

## PENGARUH VARIASI KECEPATAN ALIRAN SUNGAI TERHADAP KINERJA TURBIN KINETIK BERSUDU MANGKOK DENGAN SUDUT INPUT 10°

Asroful Anam <sup>1)</sup>, Ir. Teguh Rahardjo <sup>2)</sup>, Mochtar Asroni <sup>3)</sup>

<sup>1),2),3)</sup> Teknik Mesin SI, Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Sigura-gura 2 Malang  
Email : [asrofulan@gmail.com](mailto:asrofulan@gmail.com)

**Abstrak.** Indonesia memiliki sungai-sungai yang banyak sekali dan pemanfaatan potensinya sebagai sumber energi pembangkit tenaga listrik belum maksimal dan masih banyak masyarakat di daerah-daerah pegunungan atau perbukitan yang belum terjangkau aliran listrik pemerintah, sehingga tujuan dan target yang hendak dicapai peneliti adalah untuk mengetahui kinerja turbin kinetik yang lebih optimal dan manfaatnya bagi masyarakat. dengan judul penelitian “Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Sungai Terhadap Kinerja Turbin Kinetik Bersudu Mangkok Dengan Sudut Input 10°”. Penelitian tentang kinerja turbin kinetik telah dilakukan sebelumnya, yaitu tentang ketinggian aliran air sungai, sudut input sudu mangkok, panjang sudu mangkok, jumlah sudu mangkok dan perbandingan bentuk sudu mangkok dan setengah silinder. Dari hasil penelitian-penelitian tersebut kinerja turbin kinetik paling tinggi adalah penelitian pada panjang sudu mangkok, yaitu pada panjang 12 cm, putaran 80 rpm dengan daya sebesar 25,455 Watt dan efisiensi 42,457 %. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah eksperimental, yaitu menguji variasi kecepatan aliran sungai yang dimanfaatkan sebagai variabel atau parameter kinerja turbin kinetik dengan variasi: 2,5 m/s; 2,6 m/s, dan 2,7 m/s. Ketika pelaksanaan penelitian, setiap data pengujian dari variasi kecepatan aliran sungai dicatat dan dianalisa dengan menggunakan rumus-rumus yang relevan dan dituangkan dalam bentuk grafik, sehingga memudahkan peneliti mengambil suatu kesimpulan dari hasil penelitian yang hendak dilakukan. Dari hasil penelitian tersebut kinerja turbin kinetik tertinggi terdapat pada kecepatan aliran sungai 2,7 m/s, yaitu menghasilkan daya sebesar 18,694 Watt dan efisiensi 37,468 % pada putaran 80 rpm.

**Kata kunci :** sumber energi, kecepatan aliran, turbin kinetik, sudu mangkok, sudut input.

### 1. Pendahuluan

Indonesia memiliki sungai-sungai yang banyak sekali dan pemanfaatan potensinya sebagai sumber energi pembangkit tenaga listrik. Energi listrik adalah energi yang sangat dibutuhkan oleh seluruh masyarakat, baik masyarakat industri maupun masyarakat non industri. Tetapi hal ini tidak dapat terpenuhi secara menyeluruh dalam waktu dekat oleh pemerintah, karena berbicara masalah energi listrik, artinya berbicara Negara Indonesia yang merupakan Negara yang luas dan memiliki topografi pegunungan dan bukit tinggi yang tersebar hampir di seluruh wilayahnya. Hal tersebut selalu menghambat pemerintah dalam pembangunan infrastruktur jaringan tenaga listrik terutama tenaga listrik untuk masyarakat pegunungan atau perbukitan dan karena itu, tenaga listrik masih menjadi sesuatu yang mahal dan sulit didapat bagi masyarakat pegunungan akibat tidak terjangkau oleh aliran jaringan tenaga listrik pemerintah. Sehingga banyak upaya dilakukan oleh beberapa pihak, baik pemerintah maupun masyarakat akademisi melakukan sumbangsuhnya kepada masyarakat adalah dengan melakukan penelitian dibidang pemanfaatan potensi energi baru dan energi terbarukan.

Energi baru dan energi terbarukan adalah jawaban akan terus berlangsungnya penggunaan potensi energi yang sebelumnya dipandang sebelah mata oleh beberapa kalangan, termasuk pemerintah. Sehingga Pemerintah saat ini melalui Direktorat Jendral Energi Baru, Terbarukan, Dan Konservasi Energi (DIRJEN EBTK) pada tahun 2015 membuat kebijakan berupa Rencana Strategis 2015-2019 tentang pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan (EBT) sebesar 16.954 MW yang saat ini pemanfaatannya masih 11.330 MW , sehingga capaian akhirnya adalah 5.623 MW penggunaan potensi energi baru dan energi terbarukan sebagai pemenuhan energi tenaga listrik di Indonesia dapat

merata dan dapat dirasakan oleh seluruh masyarakat termasuk masyarakat pegunungan atau masyarakat perbukitan.

Negara Indonesia memiliki topografi pegunungan yang tersebar hampir di seluruh wilayahnya dan kondisi ini didukung oleh potensi-potensi energi alam yang terkandung didalamnya, semisal potensi panas bumi, energi angin, energi surya dan potensi energi air yang pemanfaatan dari potensi-potensi energi tersebut belum maksimal, semisal pemanfaatan potensi energi air masih kira-kira 220 - 3.783 MW dari potensi energi air yang ada sekitar 75.000-76.000 MW (Direktorat Jendral Energi Baru, Terbarukan, Dan Konservasi Energi, tahun 2015). Sehingga dalam hal ini kami sebagai peneliti di lingkup akademisi bertekad untuk berpartisipasi dalam mensukseskan rencana strategis pemerintah dalam rentan waktu 4 tahun dibidang pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan sebagai sumber energi listrik yang menggunakan potensi energi air menggantikan sumber energi fosil, yaitu fokus pada kecepatan aliran sungai, maka peneliti bermaksud melakukan penelitian lanjutan tentang turbin kinetik bersudu mangkok, terutama sudu turbin berbentuk mangkok yang bersudu input  $10^0$ .

Sehingga berdasarkan uraian diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah melakukan pengujian tentang pengaruh variasi kecepatan aliran sungai terhadap kinerja turbin kinetik bersudu mangkok dengan sudut input  $10^0$  yang bertujuan:

Tujuan yang hendak dicapai dari penelitian turbin kinetik ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan aliran sungai terhadap kinerja turbin kinetik bersudu mangkok dengan sudut input  $10^0$ .
2. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja turbin kinetik bersudu mangkok dengan sudut input  $10^0$ .
3. Mendapatkan kinerja turbin kinetik yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu untuk mendapatkan kinerja turbin kinetik yang lebih baik, seperti dilakukan oleh Bono dan Indarto (2008), melakukan penelitian turbin pelton poros horisontal dengan membandingkan bentuk sudu mangkok dan setengah silinder. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa adanya perbedaan daya dan efisiensi antara sudu mangkok dengan sudu setengah silinder adalah sebesar 6,97%. Bibeau et al (2009), meneliti turbin kinetik poros vertikal dengan cara mendesain bentuk *arm (flat bar, profile, profile front, dan hydrofoil)*. Dari hasil penelitiannya efisiensi yang didapatkan tiap bentuk *arm* berturut-turut sebesar 15,9%, 28,8%, 29,1%, dan 35,4%. Soenoko et al (2011), penelitian yang dilakukan adalah membuat *prototype* turbin kinetik roda (*runner*) ganda poros vertikal dengan menggunakan bentuk sudu *flat bar*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa torsi yang dihasilkan turbin ini lebih tinggi dari pada turbin berbentuk *water wheel* dan gaya maksimum dari kedua *runner* tersebut terjadi pada putaran 50 rpm antara debit 2 dan 2.5 L/s. Warsito et al (2010), melakukan penelitian dengan sumber energi baru terbarukan nanohidro dari aliran air berdebit kecil ( $0,0087 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Dari hasil penelitian tersebut daya yang dihasilkan adalah 2,34 Watt dan efisiensi 40,12%. Yani et al (2012), melakukan penelitian tentang variasi panjang sudu mangkok terhadap kinerja turbin kinetik roda tunggal. Dari hasil penelitian tersebut, kinerja turbin maksimum terjadi pada panjang 12 cm, putaran 80 rpm dengan daya sebesar 25,455 Watt dan efisiensi 42,457 %. Ohoirenan at al (2012), melakukan penelitian tentang variasi jumlah sudu mangkok terhadap kinerja turbin kinetik roda tunggal. Dan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa jumlah sudu berpengaruh terhadap kinerja turbin kinetik roda tunggal. Pada turbin dengan jumlah sudu 8 memiliki kinerja yang tertinggi pada putaran 80 rpm dengan daya 22,775 Watt dan efisiensi 37,919 %. Anam at al (2013), melakukan penelitian tentang variasi sudut input sudu mangkok terhadap kinerja turbin kinetik. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sudut input sudu mangkok berpengaruh terhadap kinerja turbin kinetik dan sudut input sudu mangkok  $10^0$  memiliki kinerja yang tertinggi pada putaran 100 rpm dengan daya 18,841 Watt dan efisiensi 37,648 %.

Sehingga perbedaan dengan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian terdahulu tidak pernah melakukan penelitian tentang pengaruh kecepatan aliran sungai terhadap kinerja turbin kinetik dan penelitian terdahulu adalah tentang bentuk sudu, dimensi sudu mangkok, jumlah sudu mangkok, dan sudut input sudu mangkok. Lokasi penelitian adalah di laboratorium Mesin-Mesin Fluida Universitas Brawijaya Malang. Hal tersebut berkaitan dengan

partisipasi peneliti dalam mewujudkan rencana strategis pemerintah tahun 2015-2019 dalam pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan.

Pada variabel penelitian ini, variabel-variabel yang digunakan ada tiga jenis, yaitu variable bebas, variable terikat dan variable control. Variabel bebas adalah variabel yang bebas ditentukan nilainya sebelum dilakukan penelitian, yaitu:

1. Variasi kecepatan aliran : 2,5 m/s; 2,6 m/s; 2,7 m/s
2. Debit air: 45, 50, 55 dan 60 m<sup>3</sup>/jam
3. Putaran turbin dikondisikan pada 100, 80, 60, 40, 20 dan 0 rpm/s

Sedangkan variabel terikat adalah variabel yang nilainya sangat tergantung pada variable bebas dan merupakan hasil dari penelitian, nilainya ditentukan konstan atau tidak berubah, yaitu:

1. Jumlah sudu 8 buah setiap turbin, pada penelitian ini terdapat 3 buah turbin.
2. Sudut pengarah aliran dikondisikan 10°.

## 2. Pembahasan

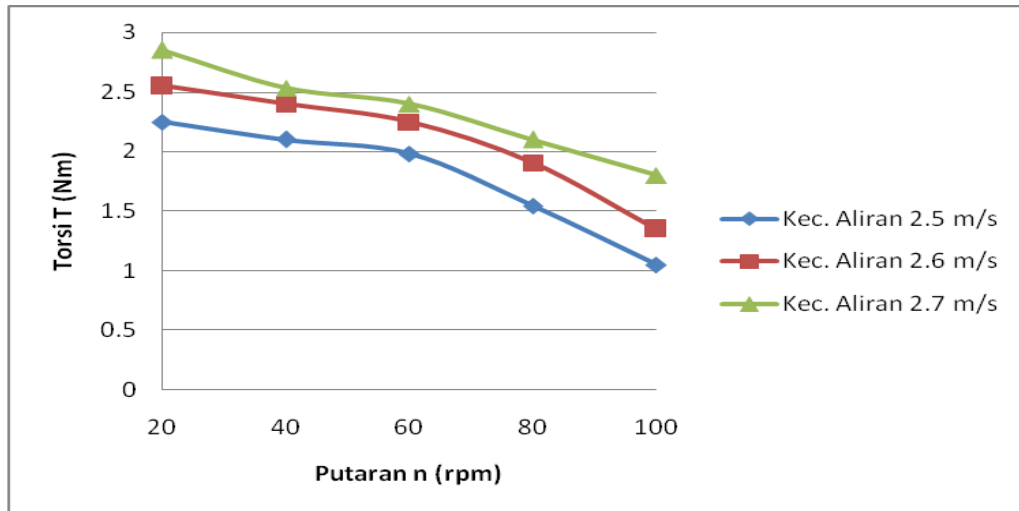
### 2.1. Tabel

Tabel 1. Hasil Pengujian Kecepatan Aliran Air Sungai

No.	Kec. Aliran		Debiit Aliran		Putaran	Gaya F (N)		
	$v_1$	$v_2$	Q (m <sup>3</sup> /jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)	n (rpm)	F1	F2	ΣF
1	2.5	2.4	50	0.0139	100	11	4	7
					80	16	5.5	10.5
					60	19	6	13
					40	21	7	14
					20	22	7	14.5
					0	24	8	16
2	2.6	2.5	55	0.0153	100	12	3	10
					80	17	5	12
					60	20	6	14
					40	22	6	16
					20	24	7	17
					0	26	8	18
3	2.7	2.6	60	0.0167	100	15	3	12
					80	19	5	14
					60	22	6	16
					40	24	7	17
					20	27	8	19
					0	30	9	21

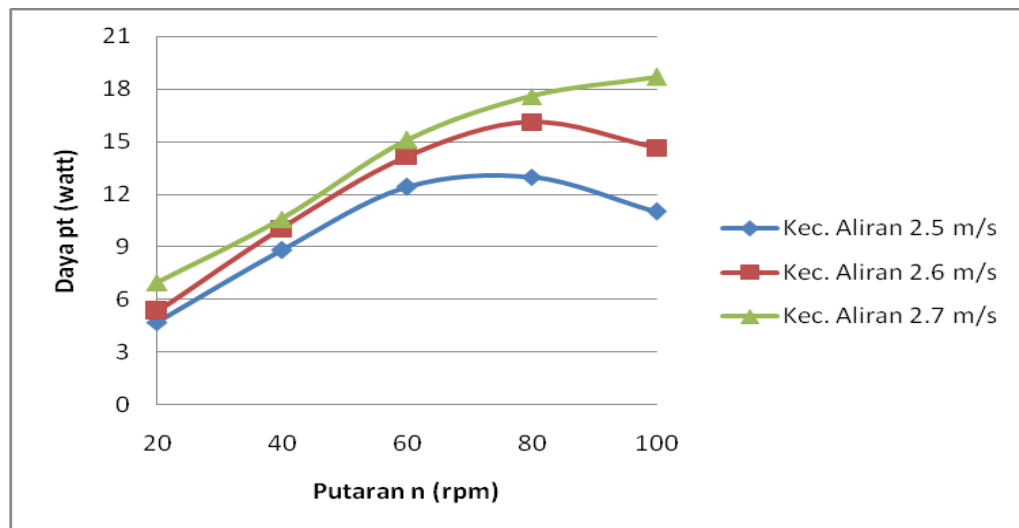
### 2.2. Gambar Grafik

Berdasarkan hasil perhitungan data pengujian pada variasi kecepatan aliran sungai terhadap kinerja turbin kinetik bersudu mangkok dengan sudut input 10° didapatkan beberapa grafik untuk memudahkan analisa seperti pada Gambar 1, 2, dan 3.



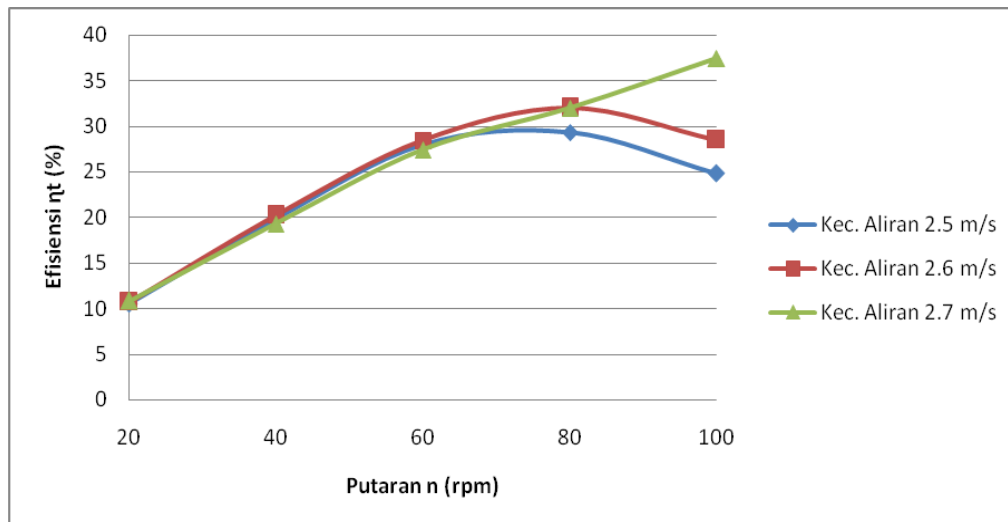
Gambar 1. Pengaruh Torsi terhadap Putaran *Runner* Pada Variasi Kecepatan Aliran

Berdasarkan hasil pengolahan data dan di buat grafik seperti pada Gambar 1, yaitu hubungan putaran *runner* dan torsi pada masing-masing kecepatan aliran air sungai ditunjukkan bahwa torsi yang terjadi menurun proporsional dengan makin bertambahnya putaran *runner*. Hal tersebut karena pada proses pengambilan data, putaran dikondisikan nilainya berdasarkan gaya pengereman dan gaya pengereman inilah yang mempengaruhi torsi dan putaran. Mulanya, putaran awal *runner* tanpa gaya pengereman adalah diatas 100 rpm, kemudian gaya pengereman dilakukan agar putaran *runner* menjadi 100, 80, 60, 40, dan 20 rpm. Sehingga pada perhitungan data didapat bahwa makin bertambahnya gaya pengereman, makin besar pula torsi yang terjadi dan proporsional dengan putaran *runner*.



Gambar 2. Pengaruh Putaran terhadap Daya Turbin Pada Variasi Kecepatan Aliran

Berdasarkan hasil pengolahan data dan di buat grafik seperti pada Gambar 2, yaitu hubungan putaran *runner* dan daya turbin pada masing-masing kecepatan aliran air sungai ditunjukkan bahwa dengan bertambahnya putaran *runner*, bertambah pula daya yang dihasilkan dan hal ini terjadi pada semua kecepatan aliran air sungai dengan kecepatan 2.5 m/s, 2.6 m/s, dan 2.7 m/s. Berdasarkan pengolahan data penelitian melalui perhitungan secara matematis dan berupa grafik, didapatkan bahwa daya turbin kinetik tertinggi terjadi pada kecepatan aliran sungai 2.7 m/s dengan daya sebesar 18.694 watt pada putaran 100 rpm.



Gambar 3. Pengaruh Putaran terhadap Efisiensi Turbin Pada Variasi Kecepatan Aliran

Berdasarkan grafik seperti pada Gambar 3, yaitu hubungan putaran *runner* dan efisiensi turbin pada masing-masing kecepatan aliran air sungai ditunjukkan bahwa dengan bertambahnya putaran *runner*, bertambah pula efisiensi yang dihasilkan dan hal ini terjadi pada semua kecepatan aliran air sungai dengan kecepatan 2.5 m/s, 2.6 m/s, dan 2.7 m/s. Berdasarkan pengolahan data penelitian melalui perhitungan secara matematis dan berupa grafik, didapatkan bahwa efisiensi turbin kinetik tertinggi terjadi pada kecepatan aliran sungai 2.7 m/s dengan efisiensi sebesar 37.468 % pada putaran 100 rpm.

### 3. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa perhitungan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecepatan aliran sungai berpengaruh terhadap kinerja turbin kinetik.
2. Dari beberapa kecepatan aliran sungai yang diteliti, kinerja turbin kinetik tertinggi terjadi pada kecepatan aliran sungai 2.7 m/s dibandingkan dengan 2.5 dan 2.6 m/s.
3. Kinerja turbin kinetik dengan kecepatan aliran sungai 2.7 m/s mendapatkan daya sebesar 18.69 watt dan efisiensi 37.468 % pada putaran 100 rpm.

### Ucapan Terima Kasih

Atas terlaksananya penelitian ini, maka penulis menyampaikan terima kasih yang seluas-luasnya kepada:

1. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Sibut, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Pihak Laboratorium Mesin-Mesin Fluida Universitas Brawijaya dan semua pihak yang membantu proses pengujian.

### Daftar Pustaka

- [1]. Direktorat Konstruksi dan Energi Baru Terbarukan (EBT), 2015. PT. PLN (Persero).
- [2]. Bono Dan Indarto, 2008, "Karakteristik Daya Turbin *Pelton* Mikro Dengan Variasi Bentuk Sudu, *Seminar Nasional Aplikasi Sains Dan Teknologi-IST AKPRIND Yogyakarta*.
- [3]. David L. F. Gaden and Eric L. Bibeau, 2009, "Increasing Power Density of Kinetic Turbines for Cost-effective *Distributed over Generation*", Department Of Mechanical and Manufacturing Engineering, , University of Manitoba, Canada.

- [4]. Soenoko., R. Rispiningtati, and Sutikno., D. 2011, “*Prototype Of A Twin Kinetic Turbine Performance as A Rural Electrical Power Generation*”, *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, Malang, Indonesia.
- [5]. Warsito., Wahyu., S. Wahyudi., D. dan Wildan, K., 2010, “Realisasi Dan Analisa Sumber Baru Terbarukan Nanohidro Dari Aliran Air Berdebit Kecil”, *Jurnal Material dan Energi Indonesia, Volume 01 Nomor 01 Tahun 2011*.
- [6]. Yani., Slamet Wahyudi, Deny W., 2012, “Pengaruh Variasi Panjang Sudu Mangkok Terhadap Kinerja Turbin Kinetik”, Seminar Nasional “*Science, Engineering and Technology*”, SciETec 2012, Fakultas Teknik UB, Malang.
- [7]. Ohoirenan., Slamet Wahyudi, D. Sutikno, 2012, “Pengaruh Variasi Panjang Sudu Mangkok Terhadap Kinerja Turbin Kinetik”, Seminar Nasional “*Science, Engineering and Technology*”, SciETec Fakultas Teknik UB, Malang.
- [8]. Anam., Soenoko. R., Deny W., 2013, “Pengaruh Variasi Sudut Input Sudu Mangkok Terhadap Kinerja Turbin Kinetik”, Seminar Nasional “*Science, Engineering and Technology*”, SciETec, Fakultas Teknik UB, Malang.
- [9]. Raharjo., T., 2008, “Pengaruh Variasi Profil Sudu *Runner* Terhadap Efisiensi Yang Dihasilkan Oleh Turbin Air *Pelton*”, Seminar Nasional Aplikasi Sains *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*, Semarang.
- [10]. Aminudin., Sarwono, Ridho Hantoro., 2010, “Studi Aplikasi *Flywheel Energy Storage* Untuk Meningkatkan dan Menjaga Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)”, Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri ITS, Surabaya.
- [11]. Arismunandar., W. 2004. Penggerak Mula Turbin, edisi ketiga ITB, Bandung.
- [12]. Ariadi., H. Nugroho., G. dan Hartono., R. 2011, “Studi Numerik Dan Eksperimental Performansi Turbin Arus Air Tipe Vertikal Aksis Dengan Variasi Jumlah Blade Dan Efek Aspect Ratio”, Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri ITS, Surabaya.
- [13]. Bachtiar, Asep Neris., 1988, ”Perencanaan Turbin Air Penggerak Generator Listrik Pedesaan”, Tugas Akhir.
- [14]. David L. F. Gaden, 2007, “An Investigation of River Kinetic Turbines: Performance *Enhancements, Turbine Modelling Techniques and a Critical Assesment of Turbulence Models*”, *Department of Mechanical and Manufacturing*, University of Manitoba, Canada.
- [15]. Dietzl, F.1984, Turbin, Pompa dan Kompresor, (alih bahasa Dakso Sriyono), Erlangga, Jakarta.
- [16]. *Hanbook-pnpm*, 2011. *Micro Hydro Power*, pnpm, Bandung.
- [17]. Paryatmo., W. 2007. Turbin Air, Graha Ilmu Yogyakarta.