

PENGARUH JUMLAH VARIASI SUDU TERHADAP DAYA OUTPUT YANG DIHASILKAN TURBIN PELTON PADA PLTMH

Suhardi Napid, Muslih Nasution, Rizky Maulana Sibarani,

Progran Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik

Universitas Islam Sumatera Utara

suhardi.napid@ft.uisu.ac.id; muslih.nasution@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Turbin air merupakan penggerak yang mengubah energi kinetik dan aliran fluida dengan kecepatan tinggi menjadi energi mekanik berupa putaran roda turbin. Dalam hal tersebut air memiliki energi potensial. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro yang memanfaatkan tenaga (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil yang memanfaatkan tenaga aliran air sebagai sumber penghasil energi. PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut clean energy karena ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh yang dihasilkan dari jumlah variasi sudu yang digunakan pada turbin pelton. Pada variasi sudu 12 Rpm yang didapat yaitu 1015 Rpm dan daya output yang dihasilkan 1.8 watt. Pada variasi 14 sudu Rpm yang didapat 1085 dan output yang dihasilkan 4.02 watt. Pada variasi 16 sudu Rpm yang didapat 1078 dan output yang dihasilkan 2.52 watt. Pada turbin pelton jumlah sudu yang digunakan mempunyai pengaruh yang sangat signifikan terhadap daya output yang dihasilkan oleh sebuah turbin, maka dari itu sangat penting untuk memilih berapa jumlah sudu yang akan digunakan dalam merancang sebuah turbin.

Kata-Kata Kunci : Turbin Pelton, Variasi Sudu, PLTMH, Energi

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Potensi air dengan head yang memadai di Indonesia sangat cocok untuk pembangkit listrik berskala kecil, dan karena faktor penggunaan yang tidak secara maksimal maka perlu dikembangkan teknologi pembangkit berskala kecil yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Untuk memenuhi kebutuhan listrik di pedesaan dengan melihat potensi yang ada, pengembangan teknologi ini bisa menjadi salah satu terobosan yang terbaik.

PLTMH terdiri dari komponen utama yaitu reservoir, turbin air, generator listrik, dan instalasi perpipaan. Turbin air merupakan penggerak mula yang mengubah energi kinetik dan aliran fluida dengan kecepatan tinggi menjadi energi mekanik berupa putaran roda turbin. Energi mekanik kemudian digunakan untuk memutar generator sehingga menghasilkan listrik. Turbin air yang bisa digunakan salah satunya adalah jenis impuls, sebagai contoh adalah turbin pelton yang pertama kali dibuat oleh Alan Lester Pelton pada tahun 1875.

Dengan melihat pertimbangan tersebut dapat disimpulkan bahwa jenis turbin air yang cocok digunakan adalah turbin pelton. Karena konstruksinya yang tidak begitu rumit dan perhitungannya pun juga tergolong mudah. Salah satu cara yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah dengan membuat replika turbin untuk PLTMH dengan menggunakan bantuan generator dan pompa air jet pump untuk memompa air yang sudah tersedia agar digunakan untuk memutar generator dan menghasilkan listrik. Penelitian yang saya lakukan ialah mengetahui pengaruh variasi jumlah sudu terhadap daya output yang dihasilkan turbin pelton pada PLTMH. Pada penelitian ini dilakukan dengan

memodifikasi sudu pada turbin dari penelitian ini dapat kita ketahui berapa jumlah sudu yang sesuai terhadap daya output yang dihasilkan sehingga dapat diterapkan di lapangan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas dapat diidentifikasi permasalahan nya yaitu berupa upaya untuk mengetahui efisiensi daya yang dihasilkan oleh generator. Secara spesifik permasalahan nya dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jumlah sudu terhadap daya output pada turbin pembangkit listrik mikrohidro.
2. Apakah dengan memodifikasi jumlah sudu dapat mempengaruhi output daya yang dihasilkan turbin pembangkit listrik mikrohidro.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari perluasan pembahasan maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Jenis turbin yang digunakan adalah turbin air jenis pelton horizontal untuk melanjutkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.
2. Runner yang digunakan pada turbin ialah berdiameter 10 inci dan jumlah sudu di variasikan menjadi 3 variasi.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudu yang dengan jumlah 3 variasi sudu dengan diameter yang sama.
2. Untuk mengetahui daya output yang dihasilkan turbin dengan menggunakan jumlah variasi sudu yang berbeda.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan didapat apabila penelitian ini berhasil sebagai berikut:

1. Bermanfaat bagi penulis untuk menyelesaikan pendidikan sarjana.
2. Menambah wawasan dari penggunaan PLTMH.
3. Dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai acuan untuk pembuatan PLTMH di pedesaan
4. Bermanfaat untuk peneliti lain nya yang mengembangkan hasil penelitian ini serta dapat dijadikan sebagai pembanding dalam penelitian dengan topik yang sama.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Turbin Air

Turbin air adalah turbin yang menggunakan fluida kerja air. Air mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah. Dalam hal tersebut air memiliki energi potensial. Dalam proses aliran di dalam pipa energi potensial berangsur-angsur berubah menjadi energi kinetik. Di dalam turbin, energi kinetik air diubah menjadi energi mekanis, di mana air memutar roda turbin.

2.2 Prinsip Kerja Turbin Air

Pada roda turbin terdapat sudu, yaitu suatu konstruksi lempengan dengan bentuk dan penampang tertentu, air sebagai fluida kerja mengalir melalui ruangan diantara sudu tersebut, dengan demikian roda turbin akan dapat berputar dan pada sudu akan ada gaya yang bekerja. Gaya tersebut akan terjadi karena ada perubahan momentum dari fluida kerja air yang mengalir diantara sudu-sudunya. Sudu hendaknya dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat terjadipubahan momentum pada fluida kerja air tersebut.

2.3 Jenis-jenis Turbin

Pengelompokkan jenis turbin dapat didasarkan dari cara kerjanya, konstruksinya (susunanporos dan pemasukkan air) dan kecepatan spesifiknya.

a. Jenis turbin menurut cara kerjanya:

1. Turbin aksi atau turbin impuls

Adalah turbin yang berputar karena adanya gaya impuls dari air. Yang termasuk kedalam turbin jenis ini yaitu turbin pelton.

2. Turbin reaksi

Air masuk kedalam jaringan dalam keadaan bertekanan dan kemudian mengalir ke sudu. Yang termasuk kedalam jenis ini adalah turbin francis dan kaplan.

b. Jenis turbin berdasarkan susunan poros:

1. Turbin poros horisontal, yang termasuk turbin jenis ini adalah turbin propeller dan turbin pelton.

2. Turbin poros vertikal, yang termasuk turbin jenis ini adalah turbin crossflow, francis dan kaplan.

III. Metodologi Penelitian

3.1 Tempat

Penelitian dilakukan di laboraorium fakultas teknik kampus UISU yang beralamat di jalan SM RAJA MEDAN.

3.2. Alur Penelitian

Alur penelitian secara garis besar adalah: mulai, perancangan alat dan tujuan penelitian, pembuatan alat, penelitian dan pengumpulan data, analisa hasil penelitian, kesimpulan, selesai. Rincian dari alur penelitian tersebut. Dari alur penelitian tersebut dijelaskan pada poin-poin di bawah ini:

1. Perancangan alat dan tujuan penelitian
Pada bagian ini saya dan rekan satu tim memulai melakukan perancangan PLTMH untuk menjadi topik penelitian. Untuk penjelasan semua topik masalah dan tujuan penelitian sudah dijelaskan pada BAB 1.
2. Pembuatan alat
Pada bagian ini saya dan rekan satu tim mulai melakukan perakitan atau pembuatan PLTMH kami untuk nanti nya diaplikasikan sebagai objek atau tujuan penelitian dari tugas akhir kami.
3. Penelitian dan pengumpulan data
Pada tahap ini penelitian mulai dilakukan untuk pengambilan data yang dibutuhkan untuk dianalisa.
4. Analisa hasil penelitian
Pada bagian ini semua data yang telah dikumpulkan saat penelitian akandianalisa dan dihitung untuk mendapatkan hasil yang sesuai.
5. Kesimpulan

3.3 Diagram Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

IV. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan tentang “Pengaruh Jumlah Variasi Sudu Dengan Diameter Runner 10 inchi Terhadap Daya Output Yang Dihasilkan Turbin Pelton Pada PLTMH” maka didapatkan data output daya turbin. Data tersebut didapatkan ketika melakukan proses pengujian Turbin Pelton menggunakan variasi sudu 12, 14 dan 16 dengan data yang diambil dari alat ukur yang digunakan dalam pengujian.

4.2 Hasil Perhitungan Debit Air

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka untuk mengetahui nilai debit air dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

1. Perhitungan Debit Air Variasi Sudu 12

Dibawah ini adalah hasil perhitungan debit air pada saat menggunakan variasi sudu 12.

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

Keterangan:

Q = Debit air (m^3/s)

V = Volume (m^3)

t = Waktu (s)

$$\frac{Volume}{Waktu} = \frac{0,001 m^3}{19,11} = 0,000052 m^3/s$$

2. Hasil Perhitungan Debit Air Variasi Sudu 14

Dibawah ini adalah hasil perhitungan debit air pada saat menggunakan variasi sudu 14.

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

Keterangan:

Q = Debit air (m^3/s)

V = Volume (m^3)

t = Waktu (s)

$$\frac{Volume}{Waktu} = \frac{0,001 m^3}{19,11} = 0,000052 m^3/s$$

3. Hasil Perhitungan Debit Air Variasi Sudu 16

Dibawah ini adalah hasil perhitungan debit air pada saat menggunakan variasi sudu 16.

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

Keterangan:

Q = Debit air (m^3/s)

V = Volume (m^3)

t = Waktu (s)

$$\frac{Volume}{Waktu} = \frac{0,001 m^3}{18,50} = 0,000054 m^3/s$$

4.3 Hasil Perhitungan Daya (watt)

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka untuk mengetahui daya (watt) yang dihasilkan turbin dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Perhitungan Daya Output Variasi Sudu 12

Dibawah ini adalah hasil perhitungan dari data yang sudah didapat pada saat melakukan pengujian menggunakan variasi jumlah sudu 12 maka diperoleh daya output sebagai berikut:

$$P = A \times V \dots\dots$$

Keterangan:

P = Daya (watt)

A = Ampere

V = Voltage (V)

$$\begin{aligned} P &= A \times V \\ &= 0.03 A \times 60 V \\ P &= 1.8 \text{ watt} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Daya Output Variasi Sudu 14

Dibawah ini adalah hasil perhitungan dari data yang sudah didapat pada saat melakukan pengujian menggunakan variasi jumlah sudu 14 maka diperoleh daya output sebagai berikut:

$$P = A \times V \dots\dots\dots(4.5) \quad 36$$

Keterangan:

P = Daya (watt)

A = Ampere

V = Voltage (V)

$$\begin{aligned} P &= A \times V \\ &= 0.03 A \times 62 V \\ P &= 2.3 \text{ watt} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Daya Output Variasi Sudu 16

Dibawah ini adalah hasil perhitungan dari data yang sudah didapat pada saat melakukan pengujian menggunakan variasi jumlah sudu 16 maka diperoleh daya output sebagai berikut:

$$P = A \times V.$$

Keterangan:

P = Daya (watt)

A = Ampere

V = Voltage (V)

$$\begin{aligned} P &= A \times V \\ &= 0.04 A \times 65 V \\ P &= 2.6 \text{ watt} \end{aligned}$$

4.4 Hasil Pengujian Jumlah Variasi Sudu 12

Pengujian pertama ialah dengan menggunakan variasi 12 sudu. Pada tahap ini data daya output turbin diperoleh. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan menggunakan variasi 12 sudu maka diperoleh hasil daya output turbin sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Variasi Sudu 12

Jumlah sudu	Rpm	Q (mm ³ /s)	Head (m)	V	I	W
12	1015	0,000052	11,21	60	0.03	1,8

Keterangan:

H : Head (m)

Q : Debit Air (m³/s)

V : Voltage (Tegangan)

I : Ampere (Arus)

W : Watt (Daya)

Tabel 1 di atas merupakan hasil dari pengujian yang telah dilakukan dari pengujian ini maka diperoleh output daya yang dihasilkan turbin dengan pengujian menggunakan variasi sudu 12 dengan head 11,21 m dan debit air 0,000052 mm³/s maka Rpm yang diperoleh ialah 1015 Rpm voltage yang dihasilkan 60 volt 0,03 ampere dan output yang dihasilkan turbin ialah 1.8 Watt.

4.5 Data Hasil Pengujian Jumlah Variasi Sudu 14

Pengujian tahap kedua ialah dengan menggunakan variasi 16 sudu. Pada tahap ini data daya output turbin diperoleh. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan variasi sudu 14 maka diperoleh hasil daya output turbin sebagai berikut.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Variasi Sudu 14

Jumlah sudu	Rpm	Q (mm ³ /s)	Head (m)	V	I	W
14	1055	0,000052	11,21	62	0.03	2,3

Keterangan:

H : Head (m)

Q : Debit Air (m³/s)

V : Voltage (Tegangan)

I : Ampere (Arus)

W : Watt (Daya)

Tabel 2 di atas merupakan hasil dari pengujian yang telah dilakukan dari pengujian ini maka diperoleh output daya yang dihasilkan turbin dengan pengujian menggunakan variasi sudu 16 dengan head 11,21 m dan debit air 0,000052 mm³/s maka Rpm yang diperoleh ialah 1055 Rpm voltage yang dihasilkan ialah 62 volt 0,03 ampere dan output yang dihasilkan turbin ialah 2,3 Watt.

4.6 Data Hasil Pengujian Variasi Sudu 16

Pengujian tahap kedua ialah dengan menggunakan variasi 16 sudu. Pada tahap ini data daya output turbin diperoleh. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan variasi sudu 14 maka diperoleh hasil daya output turbin sebagai berikut.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Variasi Sudu 16

Jumlah sudu	Rpm	Q (mm ³ /s)	Head (m)	V	I	W
16	1078	0,000054	11,21	65	0.04	2,6

Keterangan:

H : Head (m)

Q : Debit Air (m³/s)

V : Voltage (Tegangan)

I : Ampere (Arus)

W : Watt (Daya)

Tabel 3 merupakan hasil dari pengujian yang telah dilakukan dari pengujian ini maka diperoleh output daya yang dihasilkan turbin dengan pengujian menggunakan variasi sudu 16 dengan head 11,21 m dan debit air 0,000052 mm³/s maka Rpm yang diperoleh ialah 1085 Rpm voltage yang dihasilkan ialah 65 volt 0,04 ampere dan output yang dihasilkan turbin ialah 2.6 Watt.

4.7 Hasil Pengujian Variasi Sudu 12, 14 dan 16

Berikut data hasil pengujian variasi sudu 12, 14 dan 16 yang diperoleh dari hasil pengujian.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Sudu 12, 14 dan 16

No	Jumlah sudu	Rpm	Q (mm ³ /s)	Head (m)	V	I	W
1	12	1015	0,000052	11,21	60	0.03	1,8
2	14	1055	0,000052	11,21	62	0.03	2,3
3	16	1078	0,000054	11,21	65	0,04	2,6

Keterangan:

H : Head (m)

Q : Debit Air (m³/s)

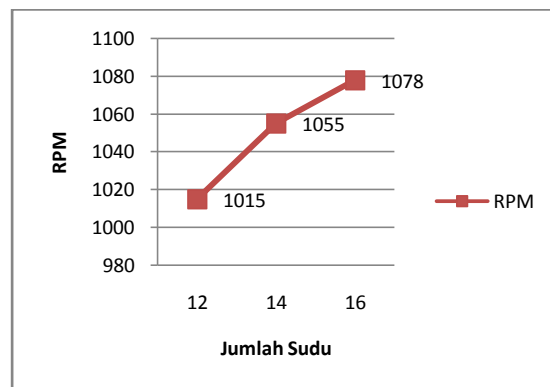
V : Voltage (Tegangan)

I : Ampere (Arus)

W : Watt (Daya)

Tabel 4 merupakan hasil yang didapatkan setelah dilakukan proses pengujian langsung. Data yang didapat pada tiap pengujian variasi sudu ialah: data output yang didapat dari variasi sudu 12 ialah 1.8 watt, pada variasi sudu 14 ialah 2.3 watt dan pada sudu 16 ialah 2.6 watt. Hasil selama pengujian secara langsung dengan menggunakan 3 variasi sudu yang berbeda daya output paling rendah ialah 1.8 watt dengan menggunakan variasi sudu 12 dan daya output yang paling tinggi ialah 2,6 watt dikarenakan sudu yang digunakan ialah sudu 16 dapat berpengaruh pada putaran rpm yang dihasilkan dan dapat dilihat pada Tabel 4..

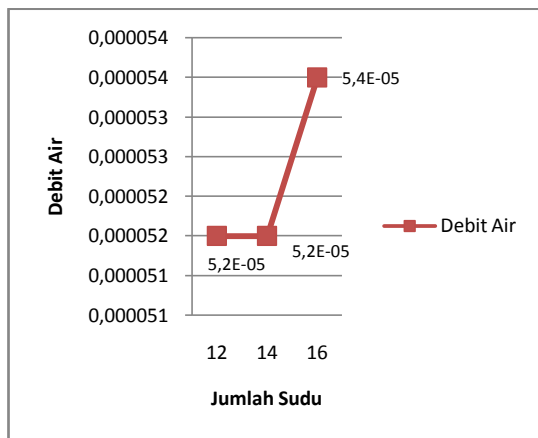
1. Grafik Hubungan Jumlah Sudu vs Rpm

**Gambar 2. Hubungan Jumlah Sudu vs Rpm**

Pada grafik diatas merupakan grafik hubungan jumlah sudu terhadap Rpm grafik diambil dari data yang sudah diambil dari hasil pengujian. Dapat dilihat dengan menggunakan variasi sudu 16 rpm yang dihasilkan tinggi.

Dengan melihat bentuk profil pada grafik maka jumlah sudu 16 memiliki rpm yang lebih tinggi yaitusebesar 1078 rpm sedangkan variasi sudu 14 rpm yang dihasilkanialah 1055 rpm dan padasudu 12 memiliki rpm yang paling rendah yaitusebesar 1015 rpm.

2. Grafik Hubungan Jumlah Sudu vs Debit Air

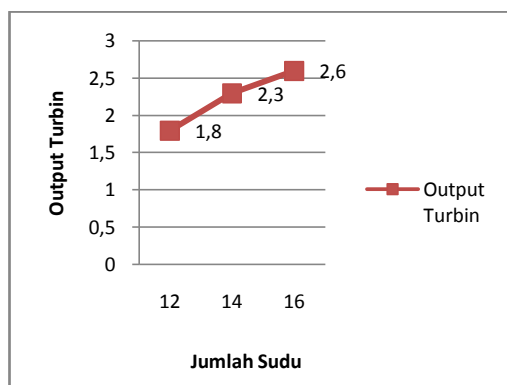


Gambar 3. Grafik Hubungan Jumlah Sudu vs Debit Air

Pada grafik diatas merupakan grafik hubungan jumlah sudu terhadap debit air grafik diambil dari data yang sudah diambil dari hasil pengujian. Dapat dilihat dengan menggunakan variasi sudu 16 debit air yang dihasilkan tinggi.

Dengan melihat bentuk profil pada grafik maka debit air yang tertinggi didapat saat menggunakan jumlah sudu 16 yang memiliki debit air yang lebih tinggi,yaitu dengan debit air sebesar 0,000054 m³/s sedangkan pada saat menggunakan variasi sudu 14 dan variasi sudu 12 debit air yang didapat lebih rendah dari sudu 16 yang nilai debit airnya sama yaitu dengan debit air sebesar 0.000052 m³/s.

3. Grafik Hubungan Jumlah Sudu vs Output Turbin



Gambar 4. Grafik Hubungan Jumlah Sudu vs Output Turbin

Pada grafik di atas merupakan grafik hubungan jumlah sudu terhadap output turbin grafik diambil dari data yang sudah diambil dari hasil pengujian. Dapat dilihat dengan menggunakan variasi sudu 16 dengan output turbin sebesar 2,6 watt.

Dengan melihat bentuk profil pada grafik maka padavariasi jumlah sudu 16 memiliki outputturbin yang lebih tinggi, yaitudengan output sebesar 2,6 wat tsebagai pada jumlah variasi sudu 14 output yang dihasilkan yaitu sebesar 2,3 watt, pada variasi jumlah sudu 12 dengan output dihasilkan turbin lebih rendah dari pada sudu 16 dan 14 yaitu output yang dihasilkan ialah sebesar 1,8 watt.

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian pada turbin pelton dan setelah melakukan analisa perhitungan data maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada percobaan menggunakan variasi 12 sudu Rpm yang dihasilkan yaitu 1015 Rpm lebih rendah dan output daya yang dihasilkan ialah 1,8 watt, pada variasi 14 sudu Rpm yang dihasilkan ialah sekitar 1085 Rpm dan daya output yang dihasilkan sebesar 4.02 watt, pada variasi 16 sudu Rpm yang dihasilkan ialah 1078 Rpm dan output yang dihasilkan ialah 2.6 watt.
2. Pada turbin pelton jumlah sudu yang digunakan mempunyai pengaruh yang sangat signifikan terhadap daya output yang dihasilkan oleh sebuah turbin, maka dari itu sangat penting untuk memilih berapa jumlah sudu yang akan digunakan dalam merancang sebuah turbin.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka saran yang dapat penulis berikan yaiu sebagai berikut:

1. Ada baiknya sebelum membuat sebuah turbin kita harus melakukan perencanaan dan perancangan yang matang agar hasil yang didapat juga baik dan bisa dimanfaatkan dengan selayak nya.
2. Dalam penelitian ini menurut saya masih dapat dikembangkan lagi ke arah yang lebih baik dari penelitian sebelum nya dengan cara menambah jumlah variasi nozzle.
3. Untuk penelitian selanjutnya ada baiknya untuk mensambah jumlah variasi sudu lagi.
4. Penulis berharap penelitian selanjutnya akan lebih baik lagi.

Daftar Pustaka

- [1]. Ade, Frans Putra Tampubolon dan Tekad Sitepu. 2014. *Uji Performansi TurbinPelton Dengan 26 Sudu Pada Head 5,21 Meter Dengan Menggunakan Satu Buah Nosel Dan Analisa Perbandingan Menggunakan Variasi Bentuk Sudu*. Jurnal e-Dinamis, Volume.8, No.4 Maret 2014 ISSN 2338-1035. Universitas Sumatera Utara.

- [2]. Dwiyanto, Very. 2016. *Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Studi Kasus Sungai Air Kanal (Hulu Sungai Way Besay)*. Bandar Lampung :UniversitasLampung.
- [3]. Hery Irawan, Syamsuri, Rahmad Q. *Analisis Performasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton Dengan Variasi Bukaannya Katup dan Beban Lampu Menggunakan Inverter*. Instiut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- [4]. Rendi Yulianto, Karnowo. 2018. *Analisis Pengaruh Variasi jumlah Sudu dan Sudut Serang Terhadap Kinerja Turbin air Darrieus*”. Uiversitas Negri Semarang.
- [5]. Sihite, Ricky Wahyu. 2019, *Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Terhadap Daya Output Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Pada Aliran Irigasi Desa Timbang Jaya Kecamatan Bahorok*. Skripsi, Medan : Institut Teknologi Medan.
- [6]. Supratmanto, Dwi. 2016. *Kajian Eksperimental Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Helik Untuk Model Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Lampung.