik tenaga *picohydro* yang dapat difungsikan secara optimal. Adapun tahap perakitan yang dilakukan antara lain :

- a. Tahap perakitan kincir air (*prime mover*) dan poros penghubung
- b. Tahap perakitan *penstock*
- c. Tahap perakitan gabungan dari tahap-tahap sebelumnya.
- d. Tahap perakitan kincir air (*prime mover*) dan poros penghubung
- e. Tahap perakitan *penstock*
- f. Tahap perakitan gabungan dari tahap-tahap sebelumnya.



Gambar 3.2 Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* Menggunakan Kincir Air *Undershot*.

### 3.7 Teknik Analisis Data

Setelah melakukan proses pengujian, maka diperoleh data yang akan dianalisis secara deskriptif, yaitu data yang telah terkumpul dianalisis dengan melihat pembangkit listrik tenaga *picohydro* dapat mengefisienkan tenaga dan waktu dalam menghasilkan tenaga listrik. Kemudian membandingkan unjuk kerja pembangkit listrik tenaga *picohydro* melalui pembebanan maupun tanpa pembebanan, maka dapat diketahui tingkat keberhasilan dari pembangkit listrik tenaga *picohydro*.

Berikut merupakan persamaan-persamaan yang digunakan untuk mengetahui unjuk kerja maksimal dari penelitian kincir air *undershot*:

#### 1. Debit Air (Q)

Debit air merupakan jumlah volume air yang melewati suatu penampang persatuan waktu. Debit air dapat dihitung dengan menggunakan rumus  $Q = \frac{V}{t}$ ..... (16)

dimana:

- $V$  = Volume air ( $m^3/s$ )
- $t$  = Waktu (detik)

#### 2. Daya Hidrolik (Ph)

Potensi daya air dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P_h = \rho \times g \times Q \times h..... (17)$$

Dimana:

- $\rho$  = Massa jenis air ( $kg/m^3$ )

- $g$  = Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
- $Q$  = Debit air ( $m^3/s$ )
- $H$  = Selisih ketinggian (m)

### 3. Daya Mekanik Turbin

Daya mekaik turbin dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P_m = \frac{2\pi n T}{60} \dots\dots\dots (18)$$

Di mana:

- $P_m$  = Daya mekanik (Watt)
- $n$  = Putaran (Rpm)
- $T$  = Torsi (N)

### 4. Daya Output Generator (P)

$$P_{output\ generator} = V_{generator} \cdot I_{generator} \dots\dots\dots (19)$$

Di mana:

- $V$  = Tegangan generator (*Volt*)
- $I$  = Arus Generator (*Ampere*)

### 5. Efisiensi Total

Efisiensi total dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$E_{FF1} = \frac{\text{Daya mekanik}}{\text{Daya hidrolik}} \times 100\% \dots\dots\dots (20)$$

$$E_{FF2} = \frac{\text{Daya elektrik}}{\text{Daya mekanik}} \times 100\% \dots\dots\dots (21)$$

sehingga,

$$Efisiensi\ total = E_{FF1} \times E_{FF2}$$

## BAB IV

### HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN

#### 4.1 Hasil Perancangan dan Penelitian

Setelah melakukan perancangan, pengerjaan dan perakitan kincir air *undershot* maka didapatkan hasil antara lain kincir air *undershot* menghasilkan energi listrik dimana kincir air *undershot* ini diperoleh dari penggabungan beberapa komponen yaitu 2 macam plat dengan tebal 1,5 mm sebagai lingkaran kincir dan plat dengan tebal 1,2 mm sebagai sudu kincir, poros 25 mm, generator ac 300 watt, *v-belt* tipe b-90 dan a-80 dan pulley 20 inc, 10 inc buah dan 3 inc 2 buah. Selain itu pada kegiatan ini ada pula dudukan kincir yang di buat dari besi u 80 dan bantalan yang kami gunakan adalah bantalan jenis *pillow block* dengan kode bantalan YAR 207-104 2F dan kode untuk *pillow block*nya SY  $1\frac{1}{4}$  TF untuk dudukan kincir menggunakan *dynabolt* 12

Setelah proses tersebut selesai, maka di dapatkan kincir air tipe *undershot* yang dapat menghasilkan energi listrik yang memanfaatkan aliran irigasi yang ramah lingkungan.



Gambar 4.1 Kincir air *Undershot*.

Keterangan gambar :

1. Generator AC 300 Watt
2. *Pulley 3 (inc)*
3. *V-belt a-80*
4. *Pulley 10 (inc)*
5. *Pulley 3 (inc)*
6. *Pulley 20 (inc)*

7. Bantal jenis *pillow block* kode bantal YAR 207-104 2F  
dan kode untuk *pillow block*nya SY 1  $\frac{1}{4}$  TF
8. Sudu kincir dengan lebar 40 cm
9. Dudukan generator besi u 80

#### 4.1.1 Pengukuran kecepatan aliran irigasi

Untuk mengukur kecepatan saluran irigasi digunakan metode pelampung sederhana yaitu dengan mengalirkan sebuah objek yang terapung diatas air dengan jarak lintasan 7 meter. Kemudian menghitung waktu yang dibutuhkan untuk objek sampai dari titik awal ke titik akhir. Percobaan ini dilakukan sebanyak 5 kali.

Tabel 4.1 Pengukuran kecepatan aliran

Percobaan	1	2	3	4	5
Waktu (s)	2,07	2,02	2,10	2,03	2,02
Jarak (m)	7				

Dari data hasil pengukuran dengan menggunakan metode pelampung sederhana maka dapat dihitung rata - rata waktu yang dibutuhkan sebagai berikut :

$$t = \frac{t_1+t_2+t_3+t_4+t_5}{\text{banyak percobaan}} \dots\dots\dots (22)$$

$$t = \frac{2,07+2,02+2,10+2,03+2,02}{5}$$

$$t = \frac{10,24}{5}$$

$$t = 2,048 \text{ s}$$

Untuk menghitung kecepatan rata – rata aliran dapat dihitung dengan rumus:

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (23)$$

$$v = \frac{7 \text{ m}}{2,048}$$

$$v = 3,417 \text{ m/s}$$

#### 4.1.2 Perancangan PLTPH

Dengan menggunakan turbin *Undershot* dilakukan dengan analisis teoritis perhitungan debit, daya hidrolis air, diameter turbin, diameter poros, *pitch* turbin, panjang turbin, dan jumlah ulir. Berikut ini merupakan variabel-variabel untuk desain PLTPH berdasarkan studi literatur dan asumsi rancangan.

- Tinggi sudu yang terendam : 15 cm
- Kecepatan aliran air (v) : 3,417 m/s
- Kedalaman input air (h0) : 0,25 m
- Lebar input air (l) : 0,6 m
- Jarak antara sudu kincir : 22,55 cm
- Jumlah sirip : 16 buah
- Kedalaman irigasi : 0,6 m
- selisih ketinggian air : 0,05 m



- Debit aliran

$$Q = v \times A \dots \dots \dots (24)$$

Di mana :

$$A = h_o \times l \dots \dots \dots (25)$$

Sehingga :

$$Q = v \times h_o \times l$$

$$Q = 3,417 \text{ m/s} \times 0,25 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$$

$$Q = 0,512 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan potensi daya yang dihasilkan aliran irigasi

Daya air dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$P_{\text{air}} = \rho \times g \times Q \times H \dots \dots \dots (26)$$

$$P_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,512 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,05 \text{ m}$$

$$P_{\text{air}} = 255,29 \text{ Watt}$$

#### 4.1.3 Hasil perancangan

- Dalam menentukan jumlah sudu dilakukan dengan pembagian diameter kincir berdasarkan besar sudu agar jarak antar sudu bisa diefisienkan sehingga diperoleh jumlah sudu 16 buah.
- Poros kincir air Perhitungan dilakukan untuk mendapatkan diameter poros dengan tegangan maksimum yang terjadi, sehingga dapat beroperasi dengan aman.

c. Bantalan

Bantalan yang kami gunakan adalah bantalan jenis *pillow block* dengan kode bantalan YAR 207-104 2F dan kode untuk *pillow block*nya SY 1  $\frac{1}{4}$  TF

d. Puli. Transmisi

Rancang bangun kincir air yang kami buat menggunakan dua kali transmisi puli. Maka untuk mengetahui perbandingan tiap puli menggunakan rumus berikut:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1}$$
$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{x}{n_1}$$

Di mana:

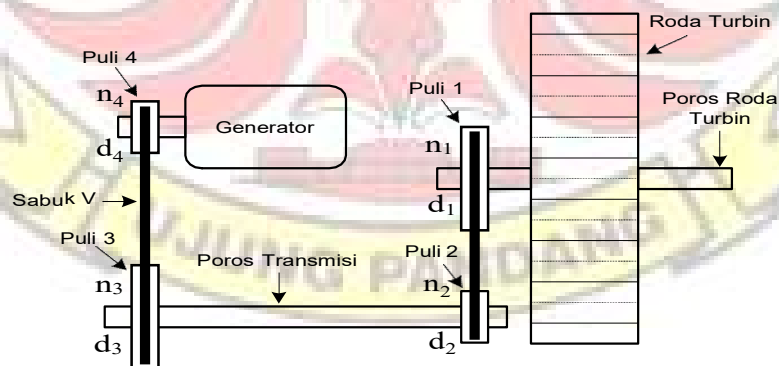
$d_1$  = diameter puli 1

$d_2$  = diameter puli 2

$n_1$  = putaran kincir

$n_2$  = putaran puli

$x$  = nilai yang dicari



Gambar 4.2 Skema transmisi puli  
Sumber: James domu siburian, 2019

e. Generator AC 300 watt



Gambar 4.3 Generator AC 300 watt

Berdasarkan perhitungan parameter diperoleh hasil rancangan kincir air tipe *undershot* untuk pembangkit listrik skala *picohydro* yang dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2 Data Hasil Rancangan Kincir air Tipe *Undershot*

No.	Data Rancangan	Keterangan
1.	Debit	0,1115 m <sup>3</sup> /s
2.	Daya Hidrolis	255,29 Watt
3.	Diameter kincir	120 cm
4.	Diameter Poros	30 mm
5.	Jarak setiap sirip	23,55 cm
6.	Lebar kincir	40 cm
7.	Jumlah sirip	16 buah
8.	Kapasitas Generator	300 Watt
9.	Diameter puly Besar	20 inci dan 10 inci
10.	Diameter puly Kecil	3 inci
11.	Material kincir	Plat galfanis

## 4.2 Data Hasil Pengujian

Pada pengujian terhadap kincir air *undershot*, dilakukan pengambilan data dengan cara mencatat variabel - variabel yang dibutuhkan untuk menghitung kinerja dari kincir air *undershot* yang tercantum pada tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Data hasil pengujian kincir air undershot dengan beban 4 buah.

No	Putaran kincir (rpm)	Putaran puli 2 (rpm)	Putaran puli 3 (rpm)	Putaran generator (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Beban (W)
1	208,8	1372,6	411,6	1372,6	138	0	0
2	199,8	1318,6	395,6	1318,9	130	0,06	19
3	193,8	1278,6	383,6	1278,6	115	0,16	29
4	154,8	998,6	299,6	998,6	95	0,26	41
5	148,2	994,6	298,4	994,8	85	0,31	46

Catatan:

$D_1 = 20 \text{ inchi} = 50,8 \text{ cm}$

$D_2 = 3 \text{ inchi} = 7,62 \text{ cm}$

$D_3 = 10 \text{ inchi} = 25,4 \text{ cm}$

$D_4 = 3 \text{ inchi} = 7,62 \text{ cm}$

Tabel 4.4 Data hasil pengujian kincir air undershot dengan bebam 5 buah lampu yang masing-masing lampu 5 watt

No	Putaran kincir (rpm)	Putaran puli 2 (rpm)	Putaran (puli 3) (rpm)	Putaran generator (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Beban (W)
1	189,6	1250,6	375,2	1250,8	130	0	0
2	180	1186,8	356	1186,4	120	0,01	5
3	180	1206,3	362	1206,4	115	0,02	10
4	180	1196,3	359	1196,6	100	0,03	15
5	153,6	1030,6	309,2	1030,5	95	0,06	20
6	152,4	1250,5	375,2	1250,3	90	0,09	25

### 4.2.1 Analisa data dari tabel 4.3 pengujian kincir air *undershot* dengan 4 buah lampu :

1. Pengujian tanpa beban

Diketahui:

Beban = 0 watt

Tegangan generator = 138 V

Arus generator = 0 A

Putaran turbin = 208,8 rpm

Putaran generator = 1372,6 rpm

a) Daya hidrolis ( $P_h$ )

$$\begin{aligned} P_h &= \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (27) \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,512 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,05 \\ &= 255,29 \text{ watt} \end{aligned}$$

b) Daya generator ( $P_g$ )

$$\begin{aligned} P_g &= V \times I \dots\dots\dots (28) \\ &= 138 \text{ V} \times 0 \text{ A} \\ &= 0 \text{ Watt} \end{aligned}$$

c) Efisiensi sistem

$$\begin{aligned} \eta_s &= \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots (29) \\ &= \frac{0 \text{ watt}}{255,29 \text{ watt}} \times 100\% \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

2. Pengujian dengan beban 19 watt

Diketahui :

Beban = 19 watt

Tegangan beban = 130 V

Arus beban = 0,06 A

Putaran Turbin ( $n_1$ ) = 199,8 Rpm

Putaran Generator ( $n_2$ )= 1318,9 Rpm

Penyelesaian :

a. Daya hidrolis ( $P_h$ )

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H \dots \dots \dots (30)$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,512 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,05$$

$$= 255,29 \text{ Watt}$$

b. Daya Generator ( $P_g$ )

$$P_g = V \times I \dots \dots \dots (31)$$

$$= 130 \text{ V} \times 0,06 \text{ A}$$

$$= 7,8 \text{ Watt}$$

c. Efisiensi sistem

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \dots \dots \dots (32)$$

$$= \frac{7,8 \text{ watt}}{255,29 \text{ watt}} \times 100\%$$

$$= 3,055 \%$$

3. Pengujian dengan beban 29 watt

Diketahui :

Beban = 29 watt

Tegangan beban = 115 V

Arus beban = 0,16 A

Putaran Turbin ( $n_1$ ) = 193,8 Rpm

Putaran Generator ( $n_2$ )= 1278,6 Rpm

Penyelesaian :

a. Daya hidrolis ( $P_h$ )

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (33)$$
$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,512 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,05$$
$$= 255,29 \text{ Watt}$$

b. Daya Generator ( $P_g$ )

$$P_g = V \times I \dots\dots\dots (34)$$
$$= 115 \text{ V} \times 0,16 \text{ A}$$
$$= 18,4 \text{ Watt}$$

c. Efisiensi sistem

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots (35)$$
$$= \frac{18,4 \text{ watt}}{255,29 \text{ watt}} \times 100\%$$
$$= 7,207 \%$$

4. Pengujian dengan beban 41 watt

Diketahui :

Beban = 41 watt

Tegangan beban = 95 V

Arus beban = 0,26 A

Putaran Turbin ( $n_1$ ) = 154,8 Rpm

Putaran Generator ( $n_2$ ) = 998,6 Rpm

Penyelesaian :

a. Daya hidrolis ( $P_h$ )

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (36)$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,512 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,05$$

$$= 255,29 \text{ Watt}$$

b. Daya Generator ( $P_g$ )

$$P_g = V \times I \dots\dots\dots (37)$$

$$= 95 \text{ V} \times 0,26 \text{ A}$$

$$= 24,7 \text{ Watt}$$

c. Efisiensi sistem

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots (38)$$

$$= \frac{24,7 \text{ watt}}{255,29 \text{ watt}} \times 100\%$$

$$= 9,675 \%$$

5. Pengujian dengan beban 46 watt

Diketahui :

Beban = 46 watt

Tegangan beban = 85 V

Arus beban = 0,31 A

Putaran Turbin ( $n_1$ ) = 148,2 Rpm

Putaran Generator ( $n_2$ ) = 994,8 Rpm

Penyelesaian :

a. Daya hidrolis ( $P_h$ )

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (39)$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,512 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,05$$

$$= 255,29 \text{ Watt}$$

b. Daya Generator ( $P_g$ )



$$P_g = V \times I \dots\dots\dots (40)$$

$$= 85 \text{ V} \times 0,27 \text{ A}$$

$$= 26,3 \text{ Watt}$$

c. Efisiensi sistem

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots (41)$$

$$= \frac{26,3 \text{ watt}}{255,29 \text{ watt}} \times 100\%$$

$$= 10,419 \%$$

Tabel 4.5 hasil analisis pengamatan dengan beban 4 buah lampu

No	V Volt	I Ampere	n. generator Rpm	P.generator (Pout) Watt	P. hidroulik (Pin) Watt	Effisien si %
1	138	0	1372,6	0	255,29	0
2	130	0,06	1318,9	7,8	255,29	3,055
3	115	0,16	1278,6	18,4	255,29	7,207
4	95	0,26	998,6	24,7	255,29	9,675
5	85	0,31	994,8	26,3	255,29	10,419

**4.2.2 Analisa data dari tabel 4.4 pengujian kincir air undershot dengan 5 buah lampu :**

1) Pengujian tanpa beban

Diketahui:

Beban = 0 watt

Tegangan generator = 130 V

Arus generator = 0 A  
 Putaran turbin = 189,6 rpm  
 Putaran generator = 1250,8 rpm

a. Daya hidrolis ( $P_h$ )

$$\begin{aligned}
 P_h &= \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (42) \\
 &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,512 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,05 \\
 &= 255,29 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

b. Daya generator ( $P_g$ )

$$\begin{aligned}
 P_g &= V \times I \dots\dots\dots (43) \\
 &= 130 \text{ V} \times 0 \text{ A} \\
 &= 0 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

c. Efisiensi sistem

$$\begin{aligned}
 \eta_s &= \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots (44) \\
 &= \frac{0 \text{ watt}}{255,29 \text{ watt}} \times 100\% \\
 &= 0 \%
 \end{aligned}$$

2) Pengujian dengan beban 5 watt

Diketahui :

Beban = 5 watt

Tegangan beban = 120 V

Arus beban = 0,01 A

Putaran Turbin ( $n_1$ ) = 180 Rpm

Putaran Generator ( $n_2$ ) = 1186,4 Rpm

Penyelesaian :

a. Daya hidrolis ( $P_h$ )

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (45)$$
$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,512 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,05 \text{ m}$$
$$= 255,29 \text{ Watt}$$

b. Daya Generator ( $P_g$ )

$$P_g = V \times I \dots\dots\dots (46)$$
$$= 120\text{V} \times 0,01 \text{ A}$$
$$= 1,2 \text{ Watt}$$

c. Efisiensi sistem

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots (47)$$
$$= \frac{1,2 \text{ watt}}{255,29 \text{ watt}} \times 100\%$$
$$= 0,470 \%$$

3) Pengujian dengan beban 10 watt

Diketahui :

Beban = 10 watt

Tegangan beban = 120 V

Arus beban = 0,01 A

Putaran Turbin ( $n_1$ ) = 180 Rpm

Putaran Generator ( $n_2$ ) = 1206,4 Rpm

Penyelesaian :

a. Daya hidrolis ( $P_h$ )

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (48)$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,512 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,05$$

$$= 255,29 \text{ Watt}$$

b. Daya Generator ( $P_g$ )

$$P_g = V \times I \dots\dots\dots (49)$$

$$= 115 \text{ V} \times 0,02 \text{ A}$$

$$= 2,3 \text{ Watt}$$

c. Efisiensi sistem

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots (50)$$

$$= \frac{2,3 \text{ watt}}{255,29 \text{ watt}} \times 100\%$$

$$= 0,900 \%$$

4) Pengujian dengan beban 15 watt

Diketahui :

Beban = 15 watt

Tegangan beban = 115 V

Arus beban = 0,02 A

Putaran Turbin ( $n_1$ ) = 180 Rpm

Putaran Generator ( $n_2$ ) = 1196,6 Rpm

Penyelesaian :

a. Daya hidrolis ( $P_h$ )

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (51)$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,512 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,05$$

$$= 517,6 \text{ Watt}$$

b. Daya Generator ( $P_g$ )

$$P_g = V \times I \dots\dots\dots (52)$$

$$= 100 \text{ V} \times 0,03 \text{ A}$$

$$= 3 \text{ Watt}$$

c. Efisiensi sistem

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots (53)$$

$$= \frac{0,02 \text{ watt}}{255,29 \text{ watt}} \times 100\%$$

$$= 0,900 \%$$

5) Pengujian dengan beban 20 watt

Diketahui :

Beban = 20 watt

Tegangan beban = 180 V

Arus beban = 0,06 A

Putaran Turbin ( $n_1$ ) = 153,6 Rpm

Putaran Generator ( $n_2$ ) = 1030,5 Rpm

Penyelesaian :

a. Daya hidrolis ( $P_h$ )

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (54)$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,512 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,05$$

$$= 255,29 \text{ Watt}$$

b. Daya Generator ( $P_g$ )

$$P_g = V \times I \dots\dots\dots (55)$$

$$= 95 \text{ V} \times 0,06 \text{ A}$$

$$= 5,7 \text{ Watt}$$

c. Efisiensi sistem

$$\begin{aligned} \eta_s &= \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots (56) \\ &= \frac{5,7 \text{ watt}}{255,29 \text{ watt}} \times 100\% \\ &= 2,232 \% \end{aligned}$$

6) Pengujian dengan beban 25 watt

Diketahui :

Beban = 25 watt

Tegangan beban = 90 V

Arus beban = 0,09 A

Putaran Turbin ( $n_1$ ) = 152,4 Rpm

Putaran Generator ( $n_2$ ) = 1250,3 rpm

Penyelesaian :

a. Daya hidrolis ( $P_h$ )

$$\begin{aligned} P_h &= \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (57) \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,512 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,05 \\ &= 255,29 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b. Daya Generator ( $P_g$ )

$$\begin{aligned} P_g &= V \times I \dots\dots\dots (58) \\ &= 90 \text{ V} \times 0,09 \text{ A} \\ &= 8,1 \text{ Watt} \end{aligned}$$

c. Efisiensi sistem

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots (59)$$

$$= \frac{8,1 \text{ watt}}{255,29 \text{ watt}} \times 100\%$$

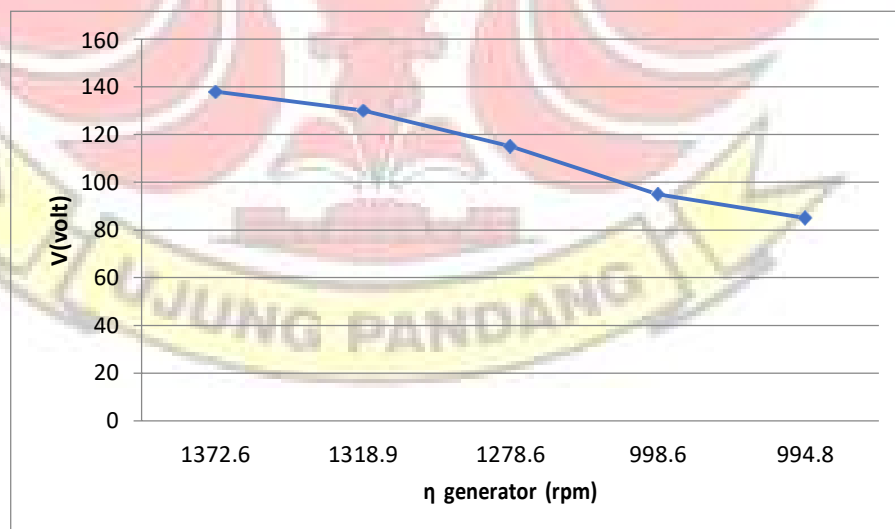
$$= 5,172 \%$$

Tabel 4.6 hasil analisis pengamatan dengan beban 5 buah lampu.

No	V Volt	I Ampere	n. generator Rpm	P.generator (Pout) Watt	P. hidroulik (Pin) Watt	Eff %
1	130	0	1250,8	0	255,29	0
2	120	0,01	1186,4	1,2	255,29	0,470
3	115	0,02	1206,4	2,3	255,29	0,900
4	100	0,03	1196,6	3	255,29	1,175
5	95	0,06	1030,5	5,7	255,29	2,232
6	90	0,09	1250,3	8,1	255,29	3,172

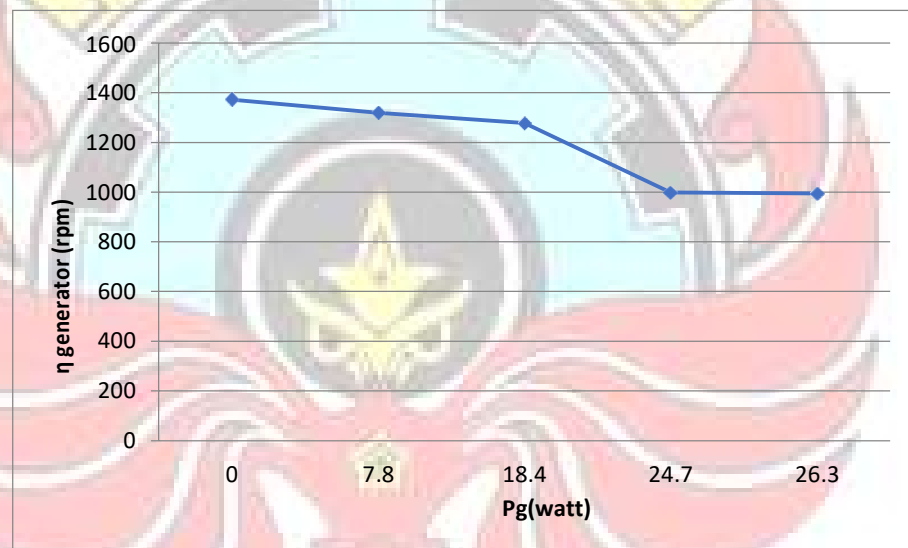
#### 4.2.3 Grafik

- Pada pengamatan dengan beban 4 buah lampu



Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara putaran generator terhadap tegangan.

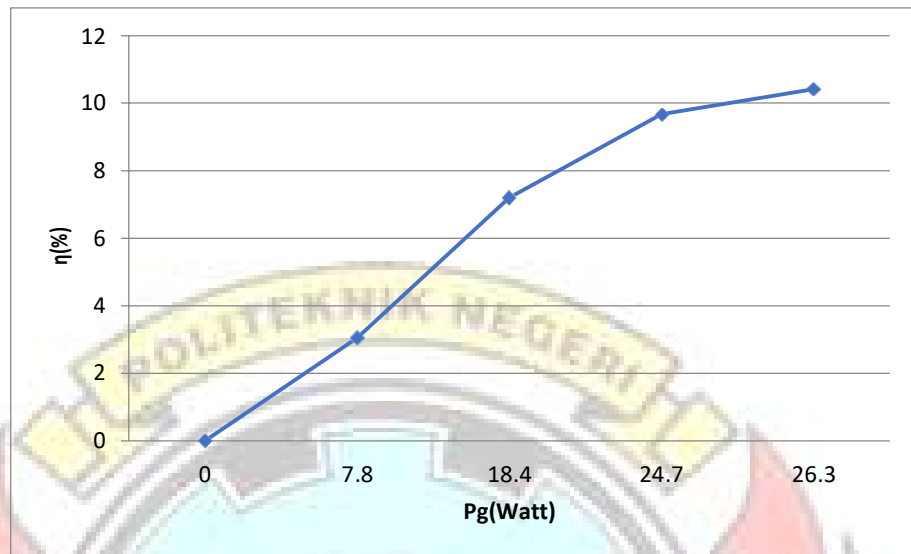
Pada gambar 4.4 menunjukkan hubungan antara tegangan generator dan putaran generator di mana makin kecil putaran pada generator maka makin kecil pula tegangan yang ada pada generator. Adapun tegangan tertinggi yaitu 138 V dan tegangan paling rendah yaitu 85 V. Sedangkan putaran generator tertinggi yaitu 1372,6 rpm dan putaran terendahnya yaitu 994,8 rpm.



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara putaran generator terhadap daya generator.

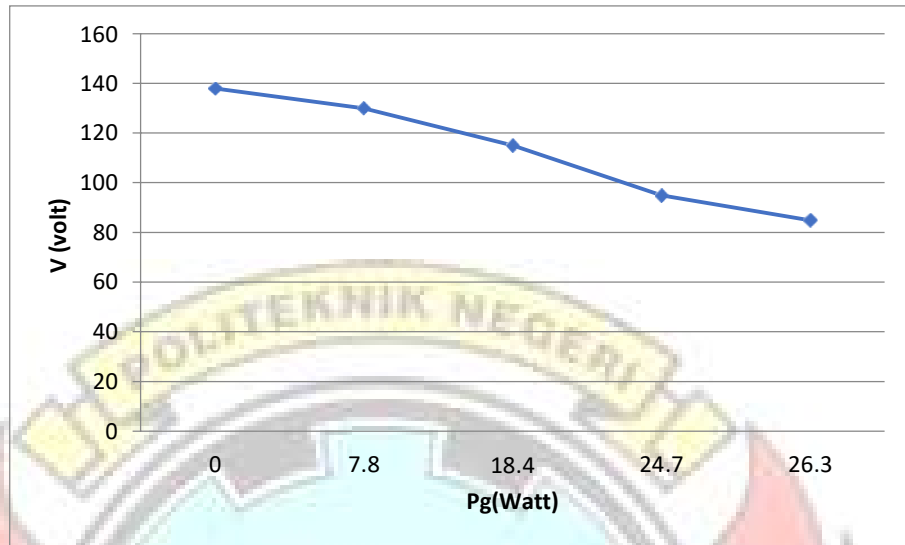
Pada gambar 4.5 menunjukkan hubungan antara putaran generator dengan daya generator di mana semakin rendah putaran generator maka semakin besar daya pada generator. Adapun daya tertinggi yang di hasilkan yaitu 26,3 Watt dan daya terendah yang di hasilkan yaitu 0 Watt sedangkan putaran tertinggi generator nya yaitu 1372,6 rpm dan putaran terendahnya yaitu 994,8 rpm.





Gambar 4.6 Grafik hubungan antara Eff pada generator terhadap daya generator.

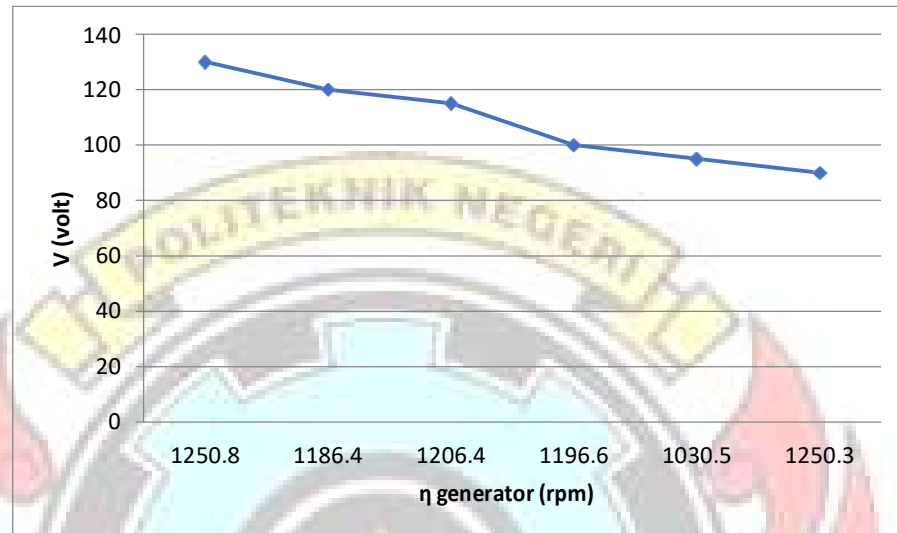
Pada gambar 4.6 menunjukkan hubungan antara efisiensi dan daya pada generator, dimana semakin besar efisiensi maka daya generator semakin besar yang di hasilkan. Adapun daya tertinggi yang di hasilkan yaitu 26,3 Watt dan daya terendahnya 0. Sedangkan efisiensi tertinggi yang di hasilkan 10,419 % dan efisiensi terendahnya yaitu 0%.



Gambar 4.7 Grafik hubungan antara tegangan dengan daya generator.

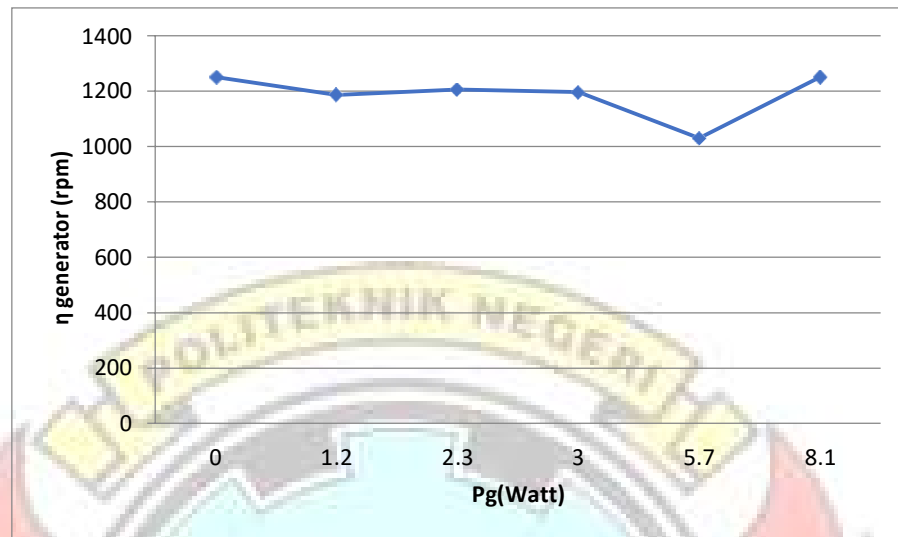
Pada gambar 4.7 menunjukkan hubungan antara tegangan dengan daya generator dimana, semakin rendah tegangan maka daya generator semakin meningkat. Adapun tegangan tertinggi yang dihasilkan 138 V dan tegangan terendah 0 sedangkan daya generator tertinggi 26,3 Watt dan daya terendahnya 0 Watt.

- Grafik pada pengamatan 5 buah lampu



Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara putaran generator terhadap tegangan.

Pada gambar 4.8 menunjukkan hubungan antara tegangan dan putaran generator di mana makin kecil putaran pada generator maka makin kecil pula tegangan yang ada pada generator. Adapun putaran tertinggi yang di hasilkan generator yaitu 1250,8 rpm dan putaran terendah generator yaitu 1030,5 rpm. Adapun tegangan tertinggi yang dihasilkan yaitu 130 V dan tegangan terendahnya 90 V.



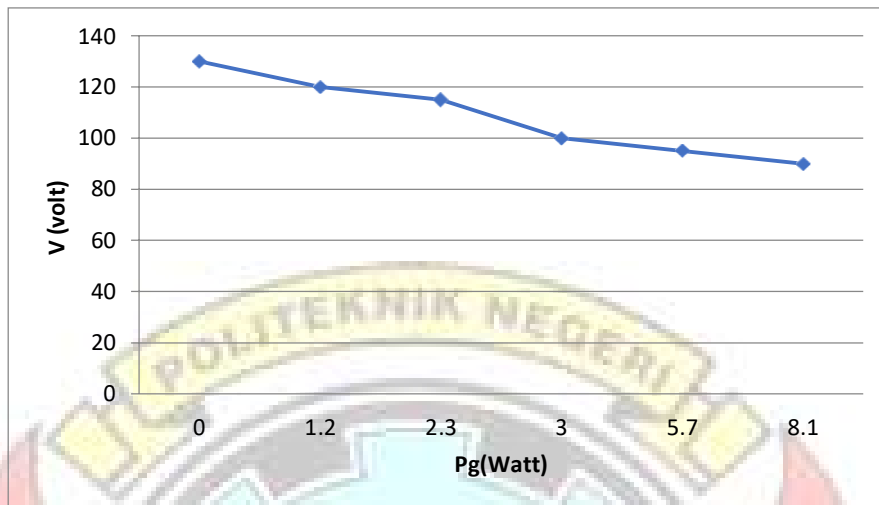
Gambar 4.9 Grafik hubungan antara putaran generator terhadap daya generator.

Pada gambar 4.9 menunjukkan hubungan antara daya generator dengan putaran pada generator di mana semakin besar daya pada generator maka putaran akan semakin rendah. Adapun daya tertinggi yang di hasilkan yaitu 8,1 Watt dan daya terendahnya yaitu 0 Watt. Sedangkan putaran tertinggi yang di hasilkan generator yaitu 1250,8 rpm dan putaran terendah generator yaitu 1030,5 rpm.



Gambar 4.10 Grafik hubungan antara daya pada generator terhadap efisiensi.

Pada gambar 4.10 menunjukkan hubungan antara efisiensi dan daya pada generator, dimana semakin besar daya pada generator maka semakin besar pula efisiensi yang di hasilkan. Adapun daya terbesar yang di hasilkan yaitu 8,1 Watt dan daya terendah yaitu 0 Watt. Sedangkan efisiensi tertinggi yang dihasilkan yaitu 3,172% dan efisiensi terendahnya yaitu 0%.



Gambar 4.11 Grafik hubungan antara tegangan dengan daya generator.

Pada gambar 4.11 menunjukkan hubungan antara tegangan dengan daya generator dimana, semakin rendah tegangan maka daya generator semakin meningkat. Adapun tegangan tertinggi yang dihasilkan 130 V dan tegangan terendah 90 V, sedangkan daya generator tertinggi 8.1 Watt dan daya terendahnya 0 Watt.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pembuatan dan pengujian alat maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan dan pembuatan Kincir Air *UnderShot* Sebagai Pembangkit Listrik Pada Saluran Irigasi telah berhasil dilakukan dengan memanfaatkan saluran irigasi, kincir air *undershot* memanfaatkan energi mekanis air yang menabrak sudu – sudu kincir sehingga menghasilkan energi mekanik dengan di kopelnya kincir air dengan generator sehingga energi mekanik di ubah generator menghasilkan energi listrik secara terus menerus tanpa bantuan dari PLN.
2. Berdasarkan hasil pengambilan data jumlah beban mempengaruhi tingkat ke efisien pada kincir air *undershot*. Semakin tinggi beban yang di berikan maka tingkat efisien juga semakin meningkat. Pada beban 46 Watt dapat menghasilkan efisiensi 10,419%, sedangkan pada beban terendah yaitu 5 Watt menghasilkan efisiensi 0,470%.

#### **5.2 Saran**

1. Untuk penggunaan jangka panjang kincir air perlu dipertimbangkan penggunaan material yang memiliki bobot lebih ringan.
2. Pada saat proses perakitan kincir harus memperhatikan ukuran dan jenis elektroda yang sesuai dengan jenis plat yang digunakan agar tidak mudah terlepas dan tidak bocor bocor pada saat pengelasan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhlar Junaidi Dkk, 2014. Model Fisik Kincir Air Sebagai Pembangkit Listrik.  
Jurusan Teknik Sipil, Program S-1, Fakultas Teknik Universitas Riau 2  
Staff Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Riau
- Andri Yusdianto,Rachmat Kurniawan. 2013.Rancang Bangun Pembangkit Listrik  
Tenaga *Pico*hidro Menggunakan Kincir Air *Under Shoot* Dengan  
Memfaatkan Air Bendungan Irigasi Di Desa Bori Sello Kabupaten  
Gowa
- Aryanto, Aif Wilujeng Widi, Analisis Perhitungan Efisiensi Turbin Dan  
Generator Di Plta Sempor. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas  
Muhammadiyah Yogyakarta
- Dwi Purwanto, 2021. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga *Pico*hydro Untuk  
Penerangan Jalan Di Desa Kediri Kabupaten Banyumas. Jl. KH. Ahmad  
Dahlan Banyumas 53182 (UM Purwokerto, Purwokerto, Indonesia).
- G Nieman , Anton Budiman , Bambang Priambodo : ElemenMesin Desain
- Indah Permatasari Dkk, 2020. Perancangan Plta *Pico*-Hydro Menggunakan  
Tabung *Hydro Cyclone* Dan Turbin Kaplan Melalui Solusi Numerik  
*Runge-Kutta*.Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
- Jackt Fritz, 1984, *Small and Mini Hydropower System*, Mc. Graw-Hill Book



James domu siburian Dkk, 2019. Analisa Slip Transmisi *Pulley Dan V-Belt* Pada Beban Tertentu Dengan Menggunakan Motor Berdaya  $\frac{1}{4}$  HP. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Kalkulasi Dari Sambungan, Bantalan Dan Poros: Erlangga : 1999

Nurva Alipan, 2018. Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga *Pico-Hydro* Dengan Memanfaatkan Alternator Untuk Membantu Penerangan Jalan Seputaran Kebun Salak. Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.

Oggy Sukasah Henry Dkk, 2013. Analisis Perubahan Dimensi Kincir Air Terhadap Kecepatan Aliran Air (Studi Kasus Desa Pandan Enim). Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Purwanto, Studi Pola Aliran Fluida Pada Kincir Air Tipe Undershot Sudu Datar Menggunakan Simulasi Cfd. Universitas Brawijaya Fakultas Teknik Malang

Rahmadi et al., 2015. <https://media.neliti.com/media/publications/357701-studi-Kelayakan-Pemanfaatan-Pembangkit-l-84bf1473.pdf>

Risnandar, F. A. Pratama, and Novrinaldi. 2011. GIS Untuk Menentukan Potensi Pembangunan *Pico-Hydro*. Jurnal Teknologi Informasi. Vol. 1. No. 2.

Sandy, Silvester. 2016. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro di Aliran Sungai Sekitar Bangunmulyo, Girikerto, Turi, Sleman. Indonesia. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta.

Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 22, No. 5, September –  
Desember 2016.

Sofiah Dkk, 2020. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Alternatif Dengan  
Bantuan *Pully Dan Belt* Motor DC Sebagai Penggerak Alternator.  
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Palembang.

Sulaiman, T.M. Prof, 1983, Pedoman Pembangkit Tenaga Listrik, Ganeca,  
Bandung.

Suwanto, Farich Rahendra. Analisa Pengaruh Perubahan Beban Terhadap  
Karakteristik Turbin Generator Sinkron Di Petronas Carigali Muriah  
Ltd. Diss. Universitas Muhammadiyah Surabaya, 2018





L

A

M

P

I

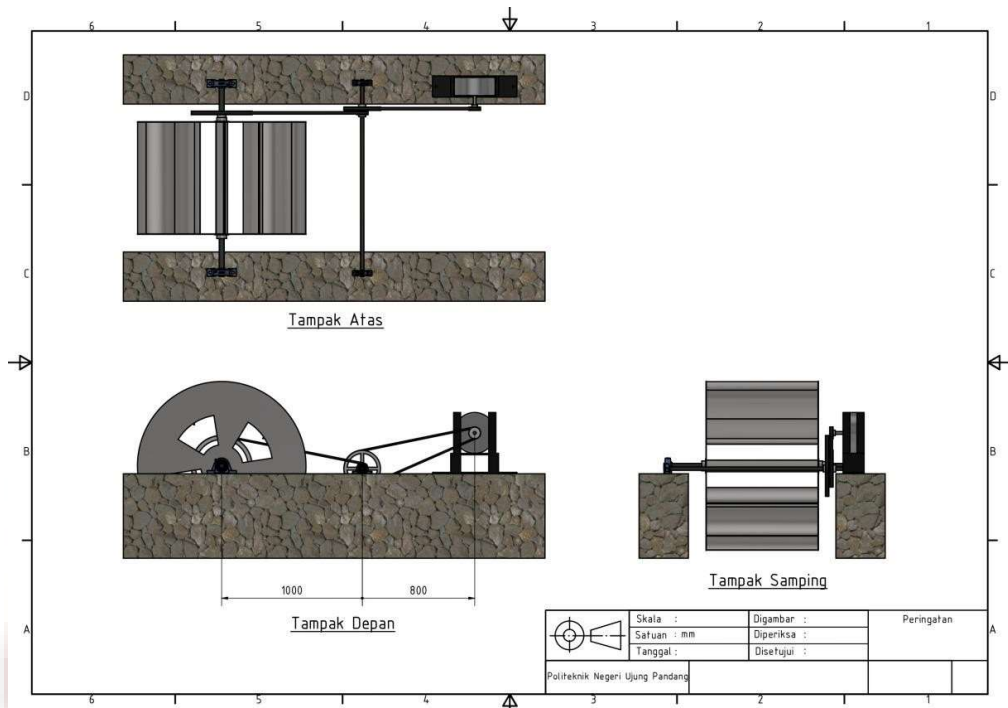
R

A

N



LAMPIRAN A  
(Gambar Desain Alat)



(Tampak gambar alat dari beberapa sisi)



LAMPIRAN B  
(Hasil Pengujian Alat)



Tabel 4.7 Pengukuran kecepatan aliran

<b>Percobaan</b>	1	2	3	4	5
<b>Waktu (s)</b>	2,07	2,02	2,10	2,03	2,02
<b>Jarak (m)</b>	7				

Tabel 4.8 Data Hasil Rancangan Kincir air Tipe *Undershot*

No.	Data Rancangan	Keterangan
1.	Debit	0,1115 m <sup>3</sup> /s
2.	Daya Hidrolis	557,277 Watt
3.	Diameter kincir	120 cm
4.	Diameter Poros	30 mm
5.	Jarak setiap sirip	23,55 cm
6.	Lebar kincir	40 cm
7.	Jumlah sirip	16 buah
8.	Kapasitas Generator	300 Watt
9.	Diameter pully Besar	37 mm
10.	Diameter pully Kecil	10 T
11.	Material kincir	Plat galfanis

Tabel 4.9 Data hasil pengujian kincir air *undershot* dengan beban 4 buah

No	Putaran Kincir (rpm)	Putaran puli 2 (rpm)	Putaran puli 3 (rpm)	Putaran generator (rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Beban (W)
1	208,8	1372,6	411,6	1372,6	138	0	0
2	199,8	1318,6	395,6	1318,9	130	0,06	19
3	193,8	1278,6	383,6	1278,6	115	0,16	29
4	154,8	998,6	299,6	998,6	95	0,26	41

5	148,2	994,6	298,4	994,8	85	0,31	46
---	-------	-------	-------	-------	----	------	----

Tabel 4.10 Data hasil pengujian kincir air *undershot* dengan bebam 5 buah lampu yang masing-masing lampu 5 watt

No	Putaran kincir (rpm)	Putaran puli 2 (rpm)	Putaran puli 3 (rpm)	Putaran generator (rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Beban (W)
1	189,6	1250,6	375,2	1250,8	130	0	0
2	180	1186,8	356	1186,4	120	0,01	5
3	180	1206,3	362	1206,4	115	0,02	10
4	180	1196,3	359	1196,6	100	0,03	15
5	153,6	1030,6	309,2	1030,5	95	0,06	20
6	152,4	1250,5	375,2	1250,3	90	0,09	25

Tabel 4.11 hasil analisis pengamatan dengan beban 4 buah lampu

No	V Volt	I Ampere	n. generator Rpm	P.generator (Pout) Watt	P. hidroulik (Pin) Watt	Effisien si %
1	138	0	1372,6	0	255,29	0
2	130	0,06	1318,9	7,8	255,29	3,055
3	115	0,16	1278,6	18,4	255,29	7,207
4	95	0,26	998,8	24,7	255,29	9,675
5	85	0,31	994,8	26,3	255,29	10,419



Tabel 4.12 hasil analisis pengamatan dengan beban 5 buah lampu

No	V Volt	I Ampere	n. generator Rpm	P.generator (Pout) Watt	P. hidroulik (Pin) Watt	Eff %
1	130	0	1250,8	0	255,29	0
2	120	0,01	1186,4	1,2	255,29	0,470
3	115	0,02	1206,4	2,3	255,29	0,900
4	100	0,03	1196,6	3	255,29	1,175
5	95	0,06	1030,5	5,7	255,29	2,232
6	90	0,09	1250,3	8,1	255,29	3,172





LAMPIRAN C  
(Foto Kegiatan)



Gambar 5.1 Proses Pembuatan Sudu Kincir





Gambar 5.2 Proses Pembuatan Sudu Kincir



Gambar 5.3 Pemetongan Plat Kincir



Gambar 5.4 Pengelasan Pelindung Poros



Gambar 5.5 Pengelasan Sudu Kincir/Sirip



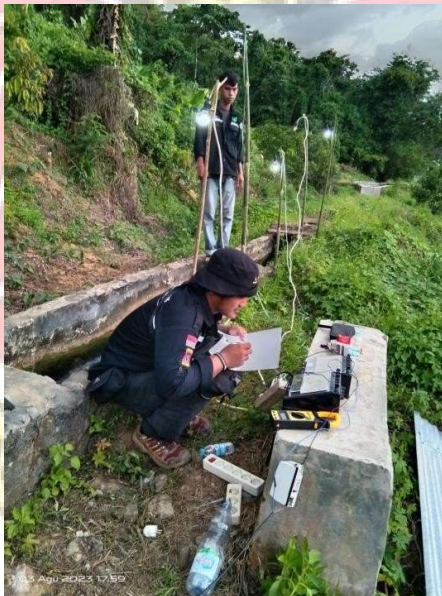
Gambar 5.6 Pembuatan Dudukan Generator



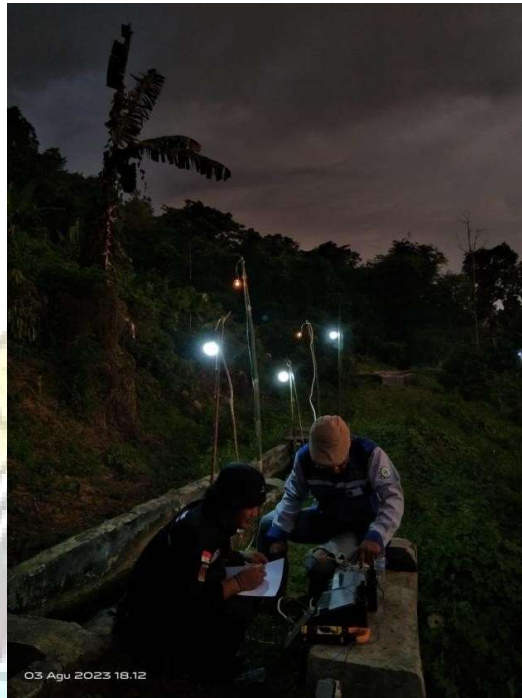
Gambar 5.7 Pemasangan Kincir Pada Saluran Irigasi



Gambar 5.8 Penyetelan Dudukan Generator



Gambar 5.9 Pengambilan Data



Gambar 5.10 Pengambilan Data Bersama Dosen Pembimbing

