

Pengaruh Variasi Ketinggian Aliran Sungai Terhadap Kinerja Turbin Kinetik Bersudu Mangkok Dengan Sudut Input 10°

Asroful Anam

Jurusan Teknik Mesin S-1 FTI ITN Malang, Jl. Raya Karanglo KM 02 Malang

E-mail: asrofulan@gmail.com

ABSTRAK. Potensi energi air sebagai salah satu energi baru dan energi terbarukan di Indonesia sangat melimpah persediaannya, tetapi pemanfaatannya untuk sumber energi pembangkit tenaga listrik masih belum maksimal. Sehingga peneliti mengambil topik penelitian tentang kinerja turbin kinetik dengan pemanfaatan potensi energi air skala kecil, yaitu pemanfaatan energi kinetik pada aliran air sungai yang mempunyai kecepatan 0,01-2,8 m/s dengan fokus penelitian pada ketinggian aliran air sungai. Pada penelitian-penelitian turbin kinetik bersudu mangkok sebelumnya telah dilakukan oleh beberapa peneliti, yaitu tentang dimensi sudu mangkok, jumlah sudu mangkok, dan sudut input sudu mangkok. Dari penelitian-penelitian tersebut kinerja turbin kinetik tertinggi adalah 42,46 %. Sehingga penelitian lebih lanjut tentang turbin kinetik bersudu mangkok perlu dilakukan untuk mendapatkan kinerja turbin kinetik yang lebih baik dengan tujuan penelitian bisa diaplikasikan untuk masyarakat yang tidak terjangkau oleh aliran tenaga listrik pemerintah, maka judul penelitian yang diambil peneliti adalah variasi ketinggian aliran sungai terhadap kinerja turbin kinetik bersudu mangkok dengan sudut input 10° dengan variasi ketinggian aliran air sungai: 5,5cm; 6cm; dan 6,5cm. Dari hasil penelitian tersebut kinerja turbin kinetik tertinggi pada ketinggian aliran air sungai 6,5cm pada putaran 100rpm dengan daya 18,841 Watt, dan efisiensi 34,254 %.

Kata Kunci: Aliran Sungai, Ketinggian Aliran, Kinerja Turbin, Sudut Input, Sudu Mangkok

1. Pendahuluan

Potensi energi air adalah salah satu energi baru dan energi terbarukan yang sangat melimpah persediaannya di Indonesia sekitar 75.000-76.000 MW tetapi selama ini pemanfaatannya untuk sumber energi tenaga listrik belum maksimal, yaitu masih 11.330 MW dan masih tergantung pada bahan bakar fosil sebagai sumber energinya yang makin lama akan habis persediaannya. Pemanfaatan potensi energi air sebagai sumber energi tenaga listrik adalah pada pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), suatu pembangkit listrik skala kecil dengan daya output dibawah PLTA dan merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi air kecepatan rendah, yaitu energi kinetik pada aliran air sungai dan turbin pada pembangkit tersebut dinamakan turbin kinetik.

Turbin kinetik adalah turbin yang memanfaatkan energi aliran air sungai berupa energi kinetik sebagai sumber energi untuk menggerakkan *runner*. Energi kinetik pada aliran air sungai dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin yang mempunyai kecepatan 0,01 s/d 2,8 m/s dan meskipun kecil tersimpan di dalamnya daya yang cukup besar dan bisa membangkitkan energi tenaga listrik pada generator dengan prinsip aliran air sungai langsung menumbuk sudu turbin, sehingga *runner* berputar dan terjadi perubahan energi kinetik pada air menjadi energi mekanis pada poros turbin untuk menggerakkan generator. Sehingga judul penelitian yang akan diambil peneliti adalah "*variasi ketinggian aliran sungai terhadap kinerja turbin kinetik bersudu mangkok dengan sudut input 10°* ".

Pada penelitian ini, turbin kinetik yang digunakan adalah turbin kinetik poros vertikal dengan sudu berbentuk mangkok. Pemilihan sudu dengan bentuk mangkok karena distribusi massa air setelah menumbuk sudu memantul, menyebar ke segala arah dan dapat memperbesar gaya tangensial dan torsi yang dihasilkan, dengan asumsi kinerja turbin meningkat pula.

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi ketinggian aliran sungai terhadap kinerja turbin kinetik bersudu mangkok dengan sudut input 10° .

2. Membantu masyarakat pegunungan dan perbukitan dalam memenuhi kebutuhan energi listrik yang tidak terjangkau aliran jaringan tenaga listrik pemerintah dan
3. Sebagai sumber referensi peneliti lain dalam merancang dan mengembangkan turbin kinetik.

2. Tinjauan Pustaka

Pada penelitian-penelitian turbin kinetik bersudu mangkok sebelumnya telah dilakukan oleh beberapa peneliti, yaitu tentang dimensi sudu mangkok, jumlah sudu mangkok, dan sudut input sudu mangkok. Dari penelitian-penelitian tersebut kinerja turbin kinetik tertinggi adalah 42,46 %. Sehingga penelitian lebih lanjut tentang turbin kinetik bersudu mangkok perlu dilakukan untuk mendapatkan kinerja turbin kinetik yang lebih baik dengan tujuan penelitian bisa diaplikasikan untuk masyarakat yang tidak terjangkau oleh aliran tenaga listrik pemerintah,

2.1 Prinsip kerja, keuntungan dan kekurangan turbin kinetik

Turbin kinetik adalah suatu turbin air yang dapat menghasilkan energi mekanik dengan memanfaatkan kecepatan aliran air sungai berupa energi kinetik air dengan prinsip kerja adalah aliran air sungai mengalir menumbuk sudu-sudu turbin dan terjadi perubahan momentum yang dapat memberikan gaya dorong pada sudu sehingga *runner* berputar atau ketika aliran air sungai menumbuk sudu terjadi perubahan energi kinetik air menjadi energi mekanis pada poros turbin yang digunakan untuk menggerakkan generator, sehingga menjadi energi listrik. Turbin ini sangat tepat digunakan di daerah pegunungan atau perbukitan yang memiliki banyak sungai tetapi belum terjangkau oleh jaringan tenaga listrik pemerintah.

Menurut Soenoko at al (2012), banyak keuntungan yang diperoleh apabila turbin kinetik ini dipakai sebagai pembangkit listrik. Keuntungan pemanfaatan turbin kinetik adalah:

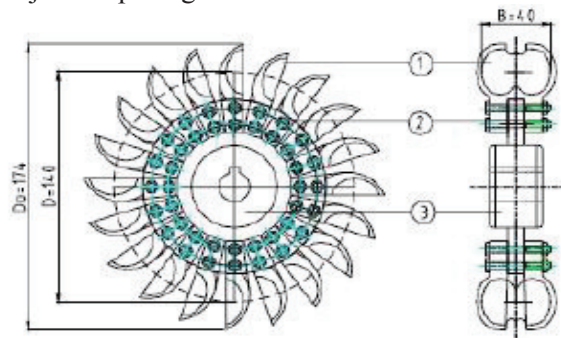
- a. Pemilihan lokasi tidak terlalu banyak syarat dan tanpa bendungan.
- b. Keluaran energi yang mudah di skala (*easily scalable energi output*).
- c. Kapasitas yang *steady*, produksi energi yang *steady*.
- d. Bentuknya sederhana, mudah dibuat dan pemeliharaan mudah.
- e. Potensi air yang dibutuhkan hanya aliran air sungai (energi kinetik).
- f. Tegangan listrik yang bangkitkan adalah DC.
- g. Setiap aliran sungai dapat dipasang beberapa instalasi turbin kinetik.

Sedangkan kekurangan dari turbin kinetik tersebut adalah sebagai berikut:

1. Putaran tidak stabil
2. Efisiensi rendah.

2.2 Sudu mangkok

Prinsip Sudu mangkok adalah sudu yang sisinya dibuat melengkung agar dapat menahan aliran air dan meningkatkan efisiensi gaya tangensial. Dalam penelitian ini akan digunakan sudu berbentuk mangkok, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.1



Sumber : Bono dan Indarto (2008)

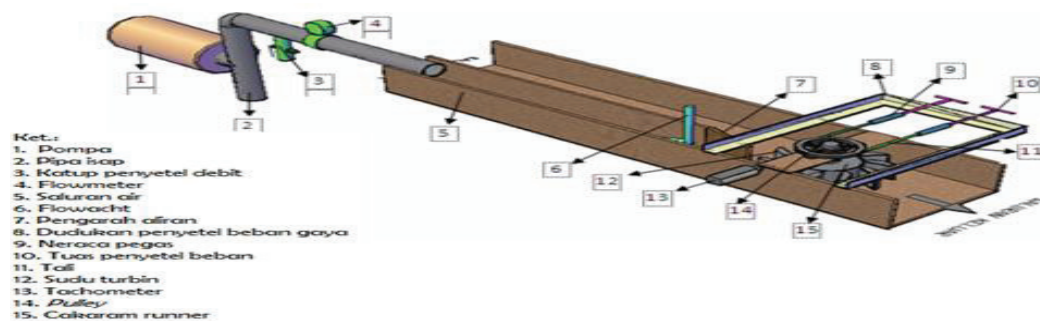
Gambar 1. Bentuk Sudu Mangkok

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental (*experimental method*), yaitu untuk mengetahui pengaruh dari beberapa perlakuan yang berbeda terhadap suatu penelitian dan hasilnya akan dibandingkan. Dengan metode ini, maka yang akan diuji adalah pengaruh variasi ketinggian aliran sungai terhadap kinerja turbin kinetik bersudu mangkok dengan sudut input 10° , turbin yang digunakan adalah turbin kinetik berporos vertikal, jumlah sudu 8 buah, sudu berbentuk mangkok, sudut input sudu mangkok 10° dan variasi ketinggian aliran sungai 5,5 cm; 6 cm; dan 6,6 cm. Ketinggian aliran sungai adalah ketinggian permukaan air sungai ke dasar sungai dan yang dimaksud ketinggian aliran sungai pada penelitian ini adalah ketinggian permukaan air ketika menumbuk sudu mangkok.

3.1 Instalasi alat penelitian

Alat pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah turbin kinetik berporos vertikal dan perancangan maupun pembuatannya dilakukan di laboratorium mesin-mesin fluida, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Instalasi alat tersebut ditunjukkan pada gambar 3.1

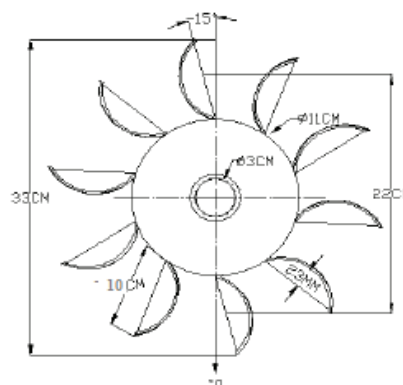


Gambar 2. Instalasi alat penelitian

3.2 Runner Turbin Kinetik

Runner turbin kinetik pada penelitian ini terdiri dari:

- Poros berdiameter 3 cm.
- Cakram berdiameter 11 cm.
- Sudu berjumlah 8 buah.
- Diameter runner 33 cm.



Gambar 3. Runner turbin

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Data hasil pengujian

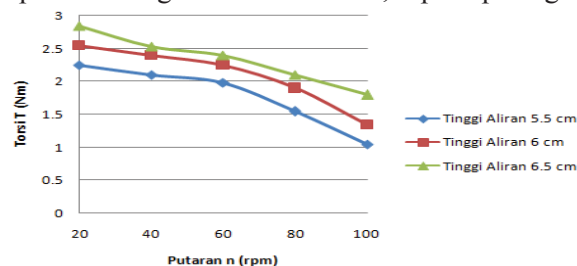
Tabel 1. Data Hasil Pengujian

Tinggi Aliran Sungai	Debit Aliran	Putaran	F1	F2	ΔF
5.5	50	100	10	3	7
5.5	50	80	16.3	6	10.3
5.5	50	60	18.7	5.5	13.2
5.5	50	40	21	7	14
5.5	50	20	22	7	15
6	55	100	11.3	2.3	9
6	55	80	17	4.3	12.7
6	55	60	20	5	15
6	55	40	21.7	5.7	16
6	55	20	23.7	6.7	17
6.5	60	100	14.7	2.7	12
6.5	60	80	18.3	4.3	14
6.5	60	60	22	6	16
6.5	60	40	23.7	6.8	16.9
6.5	60	20	26.7	7.7	19

Berdasarkan Tabel 1. Data Hasil Pengujian menunjukkan bahwa meningkatnya ketinggian aliran air sungai proporsional dengan debit aliran yang terjadi tetapi gaya pengereman yang terjadi pada masing-masing ketinggian berbeda-beda walaupun putarannya dikondisikan sama.

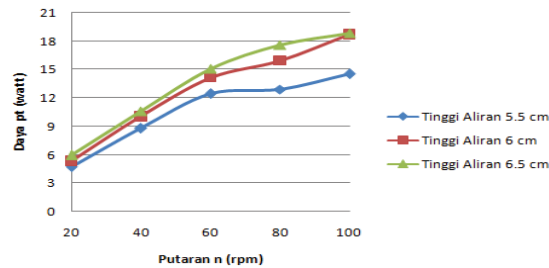
4.2 Hasil Pengolahan data

Pada hasil pengolahan data penelitian, di tuangkan dalam grafik untuk memudahkan analisa hubungan sebab akibat sebagai dasar untuk mengambil sebuah kesimpulan atas penelitian yang dilakukan. Grafik-grafik tersebut menganalisa hubungan antara putaran turbin dengan torsi yang terjadi, putaran dengan daya turbin maupun putaran dengan efisiensi turbin, seperti pada gambar 4, 5, dan gambar 6.



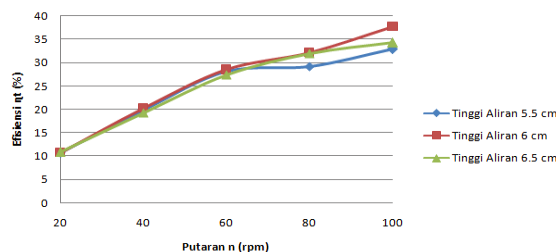
Gambar 4. Grafik hubungan putaran runner dan torsi pada ketinggian aliran sungai

Berdasarkan hasil pengolahan data dan di buat grafik, pada Gambar 4. Grafik hubungan putaran *runner* dan torsi pada ketinggian aliran sungai terlihat 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 5. Grafik hubungan putaran *runner* dan daya turbin

Berdasarkan Gambar 5. Grafik hubungan putaran *runner* dan daya turbin terlihat bahwa dengan bertambahnya putaran *runner*, bertambah pula daya yang dihasilkan dan hal ini terjadi pada semua ketinggian aliran sungai dengan tinggi aliran 5.5 cm, 6 cm, dan 6.5 cm. Berdasarkan pengolahan data penelitian melalui perhitungan secara matematis dan berupa grafik, didapatkan bahwa daya turbin kinetik tertinggi terjadi pada tinggi aliran sungai 6.5 cm dengan daya 18.841 watt pada putaran 100 rpm.



Gambar 6. Grafik hubungan putaran *runner* dan efisiensi turbin

Berdasarkan Gambar 6. Grafik hubungan putaran *runner* dan efisiensi turbin terlihat bahwa dengan bertambahnya putaran *runner*, bertambah pula efisiensi yang dihasilkan dan hal ini terjadi pada semua ketinggian aliran sungai dengan tinggi aliran 5.5 cm, 6 cm, dan 6.5 cm. Makin meningkatnya efisiensi ini proporsional dengan makin meningkatnya daya turbin dan putaran *runner* dan berdasarkan pengolahan data penelitian melalui perhitungan secara matematis dan berupa grafik didapatkan bahwa efisiensi turbin kinetik tertinggi terjadi pada tinggi aliran sungai 6 cm dengan efisiensi 37.648 % putaran 100 rpm.

5. Kesimpulan

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

1. Ketinggian aliran sungai berpengaruh terhadap kinerja turbin kinetik.
2. Dari beberapa ketinggian aliran sungai yang diteliti, kinerja turbin kinetik tertinggi terjadi pada ketinggian aliran sungai 6 cm dibandingkan 5.5 cm dan 6.5 cm, yaitu dengan daya maksimal 18.841 watt dan efisiensi 37.648 % pada putaran 100 rpm

6. Daftar pustaka

- [1] Direktorat Konstruksi dan Energi Baru Terbarukan (EBT), 2013, PT. PLN (Persero).
- [2] 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 (2010).
- [3] Raharjo., T. 2008. Pengaruh Variasi Profil Sudu Pada Runner Terhadap Efisiensi Yang Dihasilkan Oleh Turbin Air Pelton, Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi 2008-Semarang.
- [4] Yani., Slamet Wahyudi, Deny W., 2012, "Pengaruh Variasi Panjang Sudu Mangkok Terhadap Kinerja Turbin Kinetik", Seminar Nasional "Science, Engineering and Technology", SciETec, Fakultas Teknik UB, Malang.

- [5] David L. F. Gaden and Eric L. Bibeau, 2008, "Increasing Power Density Of Kinetic Turbines for Cost-effective Distributed Power Generation Department", Mechanical and Manufacturing Engineering, University of Manitoba, Canada
- [6] Soenoko. R., Rispiningtati. And Sutikno., D., 2011, Prototype Of A Twin Kinetic Turbine Performance As A Rural Electrical Power Generation, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, Malang, Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2011.
- [7] Bono dan Indarto, 2008, "Karakteristik Daya Turbin Pelton Mikro Dengan Variasi Bentuk Sudu", Seminar Nasional Aplikasi Sains Dan Teknologi, IST- AKPRIND, Yogyakarta.
- [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] Bachtar, Asep Neris, 2008, "Pemilihan penggerak mula turbin air untuk sistem pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTM)", Jurnal Ekotrans., ISSN 1411- 4615, volume 8, nomor 2., Hal. 04-20.