

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *PROTOTYPE* SUDU MIKRO
HIDRO BERBAHAN DASAR SERAT TANDAN KOSONG KALAPA SAWIT
PADA PLTMH SUNGAI WAY SEPUTIH**

(Laporan Proyek Akhir)

Oleh

ANDI SETIAWAN

1905101011



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2023

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *PROTOTYPE* SUDU MIKRO
HIDRO BERBAHAN DASAR SERAT TANDAN KOSONG KALAPA SAWIT
PADA PLTMH SUNGAI WAY SEPUTIH**

**Oleh
ANDI SETIAWAN**

Tugas Akhir

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
AHLI MADYA TEKNIK (A.Md.T)**

Pada

**Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

ABSTRAK

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *PROTOTYPE* SUDU MIKRO HIDRO BERBAHAN DASAR SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT PADA PLTMH SUNGAI WAY SEPUTIH

Oleh:

ANDI SETIAWAN

Perancangan dan pembuatan sudu mikro hidro berbahan dasar serat tandan kosong kelapa sawit pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Sungai Way Seputih bertujuan untuk memanfaatkan limbah pertanian dalam bentuk serat tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku utama. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan tahap perancangan dan pembuatan sudu mikro hidro menggunakan serat tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan utamanya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudu mikro hidro berbahan dasar serat tandan kosong kelapa sawit memiliki potensi dalam menghasilkan energi listrik. Hasil dari pembuatan sudu mikro hidro berbahan dasar serat tandan kosong kelapa sawit ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan sudu mikro hidro berbahan dasar serat tandan kosong kelapa sawit di masa depan.

Kata Kunci: PLTMH, Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit,

ABSTRACT

DESIGN AND MANUFACTURE OF MICRO HYDRO SPOTS BASED ON KALAPA PALM EMPTY BUSINESS FIBER AT THE WAY SEPUTIH SUNGAI PLTMH

By:

ANDI SETIAWAN

The design and manufacture of micro-hydro blades made from empty palm fruit bunches at the Sungai Way Seputih Micro-Hydro Power Plant (PLTMH) aims to utilize agricultural waste in the form of empty palm oil fruit bunches as the main raw material. The method used in this study is to carry out the design and manufacture of micro-hydro blades using the fiber of empty palm oil bunches as the main ingredient.

The results showed that micro-hydro blades made from empty palm fruit bunches had the potential to generate electrical energy. The results of making micro-hydro blades made from empty palm fruit bunches fiber can be used as a reference in the development of micro-hydro blades made from empty palm fruit bunches fiber in the future.

Keywords: PLTMH, Palm Oil Empty Bunch Fiber

LEMBAR PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Judul Proyek Akhir : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
PROTOTYPE SUDU MIKRO HIDRO
BERBAHAN DASAR SERAT TANDAN
KOSONG KALAPA SAWIT PADA
PLTMH SUNGAI WAY SEPUTIH

Nama Mahasiswa : ANDI SETIAWAN

Nomor Pokok Mahasiswa 1905101011

Jurusan : Diploma III Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI,

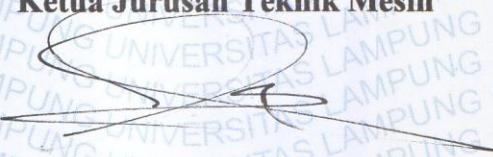
Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

Dosen Pembimbing
Diploma III Teknik Mesin


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


A. Yudi Eka Risano, S.T., M.Eng.
NIP: 197607152008121002

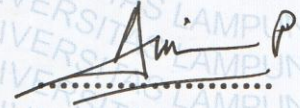
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Dr. Amrul, S.T., M.T.
NIP: 197103311999031003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : A. Yudi Eka Risano, S.T., M.Eng.



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



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)

NIP.197509282001121002

PERNYATAAN PENULIS

Tugas Akhir 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



ANDI SETIAWAN

NPM. 1905101011

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 07 Agustus 2000, merupakan anak ke 1 dari 2 bersaudara, dari pasangan bapak Baharudin dan ibu Lestari. Penulis menyelesaikan pendidikan SD Negeri 1 Sungai Langka pada tahun 2009 dan selanjutnya penulis menyelesaikan pendidikan di SMP Negeri 1 Gedong Tataan pada tahun 2015. Kemudian pada tahun 2018 penulis menyelesaikan pendidikannya di SMK N 1 Gading Rejo.

Sejak 2019 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Penerimaan Mahasiswa Program Diploma (PMPD). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai anggota bidang kesekretariatan (2020 – 2021) dan menjadi anggota bidang olahraga (2021– 2022). Melaksanakan Kerja Praktik di PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Way Berulu, Pesawaran., dengan judul **“PERAWATAN MESIN PENGERING KARET (DRYER)”**.

Kemudian pada bulan September tahun 2022 penulis mengerjakan Proyek Akhir dengan judul **“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *PROTOTYPE* SUDU MIKRO HIDRO BERBAHAN DASAR SERAT TANDAN KOSONG KALAPA SAWIT PADA PLTMH SUNGAI WAY SEPUTIH”**. Dibawah bimbingan bapak A. Yudi Eka Risano, S.T., M.Eng. dan dengan dosen penguji Bapak Agus Sugiri, S.T., M.Eng.

MOTTO

“Allah tidak akan pernah bertanya berapa lima tambah lima, karena pasti jawabannya adalah 10. Tetapi Allah bertanya 10 itu berapa tambah berapa, di mana ada banyak opsi untuk menjawab pertanyaan ini dan dapat diketahui banyak cara untuk mendapatkan ridho dan hidayah Allah bukan hanya dengan satu cara untuk mendapatkannya dengan cara yang diridhoinya.”

(Najwa Sihab)

Waktu bagaikan pedang. Jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik, maka ia akan memanfaatkanmu.

(H.R. Muslim)

PERSEMBAHAN

*Dengan kerendahan hati ini
ku persembahkan tugas akhirku ini untuk:*

Ayah, Ibu dan Keluargaku Tercinta

Dan

*Almamater Jurusan Teknik Mesin Universitas
Lampung.*

Serta

*Rekan – Rekan Teknik Mesin
2019 Terkhusus D3 Teknik
Mesin 2019*

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sesuai dengan waktu yang ditetapkan. Laporan Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat wajib untuk mencapai gelar Ahli Madya Teknik jenjang Diploma III Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Selain itu Tugas Akhir ini ditujukan untuk mengamati dan mengetahui secara langsung proses perancangan dan pembuatan sudu mikro hidro berbahan dasar serat tandan kosong kelapa sawit pada pltmh sungai way seputih yang bermanfaat bagi masyarakat dan khususnya bagi penulis. Selama penyusunan Tugas Akhir berlangsung penulis dibantu dan diberikan saran dari berbagai pihak sehingga terealisasinya Laporan Tugas Akhir ini. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Amrul, S.T., M.T., selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
2. Bapak Agus Sugiri, S.T., M.Eng., selaku ketua program studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Lampung.
3. Bapak A. Yudi Eka Risano, S.T., M.Eng., selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir atas kesediaannya memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini
4. Agus Sugiri, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir. Terima kasih untuk masukan dan saran-saran pada seminar Laporan Tugas Akhir terdahulu.
5. Kedua Orang tua penulis dan Adik saya serta keluarga besar yang penulis cintai dan selalu memberikan do'a, motivasi serta semangat materil maupun moril dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

6. Semua temen-temen Teknik Mesin 2019 yang telah memberikan semangat sampai saat ini
7. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) khususnya HIMATEM angkatan 2019 yang telah banyak memberikan dukungan dan juga semangat dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari masih terdapatnya kekurangan yang ada dalam Laporan Tugas Akhir ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak agar penulis dapat berkembang dan menjadi lebih baik dari sebelumnya. Akhir kata, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan bagi pembaca serta bagi penulis.

Bandar lampung, 16 Juni 2023

Penulis,

ANDI SETIAWAN
NPM. 1905101011

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 PLTMH	4
2.2 Prinsip PLTMH	6
2.3 Klasifikasi Turbin Pada PLTMH.....	7
2.4 Perubahan Momentum Fluida.....	9
2.5 Kecepatan Spesifik (ns)	9
2.6 Aliran Arah Tembak Fluida.....	10
2.7 Turbin <i>Cross-flow</i>	12
2.8 Perencanaan diameter runner	13
BAB III METODOLOGI TUGAS AKHIR	14
3.1 Waktu Dan Tempat.....	14
3.2 Alat dan bahan	14
3.3 Diagram Alur Pembuatan sudu mikro hidro.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Perhitungan Debit Aliran dan Daya Turbin.....	20
4.1 <i>Head Efektif</i>	24

4.2 Perhitungan Dimensi Sudu	25
4.3 Pembahasan	26
BAB V PENUTUP	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN.....	34

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema PLTMH.....	6
Gambar 2.2 Prinsip Kerja PLTMH	7
Gambar 2.3 Turbin Aliran Tangensial.....	8
Gambar 2.4 Model Turbin Aliran Aksial.....	8
Gambar 2.5 Model Turbin Aliran Aksial- Radial	9
Gambar 2.6 Turbin <i>Undershot</i>	11
Gambar 2.7 Turbin <i>Breastshot</i>	11
Gambar 2.8 Turbin <i>Overshot</i>	12
Gambar 2.9 Kontruksi Turbin <i>Cross-flow</i>	13
Gambar 3.1 Gerinda	14
Gambar 3.2 Bor	15
Gambar 3.3 Lem plastik	15
Gambar 3.4 Gelas ukur	15
Gambar 3.5 Suntikan.....	16
Gambar 3.6 Serabut kelapa sawit.....	16
Gambar 3.7 Ember	16
Gambar 3.8 Resin dan katalis.....	17
Gambar 3.9 Baut dan skrup.....	17
Gambar 3.10 As roda	17
Gambar 3.11 Lilin	18
Gambar 3.12 Alur pembuatan sudu mikro hidro.....	19
Gambar 4.1 Grafik penentuan jenis turbin	24
Gambar 4.2 Pemisahan serat tandan kelapa sawit.....	27
Gambar 4.3 Pencucian dan penjemuranserabut tandan kelapa sawit.....	27
Gambar 4.4 Pengolesankan lilin pada cetakan.....	28
Gambar 4.5 Pencetakan serabut tandan kelapa sawit.....	28

Gambar 4.6 Pemberian resin dan katalis	28
Gambar 4.7 Proses perakitan komponen sudu serabut sawir	29
Gambar 4.8 Pengujian	29

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Kecepatan benda apung.....	20
Tabel 4.2 Data pengukuran kedalaman sungai.....	21
Tabel 4.3 Data kontinu <i>head gross</i>	22

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan sumber energi yang menjadi kebutuhan pokok oleh manusia. Listrik digunakan dan dihasilkan dari sistem pembangkit listrik. Terdapat banyak jenis pembangkit listrik yang sering digunakan oleh manusia tergantung pada jenis dan kebutuhannya salah satu diantaranya adalah PLTA (pembangkit listrik tenaga air). Pembangkit listrik tenaga air adalah pembangkit yang mengandalkan energi potensial dan kinetik dari air untuk menghasilkan energi listrik. Sebagai kita ketahui air merupakan salah satu sumberdaya alam yang jumlahnya tidak terbatas dan juga memiliki potensi besar untuk menjadi pengganti penggunaan energi fosil. Air merupakan energi yang tidak menghasilkan polutan dan salah satu sumber energi ramah lingkungan.

Ketersediaan air terutama air sungai di Indonesia relatif masih cukup banyak untuk dapat dimanfaatkan baik untuk pertanian maupun pemanfaatan energinya. Sebagai contoh sungai Way Seputih yang terdapat di Kabupaten Lampung Tengah Propinsi Lampung dimana ketersediaan airnya cukup melimpah. Dilihat dari data yang dikeluarkan oleh Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, pemanfaatan sumber energi di Indonesia masih sangat kurang yaitu sekitar 2,5% dari potensi air yang ada mencapai 75000 MW. Untuk dapat potensi tersebut secara luas diperlukan suatu teknologi terapan yang ekonomis dan mudah perumah tangga menyediakan energi listrik secara swadaya. Sehingga untuk itu perlu dikembangkan suatu model teknologi yang memadai, menggunakan teknologi tepat guna, efisien, dan ekonomis serta teknologi yang membutuhkan biaya operasional yang murah dan tidak membebani masyarakat dalam melakukan kegiatan usahanya.

Salah satu bentuk pemanfaatan energi air yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis tinggi adalah pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). Di Indonesia PLTMH ditujukan terutama untuk daerah-daerah pedesaan. PLTMH memiliki jaringan transmisi dan distribusi sendiri yang pengelolaannya mudah dan tidak banyak mempengaruhi lingkungan atau mengurangi air untuk keperluan pertanian, dikarenakan PLTMH hanya memanfaatkan energi potensialnya saja.

Untuk menghasilkan listrik yang cukup baik, komponen-komponen pada PLTMH haruslah berbahan ringan dan tahan air. Untuk itu pada proyek akhir ini akan dilakukan perancangan dan pembuatan *prototype* sudu mikrohidro berbahan dasar serat tandan kosong kelapa sawit pada PLTMH Way Seputih. Mengingat serat tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah dan banyak terdapat di propinsi Lampung, sehingga dengan memanfaatkan serat TKKS ini dapat mengurangi limbah/polusi dan meningkatkan nilai tambah dari limbah tersebut.

1.2 Tujuan

Tujuan dilakukannya pembuatan PLTMH ini adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan limbah TKKS dan serat alam Lampung yang cukup melimpah sebagai bahan utama serat komposit sudu mikrohidro.
2. Mengetahui metode perancangan PLTMH
3. Mengetahui proses pembuatan sudu mikrohidro berbahan dasar serat TKKS

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada proyek akhir ini adalah :

1. Serat TKKS yang digunakan pada proyek akhir ini berasal dari limbah kelapa sawit yang berada di propinsi Lampung,

2. Karakteristik sungai Way Seputih yang terletak di Kabupaten Lampung Tengah Propinsi Lampung, digunakan untuk mendapatkan jenis turbin pada PLTMH dan dimensi-dimensi sudu mikrohidro.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis dalam menyusun laporan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan laporan proyek akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisikan tentang teori-teori PLTMH, prinsip PLTMH, klasifikasi turbin pada PLTMH, perubahan momentum fluida, aliran arah tembak fluida.

BAB III METODOLOGI PROYEK AKHIR

Bab ini berisi tentang waktu dan tempat dilakukan pengujian, alat dan bahan, diagram alur pembuatan sudu mikrohidro.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang perhitungan debit aliran, perhitungan dimensi sudu, pembahasan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari proyek akhir.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PLTMH

PLTMH 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. Tenaga air berasal dari aliran air yang dibendung dengan ketinggian tertentu dan memiliki debit sehingga dapat memutar turbin yang dihubungkan dengan generator listrik. Pada dasarnya, PLTMH memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (head). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik.

Di samping faktor geografis (tata letak sungai), tinggi jatuhnya air dapat pula diperoleh dengan membendung aliran air sehingga permukaan air menjadi tinggi. Perbedaan tinggi yang semakin besar membuat energi potensialnya semakin besar juga. Perbedaan tinggi dalam PLTMH disebut dengan tinggi jatuh air (head), tinggi jatuh air tersebut nantinya akan dikalikan dengan hambatan-hambatan lain agar didapatkan tinggi jatuh efektif. Air dialirkan melalui sebuah pipa pesat ke dalam rumah pembangkit yang pada umumnya dibangun di bagian tepi sungai untuk menggerakkan turbin atau kincir air mikrohidro.

Energi mekanik yang berasal dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. Pembangkit tenaga air merupakan suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Bentuk pembangkit tenaga mikro hidro bervariasi, tetapi prinsip kerjanya adalah

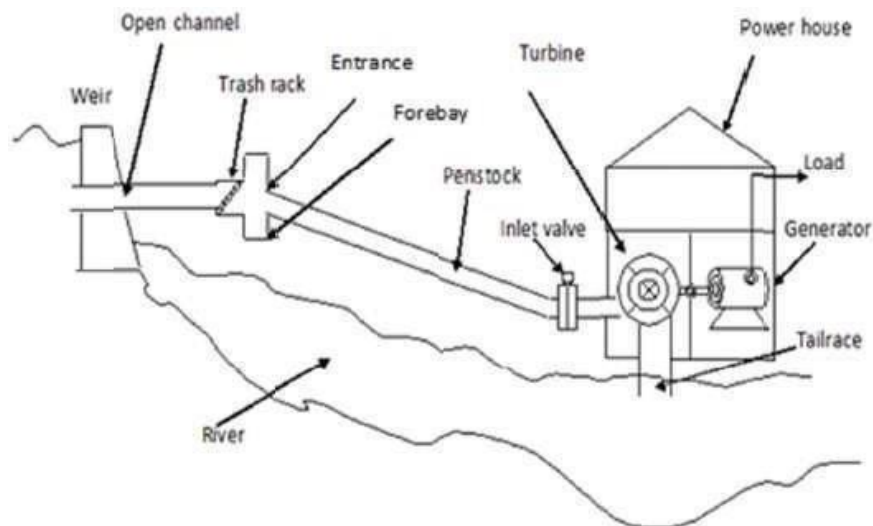
sama, yaitu: “Perubahan tenaga potensial menjadi tenaga elektrik (listrik)”. Perubahan memang tidak langsung, tetapi berturut-turut melalui perubahan sebagai berikut:

Tenaga potensial menjadi tenaga kinetik - Tenaga kinetik menjadi tenaga mekanik - Tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Tenaga potensial adalah tenaga air karena berada pada ketinggian. Energi kinetik adalah tenaga air karena mempunyai kecepatan. Tenaga mekanik adalah tenaga kecepatan air yang terus memutar kincir/turbin. Tenaga listrik adalah hasil dari generator yang berputar akibat berputarnya kincir/turbin.

- a. Keuntungan penggunaan PLTMH sebagai pembangkit listrik, (Abdul Nasir, 2014) antarlain: (Bakula et al, 2015).
 1. Biaya operasional relatif murah karena berasal dari energi terbarukan sehingga penggunaan turbin sangat menguntungkan untuk penggunaan dalam waktu yang lama.
 2. Turbin–turbin pada PLTMH dapat dioperasikan atau dihentikan pengoperasiannya setiap saat.
 3. Dengan perawatan yang baik, turbin dapat beroperasi dalam waktu yang cukup lama.
 4. Sumber energi yang digunakan adalah energi air sehingga tidak mengakibatkan pencemaran udara dan air.
- b. Kekurangan dari penggunaan PLTMH adalah, antara lain:
 1. Masa persiapan suatu proyek PLTMH pada umumnya memakan waktu yang cukup lama sehingga untuk pembuatan memerlukan biaya yang cukup besar.
 2. Sumber energi yang digunakan (air) sangat dipengaruhi oleh iklim atau curah hujan.
 3. Pada umumnya dalam sebuah PLTMH terdapat beberapa komponen-komponen besar diantaranya yaitu:
 - a. Dam/bendungan pengalihan dan intake. Dam pengalih berfungsi untuk mengalihkan air melalui sebuah pembuka di bagian sisi sungai ke dalam sebuah bak pengendap. Bak pengendap. Bak pengendap digunakan untuk memindahkan partikel-partikel pasir

- dari air. Fungsi dari bak pengendap adalah sangat penting untuk melindungi komponen-komponen berikutnya dari dampak pasir.
- b. Saluran pembawa. Saluran pembawa mengikuti kontur dari sisi bukit untuk menjaga elevasi dari air yang disalurkan.
 - c. Pipa pesat (penstock). Penstock dihubungkan pada sebuah elevasi yang lebih rendah ke sebuah roda air, dikenal sebagai sebuah turbin
 - d. Turbin. Turbin berfungsi mengkonversi energi potensial dan energi kinetik dari air menjadi energi mekanik
 - e. Generator. Generator berfungsi mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Dimana pemilihan generator disesuaikan dengan daya yang dihasilkan turbin atau sumber daya air yang digunakan.

Secara umum skema PLTMH yang umum digunakan yaitu ditunjukkan pada gambar berikut.



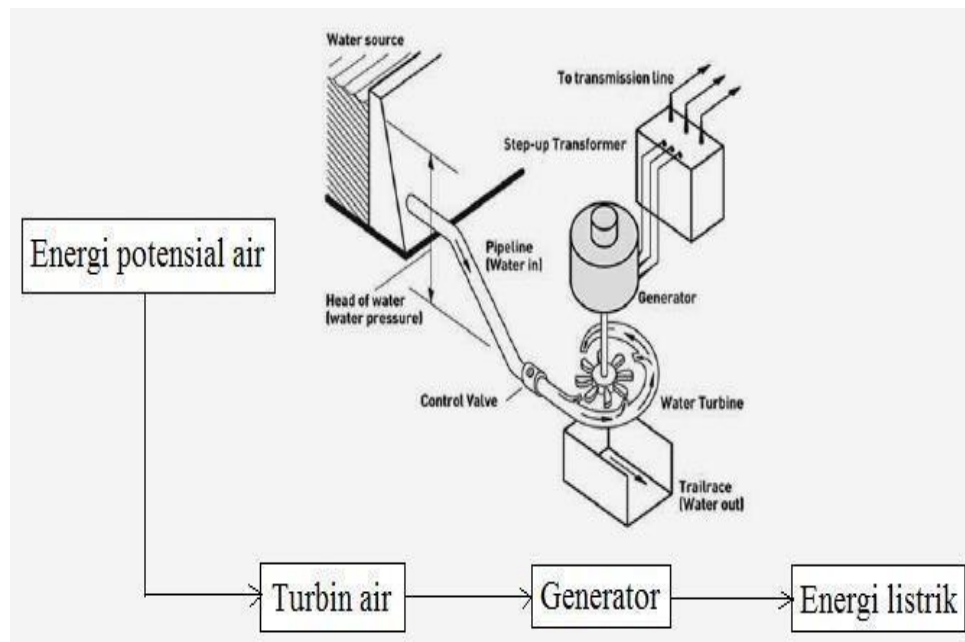
Gambar 2.1 Skema PLTMH

(Sumber: Abdul Nasir, 2014)

2.2 Prinsip Kerja PLTMH

PLTMH menggunakan potensi daya yang dimiliki air untuk menghasilkan listrik. Potensi daya yang dimiliki air dipengaruhi oleh debit dan tinggi

jatuh air (*head* potensial). Biasanya PLTMH menggunakan debit dan tinggi jatuh air pada aliran sungai, air terjun dan saluran irigasi. Air yang bergerak (karena perbedaan ketinggian) akan menggerakkan turbin air dan memutar poros turbin. Poros turbin yang berputar juga akan memutar poros pada generator dan menghasilkan listrik.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja PLTMH
(Sumber: Muchlisin Riadi, 2016)

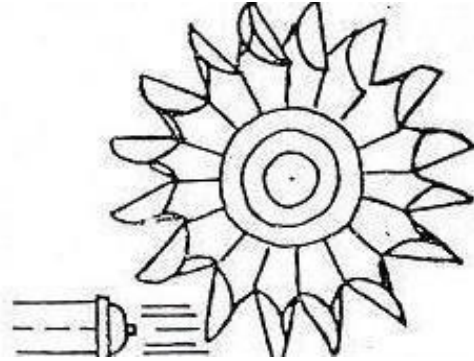
Potensi daya air pada PLTMH merupakan sejumlah daya yang dimiliki air dengan pengaruh besarnya debit dan tinggi jatuh air (*head* potensial). Besarnya debit air yang melewati berbanding lurus terhadap daya yang dihasilkan. Begitu juga dengan tinggi jatuh air, tekanan yang dihasilkan air terhadap sudu turbin akan besar bila tinggi jatuhnya besar.

2.3 Klasifikasi Turbin Aliran

2.3.1 Berdasarkan model aliran air masuk *runner*, maka turbin air dapat dibagi menjadi tiga tipe yaitu :

- a. Turbin Aliran Tangensial

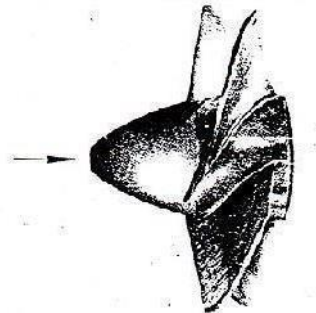
Pada kelompok turbin ini posisi air masuk *runner* dengan arah tangensial atau tegak lurus dengan poros *runner* mengakibatkan *runner* berputar, contohnya *Turbin Pelton* dan *Turbin Cross-Flow*.



Gambar 2.3 Turbin Aliran Tangensial
(Sumber : Haimerl, L.A., 1960)

b. Turbin Aliran Aksial

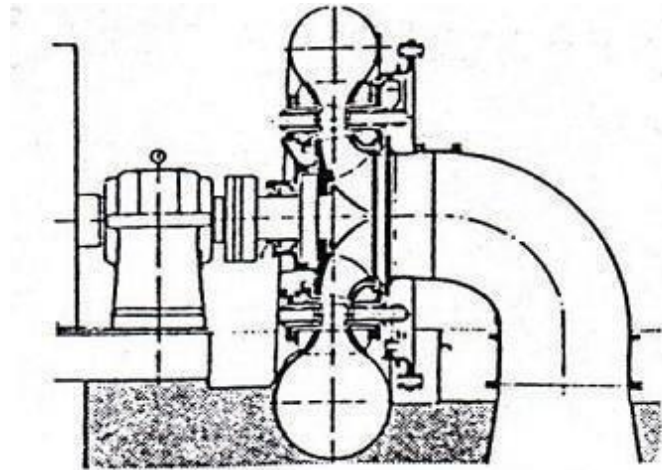
Pada turbin ini air masuk *runner* dan keluar *runner* sejajar dengan poros *runner*, Turbin Kaplan atau Propeller adalah salah satu contoh dari tipe turbin ini.



Gambar 2.4 Model Turbin Aliran Aksial
(Sumber : Haimerl, L.A., 1960)

c. Turbin Aliran Aksial - Radial

Pada turbin ini air masuk ke dalam *runner* secara radial dan keluar *runner* secara aksial sejajar dengan poros. *Turbin Francis* adalah termasuk dari jenis turbin ini.



Gambar 2.5 Model Turbin Aliran Aksial- Radial
(Sumber: Haimerl, L.A., 1960)

2.3.2 Perubahan Momentum Fluida

Perubahan momentum fluida terjadi ketika ada perubahan dalam kecepatan, arah, atau massa jenis fluida yang mengalir. Momentum fluida dapat didefinisikan sebagai perkalian antara massa jenis fluida, kecepatan fluida, dan volume fluida. Prinsip dasar perubahan momentum fluida dapat dijelaskan dengan hukum dasar fisika yang dikenal sebagai Hukum Kekekalan Momentum. Hukum ini menyatakan bahwa total momentum dalam suatu sistem yang terisolasi akan tetap konstan, kecuali ada gaya eksternal yang bekerja pada sistem tersebut. Secara umum, perubahan momentum fluida dapat dipahami melalui prinsip dasar kekekalan momentum dan berbagai faktor yang mempengaruhinya, seperti perubahan tekanan, kecepatan, dan interaksi dengan benda-benda dalam fluida. Dalam hal ini turbin air dapat dibagi atas dua tipe berdasarkan perubahan momentum fluida yaitu :

a. Turbin Impuls.

Semua energi potensial air pada turbin ini diubah menjadi menjadi energi kinetis sebelum air masuk/menyentuh sudu-sudu *runner* oleh alat pengubah yang disebut nozel. Yang termasuk jenis turbin ini antara lain *Turbin Pelton* dan *Turbin Cross-Flow*.

b. Turbin Reaksi.

Pada turbin reaksi, seluruh energi potensial dari air diubah menjadi energi kinetis pada saat air melewati lengkungan sudu-sudu pengarah, dengan demikian putaran runner disebabkan oleh perubahan momentum oleh air. Beberapa termasuk jenis turbin reaksi salahsatu diantaranya Turbin Francis, TurbinKaplan dan Turbin Propeller.

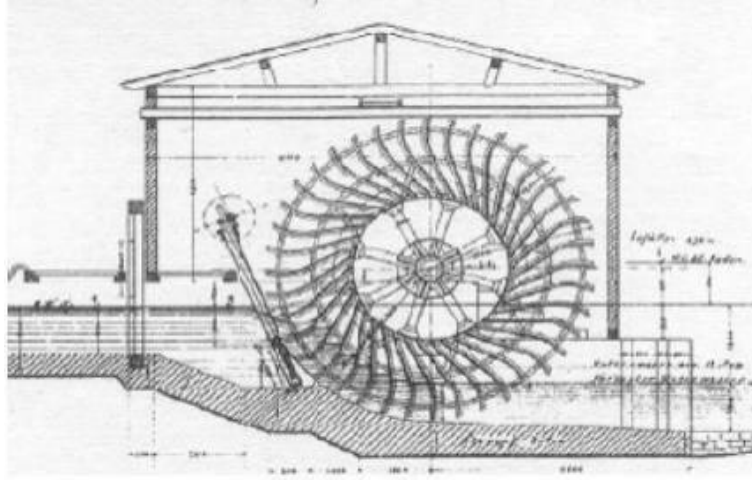
2.3.3 Aliran Arah Tembak Fluida

Aliran arah tembak fluida disebabkan oleh tekanan tinggi yang diberikan pada fluida melalui suatu saluran sempit atau nozel yang menyebabkan fluida keluar dengan kecepatan tinggi dalam arah yang ditentukan. Ketika fluida dialirkan melalui saluran sempit atau nozel, tekanan fluida meningkat karena adanya penyempitan saluran. Peningkatan tekanan ini disebabkan oleh pemampatan fluida di dalam saluran, dan energi potensial fluida meningkat. Kemudian, ketika fluida mencapai area yang lebih lebar setelah saluran sempit, tekanan fluida tiba-tiba berkurang, dan energi potensial fluida diubah menjadi energi kinetik. Ini menyebabkan fluida keluar dari nozel dengan kecepatan tinggi dan dalam arah yang ditentukan oleh orientasi nozel. Aliran arah tembak fluida dapatdiketahui dari beberapa jenis turbin berikut ini:

a. *Undershot*

Turbin air tipe *undershot* adalah tipe turbin air yang aliran air pendorongnya menabrak sudu pada bagian bawah turbin. Roda turbin berputar hanyakarena tumbukan air yang berbentuk percikan air padasuduroda, berbentuk lurus searah radial. *Head* potensial dari air mula- mula diubah menjadi *head*

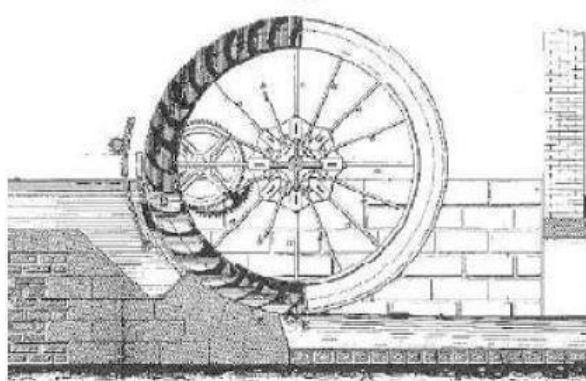
kecepatan, sebelum air menumbuk sudu turbin.



Gambar 2.6 Turbin *Undershot*
(Sumber: Morong, 2016)

b. *Breastshot*

Turbin air tipe *breastshot* merupakan perpaduan antara turbin *overshot* dan *undershot* dilihat dari energi yang diterimanya. Turbin air *breastshot* juga memerlukan beda tinggi dengan pancaran air. Jarak tinggi jatuhnya tidak melebihi diameter turbin, arah aliran air yang menggerakkan turbin air disekitar sumbu poros dari turbin air (Budi, 2013).

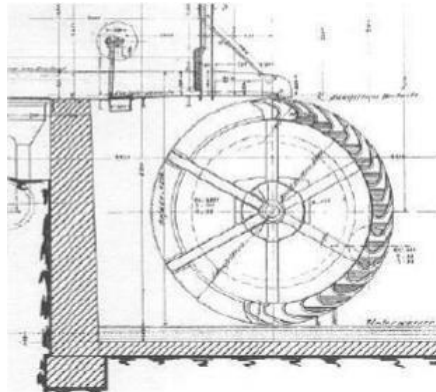


Gambar 2.7 Turbin *Breastshot*
(Sumber: Morong, 2016)

c. *Overshot*

Turbin air tipe *overshot* adalah tipe turbin yang aliran air pendorongnya menabrak sudu pada bagian atas turbin dan karena gaya berat air turbin

berputar. Turbin air *overshot* memerlukan beda tinggidengan pancaran air. Turbin air *overshot* adalah turbin air yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan jenis turbin lain (Budi, 2013).



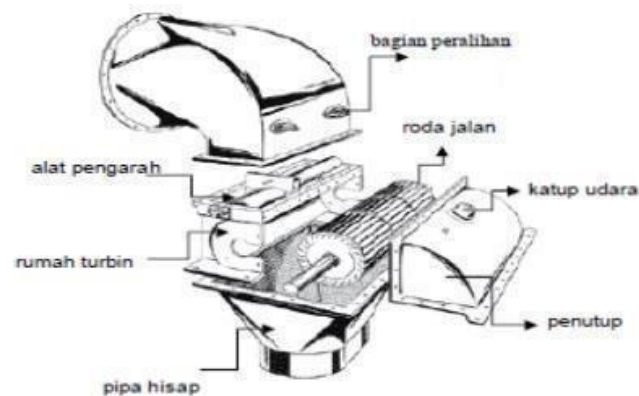
Gambar 2.8 Turbin *Overshot*
(Sumber: Morong, 2016)

2.4 Turbin *Cross-flow*

Turbin *Cross-flow* Turbin tipe ini dibuat pertama kali di Eropa. Nama *cross-flow* diambil dari kenyataan bahwa air membentuk aliran silang melintasi kedua sudu gerak atau runner dalam menghasilkan putaran (rotasi). Sedangkan nama Banki (dari Hungaria) dan Mitchell (dari Austria) adalah nama ahli teknik yang mengembangkan prinsip – prinsip turbin tersebut yaitu turbin ini dilengkapi dengan pipa hisap, dan sebagai akibatnya daya yang dihasilkan turbin, proses kerja dan randemen turbin menjadi lebih baik. 26 Turbin *cross-flow* ini mempunyai arah aliran yang radial atau tegak lurus dengan sumbu turbin.

Turbin ini mempunyai alat pengarah sehingga dengan demikian celah bebas dengan sudu-sudu di sekeliling roda hanya sedikit. Karena itu pada keadaan beban penuh perputarannya roda terjadi sedikit kemacetan, yang menimbulkan sedikit tekanan lebih. Turbin *cross-flow* terdiri dari tiga bagian utama yaitu roda jalan, alat pengarah dan rumah turbin (Gambar 2.7). Dalam aplikasinya turbin *cross-flow* baik sekali digunakan untuk pusat tenaga air yang kecil dengan daya kurang lebih 750 kW. Tinggi air jatuh yang bisa digunakan diatas 1 m sampai 200 m dan kapasitas antara 0,02 m³ /s sampai 7 m³ /s

(Dietzel, F., 1993).



Gambar 2.9 Kontruksi Turbin *Cross-flow*.

(Sumber : Dietzel, F., 1993).

2.5 Perencanaan Dimensi Turbin

Untuk kecepatan spesifik maksimum dari turbin *croos-flow* dihitung dengan

- a. Perhitungan untuk menentukan ukuran diameter dalam menggunakan persamaan

$$n = 133\sqrt{H_{net}} \quad (1)$$

- b. Sedangkan untuk diameter dalam *runner* (D_i)

Diameter dalam *runner* (D_i)

$$D_i = 2/3 \cdot D_o \quad (2)$$

- c. Perhitungan untuk menentukan ukuran lebar runner / panjang blade

$$\text{Lebar Sudu} = l = \quad (3)$$

- d. Perhitungan untuk menentukan ukuran jarak antar sudu menggunakan persamaan

$$\text{Jarak antar Sudu} = t_i = 0,175 \times D \quad (4)$$

- e. Perhitungan untuk menentukan jumlah sudu pada runner turbin (5)

$$\text{Jumlah Sudu} = n = \frac{n \times D}{t_1}$$

BAB III

METODOLOGI PROYEK AKHIR

3.1 Waktu Dan Tempat

Tugas akhir PLTMH ini akan dimulai pada bulan Oktober 2022 hingga April 2023 yang dilaksanakan di Laboratorium Produksi dan Laboratorium Fluida Teknik Mesin Universitas Lampung.

3.2 Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan sudu turbin air adalah sebagai berikut:

a. Alat

Alat-alat yang diperlukan pada pembuatan turbin air di antaranya ialah sebagai berikut:

1. Gerinda



Gambar 3.1 Gerinda

2. Bor



Gambar 3.2 Bor

3. Lem plastik



Gambar 3.3 Lem plastik

4. Gelas Ukur



Gambar 3.4 Gelas ukur

5. Suntikan



Gambar 3.5 Suntikan

b. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan turbin air adalah sebagai berikut:

1. Serabut Kelapa Sawit



Gambar 3.6 Serabut kelapa sawit

2. Ember



Gambar 3.7 Ember

3. Resin dan Katalis



Gambar 3.8 Resin dan katalis

4. Baut sekrup



Gambar 3.9 Baut dan skrup

5. As roda



Gambar 3.10 As roda

6. Lilin



Gambar 3.11 Lilin

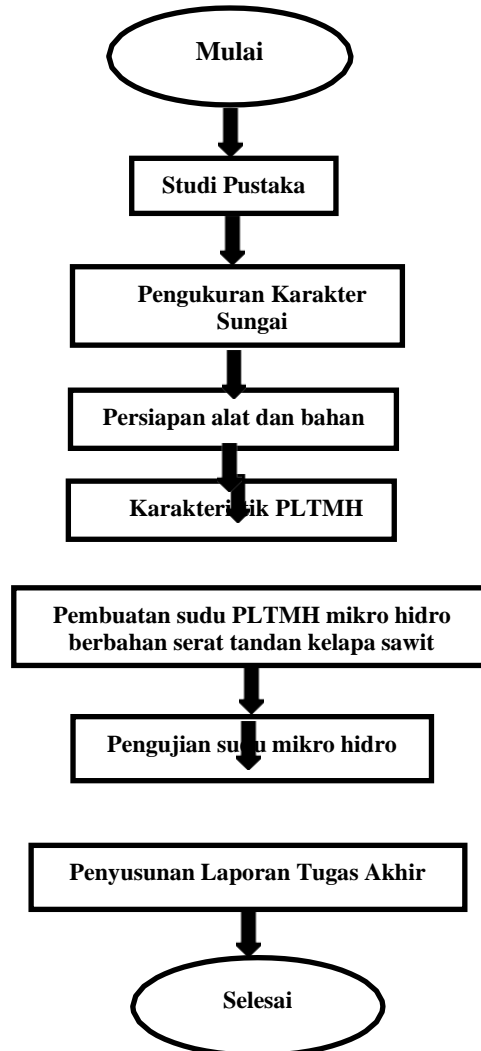
3.3 Metode Proyek Akhir

1. Tahapan pelaksanaan proyek akhir pada saat pengukuran sungai sebagai berikut:
 - a. Menyiapkan alat dan bahan untuk pengukuran.
 - b. Mengukur lebar sungai menggunakan meteran.
 - c. Mengukur panjang sungai 10 meter.
 - d. Menimbang berat bola plastik.
 - e. Mengukur kedalaman sungai.
 - f. Mengukur ketinggian dari permukaan air dengan daratan.
 - g. Melakukan lemparan bola plastik hingga mengapung sepanjang 10 meter dengan *stopwatch* yang sudah dimulai pada saat pelemparan bola.
 - h. Mencatat hasil waktu yang telah dihitung.

2. Tahapan perhitungan dimensi katup buang sebagai berikut:
 - a. Menyiapkan alat dan bahan untuk pengukuran.
 - b. Mengukur dan menghitung debit minimum dan maksimum kebutuhan air untuk mikro hidro.
 - c. Mencatat hasil perhitungan debit minimum dan maksimum kebutuhan air untuk mikro hidro.

3.4 Diagram Alur Pembuatan sudu mikro hidro

Berikut diagram alur pembuatan katup pompa hidram berbahan serat tandan kelapa sawit untuk diaplikasikan di sungai Way Seputih Lampung Tengah



Gambar 3.12 Alur pembuatan sudu PLTMH mikro hidro berbahan serat tandan kelapa sawit

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari perancangan dan pembuatan *prototype* sudu mikro hidro berbahan dasar serat tandan kosong kelapa sawit pada PLTMH sungai way seputih yaitu:

1. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah padat yang berasal dari pengolahan industri minyak kelapa sawit yang biasanya hanya dibuang dan dibakar, padahal limbah ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan batako
2. Perancangan PLTMH melibatkan proses yang holistik dan sistematis dari identifikasi potensi hingga pemeliharaan. Sehingga dapat dipastikan bahwa PLTMH yang akan dibangun beroperasi secara efisien dan memberikan manfaat yang maksimal bagi masyarakat dan lingkungan sekitarnya.
3. Pada proses pembuatan sudu turbin PLTMH berbahan dasar serabut tandan kelapa sawit adalah salah satu bentuk dari pemanfaatan potensi sumber daya yang ada dan memberikan manfaat lingkungan. Proses ini melibatkan pengolahan serabut tandan kelapa sawit, pembentukan sudu turbin, pengujian kualitas, pemasangan, dan hasil akhirnya adalah turbin mikrohidro yang memiliki efisiensi ramah lingkungan.

5.2 Saran

Saran yang di berikan untuk orientasi ke depan ialah sebagaiberikut :

1. Pada saat akan melakukan penuangan resin alas dari cetakan harus benar-benar kuat dan rata agar tidak terjadi lengkungan.
2. Pada proses pencampuran resin dan katalis lebih diperhatikan lagi takarannya agar hasil yang didapat tidak ada keretakan pada permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Nasir, Bilal. (2014). *Suitable Selection of Components for the Micro Hydro-Electric Power Plant*. *Advances in Energi and Power* 2(1): 7-12, 2014 DOI: 10.13189/aep.2014.020102 <http://www.hrpub.org>
- Riadi, Muchlisin. (2018, 3 Maret). Pengertian, Jenis, Indikator dan Faktor yang Mempengaruhi Gaya Hidup. Diakses dari <https://www.kajianpustaka.com/2018/03/pengertian-jenis-indikator-dan-faktor-yang-mempengaruhi-gaya-hidup.html>
- Haimerl, L.A. 1960. *The Cross Flow Turbine*. Jerman Barat
- Dietzel, F., Sriyono, Dakso. *Turbin Pompa Dan Kompresor*. Erlangga. Jakarta: 1993.
- Morong**, Juneidy Yohanes (2016) RANCANG BANGUN KINCIR AIR IRIGASI SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK