

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN KINCIR AIR *TYPE PELTON*
WHEEL UNTUK EKSTRAKSI ENERGI AIR
DENGAN *HEAD* RENDAH**



Oleh

I KADEK ALDE ANDIKA

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN
DAN TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN KINCIR AIR *TYPE PELTON*
WHEEL UNTUK EKSTRAKSI ENERGI AIR
DENGAN *HEAD* RENDAH**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KADEK ALDE ANDIKA

NIM. 1915223036

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN
DAN TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN KINCIR AIR *TYPE PELTON* *WHEEL* UNTUK EKSTRAKSI ENERGI AIR DENGAN *HEAD RENDAH*

Oleh

I KADEK ALDE ANDIKA

NIM. 1915223036

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan Program
D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

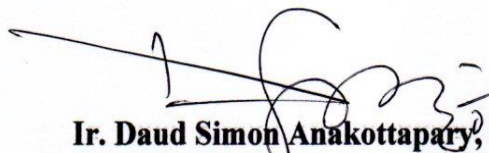
Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. I Nyoman Gede Baliarta, MT.
NIP. 196509301992031002



Ir. Daud Simon Anakottapary, M.T.
NIP. 196411151994031003

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M. Erg.
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN KINCIR AIR *TYPE PELTON* *WHEEL* UNTUK EKSTRAKSI ENERGI AIR DENGAN *HEAD* RENDAH

Oleh

I KADEK ALDE ANDIKA
NIM. 1915223036

Proposal Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dicetak sebagai buku Proyek Akhir pada hari/tanggal :

Selasa, 30 Agustus 2022

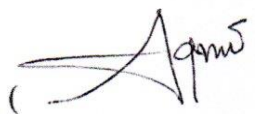
Tim Penguji

Ketua Penguji : I Dewa Gede Agus Tri Putra, S.T., M.T
NIP : 197611202003121001

Penguji 1 : Prof. Dr. Ir I Made Rasta M.Si
NIP : 196506171992031001

Penguji 2 : Ir. I Ketut Rimpung, MT
NIP : 195807101989031001

Tanda Tangan

 8/22
()

 8-22
()


()

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I KADEK ALDE ANDIKA
NIM : 1915223036
Program Studi : D3 Teknik Pendingin Dan Tata Udara
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Kincir Air *Type Pelton Wheel* Untuk Ekstraksi Energi Air dengan *Head Rendah*

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan perundang – undangan yang berlaku.

Badung, 30 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



I KADEK ALDE ANDIKA

NIM. 1915223036

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk, dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST., MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Ir. Wayan Adi Subagia, M.T., selaku Ketua Program Studi Diploma 3 Teknik Pendingin dan Tata Udara.
5. Bapak Ir. I Nyoman Gede Baliarta, M.T., selaku Dosen Pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ir. Daud Simon Anakottapary, M.T., selaku Dosen Pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2022 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
10. Sahabat-sahabat yang telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan buku Proyek Akhir ini.

11. Serta Masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 30 Agustus 2022

I KADEK ALDE ANDIKA

ABSTRAK

Kebutuhan akan energi hampir semua negara meningkat secara signifikan. Tetapi jika dilihat dari energi yang dapat dihasilkan sangat terbatas dan juga masih sangat mahal untuk mendapatkannya. Hal ini mengakibatkan krisis energi yang melanda dunia dewasa ini telah menarik perhatian para ahli untuk menemukan sumber-sumber energi baru yang lebih murah, maka dari itu kita haruslah mengambil kebijakan yang serius untuk menanggulangi masalah ini.

Memanfaatkan sumber energi air yang bersekala kecil dapat dirancang sesuai dengan prosedur pembangkit listrik tenaga air bersekala kecil juga dengan menggunakan turbin pelton sebagai media perubah energi air menjadi energi gerak dimana penggerak turbin pelton diteruskan ke as poros pada generator, generator inilah yang menghasilkan energi listrik.

Kincir air *type pelton wheel* ini bisa menghasil laju alirain air sebesar 25 lpm dengan tekanan air sebesar 5 psi, yang mampu memutar kincir air dan generator sebesar 743,1 rpm dan dapat menghidupkan lampu dengan daya 3 watt.

Kata kunci : *kincir air type pelton wheel, energi air, turbin.*

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PELTON WHEEL TYPE WATERWARD FOR WATER ENERGY EXTRACTION WITH LOW HEAD

ABSTRACT

The need for energy in almost all countries has increased significantly. But when viewed from the energy that can be produced is very limited and also still very expensive to get. This resulted in the energy crisis that hit the world today has attracted the attention of experts to find new sources of energy that are cheaper, therefore we must take serious policies to tackle this problem.

Utilizing a small-scale water energy source, it can be designed according to the procedure of a small-scale hydroelectric power plant using a Pelton turbine as a medium for converting water energy into motion energy where the Pelton turbine drive is forwarded to the axle of the generator, this generator produces electrical energy.

This Pelton wheel type waterwheel can produce a water flow rate of 25 lpm with a water pressure of 5 psi, which is capable of turning the waterwheel and generator of 743.1 rpm and can turn on the lamp with a power of 3 watts.

Keywords: *Pelton wheel type water wheel, water energy, turbine.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa / Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan proyek Akhir ini yang berjudul Rancang Bangun Kincir Air *Type Pelton Wheel* Untuk Ekstraksi Energi Air dengan *Head* Rendah tepat pada waktunya. Penyusunan proyek akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Proyek Akhir ini jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 30 Agustus 2022

I KADEK ALDE ANDIKA

DAFTAR ISI

Proyek Akhir	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Peretujuan.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	V
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.4.1 Tujuan umum	2
1.4.2 Tujuan khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.5.1 Bagi penulis.....	3
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	3
1.5.3 Bagi masyarakat.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Kincir Air	5
2.2 Klasifikasi Turbin.....	5
2.2.1 Turbin reaksi	5
2.2.2 Turbin impuls.....	7
2.3 Bagian-Bagian Inti <i>Pelton Wheel</i>	9
2.3.1 <i>Runner</i>	9

2.3.2	Rumah turbin.....	9
2.3.3	<i>Bucket</i>	10
2.4	Generator.....	10
2.5	Energi Air.....	11
2.6	Teori Dasar Aliran.....	11
2.7	Aliran dalam Mekanika Fluida	11
2.7.1	Aliran laminar dan aliran turbulen.....	12
2.7.2	Aliran <i>steady</i> dan aliran <i>uniform</i>	12
2.8	Hukum <i>Bernoulli</i>	13
BAB III METODE PENELITIAN		15
3.1	Jenis Penelitian	15
3.2	Alur Penelitian.....	17
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	18
3.4	Penentuan Sumber Data	19
3.5	Sumber Daya Penelitian	19
3.6	Instrumen Penelitian	20
3.7	Prosedur Penelitian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Hasil Rancang Bangun	24
4.1.1	Prinsip Kerja	25
4.1.2	Rangkaian kelistrikan.....	25
4.2	Diameter <i>Runner</i> dan Jumlah <i>Bucket</i>	26
4.3	Pembuatan Gambar Kerja	26
4.4	Bahan yang Digunakan.....	26
4.4.1	Besi <i>Hollow</i>	26
4.4.2	Besi UNP.....	27
4.4.3	Besi As.....	27
4.4.4	Akrilik.....	28
4.4.5	Pipa Pvc	28
4.4.6	Bak Pemanpung Air	29

4.4.7	Pompa Air.....	29
4.4.8	Generator DC	30
4.4.9	<i>Flow Meter</i>	30
4.4.10	<i>Pressure transducer</i>	31
4.4.11	Stop kran.....	31
4.4.12	Pipa <i>elbow</i>	32
4.4.13	Pipa dop	32
4.5	Proses Pembuatan Komponen Kincir Air.....	33
4.5.1	Pembuatan <i>bucket</i> kincir air	33
4.5.2	Pembuatan <i>runner</i> kincir air.....	35
4.5.3	Pembuatan rumah turbin.....	36
4.5.4	Pembuatan dudukan kincir air, bak penampung air, dan pompa air	37
4.5.5	Pembuatan instalasi pemipaan	38
4.5.6	Proses pengecatan dan <i>finishing</i>	39
4.6	Proses Perakitan	40
4.7	Hasil Rancang Bangun	42
4.8	Rincian Data Komponen dan Anggaran Biaya.....	42
4.9	Cara Pengoperasian dan Perawatan Mesin atau Alat	43
4.9.1	Cara pengoperasian mesin atau alat.....	43
4.9.2	Cara perawatan mesin atau alat.....	43
4.10	Hasil Pengujian Menyeluruh dari PLTPH.....	44
4.11	Analisa Keunggulan dan Kelemahan Alat	45
	BAB V PENUTUP	48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	49
	DAFTAR PUSTAKA	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal persiapan, penyusunan, dan penyelesaian Proyek Akhir	19
Tabel 4.1	Komponen alat yang dibuat atau dibeli.....	33
Tabel 4.2	Anggaran biaya keseluruhan.....	42
Tabel 4.3	Pengukuran daya output generator dengan beban dan tanpa beban, putaran generator, flowrate dan pressure transducer menggunakan nozzle 10 mm	44
Tabel 4.4	Pengukuran daya <i>output</i> generator dengan beban dan tanpa beban, putaran.....	44
Tabel 4.5	Pengukuran daya output generator dengan beban dan tanpa beban, putaran generator, flowrate dan pressure transducer tanpa menggunakan nozzle.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Turbin <i>francis</i>	6
Gambar 2. 2 Turbin Kaplan	7
Gambar 2. 3 Turbin <i>pelton</i>	8
Gambar 2. 4 <i>Runner</i>	9
Gambar 2. 5 Rumah turbin.....	9
Gambar 2. 6 <i>Bucket</i>	10
Gambar 2. 7 Generator	10
Gambar 3. 1 Desain simulasi dan pengujian Kincir Air <i>Type Pelton Wheel</i>	15
Gambar 3. 2 Desain geometri kincir <i>pelton</i>	16
Gambar 3. 3 Alur penelitian.....	17
Gambar 3. 4 <i>Pressure Transducer</i>	20
Gambar 3. 5 <i>Flow</i> meter	20
Gambar 3. 6 <i>Tacho</i> meter.....	21
Gambar 3. 7 <i>AVO</i> meter	21
Gambar 3. 8 <i>Arduino uno</i>	22
Gambar 4. 1 Rancang bangun alat.....	24
Gambar 4. 2 Rangkaian kelistrikan	25
Gambar 4. 3 Besi <i>hollow</i>	27
Gambar 4. 4 Besi UNP.....	27
Gambar 4. 5 Besi as	28
Gambar 4. 6 Akrilik	28
Gambar 4. 7 Pipa pvc	29
Gambar 4. 8 Bak penampung air.....	29
Gambar 4. 9 Pompa air	30
Gambar 4. 10 Generator DC	30
Gambar 4. 11 <i>Flow</i> meter.....	31
Gambar 4. 12 <i>Pressure transducer</i>	31
Gambar 4. 13 Stop kran	32

Gambar 4. 14 Pipa <i>elbow</i>	32
Gambar 4. 15 Pipa dop.....	33
Gambar 4. 16 Pipa dop.....	34
Gambar 4. 17 Pipa dop yang sudah dipotong	34
Gambar 4. 18 <i>Bucket</i>	35
Gambar 4. 19 Pipa 8 <i>inch</i>	35
Gambar 4. 20 Pipa pvc pipih.....	36
Gambar 4. 21 Akrilik	36
Gambar 4. 22 Rumah turbin.....	37
Gambar 4. 23 Pemotongan besi <i>hollow</i>	37
Gambar 4. 24 Rangka.....	38
Gambar 4. 25 Pipa pvc	38
Gambar 4. 26 Instalasi pemipaan	39
Gambar 4. 27 Instalasi pemipaan pada kincir air	41
Gambar 4. 28 Perakitan dudukan kincir air	41
Gambar 4. 29 Hasil rancang bangun	42



POLITEKNIK NEGERI BALI

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi hampir semua negara meningkat secara signifikan. Tetapi jika dilihat dari energi yang dapat dihasilkan sangat terbatas dan juga masih sangat mahal untuk mendapatkannya. Hal ini mengakibatkan krisis energi yang melanda dunia dewasa ini telah menarik perhatian para ahli untuk menemukan sumber-sumber energi baru yang lebih murah yang tersedia dalam jumlah yang besar.

Salah satu alat yang menjadi bahan praktikum adalah mengenai pembangkit listrik tenaga piko hidro. Piko hidro atau yang dimaksud dengan pembangkit listrik tenaga piko hidro adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air.

Pembangkit listrik tenaga piko hidro memanfaatkan energi potensial atau energi kinetik air. Untuk merubah energi potensial maupun kinetik air dibutuhkan peralatan misalnya turbin *pelton*. Energi potensial air dipengaruhi oleh ketinggiannya, sedangkan energi kinetik dipengaruhi oleh kecepatan air tersebut. Turbin *pelton* merupakan turbin impuls, yaitu turbin yang digerakkan oleh energi kinetik satu air. Semprotan (jet) air yang berkecepatan tinggi mengenai buket *runner* dan setelah menggerakkan *runner* air keluar pada kecepatan rendah, yang berarti sebagian energinya tidak diserap oleh *runner*.

Tekanan air masuk dan keluar *bucket* adalah tekanan atmosfer (Hadimi, 2015). Oleh karena itu dibuat Proyek Akhir tentang pembangkit listrik tenaga piko hidro yang sesuai dengan standar dimana dalam TA ini digunakan untuk pengujian atau praktikum berupa pengendalian level, aliran dan memanfaatkan daya putar turbin yang mana turbin yang digunakan adalah turbin *pelton*.

Piko hidro memiliki kelebihan yaitu mudah untuk dibuat sendiri, memanfaatkan sumber daya alam terbarukan karena menggunakan aliran air yang ada di lingkungan sebagai pembangkit energi listrik dan diharapkan bisa menjadi alternatif untuk menyalurkan energi listrik ke daerah-daerah yang belum tersalur listrik oleh PLN.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian Proyek Akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat Kincir air *type pelton wheel*?
2. Bagaimana cara menentukan parameter turbin *pelton* pada pembangkit listrik tenaga piko hidro skala laboratorium?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batas ruang lingkup dari penelitian Proyek Akhir ini sebagai berikut:

1. Kincir air yang digunakan perancangan ini adalah jenis kincir air *type pelton*.
2. Variasi *head* aliran air dalam pengujian adalah disesuaikan dengan spesifikasi dari pompa *booster* yang digunakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus sebagai berikut :

1.4.1 Tujuan umum

Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan D3 pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan khusus

1. Agar dapat merancang dan membuat kincir air *type pelton wheel*.
2. Agar dapat menentukan parameter turbin *pelton* pada pembangkit listrik tenaga piko hidro skala laboratorium.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulis berharap hasil pengujian ini dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1.5.1 Bagi penulis

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai kinerja pembangkit listrik tenaga piko hidro (PLTPH).
2. Pengujian ini bermanfaat sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali khususnya Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara dan dapat mengaplikasikan teori serta mengembangkan ide-ide dan menuangkan langsung berdasarkan permasalahan yang ada disekitar kita.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

1. Adanya pengembang peralatan praktik di Laboratorium Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Dapat menambah koleksi bahan bacaan dan dapat dipergunakan sebagai acuan bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali, khususnya Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.

1.5.3 Bagi masyarakat

1. Hasil pengujian dapat memberikan pengetahuan baru bagi banyak kalangan masyarakat.
2. Agar masyarakat dapat mengetahui karakteristik kinerja dari alat pembangkit listrik tenaga piko hidro (PLTPH).
3. Alat ini bisa dimanfaatkan untuk kalangan masyarakat khususnya pada pedesaan, pedalaman dan pegunungan yang belum terdistribusi oleh listrik PLN.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun alat dan rancang bangun kincir air *type pelton wheel* untuk ekstraksi energi air dengan *head* rendah ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi kincir air *type pelton wheel* untuk ekstraksi air dengan *head* air rendah sebagai berikut:
 - a. Poros yang digunakan, menggunakan bahan st-42 berdiameter 20 mm, panjang 450 mm.
 - b. Kincir air yang dibuat menggunakan bahan pipa pvc yang berukuran 8 inch berdiameter 215 mm, pada sirip kincir menggunakan bahan pipa dop yang berukuran $\frac{1}{2}$ inch dan dibelah menjadi 2 jadi berdiameter 55 mm dengan tinggi 30 mm sebanyak 27 biji. Total keseluruhan diameter kincir air adalah 285 mm.
 - c. Pada instalasi pemipaan menggunakan bahan pipa pvc yang berukuran $\frac{1}{2}$ inch dan menggunakan *valve* berukuran $\frac{1}{2}$ inch untuk mengatur laju aliran air.
 - d. Menggunakan generator *permanent magnet type DC brushless* motor yang berkapasitas 24 volt
 - e. Menggunakan bak penampung air yang berkapasitas 150 liter.
2. Setelah melakukan pengujian dan pengambilan data, diperoleh hasil laju aliran air sebesar 25 lpm dengan tekanan air sebesar 5 psi, yang mampu memutar kincir air dan generator sebesar 743,1 rpm dan dapat menghidupkan lampu 3 watt dengan *nozzle* 10 mm.

3. Pengujian dan pengambilan data dengan menggunakan *nozzle* 12 mm, diperoleh laju aliran air sebesar 30 lpm dengan tekanan air sebesar 2 psi, yang mampu memutar kincir air dan generator sebesar 474,1 rpm dan dapat menghidupkan lampu 3 *watt* dengan hasil cahaya lampu redup.
4. Pengujian selanjutnya tanpa menggunakan *nozzle* diperoleh laju aliran air sebesar 35 lpm dengan tekanan air 0 psi, yang mampu memutar kincir air dan generator sebesar 139,9 rpm dan tidak dapat menghidupkan lampu 3 *watt*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian diatas penulis memiliki sedikit saran yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut:

1. Pada saat alat di hidupkan air yang seharusnya langsung jatuh ke dalam bak penampung air masih bisa keluar melalui cela-cela rumah turbin dikarenakan rumah turbin yang masih kurang efektif. Diharapkan kedepannya rumah turbin tersebut dapat dibuat lebih efektif lagi agar air tidak bisa keluar dari cela-cela rumah turbin tersebut.
2. Alat ukur yang digunakan masih banyak menggunakan alat ukur manual, diharapkan bisa di kembangkan selanjutnya menggunakan alat ukur otomatis. Sebagai contoh pada pengukuran putaran generator dan putaran kincir air masih menggunakan *tacho* meter manual. Di harapkan bisa di kembangkan lagi sehingga alat ukurnya tidak terpisah pada sistem pemodelan PLTPH.
3. Dalam sudut tembakan *nozzle* belum bisa di variasikan sehingga peneliti tidak mengetahui sudut tembakan *nozzle* yang paling efektif pada sudut berapa.
4. Putaran kincir air yang kurang *center* dikarenakan saat pemotongan kincir air yang kurang presisi. Diharapkan untuk selanjutnya pada proses pembuatan kincir air bisa lebih presisi lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali Thobari, Mustaqim, Hadi W. 2015. *Analisa Pengaruh Putaran Sudut Keluar Sudu Terhadap Putaran Turbin Pelton*. Tegal : Universitas Pancasakti Tegal.
- Andi, S. 2013. *Perancangan dan Pengujian Turbin Kaplan Pada Ketinggian (H) 4 M Sudut Sudu Pengarah 300 Dengan Variabel Perubahan Debit (Q) dan Sudut Sudu Jalan*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Arsis Ahmad. 2003. *Program Pelatihan Dan Panduan Perancangan Hidraulika Waterway*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 1994.
- Caesar, W. 2020. *Persamaan Bernoulli (Persamaan dasar mekanika fluida)*. Terdapat pada : <https://www.aeroengineering.co.id/2020/03/persamaanbernoulli-persamaan-dasar-mekanika-fluida/>. Diakses pada tanggal 20 januari 2022
- Corio, D. 2019. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*. Vol. 8, No. 3, 97-103.
- Friska, A. P. 2018. *Analisa Pengaruh Sudut dan Debit Aliran Terhadap Performa Turbin Kaplan*. Volume 1 No. 1. Surabaya: Universitas 17 Agustus Surabaya.
- Hadimi, S. A. 2015. *Rancang bangun model turbin pelton mini sebagai media simulasi/praktikum mata kuliah konversi energi dan mekanika fluida*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Vol. 9, No. 1, 2006: 16 – 24, 16 - 24.
- Hery Irawan, S. R. 2018. *Analisis Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton Dengan Variasi Buka-an Katup Dan Beban Lampu Menggunakan Inverter*. Januari 2018, Vol. 03, No. 01, hal 27- 31, 27-31.
- Irawan, D. 2014. *Prototype turbin pelton sebagai energi alternatif mikrohidro di lampung*. TURBO ISSN 2301-6663 Vol. 3 NO. 1, 1-6.
- Lorens, R. K. 2013. *Persamaan-persamaan Dasar dalam Fluida Bergerak (Part*
<http://lorenskambuaya.blogspot.com/2013/09/persamaan-persamaan-dasardalam-fluida.html?m=1>. Diakses pada tanggal 20 januari 2022
- Pasaribu, R. 2020. *Rancang bangun pembangkit listrik tenaga piko hidro terapung menggunakan turbin crossflow*. Universitas sumatera utara, 1-52.
- Rahman, A. 2018. *Pengaruh debit air terhadap kinerja kincir air*. Jurnal Dinamis Vol 2. No. 12 Desember 2018 (Aliah Rahman, Kimin, 76-79), 76-79.

- Rahmawan, H. A. 2018. *Rancang bangun turbin pelton pada pembangkit listrik mikro hidro (PLTMH)*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ryan, F. 2016. *Pengaruh Ukuran Diameter Nozzle 7 dan 9 mm Terhadap Putaran sudu dan Daya Listrik Pada Turbin pelton*. Depok: Universitas Gunadarma.
- Sutikno, D. 2011. *Study on Pressure Distribution in the Blade Passage of the Francis Turbine*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 2, No. 2: 154 – 158. Malang: Universitas Brawijaya.
- Wibowo, P. 2007. *Turbin Air*, Graha Ilmu: Yogyakarta.