

**RANCANG BANGUN TURBIN ALIRAN SILANG (*CROSSFLOW*)
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO
(PLTMH) DI SUNGAI DESA TALANG MULYA KECAMATAN
PADANG CERMIN KABUPATEN PESAWARAN**

(Skripsi)

Oleh

AHMAD KURNIAWAN PURGA



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2019

ABSTRAK

RANCANG BANGUN TURBIN ALIRAN SILANG (*CROSSFLOW*) SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DI SUNGAI DESA TALANG MULYA KECAMATAN PADANG CERMIN KABUPATEN PESAWARAN

Oleh

AHMAD KURNIAWAN PURGA

Perkembangan perangkat elektronik di Indonesia semakin meningkat, kebutuhan akan energi listrik pun semakin meningkat, baik perangkat elektronik rumah tangga maupun alat komunikasi. Kebutuhan terhadap listrik meningkat menyebabkan pasokan energi listrik selalu berkurang. Perkembangan pembangkit listrik di Indonesia saat ini pada umumnya yaitu pembangkit listrik menggunakan bahan bakar fosil berupa minyak bumi dan batubara yang suatu saat akan berkurang jumlahnya akibat eksploitasi yang berlebih. Sedangkan terdapat sumber energi alternatif lain yang dapat digunakan seperti sumber energi panas bumi, panas matahari, angin dan air. Berdasarkan sumber Kementrian ESDM, potensi sumber energi air di Indonesia mencapai 75 GW, dimana pulau Sumatera berada di posisi ketiga terbesar dengan 15.600 MW. Propinsi Lampung salah satu yang memiliki potensi sumber energi air tersebut. Berdasarkan penelitian oleh Subekti Bagus di Sungai Way Ngison desa Kebagusan Kecamatan Gedong Tataan memiliki potensi energi air 5105,15 watt. Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat turbin berdasarkan studi potensi Subekti Bagus. Metode yang digunakan yaitu merancang turbin berdasarkan *head* dan debit yang telah dilakukan peneliti sebelumnya dan mendapatkan hasil dimensi turbin yaitu Diameter Luar 210 mm, Panjang Sudu 177 m, Ketebalan Sudu antara 1,0-1,2 mm serta Jumlah Sudu 18 buah.

Kata kunci : *head*, debit, turbin air

ABSTRACT

DESIGNING OF CROSSFLOW TURBINE AS A MICRO HYDRO POWER PLANT (PLTMH) IN THE RIVER OF TALANG MULYA VILLAGE, PADANG CERMIN SUB-DISTRICT, PESAWARAN REGENCY

By

AHMAD KURNIAWAN PURGA

The development of electronic devices in Indonesia is gradually rising and the need of electrical energy is increasing as well especially for both household electronic and communication devices. This high demand of electricity causes the supply of electricity to be decreased. Nowadays, the development of power plants in Indonesia generally uses fossil fuel in the form of petroleum and coal that will decrease significantly in the future as the result of exceeded exploitation. Meanwhile, there are other alternative energy sources that can be used, namely geothermal energy, solar heat, wind and water. According to the Ministry of Energy and Mineral Resources, the potential of water energy sources in Indonesia reaches 75 GW, of which Sumatera Island is in the third largest position with 15,600 MW, and Lampung Province is one of the potential sources of water energy. Based on the research conducted by Subekti Bagus in Way Ngison River located in Kebagusan Village, Gedong Tataan Sub-district, it has water energy potential approximately 5105,15 W. Furthermore, this study is aimed to design and make a turbin according to potential study from Subekti Bagus. The method used in this study is designing a turbine based on the data of head and discharge from previous research. Finally, the results of this study are as follows: dimension of outer diameter: 210 mm, length of blade: 177 m, thickness of blade between 1.00-1.2 mm, and the number of blades is 18 pieces.

Keywords: head turbine, discharge turbine, water turbin

**RANCANG BANGUN TURBIN ALIRAN SILANG (*CROSSFLOW*)
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO
(PLTMH) DI SUNGAI DESA TALANG MULYA KECAMATAN
PADANG CERMIN KABUPATEN PESAWARAN**

Oleh
AHMAD KURNIAWAN PURGA

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA TEKNIK

Pada
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2019

**Judul Skripsi : RANCANG BANGUN TURBIN ALIRAN
SILANG (CROSSFLOW) SEBAGAI
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKRO HIDRO DI SUNGAI DESA TALANG
MULYA KECAMATAN PADANG CERMIN
KABUPATEN PESAWARAN**

Nama Mahasiswa : Ahmad Kurniawan Purga

Nomor Pokok Mahasiswa : 1115021006

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik


MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Agus Sugiri, S.T., M.Eng.
NIP. 197008041998031003


M. Dyan Susila ES, S.T.M.Eng.
NIP. 198010012008121001

2. Ketua Jurusan Teknik Mesin


Ahmad Su'udi, S.T., M.T.
NIP. 197408162000121001

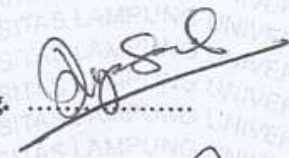
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

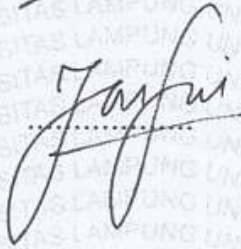
Ketua : Agus Sugiri, S.T., M.Eng.



Anggota : M. Dyan Susila ES, S.T., M.Eng.



Penguji Utama : Jorfri B. Sinaga, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof. Dr. Suharno, M.Sc.
NIP. 196207171987031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Desember 2018

PERNYATAAN PENULIS

SKRIPSI INI DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN BUKAN HASIL
PLAGIAT SEBAGAIMANA DIATUR DALAM PASAL 27 PERATURAN
AKADEMIK UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN SURAT KEPUTUSAN
REKTOR No. 3187/H26/DT/2010.

YANG MEMBUAT PERNYATAAN



AHMAD KURNIAWAN PURGA

NPM. 1115021006

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Kotagajah Lampung Tengah pada tanggal 16 Oktober 1993, sebagai anak ketiga dari empat bersaudara dari Ayah bernama Drs. M. Rifa'i Basri dan Ibu bernama Sri Dwiyatmani S.Pd.

Pendidikan penulis diawali di Taman Kanak-kanak Pertiwi Kotagajah pada tahun 1998, tahun 1999 di SD Negeri 3 Kotagajah, tahun 2005 dilanjutkan ke SMP Negeri 2 Kotagajah dan lulus pada tahun 2008, penulis menempuh pendidikan di SMA Negeri 1 Kotagajah dan lulus pada tahun 2011.

Pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung, selama kuliah penulis aktif dalam Unit Kegiatan Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (Himatem) Universitas Lampung dari tahun 2011 - 2014, pada tahun 2013 - 2014 penulis dipercaya sebagai Kepala Bidang Pendidikan dan Pelatihan Himatem (diklat). Penulis juga pernah menjadi asisten Laboratorium Mekanika Fluida Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung 2015 – 2017.

Pada tahun 2014 penulis melaksanakan kerja praktik di PT. Astra Otoparts Tbk. Divisi Adiwira Plastik, Desa Ciluar, Bogor Jawa Barat Plant 1 Bagian Produksi, dengan judul “Analisa Manufaktur *Part Cover Case Air Cleaner*”. Selanjutnya pada tahun 2016 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 60 hari di Desa Pasiran Jaya Kecamatan Dente Teladas Kabupaten Tulang Bawang Propinsi Lampung.

Pada bulan Juni 2017, penulis mulai melakukan Tugas Akhir (TA) di bidang Konversi Energi, dengan judul “Rancang Bangun Turbin Aliran Silang (*Crossflow*) Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Sungai Desa Talang Mulya Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran”. Proses penelitian tugas akhir ini diselesaikan pada bulan Februari 2018. Penulis dinyatakan Lulus Sidang Konfrehensif pada tanggal 18 Desember 2018.

DENGAN RASA SYUKUR KEPADA **ALLAH SWT**

KARYA INI KUPERSEMBAHKAN UNTUK :

Kedua Orang Tua

Ayah M. Rifai Basri

Dan

Ibu Sri Dwiyatmani

Keluarga

Cik Wo Nita, Cik Ngah Fitri, Adek Nuril

Terima Kasih Wawan :

Untuk segala perhatian, kesabaran, keikhlasan dan kasih sayangnya

Rekan-Rekan Seperjuangan

**Almamater Tercinta
Teknik Mesin Universitas Lampung**

KATA-KATANYA . . .

Wahai orang-orang yang beriman! Tetaplah beriman kepada Allah dan Rasul-Nya (Muhammad) dan kepada Kitab (Al-Qur'an) yang diturunkan kepada Rasul-Nya, serta kitab yang diturunkan sebelumnya. Barangsiapa ingkar kepada Allah SWT, Malaikat-malaikat-Nya, Kitab-kitab-Nya, Rasul-rasul-Nya, dan hari kemudian, maka sungguh, orang itu telah tersesat sangat jauh.

(Al-Qur'an Surat An-Nisa' Ayat 136)

Baca Qur'an setidaknya 1 hari 1 ain, gak usah banyak-banyak yang penting dipahami sama terjemahannya.

(Uwak Perempuan)

**Suatu yang sudah diketahui salah jangan diikuti,
cari yang baik agar untuk selanjutnya menjadi baik.**

(J. B. S)

Acak Khasa Jak Keliyak

(Ayah)

SANWACANA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan ridho-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi dengan judul **“Rancang Bangun Turbin Aliran Silang (*Crossflow*) Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Di Sungai Desa Talang Mulya Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran”** adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan motivasi serta dukungan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Drs. Suharno, Msc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Ahmad Su'udi, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
4. Bapak Agus Sugiri, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan banyak waktu, ide, serta pengarahannya dalam penyusunan skripsi ini.

5. Bapak M. Dyan Susila ES, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Kedua dalam tugas akhir yang telah memberikan banyak ide serta pengarahannya dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Jorfri B. Sinaga S.T., M.T., selaku Dosen Pembahas dalam tugas akhir yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat bermanfaat bagi penulis.
7. Bapak Moh. Badaruddin, S.T., M.T., Ph.D, selaku Pembimbing Akademik yang telah memberi motivasi, pengarahan, serta perhatian selama di kampus.
8. Seluruh *staff* pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung yang telah banyak memberikan ilmunya kepada penulis serta Mas Marta, Mas Dadang, Mas Nanang, Mas Gimam yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
9. Kedua Orang Tua, untuk Ayah M. Rifai Basri, S.pd dan Ibu Sri Dwiyatmani S.Pd., yang selalu memberikan nasihat, dukungan dan selalu mendoakan penulis sehingga dapat menyelesaikan studi untuk mendapat gelar Sarjana.
10. Cik Wo Erda Yusnita, S.T., M. Eng., MURP, Cik Ngah ir. Fitri Yustina, S.T., M. Sc. Dan Adek Nuril Syahida yang selalu membantu penulis, memberi dukungan, dan mendoakan penulis agar bisa menyelesaikan skripsi.
11. Teman seperjuangan Kerja Praktik Adiwira Plastik, Siswanto, S.T., dan Eko Wahyu Saputra S.T.

12. Kosan Eko Wijayanti Deny, Agung, Atin Umpu, Mas Iyunk, Mas Cipto, Bang Ryan, Bang Lian, Kak Bayu, Harry, Wiji, Kak Dafson, Noni, Ardel dan Mbak Lida serta bapak Abdul sekeluarga.
13. Abang dan Mbak Teknik Mesin dari angkatan 1998-2010 serta adik tingkat angkatan 2012-2015 yang selalu bisa ditanya dan diminta tolong baik urusan kampus maupun urusan himpunan.
14. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin 2011 Yudi Setiawan (Komti '11), Panji, Siswanto, Fahmi, Ryan Nguk, Eko Alan, Eko W, Andreas, Syarif, Padang, Mbul, Mbek Gautama, Anam, Riski, Dimas, Harry, Joko, Jati, Eko Pal, Faisal, Dedek, Fadly, Pendi, Eko Nur, Jessi, Ratih, Tami, Teta, Adi Yusuf, Defan, Reza, Benny, Bang Panly dan rekan-rekan Teknik Mesin 2011 lainnya yang tidak bisa penulis tulis satu-persatu, yang telah saling membantu dan saling mendukung selama ini. Semoga persaudaraan kita tetap terjaga "*Solidarity Forever*".

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Bandar Lampung, April 2019

Penulis

Ahmad Kurniawan Purga

DAFTAR ISI

	Halaman
SANWACANA	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SIMBOL	x
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	6
B. Komponen-komponen PLTMH.....	7
C. Turbin Air	10
D. Turbin <i>Crossflow</i>	11

E.	Perancangan Turbin Aliran Silang (<i>Crossflow</i>).....	12
1.	Studi Potensi	12
2.	Perancangan Dimensi Turbin.....	13
F.	Teknik Analisa Data	16
1.	Daya Air.....	17
2.	Daya Turbin.....	18
3.	Analisis Dimensi Turbin.....	18

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

A.	Tempat dan Waktu	23
B.	Alat dan Bahan.....	23
C.	Tahapan Penelitian	32
D.	Metode Pengumpulan Data.....	33
E.	Metode Pengolahan Data.....	34
F.	Prosedur Pengambilan Data.....	35
G.	Diagram Alir.....	35

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A.	Hasil Perancangan Turbin Crossflow	37
1.	Kecepatan Air Masuk	37
2.	Kecepatan Keliling.....	38
3.	Diameter Turbin.....	38
4.	Panjang Busur.....	39

5.	Panjang Sudu.....	42
6.	Jumlah Sudu.....	42
7.	Ketebalan Sudu.....	43
B.	Pembuatan Gambar 2 Dimensi Turbin.....	45
1.	Dimensi Sudu Turbin	45
2.	Dimensi Poros Turbin	45
3.	Dimensi Turbin.....	46
4.	Dimensi Rumah Turbin.....	46
C.	Hasil Pengujian, Hasil Perhitungan dan Pembahasan.....	47

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

A.	Simpulan	52
B.	Saran	53

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. <i>Layout</i> PLTMH	7
2.2. Turbin <i>Crossflow</i>	12
2.3. Segitiga Kecepatan Lintasan Air Melati Turbin.....	13
2.4. Segitiga Kecepatan Turbin Aliran Silang.....	17
3.1. Tachometer.....	23
3.2. Multitester (AVO Meter).....	24
3.3. Pipa Besi.....	24
3.4. Besi Poros.....	25
3.5. Plat Baja 3 mm.....	25
3.6. Baut dan Mur.....	26
3.7. Gerinda.....	26
3.8. Las Busur Listrik.....	27
3.9. Bor.....	27
3.10. <i>Bearing</i>	28
3.11. Penggaris / Mistar.....	28
3.12. Obeng.....	29

3.13. Timbangan Per.....	29
3.14. Pipa PVC.....	30
3.15. <i>Pulley</i>	30
3.16. <i>V-belt</i>	31
3.17. Teko Ukur	31
3.18. Ember.....	32
3.19. Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir.....	36
4.1. Segitiga Kecepatan Turbin Aliran Silang.....	44
4.2. Dimensi Sudu Turbin	45
4.3. Dimensi Poros Turbin.....	45
4.4. Dimensi Turbin.....	46
4.5. Dimensi Rumah Turbin.....	46
4.6. Hubungan Antara Torsi Terhadap Putaran Turbin.....	50
4.7. Hubungan Antara Daya Turbin Terhadap Putaran Turbin.....	50
4.8. Hubungan Efisiensi Terhadap Putaran Turbin.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Aplikasi penggunaan turbin berdasarkan tinggi <i>head</i>	10
3.1. Contoh Tabel Untuk Hasil Pengujian.....	34
4.1. Hasil Perancangan Turbin.....	43
4.2. Data Segitiga Kecepatan.....	44
4.3. Data Pengujian Turbin.....	47
4.4. Data Potensi Sungai Talang Mulya.....	48
4.5. Hasil Perhitungan Turbin.....	49

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
H	Tinggi jatuh air	m
Q	Debit aliran	m ³ /s
V_a	Kecepatan aliran sungai	m/s
V_f	Kecepatan laju benda apung	m/s
A	Luas penampang sungai	m ²
g	Percepatan gravitasi	m/s ²
D_p	Diameter pipa	m
n	Koefisien kekerasan material	
h_f	<i>Friction loss</i>	m
...	Massa jenis	kg/m ³
	Efisiensi turbin	%
P	Daya yang dibangkitkan turbin	kW
N	Kecepatan putaran turbin	rpm
n_{11}	Kecepatan tinggi putaran turbin	rpm
N_s	Kecepatan spesifik turbin	rpm
C_1	Kecepatan air masuk turbin	m/s
C_v	Koefisien kecepatan air pada <i>nozzle</i>	
U_1	Kecepatan keliling sisi masuk turbin	m/s

Ku_1	Koefisien kecepatan keliling	
r	Sudut mutlak dibentuk kecepatan absolut dan keliling	0
D_1	Diameter <i>runner</i> pada sisi masuk	m
D_2	Diameter <i>runner</i> bagian dalam	m
R_1	Jari-jari runner pada sisi masuk	m
R_2	Jari-jari runner bagian dalam	m
	Sudut kelengkungan sudu	0
\emptyset	Sudut busur pemasukan	
rb	Jari-jari kelengkungan sudu	mm
rp	Jari-jari kelengkungan jarak bagi <i>pitch</i> sudu	mm
b	Panjang sudu	mm
S_1	Ketebalan sudu	mm
z	Junlah mangkuk optimal/sudu	
P_{hyd}	Daya Hidrolik	watt
U	Kecepatan sudut	m/s
W_3	Kecepatan relatif total	m/s
C_3	Kecepatan absolut total	m/s
α_3	Sudut antara C dan jarak aksial	0
β_3	Sudut antara W dan aliran <i>axial</i>	0
C_2	Kecepatan absolut total	m/s
W_2	Kecepatan <i>relative</i> total	m/s
α_2	Sudut antara C dan jarak aksial	0

ξ	Sudut Stagger	0
	Sudut camber	0
δ	Sudut deviasi	0
Pt	Daya Turbin	watt

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi utama yang dibutuhkan oleh manusia untuk keperluan perangkat elektronik, di mana peralatan elektronik memiliki fungsi sebagai penunjang kegiatan manusia. Perkembangan alat elektronik semakin maju dan permintaannya semakin meningkat, sehingga kebutuhan terhadap energi listrik pun meningkat, hal ini menyebabkan pasokan energi listrik selalu berkurang. Oleh karena itu Pemerintah Indonesia melalui Kementerian ESDM sejak tahun 2015 memiliki program 35.000 MW, yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia yang terus meningkat. Hingga diawal tahun 2017 berdasarkan data PT. PLN Persero, mereka mengatakan bahwa “progres pembangunan pembangkit listrik 35.000 MW di seluruh Indonesia telah mencapai 41%” (detikfinance, 2017).

Pembangkit listrik yang digunakan oleh Indonesia pada umumnya yaitu pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang menggunakan bahan bakar berupa batu bara, di mana batu bara merupakan salah satu bahan bakar fosil yang terbentuk selama berjuta-juta tahun yang lalu. Apabila terjadi penggunaan bahan bakar fosil secara berlebihan kemungkinan bahan bakar ini akan habis. Oleh karena itu pemerintah harus mempunyai alternatif energi lainnya seperti

pemanfaatan energi geothermal atau panas bumi, energi panas matahari, energi angin, energi gelombang laut dan energi air.

Berdasarkan data oleh kementerian energi sumber daya dan mineral (ESDM), potensi listrik dari tenaga air diperkirakan mencapai 75GW yang berasal dari aliran sungai yang tersedia di alam. Bukti keseriusan pemerintah dalam mengelola potensi listrik tenaga air yaitu melalui kementerian energi sumber daya dan mineral (ESDM) menerbitkan peraturan menteri Nomor 19 Tahun 2015 (permen 19/2015) tentang subsidi dan penentuan harga beli untuk perusahaan listrik negara (PLN) agar membeli listrik dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro dimulai tahun 2017, dengan visi pemerintah Indonesia 2023 untuk mencapai produksi listrik tenaga mikrohidro sebesar 21 MW (EBTKE ESDM, 2016).

Berdasarkan data di atas dapat dikatakan bahwa potensi energi air di Indonesia sangatlah besar, terutama di Papua, Sulawesi dan Sumatera masing-masing daerah tersebut dapat menyumbang listrik sebesar 22.350 MW, 21.600 MW dan 15.600 MW. Khusus di Pulau Sumatera pemanfaatan energi potensial air tidak terlalu dimanfaatkan oleh pemerintah setempat, sehingga warga yang berada di daerah ketinggian dan belum terjangkau PLN tidak dapat menikmati listrik.

Propinsi Lampung merupakan salah satu daerah di Pulau Sumatera yang memiliki potensi energi air yang besar terutama Kabupaten Lampung Barat, Pesawaran dan Tanggamus, daerah ini di lewati oleh sungai yang memiliki

debit dan perbedaan ketinggian, semestinya energi potensial dari air tersebut dapat digunakan untuk menggerakkan turbin.

Berdasarkan penelitian yang dibuat oleh Bagus (2012) tentang studi potensi PLTMH di Sungai Way Ngison Desa Kebagusan Kecamatan Gedong Tataan diperoleh Debit (Q) sebesar $0,0584 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan perbedaan ketinggian aliran (H) sebesar 12,73 menghasilkan Daya Turbin (Pt) sebesar 5105,15 watt. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan perancangan, pembuatan serta pengujian turbin aliran silang di Desa Talang Mulya Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran yang juga memiliki potensi air sebagai pembangkit.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki maksud dan tujuan yang ingin dicapai, yaitu :

1. Merancang turbin aliran silang (*crossflow*) berdasarkan debit dan *head* dari hasil studi potensi Subekti Bagus.
2. Membuat turbin aliran silang (*crossflow*) sesuai rancangan yang sudah dihitung sebelumnya dan membuat gambar 2 dimensi pada program menggambar *solidworks*.
3. Menguji turbin untuk mendapatkan nilai daya turbin dan efisiensi turbin.

C. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil yang lebih terarah, maka pada penelitian ini diberikan batasan masalah, yaitu :

1. Penelitian dilakukan berdasarkan data studi potensi Bagus (2012) berupa *head* dan debit.
2. Rancangan turbin berdasarkan head efektif dan debit optimum berdasarkan studi potensi pada penelitian sebelumnya.

D. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah:

I. PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang, tujuan penelitian, kerangka penelitian dan hipotesis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tentang teori dasar dan parameter yang berhubungan dengan PLTMH, turbin *crossflow* dan persamaan untuk merancang turbin.

III. METODE PENELITIAN

Terdiri atas hal-hal yang berhubungan dengan pelaksanaan penelitian, yaitu tempat penelitian, alat dan bahan penelitian, metode penelitian, pengumpulan data, pengambilan data dan pengolahan data.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi penyajian hasil penelitian dan pembahasan dari data-data yang diperoleh.

V. SIMPULAN DAN SARAN

Berisikan tentang simpulan yang dapat ditarik serta saran-saran yang ingin disampaikan dari penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

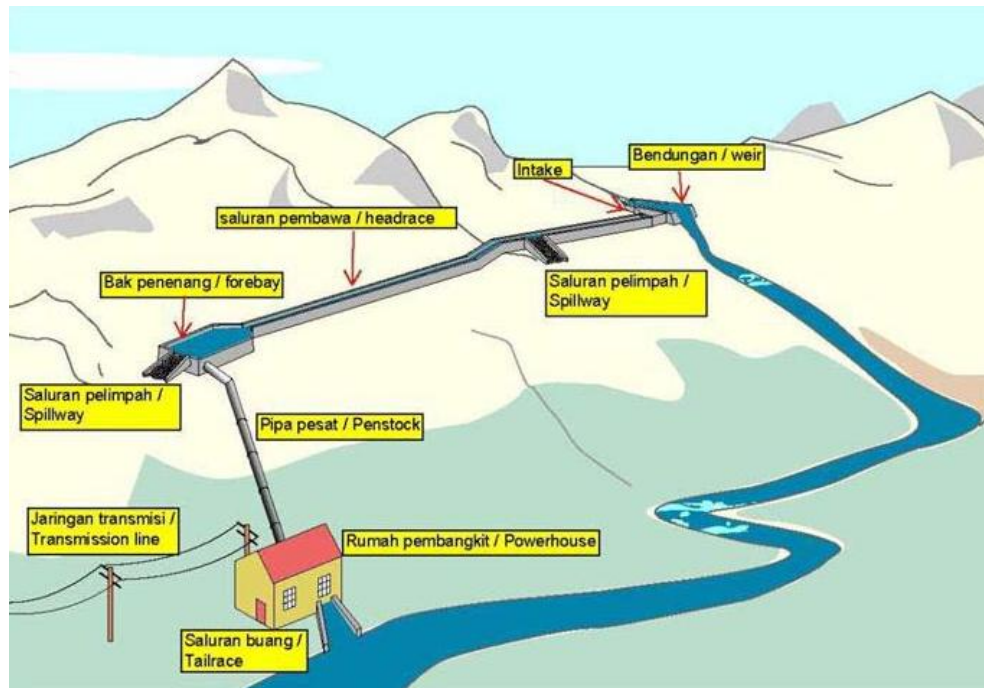
A. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

Mikro Hidro berasal dari kata *micro* yang berarti kecil dan *hydro* yang artinya air, sehingga arti keseluruhan dari pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) adalah pembangkitan listrik skala kecil yang digerakkan oleh tenaga air, yang dimaksud tenaga air di sini adalah suatu aliran sungai, air terjun atau danau yang dibendung dengan perbedaan ketinggian tertentu dan memiliki debit yang cukup untuk menggerakkan baling-baling dari turbin.

Secara umum mikro hidro memiliki prinsip kerja yaitu merubah energi potensial yang dimiliki oleh aliran air menjadi energi kinetik, dari energi kinetik aliran air diarahkan menuju turbin untuk menumbuk baling-baling turbin sehingga turbin berputar, sehingga pergerakan turbin ini akan menghasilkan energi mekanik. Dari energi mekanik ini apabila gaya diteruskan kepada generator melalui *pully* maka pergerakan turbin akan menghasilkan arus listrik. Selain itu mikro hidro merupakan salah satu sumber energi terbarukan, ramah lingkungan, tidak menimbulkan pencemaran lingkungan terutama untuk irigasi dan perikanan (Ansori, 2014).

B. Komponen-komponen PLTMH

Adapun komponen-komponen dalam rangkaian pembangkit listrik tenaga mikrohidro diantaranya seperti terlihat pada gambar 2.1 :



Gambar 2.1. Layout PLTMH (Riadi, 2016)

Gambar 2.1 menjelaskan tentang rangkaian dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro berupa komponen-komponen pendukung seperti bendungan, saluran air pembawa, bak penampung, pintu air, pipa pesat (*penstock*), rumah turbin dan generator, berikut penjelasan tentang fungsinya :

1. Bendungan (*Weir*) dan *Intake*

Konstruksi bangunan *intake* untuk mengambil air langsung dapat berupa bendungan (*weir*) yang melintang sepanjang lebar sungai atau langsung membagi aliran air sungai tanpa dilengkapi bangunan bendungan. Lokasi

intake harus dipilih secara cermat untuk menghindari masalah di kemudian hari.

2. Saluran Pembawa (*Head Race*)

Saluran pembawa berfungsi untuk mengalirkan air dari *intake* sampai ke bak penenang atau bak penampung.

3. Pipa Pesat (*Penstock*)

Pipa pesat (*penstock*) adalah pipa yang berfungsi untuk mengalirkan air dari bak penenang atau bak penampung. Diameter pipa pesat dipilih dengan pertimbangan keamanan, kemudahan proses pembuatan, ketersediaan material dan tingkat rugi-rugi (*fiction losses*) seminimal mungkin.

4. Pintu Saluran Pembuangan

Pintu saluran pembuangan ini berfungsi untuk membuang air apabila terjadi kelebihan volume air pada saluran pembawa.

5. Pintu Pengatur

Pintu pengatur berfungsi untuk mengatur volume air yang akan masuk dari kolam penenang ke pipa pesat.

6. Rumah Pembangkit (*Power House*)

Pada rumah pembangkit ini terdapat turbin, generator dan peralatan lainnya. Bangunan ini menyerupai rumah dan diberi atap untuk melindungi peralatan dari hujan dan gangguan-gangguan lainnya.

7. *Power House* atau Rumah Turbin ini terdiri dari beberapa bagian pendukung yaitu :

- a. Turbin, merupakan salah satu bagian penting dalam PLTMH yang menerima energi potensial air dan mengubahnya menjadi putaran (energi mekanis). Putaran turbin dihubungkan dengan generator untuk menghasilkan listrik.
- b. Generator, generator yang digunakan adalah generator pembangkit listrik AC. Untuk memilih kemampuan generator dalam menghasilkan energi listrik disesuaikan dengan perhitungan daya dari data hasil survei. Kemampuan generator dalam menghasilkan listrik biasanya dinyatakan dalam *Volt Ampere* (VA) atau dalam kilo *volt Ampere* (kVA).
- c. Penghubung turbin dengan generator, penghubung turbin dengan generator atau sistem transmisi energi ekanik ini dapat digunakan sabuk atau puli, roda gerigi atau dihubungkan langsung pada porosnya.
 - Sabuk atau puli digunakan jika putaran per menit (rpm) turbin belum memenuhi putaran rotor pada generator, jadi puli berfungsi untuk menurunkan atau menaikkan rpm motor generator.
 - Roda gerigi mempunyai sifat yang sama dengan puli yaitu sebagai penghubung langsung pada poros turbin dan generator, jika putaran turbin sudah lama dengan putaran rotor pada generator.

C. Turbin Air

Turbin adalah sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida. Turbin sederhana memiliki satu bagian yang bergerak. Fluida yang bergerak menjadikan baling-baling berputar dan menghasilkan energi untuk menggerakkan rotor. Turbin air merupakan alat yang digunakan untuk merubah energi potensial pada air untuk menjadi energi mekanik, dimana energi mekanik yang dihasilkan akan diteruskan oleh poros untuk menggerakkan generator atau dinamo dan pergerakan generator ini akan menghasilkan energi listrik (Angga,2013).

Aplikasi penggunaan turbin berdasarkan tinggi head dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini yang menjelaskan jenis turbin berdasarkan perbedaan ketinggian :

Tabel 2.1. Aplikasi penggunaan turbin berdasarkan tinggi *head*

Jenis Turbin	Variasi <i>Head</i> (m)
Kaplan dan Propeler	$2 < H < 20$
Francis	$10 < H < 350$
Pelton	$50 < H < 1000$
Crossflow	$6 < H < 100$
Turgo	$50 < H < 250$

D. Turbin *Crossflow*

Turbin *Crossflow* terdiri dari dua bagian mesin utama hidrodinamika yaitu *runner* yang berputar dan nosel yang diam. *Runner* terbuat dari dua atau lebih lempengan plat berbentuk lingkaran yang digabungkan dengan susunan sudu-sudu turbin air atau *inter-blade* sehingga membentuk lingkaran dengan susunan sudu yang mengelilingi lempengan plat tersebut. Cara kerja turbin *crossflow* sangat sederhana tapi berbeda dengan turbin pelton, dimana setiap *inter-blade* turbin *crossflow* terjadi dua kali tumbukan. Terdapat hubungan antara bentuk sudu, lebar sudu turbin, ketebalan semburan air, jarak antara sudu dan diameter roda sehingga di butuhkan analisis yang jelas. Turbin *crossflow* atau turbin aliran silang merupakan pengembangan dari turbin ossberger yang ditemukan oleh Anthony Michell (Australia), Donat Banki (Hungaria) dan Fritz Ossberger (Jerman). Daerah penggunaan turbin air aliran ini baik sekali digunakan untuk pusat tenaga air yang kecil.

Kapasitas daya yang dapat dibangkitkan turbin *crossflow* atau turbin air aliran silang ini dibawah 100 kw. Tinggi air jatuh yang bisa digunakan di atas 3 m sampai dengan 200 m dan kapasitas antara $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ sampai dengan $9 \text{ m}^3/\text{s}$, dengan efisiensi kurang lebih 80%. Gambar 2.2 merupakan contoh gambar dari runner turbin aliran silang terdiri dari sudu, piringan sudu dan poros putar.



Gambar 2.2. Turbin *Crossflow* (Heksahydro, 2013)

E. Perancangan Turbin Aliran Silang (*Crossflow*)

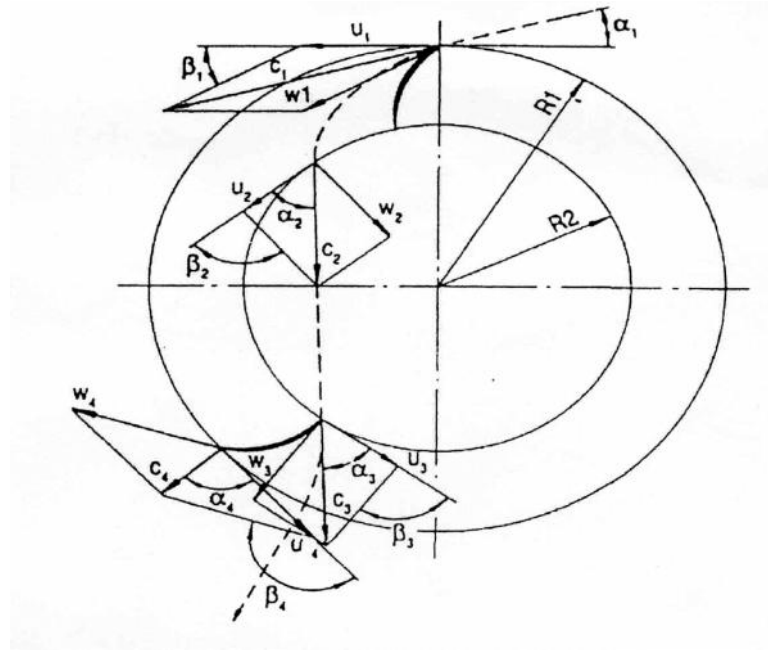
Perancangan turbin aliran silang atau *crossflow* merupakan salah satu usaha untuk menggali dan mengembangkan potensi energi alternatif yang terdapat di daerah Talang Mulya, dalam melakukan penelitian terdapat 2 tahapan yang dilakukan yaitu :

1. Studi Potensi

Studi potensi merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui info dasar sebelum melakukan perancangan suatu turbin. Info dasar yang dimaksud adalah mencari tahu tentang Tinggi Jatuh aliran sungai (H), Debit Air sungai (Q) dan Kecepatan Aliran yang masuk ke sudu (C_1).

2. Perancangan Dimensi Turbin

Perancangan turbin aliran silang (*crossflow*) memerlukan beberapa tahapan setelah studi potensi dilakukan yaitu :



Gambar 2.3. Segitiga Kecepatan Lintasan Air Melati Turbin (Dietsel, 1983)

Keterangan gambar :

➤ Parameter saat air masuk sudu pada tingkat I

W_1 = kecepatan relatif air masuk sudu pada tingkat I

C_1 = kecepatan air masuk turbin

α_1 = sudut kecepatan air masuk bagian luar runner

U_1 = kecepatan linier

β_1 = sudut masuk yang dibentuk oleh kecepatan absolut dengan kecepatan tangensial

➤ Parameter saat air keluar sudu pada tingkat I

W_2 = kecepatan relatif air keluar sudu pada tingkat I

C_2 = kecepatan air keluar turbin

α_2 = sudut kecepatan air masuk bagian dalam runner

U_2 = kecepatan linier saat keluar sudu

a. Desain Panjang Sudu (b)

Panjang sudu ditentukan menggunakan persamaan (Ismono, 1999) :

$$b = 0,006 \cdot nQ / k H \quad (1)$$

Dimana :

n = putaran turbin (rpm)

Q = kapasitas aliran (m^3/s)

H = tinggi jatuh aliran (m)

k = koefisien tebal semburan air terhadap diameter runner

b. Panjang Busur (lb)

Langkah menghitung panjang busur adalah (Arter dan Meier, 1990) :

• Menghitung C :

$$C = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 - 2R_1R_2 \cos(S_1 + S_2)} \quad (2)$$

• Menghitung ϵ (Sudianto, 1999) :

$$v = \text{ArcSin} \left[\frac{R_2 \sin(S_1 + S_2)}{C} \right] \quad (3)$$

• Menghitung ξ :

$$\angle = 180^\circ - (S_1 + S_2 + v) \quad (4)$$

- Menghitung ϕ :

$$w = (S_1 + S_2) - (180^\circ - 2 \cdot \alpha) \quad (5)$$

- Menghitung sudut kelengkungan sudu (δ)

$$u = 180^\circ - 2(S_1 + v) \quad (6)$$

- Menghitung jari-jari kelengkungan sudu (rb) :

$$rb = \frac{d}{\cos(S_1 + v)} \quad (7)$$

dimana untuk mendapatkan nilai d dapat menggunakan persamaan,

$$d = \frac{R_1 \sin w}{2 \sin(180^\circ - \alpha)} \quad (8)$$

- Menghitung jari-jari kelengkungan jarak bagi (*pitch*) sudu (rp) :

$$rp = \sqrt{rb^2 + R_1^2 - 2rb_1 R_1 \cos S_1} \quad (9)$$

- Menghitung panjang Busur (lb)

$$lb = 2 \cdot \pi \cdot rb \cdot \delta / 360^\circ \quad (10)$$

c. Jumlah sudu

Jumlah sudu dapat diperoleh dengan persamaan (Mockmore, 1949) :

$$Z = \frac{f D_1}{t} \quad (11)$$

Dimana :

t = jarak antara sudu luar

$$= S_2 / \sin \beta_1 \quad (12)$$

$$S_2 = k D_1 \quad (13)$$

Untuk mendapatkan nilai k dapat ditentukan dengan nilai anatar 0,075 – 0,10.

Ketebalan sudu (S_1)

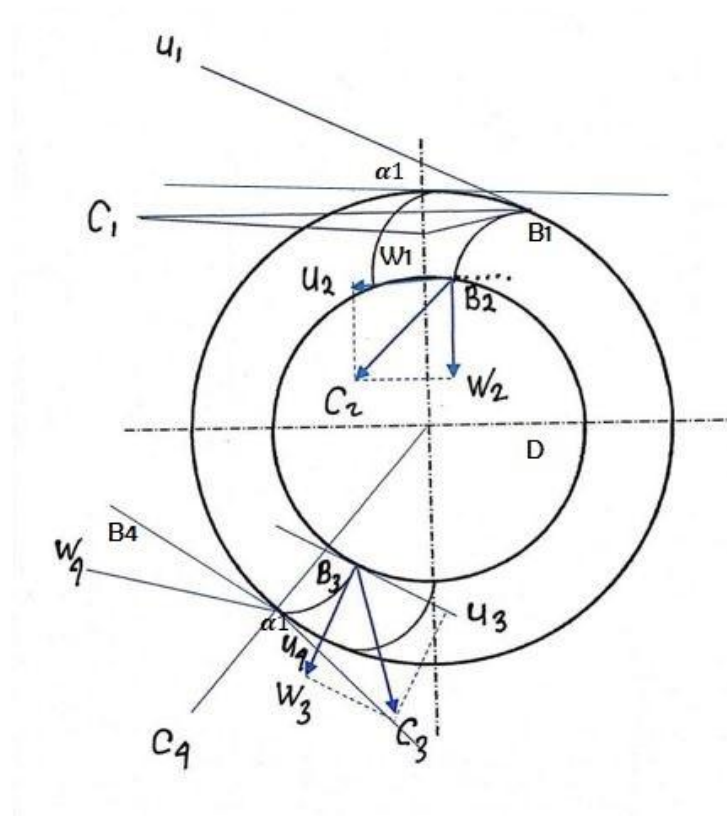
$$S_1 = \frac{\pi D_1}{t z} \quad (14)$$

Adapun factor koreksi (C), :

- Saluran beton, persegi panjang, mulus $c = 0.85$
- Sungai luas, tenang, aliran bebas ($>10m^2$) $c = 0.75$
- Sungai dangkal, aliran bebas ($<10 m^2$) $c = 0.65$
- Dangkal ($<0.5m$), aliran turbulen $c = 0.45$
- Sangat dangkal ($<0.2m$), aliran turbulen $c = 0.25$

F. Teknik Analisa Data

Teknik Analisa adalah model matematika menggunakan persamaan pada prosedur perancangan turbin aliran silang. Analisa desain turbin aliran silang sudah dikembangkan oleh Koehuan dkk, (2009). Dalam analisa ini kecepatan spesifik merupakan suatu besaran penting yang digunakan untuk membedakan tipe turbin dan roda turbin. Pada turbin aliran silang besaran kecepatan spesifiknya adalah :



Gambar 2.4 Segitiga kecepatan turbin aliran silang

$$Nq = n \frac{\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}} \quad (15)$$

Dimana Nq = kecepatan spesifik (rpm)

n = putaran roda turbin

Q = kapasitas air (m^3/s)

H = tinggi jatuh air (m)

1. Daya Air (Ph)

Daya yang dimiliki oleh suatu laju aliran air sungai dengan melihat pada debit dan beda ketinggian aliran.

$$P_h = \rho g H Q \quad (16)$$

Dimana, H merupakan beda ketinggian yang didapatkan melalui pengukuran dan Q merupakan debit aliran sungai.

2. Daya Turbin (Daya Aktual) / P_t

Daya aktual merupakan daya turbin sesuai dengan keadaan di lapangan. Dengan diketahuinya debit air (Q_{aktual}) maka daya turbin dapat diketahui. Daya teoritis merupakan daya yang didapat dari perhitungan debit (Q) dan Head (H). Persamaan untuk mendapatkan daya tersebut yaitu (Sihaloho, 2017) :

$$P_t = 2 \pi n T / 60 \quad (17)$$

Dimana :

T adalah Torsi hasil pengujian dengan alat torsimeter, n adalah putaran turbin yang terjadi selama pengujian.

3. Analisis Dimensi Turbin

Analisa karakteristik dan efisiensi turbin tipe aliran silang pada penelitian ini menggunakan asumsi teoritik banki dengan titik berat analisis pada perhitungan segitiga kecepatan aliran masuk dan keluar runner turbin.

Sehingga pada segitiga kecepatan secara ideal adalah:

$$C_2 = C_3$$

$$U_2 = U_3$$

Berdasarkan penelitian sebelumnya penentuan nilai β_1 sebesar 30° sehingga untuk $\beta_2 = \beta_3$ adalah 90° , $W_2 = W_3$, $\alpha_2 = \alpha_3$ sedangkan sudut α_4 yaitu 90° . Kecepatan absolut untuk air masuk ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$C_1 = C_v \sqrt{2 g H} \quad (18)$$

dimana C_1 adalah kecepatan absolut m/s, C_v adalah faktor koreksi kecepatan aliran dan sebagian besar penelitian menggunakan factor koreksi sebesar 0,98 sehingga dalam penelitian ini menggunakan nilai C_v tersebut, g adalah percepatan gravitasi (9,81 m), dan h adalah head atau tinggi jatuh air. Kecepatan keliling masuk (U_1) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$U_1 = K_{U_1} \times C_1 \times \cos \alpha \quad (19)$$

dimana K_{U_1} merupakan koefisien kecepatan keliling dengan nilai antara 0,48 – 0,51. Sedangkan untuk menghitung diameter turbin yaitu :

$$D_1 = \frac{60 \times U_1}{\pi \times n} \quad (20)$$

D_1 merupakan persamaan untuk menghitung diameter piringan *runner* turbin bagian luar dimana,

$$n = \frac{n_{t1}}{D_p} \sqrt{H_{ef}} \quad (21)$$

H_{ef} merupakan H efektif pada penelitian sebelumnya yaitu 12,73 meter, nilai n_{11} didapat berdasarkan penelitian sebelumnya dengan nilai *head* 12,73 dan debit 50 l/s maka berdasarkan grafik batas aplikasi turbin maka digunakan angka 38 (T14). Sedangkan nilai D_p merupakan asumsi secara teori untuk membantu dalam mencari nilai diameter turbin, dimana :

Diameter pipa pesat dapat dihitung menggunakan rumus (Penche, 1998) :

$$D_p = 2.69 \left(\frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot L}{H} \right)^{0.1875} \quad (22)$$

Dimana :

n = koefisien kekasaran material, untuk bahan PVC $n = 0.009$

(Pence, 1998)

Q = kapasitas aliran

L = panjang pipa pesat asumsi

H = tinggi jatuh air berdasarkan *head* keseluruhan (*head gross*)

setelah nilai n secara teori didapatkan maka nilai tersebut dimasukkan kedalam persamaan dibawah yaitu :

$$D_1 = \frac{60 \times U_1}{\pi \times \Pi}$$

Lalu didapatkan nilai untuk menghitung nilai diameter turbin bagian dalam (D_2) yaitu :

$$D_2 = 0,66 \times D_1 \quad (23)$$

Kecepatan relatif dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$w_1 = \frac{W_{u_1}}{\cos \beta_1} \quad (24)$$

dimana kecepatan relatif terhadap kecepatan keliling (W_{u_1}) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$w_{u_1} = (C_{u_1} - U_1) \quad (25)$$

Kecepatan absolut terhadap kecepatan keliling (C_{u_1}) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$C_{u_1} = C_1 \cos \alpha_1 \quad (26)$$

Kecepatan keliling U_2 dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$U_2 = \frac{\pi n D_2}{60} \quad (27)$$

Kecepatan absolut (C_2) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$C_2 = \frac{U_2}{\cos \alpha_2} \quad (28)$$

α_2 = sudut antara C_2 dengan U_2 dapat dicari dengan persamaan dimana :

$$\alpha_2 = \text{tg} \alpha_2 = \frac{2 \text{tg} \alpha_1}{\left(\frac{D_2}{D_1}\right)} \quad (29)$$

Kecepatan relatif W_2 dapat dihitung dengan persamaan :

$$w_2 = \sqrt{C_2^2 + U_2^2} \quad (30)$$

Turbin aliran silang (crossflow) secara teoritis memiliki parameter pada saat masuk runner (titik 2) sama dengan parameter saat keluar runner (titik 3) sehingga $C_2 = C_3$, $U_2 = U_3$, $W_2 = W_3$, $\beta_2 = \beta_3$ dan $\alpha_2 = \alpha_3$.

Karena titik 1 dan 4 berada dalam lingkaran luar runner, maka $U_1 = U_4$ sedangkan berdasarkan Gambar 2.5, $W_1 = W_4$ Kecepatan absolut (C_4) dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$C_4 = \sqrt{w_4^2 - U_4^2} \quad (31)$$

Daya efektif turbin dapat dihitung dengan persamaan :

$$P_e = \{[(U_3 C_3 \cos \alpha_3) - (U_4 C_4 \cos \alpha_4)]Q\} + \{[(U_3 C_3 \cos \alpha_3) - (U_4 C_4 \cos \alpha_4)]Q\} \quad (32)$$

Nilai efisiensi merupakan perbandingan turbin sungai terhadap daya air seperti persamaan (33) dibawah.:

$$\eta = \frac{P_t}{P_h} \times 100\% \quad (33)$$

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Pembuatan turbin dilakukan di Bengkel Las Azam Batara Nila Bandar Lampung, Pengujian di Desa Talang Mulya Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran. Penelitian ini dilakukan dalam rentang waktu Oktober 2017 hingga Februari 2018.

B. Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. *Tachometer*

Pada penelitian ini alat pendukung seperti *tachometer* merupakan alat untuk mengukur kecepatan rotasi turbin *crossflow*.



Gambar 3.1 *Tachometer*

2. *Multitester* (AVO Meter)

Pada penelitian ini multitester digunakan untuk mengukur kuat arus dan daya yang didapat dari putaran turbin.



Gambar 3.2 *Multitester* (AVO Meter)

3. Pipa Besi

Pipa besi digunakan untuk rumah poros dan pembuatan sudu turbin dengan kelengkungan sesuai diameter turbin.



Gambar 3.3 Pipa Besi

4. Besi Poros

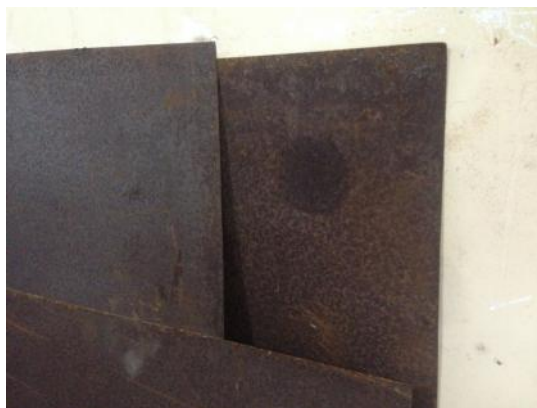
Besi poros atau yang disebut shaft digunakan untuk poros perputaran turbin.



Gambar 3.4 Besi Poros

5. Plat Baja

Plat baja digunakan sebagai piringan turbin dan rumah turbin, dalam penelitian ini plat yang digunakan mulai dari 2mm hingga 3 mm.



Gambar 3.5 Plat Baja 3 mm

6. Baut dan Mur

Baut dan mur dalam penelitian ini merupakan bahan tambahan yang digunakan sebagai penyambung bagian (*part*) dari rumah turbin.



Gambar 3.6 Baut dan Mur

7. Gerinda

Gerinda digunakan untuk memotong plat, pipa besi dan juga poros. Gerinda ini juga digunakan untuk mengamplas bahan material yang terbuat dari baja agar bersih dari karat.



Gambar 3.7 Gerinda

8. Las Busur Listrik

Las busur listrik digunakan untuk menyatukan bagian turbin yang terbuat dari baja dan besi.



Gambar 3.8 Las Busur Listrik (hargamesin.org, 2018)

9. Bor Listrik

Bor listrik digunakan sebagai alat pembuat lubang baut pada rumah turbin yang berbentuk beberapa bagian.



Gambar 3.9 Bor

10. *Bearing*

Bearing digunakan sebagai bantalan dari pergerakan poros turbin dan digunakan sebanyak 2 buah.



Gambar 3.10 *Bearing*

11. Mistar (Penggaris)

Penggaris atau mistar digunakan sebagai pengukur plat besi atau pipa baja sebelum dipotong dan dibentuk sesuai rancangan.



Gambar 3.11 Penggaris / Mistar

12. Obeng

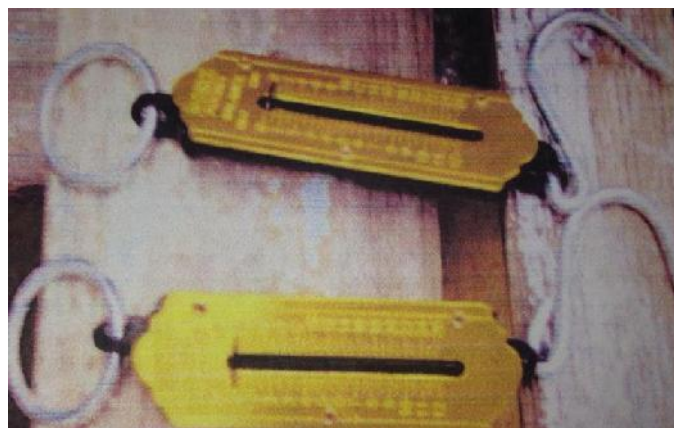
Merupakan alat penunjang dalam mengencangkan baut pada *bearing*.



Gambar 3.12 Obeng

13. Timbangan Per

Timbangan ini digunakan untuk mengukur massa putaran pully, hasil massa putaran pully ini digunakan untuk mendapatkan nilai torsi seperti gambar dan perhitungan lampiran.



Gambar 3.13 Timbangan Per

14. Pipa PVC

Pipa PVC digunakan untuk pipa penstok dari tangki penampung air menuju *nozzle* turbin.



Gambar 3.14 Pipa PVC

15. *Pulley* dan *V-belt*

Pulley dan *v-belt* digunakan sebagai penerus daya dari putaran turbin menuju motor listrik, dalam penelitian ini *Pulley* dan *V-belt* digunakan untuk mendapatkan nilai torsi dengan cara pengereman.



Gambar 3.15 *Pulley* (Ferrocast, 2017)



Gambar 3.16 *V-belt* (PTNBS, 2017)

16. Teko Ukur 0,5 Liter

Teko ukur ini digunakan untuk menghitung volume air yang terdapat pada ember tamping yang digunakan untuk menghitung volume air yang mengalir setiap detik.



Gambar 3. 17 Teko Ukur

17. Ember

Ember ini digunakan untuk mengukur jumlah debit air yang mengalir dari pipa pesat sebelum melakukan pengujian.



Gambar 3. 18 Ember

C. Tahapan Penelitian

Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu :

1. Studi literatur

Penelitian ini bersumber dari berbagai macam literatur baik berupa halaman web, jurnal, buku hingga skripsi mahasiswa yang sebelumnya membahas tentang Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, Turbin Air, *Head* dan Debit. Literatur berupa studi potensi, rencana pembuatan turbin air dan rancangan turbin air.

2. Perancangan turbin

Perancangan turbin didasarkan pada penelitian sebelumnya berupa studi potensi dengan debit dan *head* yang telah diketahui. Perancangan berupa

sudu, piringan sudu, tebal plat yang dipakai, diameter pipa yang digunakan serta dimensi rumah turbin.

3. Pembuatan dan Pengujian

Pembuatan dilakukan Laboratorium Terpadu Teknik Mesin Universitas Lampung dan Pengujian dilakukan di Desa Talang Mulya Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran.

4. Pengumpulan data

Pengumpulan data terdiri dari pengumpulan data sungai, rancangan turbin, data turbin, dan hasil pengujian turbin.

5. Pengolahan data atau analisis data

Data yang didapat lalu diolah menggunakan persamaan yang didapat pada studi literatur, hasil perhitungan dari persamaan dibuat dalam bentuk tabel dan grafik, serta dibuat kesimpulan dan saran berdasarkan analisis yang telah dilakukan.

6. Penulisan laporan

Penulisan Laporan adalah proses akhir dari penelitian ini.

D. Metode Pengumpulan Data

Metode penelitian yang dilakukan untuk perancangan ulang turbin aliran silang (*crossflow*) di Desa Talang Mulya Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran, diperlukan beberapa tahap :

1. Tahap Pertama

Tahap pengumpulan data tentang kondisi sungai.

2. Tahap Kedua

Tahap yang berisi data tentang 2 proses pengambilan data :

a. Tahap Perancangan

Perancangan turbin didasarkan pada hasil studi potensi oleh Subekti Bagus mengenai debit dan *head*.

b. Tahap Pembuatan dan Analisis Dimensi

Pengumpulan data pada tahap pembuatan yaitu berupa gambar teknik dalam suatu bentuk *software* yaitu *solidworks* berisikan data dimensi turbin. Sedangkan pada tahap Analisis berisikan data tentang hasil Analisis yang bersumber dari penentuan segitiga kecepatan berdasarkan data studi potensi oleh Subekti Bagus.

E. Metode Pengolahan Data

Setelah melakukan analisis dimensi dan pengujian, maka hasilnya dimasukkan ke dalam tabel seperti tabel 3.1.

Tabel 3.1 Contoh tabel untuk hasil pengujian

Besaran	Simbol	Satuan	Nilai

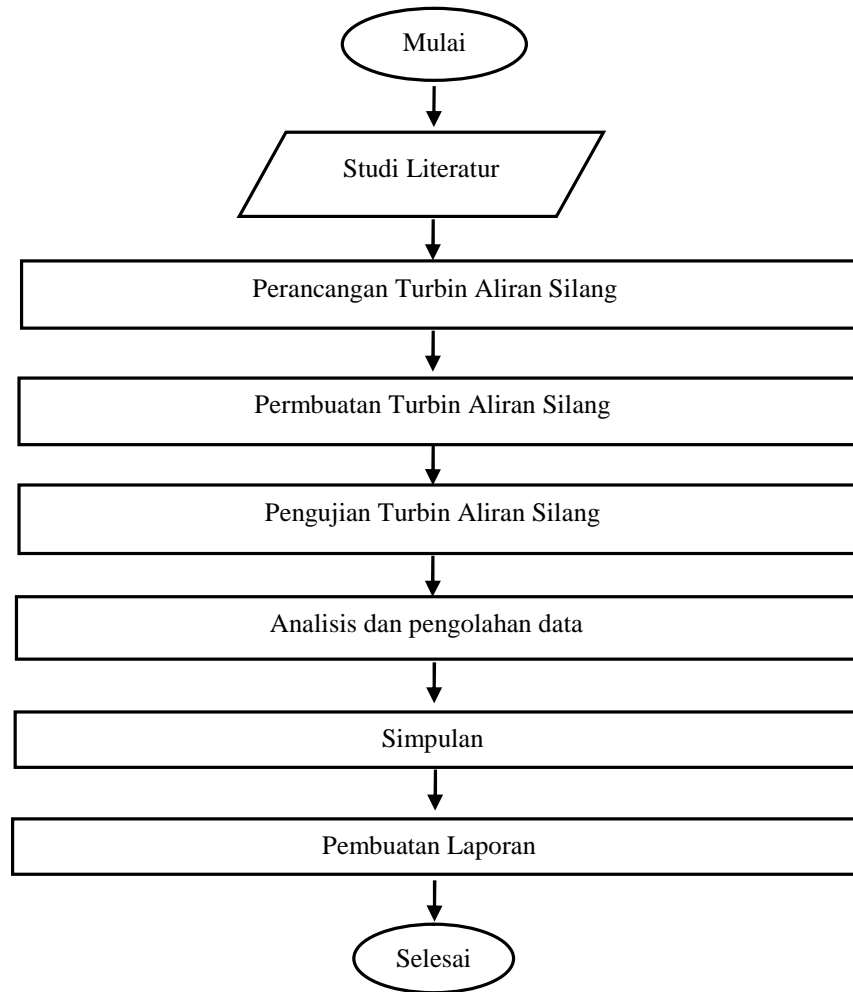
F. Prosedur Pengambilan Data

Langkah-langkah sebelum melakukan pengujian dan pengambilan data yaitu :

1. Menyiapkan alat dan bahan seperti turbin yang sudah dirangkai dengan rumah turbin beserta *pully*, *Tachometer* dan Timbangan per.
2. Menyatukan rumah turbin dengan pipa pesat.
3. Setelah turbin dan pipa pesat tersambung maka dapat membuka pintu air bendungan untuk mencoba pengujian. Setelah itu biarkan air mengalir normal agar putaran turbin menjadi stabil berputar dalam hal ini dilakukan juga pengambilan data untuk debit yang keluar dengan menggunakan ember dan *stopwatch*.
4. Mengambil data putaran turbin dengan tachometer dan torsi dari putaran turbin dengan menggunakan timbangan per dengan cara menyambungkan pangkal timbangan dan *v-belt*, ketika turbin berputar lalu tarik timbangan hingga turbin berhenti dan mencatat angka pada timbangan.
5. Setelah mendapatkan hasil pengujian berupa debit, putaran turbin dan beban pengereman, maka dapat memasukkannya kedalam tabel untuk melakukan perhitungan dengan persamaan pada landasan teori.

G. Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan alur penelitian perancangan turbin *crossflow* dan pembuatan di desa Talang Mulya kecamatan Padang Cermin kabupaten Pesawaran yaitu seperti berikut :



Gambar 3.19 Diagram alir penelitian tugas akhir

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Setelah dilakukannya penelitian di Sungai Desa Talang Mulya maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Berdasarkan debit dan *head* pada studi potensi peneliti sebelumnya maka didapatkan nilai perancangan turbin aliran silang (*crossflow*) seperti Diameter Turbin sebesar 210 mm untuk diameter luar dan 138,6 untuk diameter dalam, Panjang Sudu sebesar 177 mm, Jumlah Sudu 18 buah dan Ketebalan Sudu 1,0-1,2 mm.
2. Pembuatan turbin aliran silang dilakukan di Bengkel Las Azam Batara Nila Bandar Lampung dan Laboratorium Terpadu Teknik Mesin Universitas Lampung, pembuatan terdiri dari beberapa langkah seperti pencarian bahan material yang diperlukan, pemotongan bahan dan proses penyatuan komponen dengan menggunakan mesin las seperti gambar 4.2-4.5 dan terlampir.
3. Hasil pengujian turbin aliran silang didapatkan nilai efisiensi turbin sebesar 35,43% dari perbandingan daya turbin sebesar 134.154 watt terhadap daya aliran sungai sebesar 379,647 watt.

B. Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada saat melakukan survei lokasi sebaiknya dilakukan pada musim kemarau karena pada musim kemarau debit air berada pada titik kritis dibanding musim hujan.
2. Saat proses perakitan runner dalam hal ini pengelasan sudu terhadap piringan turbin sebaiknya memperhatikan bentuk siku atau tegak lurus antara sudu dan piringan turbin agar pergerakan turbin lebih baik dan seimbang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, A. I. 2014. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).
<http://www.insyaansori.blogspot.com/pembangkit-listrik-tenaga-mikrohidro.html>. Diunduh pada 19 Februari 2017.
- Arter A, Meier U. 1990. Hydraulics Engineering Manual. H. Harrer : St. Gallen, Switzerland.
- Bagus, W. S. 2012. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Sungai Way Ngison Dusun Triharjo Desa Kebagusan Kecamatan Gedong Tataan Kabupaten Pesawaran. Skripsi : Universitas Lampung.
- Doni. 2017. Pipa Black Wavin Jual Pipa PVC HDPE Wavin.
www.sentralpipa.com/2017/04/pipa-black-wavin-jual-pipa-pvc-hdpe.html
Diunduh pada Desember 2018.
- Dietsel, F. 1983. Turbin, Pompa dan Kompresor Alih Bahasa Dakso Sriyono.
Erlangga : Jakarta
- Ebay. 2017. Poaco Usado Browning AK51 Ferro Fundido Unico.
www.ebay.com/itm/gentle-used-browning-aksi-single-cast-iron-1-2-pulley-bross-steved-5-8-center-/173188419566. Di unduh pada Desember 2018

EBTKE. 2016. Kementrian ESDM Siapkan Standarisasi Studi Kelayakan PLTMH, PLTS dan PLTB. <http://www.ebtke.esdm.go.id/kementrian-esdm-siapkan-standarisasi-studi-kelayakan-pltmh-plts-dan-pltb.html/>.

Diunduh pada mei 2017.

Hargamesin. 2018. Berikut 3 Jenis Mesin Las Listrik yang Perlu diketahui Agar tak salah pilih. www.hargamesin.org/berikut-3-jenis-mesin-las-listrik-yang-perlu-di-ketahui-agar-tak-salah-pilih. Diunduh pada Desember2018

Koehuan, V. A. dan A. Sampealo. 2015. Analisis Desain Turbin Air Tipe Aliran Silang (Crossflow) dan Aplikasinya di Desa Were I Kabupaten Ngada Nusa Tenggara Timur. Jurnal : Universitas Nusa Cendana

Kusmanto, A. 2013. Turbin Air.

[http://www. Anggakusmanto.blogspot.co.id/Turbin_Air](http://www.Anggakusmanto.blogspot.co.id/Turbin_Air). Diundug pada 4 Oktober 2016.

Mockmore, C.A. dan F. Merryfield. 1949. The Banki Water Turbine. Carvallis : Oregon State Collage.

N.N. 2016. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

<http://www.kajianpustaka.com/2016/10/pembangkit-listrik-tenaga-mikro-hidro.html>. diakses pada Februari 2017.

Penche, C., I. Dc Minas. 2004. Layman'S Gued book : on how to develop a small hydrosite 2nd edition. Berussel: European Small Hidro Power Assosiation.

PTANDBS. 2017. 20,5 inch v-belt section. [www. Ptandbs.com/au/shop/20-5-inch-v-belt-section-html/](http://www.Ptandbs.com/au/shop/20-5-inch-v-belt-section-html/). Diunduh pada Februari 2017

- Riadi, M. 2016. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).
www.kajianpustaka.com/2016/10/p-l-t-m-h.html. diunduh pada 16
desember 2017.
- Sihaloho, D. L. 2017. Rancang Bangun Alat Uji Model Sistem
Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Turbin
Aliran Silang. Bandar Lampung : Universitas Lampung.
- Tumanggor, R. F. 2015. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro
(PLTMH) di Sungai Purworejo Pekon Tambak Jaya Kecamatan Way
Tenong Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung. Bandar Lampung :
Universitas Lampung.
- Uyam, DRC1. 2013. Crossflow Heksahydro turbin t14-300 series (plessure bench
test). www.youtu.be/GRF0L63tgql. Diunduh pada 16 oktober 2017.
- Wikipedia. 2015. Gorlov Helical Turbin.
http://www.en.m.wikipedia.org/gorlov_helical_turbin. Diunduh pada
tanggal 4 Oktober 2016.