

Pengaruh Sudut Pengarah Aliran pada Turbin Air Crossflow tingkat Dua Terhadap Putaran dan Daya

Satria Candra Laksana, A'rasy Fahrudin, Ali Akbar

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Article history: Received: 15/4/2018; Revised:20/5/2018; Accepted: 25/6/2018

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan zaman yang terus meningkat, kebutuhan akan energi meningkat juga, sehingga energi merupakan suatu unsur yang sangat penting dalam pembangunan suatu Negara atau suatu Daerah. Turbin *cross-flow*, merupakan salah satu jenis turbin yang sering digunakan untuk PLTMH. Dalam penelitian ini perencanaan turbin air *cross-flow* yang diaplikasikan pada ketinggian dan jumlah air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, aliran air ini Akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Dengan variasi sudut pengarah aliran turbin yaitu 30°, 35° dan 40° dengan variasi debit air yang sama 10, 5 L/s, 21 L/s dan 31, 5 L/s untuk mengetahui pengaruh terhadap putaran dan daya yang dihasilkan. Pada saat penelitian variasi jumlah sudu turbin 12 dan sudu kelengkungan turbin 30° dengan sudut pengarah aliran 40° dan dengan variasi debit air 31, 5 L/s sehingga diperoleh nilai putaran turbin tingkat 1 yang tertinggi yaitu putaran 478 rpm, sedangkan pada sudut pengarah aliran 30° dengan variasi debit air yang sama yaitu 31, 5 L/s sehingga memperoleh putaran turbin tingkat 1 yang sangat rendah yaitu 296 rpm.

Kata kunci: mikrohidro, turbin air *cross – flow*, sudut pengarah

ABSTRACT

The potential of hydro energy is very large both for large scale and for small scale. Until now, the need for energy continues to increase, so that energy is a very important element in the development of a country or a region. Cross-flow turbines are one type of turbine that is often used for PLTMH. In this study planning a cross-flow water turbine applied to the height and amount of water per second in the irrigation channel water flow, this water flow will rotate the turbine shaft to produce mechanical energy. With variations in the direction of the turbine flow direction, namely 30°, 35°, and 40°, and the same variation of water discharge 10,5 L / s, 21 L / s and 31,5 L / s to determine the effect on the rotation and the power produced. In this study with 12 turbine blades, 30° blade angle, 40° flow direction angle, and 31.5 L / s water discharge obtained the highest first stage turbine rotation value is 478 rpm. Whereas at the flow direction angle of 30° with the same water discharge which is 31.5 L / s so that the first stage of the turbine is obtained is 296 rpm.

Keywords : microhydro, water cross-flow turbine, guide angle



Satria Candra Laksana, menyelesaikan studi Sarjana di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.



A'rasy Fahrudin, menjadi pengajar di jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo sejak tahun 2012. Menyelesaikan pendidikan sarjana di Teknik Mesin Universitas Brawijaya dan Magister di Teknik Mesin Universitas Indonesia.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi energi tenaga air yang sangat besar, potensi ini perlu terus dimanfaatkan. Seiring dengan perkembangan zaman yang terus meningkat, kebutuhan akan energi semakin meningkat juga, sehingga energi merupakan suatu unsur yang sangat penting dalam pengembangan suatu Negara atau suatu Daerah. Ilmuwan di seluruh dunia menyadari hal ini dan mencoba berbagai energi alternatif. Salah satu sumber energi saat ini yang banyak dilakukan penelitian

*Corresponding author.

E-mail address: arasy.fahrudin@umsida.ac.id

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2017 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

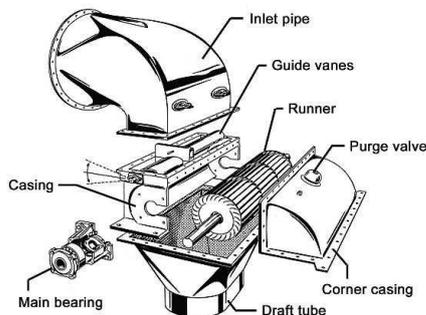
adalah arus air. Turbin air lebih aplikatif untuk pembangkit listrik karena sumber energi air relatif lebih konstan dibandingkan energi angin. Pembangkit listrik tenaga air saat ini telah banyak dikembangkan di pedesaan pada aliran sungai kecil, namun masih menggunakan teknologi yang sederhana. Energi arus sungai kecil dapat dimanfaatkan untuk penerangan desa [1-3]. Banyaknya sumber mata air yang tersedia di daerah pegunungan, sehingga penulis terinspirasi untuk membuat sebuah pembangkit listrik di daerah tersebut. Turbin air adalah turbin yang menggunakan fluida kerja air. Sedangkan turbin itu sendiri adalah alat mekanik yang mengubah energi fluida menjadi putaran poros. Turbin terdiri dari poros dan sudu - sudu. Sudu tetap atau *stationary blade* berfungsi untuk mengarahkan aliran fluida. Sedangkan sudu putar atau *rotary blade*, mengubah arah dan kecepatan aliran fluida sehingga menghasilkan gaya yang memutar poros. Sudut aliran yang sesuai dapat meminimalkan losses [4] dan mempercepat putaran turbin [5-7]. Besar daya yang dapat dihasilkan turbin dari aliran air dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$P = \eta \gamma Q h$$

Dimana :

- η = efisiensi sistem
- γ = berat air persatuan volume (N/m^3)
- Q = debit air (m^3/det)
- h = ketinggian permukaan (m)
- P = daya yang diberikan aliran air melalui kincir (watt)

Turbin *cross flow* merupakan jenis turbin impuls yang juga dikenal juga dengan nama turbin *Michell - Banki*. Juga terkenal dengan nama turbin *Osberger* yang merupakan perusahaan yang memproduksi turbin *cross flow*. Turbin *cross flow* dapat dioperasikan pada debit 20 liter/s hingga 10 m^3/s dengan ketinggian jatuh air antara 1 m sampai 200 m.



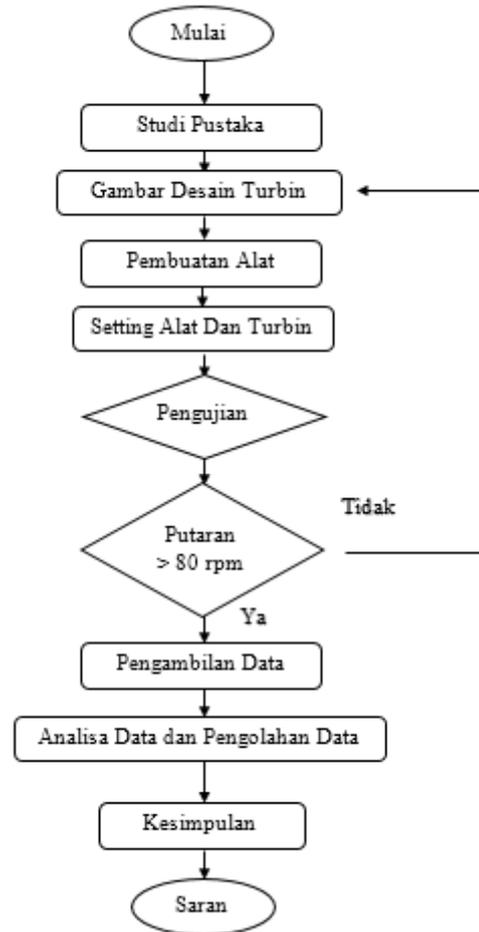
Gambar 1. Turbin *Cross flow*

Turbin *cross flow* menggunakan nosel berbentuk persegi panjang yang lebarnya sesuai dengan lebar *runner*. Aliran air yang masuk ke turbin akan mengenai sudu putar sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis. Air yang membentur sudu memberikan

energinya sehingga terjadi penurunan energi pada air. *Runner* turbin dibuat dari beberapa sudu yang dipasang pada sepasang piringan paralel.

METODE

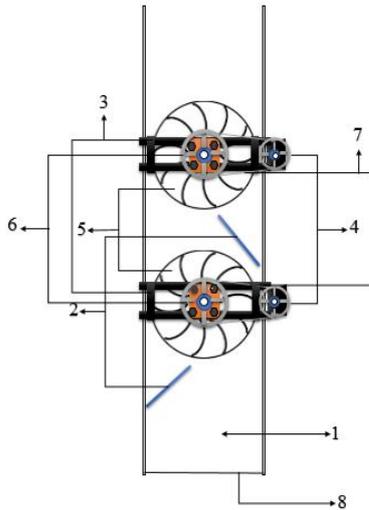
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian pengaruh sudut pengarah pada turbin air *cross flow*.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada Maret 2018 di aliran sungai desa Kutogirangkec. Ngoro, kab. Mojokerto. Adapun penelitian ini dilakukan di tempat tersebut karena di daerah tersebut termasuk tempat dataran tinggi dan memiliki sungai yang beraliran deras sehingga cocok untuk melakukan pengujian. Penelitian ini juga bertujuan untuk penyusunan skripsi agar mendapatkan gelar sarjana teknik pada program studi teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Berikut ini adalah model gambar instalasi turbin air bertingkat dua yang dapat di lihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Instalasi Turbin Air Bertingkat Dua

Keterangan :

- 1) Saluran air ini terletak pada bagian tengah yang masuk ke dalam rangka turbin. Alat ini digunakan untuk mengalirkan air menuju ke runner turbin.
- 2) Sudut pengarah aliran dalam penelitian ini ada dua sudut pengarah aliran yang terletak pada turbin Tk 1 dan turbin Tk 2. Alat ini di gunakan untuk mengarahkan aliran air agar tepat menuju sudu turbin.
- 3) Dudukan turbin yang di gunakan ada dua, berada pada turbin Tk 1 dan turbin Tk 2. Alat ini di gunakan untuk penyangga komponen utama di antaranya : turbin, bearing unit, poros, pulley, dan dinamo.
- 4) Dinamo sepeda sebagai generator kecil untuk mengetahui energi listrik yang dihasilkan dari putaran turbin. Dalam penelitian ini menggunakan dua dinamo yang terdiri dari turbin Tk 1 dan turbin Tk 2.
- 5) Runner turbin dalam penelitian ini merupakan komponen utama dan dalam penelitian ini menggunakan dua runner turbin yaitu pada turbin Tk 1 dan turbin Tk 2 yang akan berputar setelah mendapatkan tekanan air (P), dan perputaran turbin dimanfaatkan untuk memutar generator.
- 6) Pulley digunakan untuk sebagai alat transmisi gaya turbin ke generator, untuk mendapatkan putaran dan daya yang keluar.
- 7) Dalam penelitian ini menggunakan tali marlon sebagai penghubung pulley turbin dengan pulley dinamo.
- 8) Dalam penelitian ini menggunakan variasi bukaan tutup dengan potongan kayu agar aliran air yang masuk dapat menghasilkan debit air yang bervariasi.

Prosedur Pengujian Dalam penelitian ini terdapat prosedur pengujian yang harus di jalani, adapun pengujian ini harus di tempuh dengan pembuatan alat Turbin Air Cross Flow Bertingkat Dua sebagai berikut:

1. Merangkai semua komponen Turbin Air Cross Flow Bertingkat Dua sesuai desain.
2. Pastikan rangkaian Turbin Air Cross Flow sudah terpasang semuanya.
3. Pengukuran aliran debit air per menit menggunakan stopwatch.
4. Pengukuran putaran turbin air dengan menggunakan tachometer kemudian mencatat hasil putaran rpm.
5. Pengukuran arus dan tegangan yang dihasilkan turbin pada generator dengan multimeter digital.
6. Mengulangi pengujian beberapa kali dengan metode yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan penelitian ini bisa menghasilkan data yang diinginkan seperti, debit air, putaran (rpm), Voltase, dan Ampere. Pengambilan data ini dilakukan sebanyak 3 kali dengan waktu berkisar 1 menit setiap pengambilan data.

Setelah dari semua nilai data – data yang di hitung pada kinerja pengaruh sudut pengarah aliran pada turbin bertingkat dua, maka data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

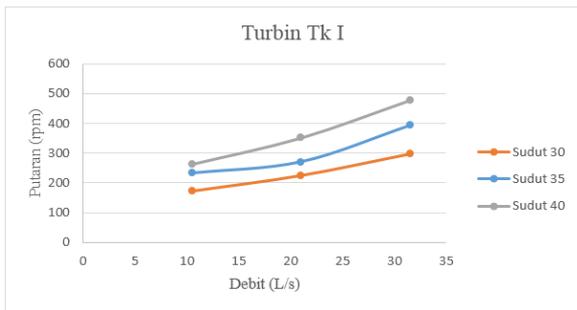
Tabel 1. Data hasil eksperimen

Variasi Sudut Pengarah Aliran	Variasi Bukaan Tutup Aliran Air (cm)	Variasi Debit Air (L/s)	Turbin TK 1				Turbin TK 2				Total Daya
			Putaran (rpm)	Arus (ampere)	Voltase (volt)	Daya (watt)	Putaran (rpm)	Arus (ampere)	Voltase (volt)	Daya (watt)	
30°	3	10,5	172	0,01	0,05	0,0005	164	0,01	0,05	0,0005	0,001
	6	21	224	0,02	0,1	0,002	219	0,02	0,09	0,0018	0,0038
	9	31,5	296	0,03	0,23	0,0069	287	0,02	0,25	0,005	0,0119
35°	3	10,5	232	0,02	0,11	0,0022	192	0,01	0,08	0,0008	0,003
	6	21	270	0,02	0,19	0,0038	262	0,02	0,17	0,0034	0,0072
	9	31,5	392	0,03	0,32	0,0096	375	0,03	0,3	0,009	0,0186
40°	3	10,5	262	0,02	0,16	0,0032	227	0,02	0,1	0,002	0,0052
	6	21	351	0,03	0,28	0,0084	282	0,03	0,22	0,0066	0,015
	9	31,5	478	0,04	0,43	0,0172	447	0,04	0,36	0,0144	0,0316

Berdasarkan dari tabel diatas yang sudah diperoleh, setelah itu dari data tersebut kita bisa tuangkan dalam beberapa grafik yang telah dibuat untuk memperjelas analisa.

Variasi sudut pengarah aliran terhadap putaran turbin tingkat I

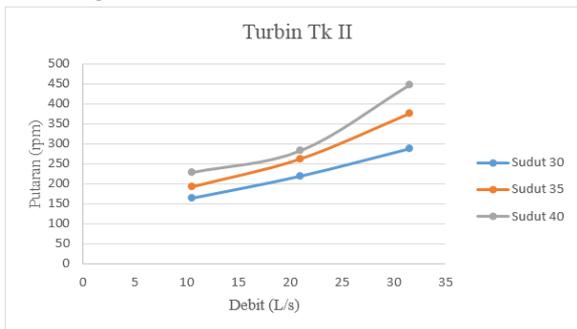
Dari Gambar 4, menunjukkan bahwa variasi sudut pengarah 40° dengan aliran debit air 31,5 L/s memperoleh putaran tertinggi yaitu 478 rpm, sedangkan pada variasi sudut pengarah 30° dengan debit air yang sama 31,5 L/s menunjukkan bahwa putaran yang diperoleh sangat rendah yaitu 296 rpm.



Gambar 4. Kecepatan putar turbin tk. I dengan variasi sudut pengarah

Karena dengan variasi sudut pengarah 40° menghasilkan putaran yang sangat tinggi ini dan menunjukkan bahwa semakin lebar bukaan sudut pengarah akan menghasilkan putaran yang maksimal, sebab debit air yang masuk akan alirkan lurus menuju ke sudu turbin.

Variasi sudut pengarah aliran terhadap putaran tubin tingkat II



Gambar 5. Kecepatan putar turbin tk. II dengan variasi sudut pengarah

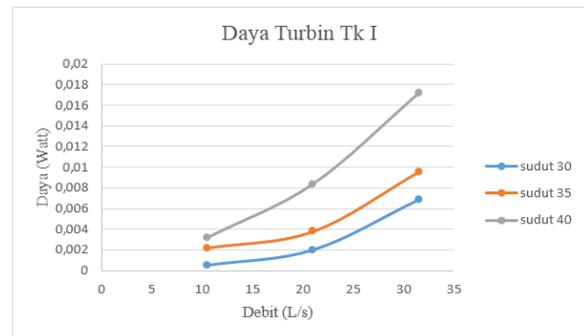
Dari Gambar 5, menunjukkan bahwa variasi sudut pengarah 40° dengan aliran debit air 31,5 L/s memperoleh putaran tertinggi yaitu 447 rpm, pada variasi sudut 35° menghasilkan putaran yang kurang maksimal yaitu 375 rpm sedangkan pada variasi sudut pengarah 30° dengan debit air yang sama 31,5 L/s menunjukkan bahwa putaran yang diperoleh sangat rendah yaitu 287 rpm.

Karena Variasi Sudut Pengarah 40° menghasilkan putaran yang sangat tinggi ini menunjukkan bahwa semakin lebar, maka bukaan sudut pengarah akan menghasilkan putaran 447 rpm yang maksimal sebab debit air yang masuk akan mengalirkan lurus menuju ke sudu turbin, yang akan mempengaruhi putaran turbin ke dua hingga turbin ke dua mengalami putaran yang rendah.

Variasi sudut pengarah aliran terhadap daya turbin tingkat I

Dari Gambar 6, menunjukkan bahwa variasi sudut pengarah 40° dengan aliran debit air 31,5 L/s

memperoleh daya sebesar 0,0172 watt, sedangkan pada variasi sudut pengarah 30° dengan debit air yang sama 31,5 L/s menunjukkan bahwa daya yang diperoleh sangat kecil yaitu 0,0069 watt. Daya yang diperoleh berasal dari pengukuran dinamo, penggunaan dinamo yang lebih besar memungkinkan untuk menghasilkan daya yang lebih besar.

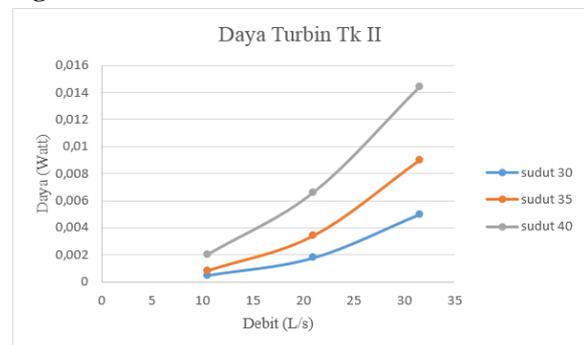


Gambar 6. Daya turbin tk. I dengan variasi sudut pengarah

Dari Gambar 6, menunjukkan bahwa variasi sudut pengarah 40° dengan aliran debit air 31,5 L/s memperoleh daya sebesar 0,0172 watt, sedangkan pada variasi sudut pengarah 30° dengan debit air yang sama 31,5 L/s menunjukkan bahwa daya yang diperoleh sangat kecil yaitu 0,0069 watt. Daya yang diperoleh berasal dari pengukuran dinamo, penggunaan dinamo yang lebih besar memungkinkan untuk menghasilkan daya yang lebih besar.

Hasil pengujian dari variasi sudut pengarah memperoleh daya lebih besar dikarenakan aliran debit air yang masuk langsung lurus ke turbin dan dapat menghasilkan putaran yang tinggi dan menghasilkan daya yang lebih besar.

Variasi sudut pengarah aliran terhadap daya turbin tingkat II



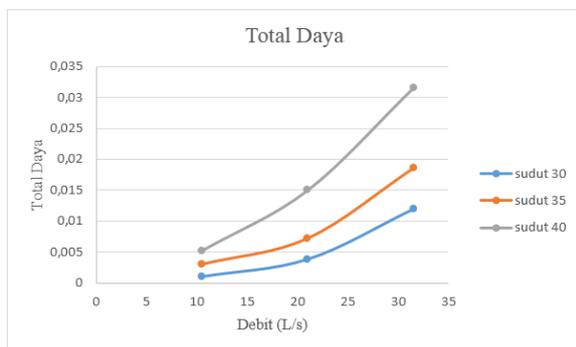
Gambar 7. Daya turbin tk. II dengan variasi sudut pengarah

Dari gambar grafik variasi sudut pengarah aliran terhadap daya turbin Tingkat II, menunjukkan bahwa variasi sudut pengarah 40° dengan aliran debit air 31,5 L/s memperoleh daya sebesar 0,0172 watt, pada sudut

pengarah 35° menghasilkan daya yang kurang maksimal yaitu 0,009 watt sedangkan pada variasi sudut pengarah 30° dengan debit air yang sama 31,5 L/s menunjukkan bahwa daya yang diperoleh sangat kecil yaitu 0,0069 watt.

Hasil pengujian dari variasi sudut pengarah memperoleh daya lebih besar dikarenakan aliran debit air yang masuk langsung lurus ke turbin dan dapat menghasilkan putaran yang tinggi dan menghasilkan daya yang lebih besar.

Variasi sudut pengarah aliran terhadap total daya turbin



Gambar 7. Daya turbin total dengan variasi sudut pengarah

Dari gambar grafik Variasi Sudut Pengarah Aliran Terhadap Total Daya Turbin (gambar 4.5), dari hasil pengujian variasi sudut pengarah aliran terhadap daya yang di hasilkan pada Turbin tk I dan Turbin tk II dijumlah sehingga menghasilkan total daya yakni variasi sudut pengarah 40° menghasilkan daya yang lebih besar yaitu 0,0316 watt pada debit air 31,5 L/s, pada sudut pengarah 35° menghasilkan daya 0,0186 watt, sedangkan pada variasi sudut 30° dengan debit air yang sama menghasilkan daya yang lebih kecil 0,0144 watt. Karena variasi sudut pengarah 40° menghasilkan daya yang lebih besar yaitu 0,0316 ini membuktikan bahwa daya yang dihasilkan sangat maksimal.

KESIMPULAN

Menurut dari hasil analisa pengambilan data dan pembahasan pada turbin *cross flow* dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengaruh variasi sudut pengarah aliran turbin tingkat 1 sudut 40° akan menghasilkan putaran paling tinggi sebesar 478 rpm, sedangkan pada sudut 30° menghasilkan putaran paling rendah 296 rpm.
2. Pada pengaruh variasi sudut pengarah aliran turbin tingkat 1 sudut 40° akan menghasilkan daya paling tinggi yaitu 0,0172 watt,

sedangkan pada sudut 30° menghasilkan daya yang paling rendah yaitu 0,0069 watt.

3. Variasi debit air 31,5 L/s turbin tingkat 1 menghasilkan putaran paling tinggi sebesar 478 rpm, sedangkan debit air 10,5 L/s menghasilkan putaran paling rendah yaitu 262 rpm.
4. Pada variasi debit air 31,5 L/s turbin tingkat 1 akan menghasilkan daya paling tinggi yaitu 0,0172 watt, sedangkan pada variasi debit air 10,5 L/s akan menghasilkan daya paling rendah yaitu 0,0069 watt.

REFERENSI

- [1] Mafruddin, D. Irawan, "Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross-Flow Sebagai Pembangkit Listrik di Desa Bumi Nabung Timur," *Jurnal Turbo*, vol. 3, no. 2, 2014.
- [2] Verdy A Koehuan, Agustinus Sampealo, "Analisis Desain Turbin Air Tipe Aliran Silang (Cross Flow) dan Aplikasinya di Desa Werel Kabupaten Ngada-NTT," *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana*, Vol. 2, No.1, 2015.
- [3] Ali Khomsah, Efrita Arfah Zuliari, "Analisa Teori: Performa Turbin Cross Flow Sudu Bambu 5" sebagai Penggerak Mula Generator Induksi 3 Fasa," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III*, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 2015.
- [4] A. Fahrudin and Mulyadi, "Rancang Bangun Alat Uji Head Losses dengan Variasi Debit dan Jarak Elbow 90° Untuk Sistem Perpipaan yang Efisien," *J. Turbo*, vol. 7, no. 1, pp. 32–35, 2018.
- [5] A. Maidangkay, R. Soenoko, and S. Wahyudi, "Pengaruh sudut pengarah aliran dan jumlah sudu radius berengsel luar roda tunggal terhadap kinerja tubin kinetik," *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol.5, No. 2, 2014.
- [6] Pramesti, Yasinta Sindy, "Analisa pengaruh sudut sudu terhadap kinerja turbin kinetik poros horisontal dan vertical," *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 1, no. 1, p. 51-59, 2018.
- [7] Yudi Setiawan, Irfan Wahyudi, Erwin Nandes, "Unjuk kerja turbin air tipe cross flow dengan variasi debit air dan sudut serang nosel," *Jurnal Turbo*, Vol. 2 No. 1, 2016.