

PENGARUH PENAMBAHAN PENGARAH ALIRAN (*BUTTERFLY GUIDE*) TERHADAP POLA ALIRAN PADA KINCIR AIR

Dovian Iswanda¹, Rudy Soenoko², Winarto³, Alfeus Sunarso⁴

^{1,2,3}Universitas Brawijaya, ⁴Politeknik Negeri Pontianak

e-mail :¹dovian12@gmail.com,²rudysoen@gmail.com,³winarto@ub.ac.id, ⁴sunarso@dosen.polnep.ac.id

ABSTRACT

Generally, waterwheels operate in open channels and often lose energy due to leakage of flow on the side of the waterwheel. This study aims to develop a flow guide that can improve the performance of waterwheels. For this reason, flow guides are designed and made with various angles of 30°, 45°, and 60° to guide the flow so that the discharge hitting the blade can be optimal. The influence of the flow guide was studied using a waterwheel performance test instrument at the Mechanical Engineering Fluid Laboratory of Pontianak State Polytechnic. The test equipment is equipped with a 3 meter long rectangular open channel drained from a calming tub at the top, which is filled using a pump with a capacity of 20 liters / second. The test begins by installing one of the variations of the flow guide, then observing the effect of adding a guide to the flow pattern and the performance of the waterwheel. To determine the performance of waterwheels, several parameters are needed including rotational speed, flow velocity, and the amount of braking force. To measure the rotational speed of the wheel, the proximity sensor is mounted facing a dish with 15 metal protrusions that rotate along the turbine shaft. The frequency of rotation of the waterwheel is obtained by measuring the number of voltage pulses per second and dividing this value by 15. To find out the mechanical power of the wheel, the torque measurement from the shaft is measured by giving the braking force on the shaft which is then measured by the load cell. Meanwhile, to see changes in the flow pattern at each time condition, two cameras were installed on the side and top of the water channel. The experimental results with the variation of flow guide show that the flow patterns in flow controllers 45° and 60° have more turbulence than flow drivers 30°, because the sudden change in geometry causes the flow to be non-uniform when hitting the blade. The increase in maximum flow velocity occurs when using a 30° flow guide and minimum when using a 60° flow guide.

Keywords : Flow patterns, Flow guide, Waterwheel.

INTISARI

Umumnya kincir air beroperasi di saluran terbuka dan sering kehilangan energi akibat kebocoran aliran di sisi kincir air. Penelitian ini bertujuan mengembangkan pengarah aliran yang dapat meningkatkan kinerja kincir air. Untuk itu, dirancang dan dibuat pengarah aliran dengan berbagai sudut 30°, 45° dan 60° untuk mengarahkan aliran agar debit yang mengenai sudu dapat optimal. Pengaruh pengarah aliran tersebut dipelajari menggunakan alat uji kinerja kincir air di Laboratorium Fluida Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak. Alat uji dilengkapi dengan saluran terbuka persegi panjang sepanjang 3 meter dialiri dari bak penenang di bagian atas, yang diisi menggunakan satu buah pompa dengan kapasitas 20 liter / detik. Pengujian diawali dengan memasang salah satu variasi pengarah aliran yang selanjutnya diamati efek penambahan pengarah terhadap pola aliran dan unjuk kerja kincir air. Untuk mengetahui kinerja kincir air perlu beberapa parameter diantaranya kecepatan putar, kecepatan aliran, dan besar gaya pengereman. Untuk mengukur kecepatan putar kincir, sensor proximity dipasang menghadap piringan dengan 15 tonjolan logam yang berputar bersama poros turbin. Frekuensi putaran kincir air diperoleh dengan mengukur jumlah pulsa tegangan per detik dan membagi nilai tersebut dengan 15. Untuk mengetahui daya mekanis dari turbin maka dilakukan pengukuran torsi dari poros dengan cara memberi gaya pengereman pada poros yang selanjutnya gaya tersebut diukur oleh load cell. Sedangkan untuk melihat perubahan pola aliran pada setiap kondisi waktu di pasang dua buah kamera pada sisi samping dan atas saluran air. Hasil eksperimen dengan variasi pengarah aliran menunjukkan bahwa pola aliran pada pengarah aliran 45° dan 60° memiliki aliran turbulensi yang lebih banyak dibandingkan dengan pengarah aliran 30°, karena perubahan geometri yang tiba-tiba menyebabkan aliran tidak seragam ketika menumbuk sudu. Peningkatan kecepatan aliran maksimum terjadi ketika memakai pengarah aliran 30° dan minimum ketika memakai pengarah aliran 60°.

Kata kunci : Pola aliran, Pengarah aliran, Kincir air.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi hidup dan kehidupan seluruh makhluk hidup, termasuk manusia. Air yang merupakan salah satu sumber daya alam yang bisa dimanfaatkan sebagai pembangkit energi terbarukan. Energi terbarukan ini dapat mengurangi ketergantungan pada

bahan bakar fosil seperti batubara, bensin, LPG, dan lain-lain yang semakin lama akan menipis, disisi lain energi terbarukan ini juga dapat mengurangi dampak efek rumah kaca.

Berdasarkan data yang dimiliki Kementerian ESDM, potensi sumber energi tenaga air tersebar sebanyak 15.600 MW (20,8 %) di Sumatera, 4.200 MW (5,6 %) di Jawa, 21.600 MW (28,8 %) di Kalimantan, Sulawesi 10.200 MW (13,6 %), Bali, NTT & NTB 620 MW (0,8 %), Maluku 430 MW (0,6 %) dan Papua menyimpan potensi tenaga air sebesar 22.350 MW atau 29,8% dari potensi nasional. Total keseluruhan potensi tenaga air yang dimiliki Indonesia sebesar 75.000 MW dan yang termanfaatkan saat ini hanya 10.1 % atau sebesar 7.572 MW.

Pada tahun 2018 Kementerian ESDM membuat 75 kontrak baru untuk pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi baru terbarukan dengan total 1.206,52 MW. PLTA menyumbang 1.104 MW dan Minihidro 287,8 MW (KEMENTERIAN ESDM, 2019). Potensi energi air (hydropower) di Kalimantan Barat sebesar 1.285 MW, sedangkan yang baru dimanfaatkan 26 MW (ESDM KALBAR, 2019). Dalam pemanfaatan air sebagai energi diperlukan salah satunya kincir air yang digunakan untuk merubah energi potensial air yang mengalir menjadi energi kinetis dalam bentuk energi putaran. Untuk menghasilkan efisiensi dan unjuk kerja kincir yang optimal maka kincir air tersebut perlu didesain sedemikian rupa agar bekerja secara optimal.

Matias, et al 2016 telah melakukan penelitian untuk mempelajari perubahan unjuk kerja pembangkit listrik tenaga arus sungai (PLTAS) di Sungai Buduk (RT Mensibu, Dusun Nibung, Desa Sahan, Kecamatan Seluas, Kabupaten Bengkayang) akibat perubahan kondisi operasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan pembukaan pintu air, debit air yang masuk ke saluran kincir meningkat, sehingga daya yang dihasilkan PLTAS juga meningkat. Pada kondisi pembukaan pintu air tertentu, daya yang dihasilkan pembangkit cenderung meningkat dengan peningkatan beban (Matias, Sunarso, & Lapanoro, 2016). Boli, et al 2018 melakukan penelitian pada kincir air sudu miring pada saluran horizontal. Dari penelitian tersebut didapat kincir air yang bekerja pada saluran terbuka mencapai efisiensi 33.368%. Peningkatan debit berbanding lurus dengan kenaikan daya maka sebisa mungkin debit yang menumbuk sudu kincir maksimal (Boli, Makhsum, & Tahir, 2018).

Syafriyudin, et al. 2018 melakukan penelitian pada kincir air dengan memberikan jumping water dan memvariasikan sudut lompatan airnya. Pada percobaan tersebut terjadi peningkatan daya pada sudut jumping water dengan sudut 30o. Pada percobaan Pada percobaan variasi sudut jumping water masih terdapat kebocoran pada sisi samping turbin dan dinding. Kebocoran tentu saja mengurangi debit yang menumbuk sudu kincir, sehingga debit yang mengenai sudu kincir tidak maksimum (Syafriyudin, Mujiman, & Atmoko, 2018)

. Müller, G. & Kauppert, K.,(2004). Meneliti kincir air jenis *Coulisse inlet* (saluran air yang bersudu) memiliki efisiensi hingga 77%. Saluran air yang bersudu tersebut dibutuhkan untuk memberikan aliran air masuk dengan arah sudut masuk ke sudu yang cukup curam untuk menumbuk ke sudu dengan optimal (Muller & Wolter, 2004).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya bahwa debit sangat berpengaruh terhadap kinerja kincir air. Kebocoran pada celah kincir dan sisi samping kincir membuat debit tidak maksimal ketika menumbuk sudu kincir. Hal itu akan berpengaruh terhadap berkurangnya massa aliran yang menumbuk sudu, menyebabkan kecepatan tangensial pada kincir tidak optimal. Untuk itu, diperlukan sebuah mekanisme yang mengarahkan aliran tidak melewati sisi samping kincir. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian untuk mempelajari pengaruh penambahan pengarah aliran terhadap kinerja kincir air. Dengan memberikan pengarah aliran tipe *butterfly guide* yang berfungsi mengarahkan aliran untuk meminimalisir kebocoran pada sisi samping kincir. Selain itu karena terjadi perubahan geometri pada pengarah maka terjadi peningkatan kecepatan aliran.

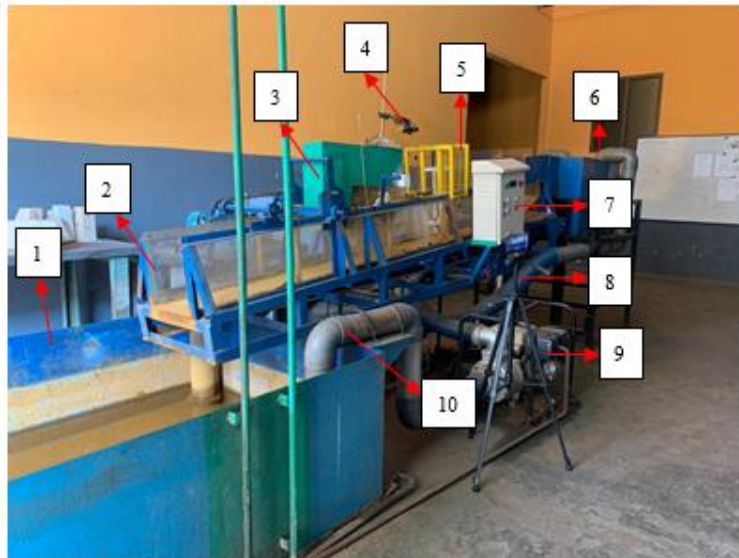
Perubahan geometri pada pengarah juga akan ditinjau secara visual, karena ketika fluida melewati geometri saluran yang berubah secara tiba-tiba maka akan terjadi turbulensi pada aliran. Hal itu menyebabkan arah aliran tidak lagi terkontrol sehingga kecepatan aliran menurun. Oleh karena itu diperlukan sudut pengarah yang minim turbulensi sehingga didapat kinerja kincir yang optimal.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan adalah eksperimen skala laboratorium pada salah satu jenis PLTMH yaitu kincir air. Untuk itu akan dilakukan pengujian pada setiap variasi untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk menentukan daya dan efisiensi yang dihasilkan. Pengujian akan dilakukan pada alat uji unjuk kerja kincir air di laboratorium fluida Politeknik Negeri Pontianak, instalasi alat uji dapat di lihat pada gambar 1 dan pengarah aliran pada gambar 2. Peralatan laboratorium unjuk kerja kincir air terdiri dari sistem sirkulasi air dilengkapi oleh 1 buah pompa dengan kapasitas 20 liter/detik, putaran maksimal 3000 rpm, pipa penghubung berdiameter 4", bak penenang (di bagian atas), saluran eksperimen, dan bak penampung (di bagian bawah) serta kamera untuk merekam perubahan pola aliran pada setiap variasi pengarah aliran. Pengujian diawali dengan memasang salah satu variasi pengarah aliran yang selanjutnya diamati efek penambahan pengarah terhadap pola aliran dan unjuk kerja kincir air. Untuk mengetahui kinerja kincir air perlu beberapa parameter diantaranya kecepatan putar, kecepatan aliran, dan besar gaya pengereman.

Untuk mengukur kecepatan putar kincir, sensor *proximity* dipasang menghadap piringan dengan 15 tonjolan logam yang berputar bersama poros turbin. Frekuensi putaran kincir air diperoleh dengan mengukur jumlah pulsa tegangan per detik dan membagi nilai tersebut dengan 15. Untuk mengetahui daya mekanis dari

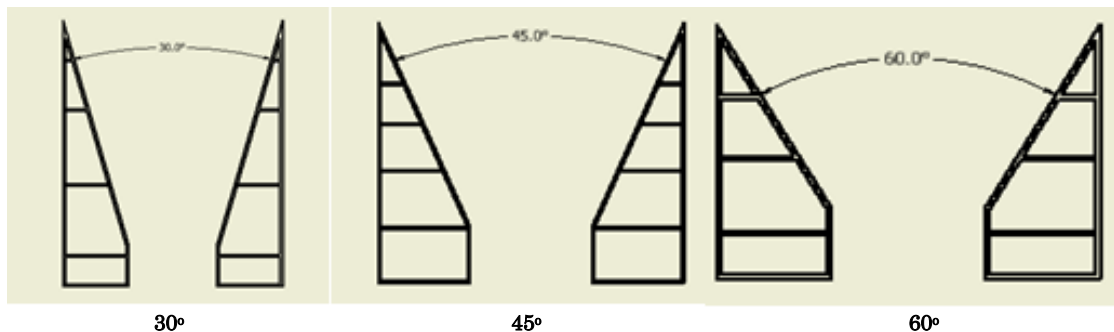
turbin maka dilakukan pengukuran torsi dari poros dengan cara memberi gaya pengereman pada poros yang selanjutnya gaya tersebut diukur oleh load cell. Sedangkan untuk melihat perubahan pola aliran pada setiap kondisi waktu di pasang dua buah kamera pada sisi samping dan atas saluran air. Data pengujian diperoleh dengan melakukan pengereman pada poros kincir air yang berputar sebagai beban, gaya pengereman yang diberikan pada poros dimulai dari 1 Newton hingga kincir berhenti berputar. Data pengujian berupa gaya pengereman (F_b), kecepatan putar (Rpm), debit (Q), dan rekaman video pola aliran untuk masing-masing variasi. Selanjutnya parameter tersebut dibuat dalam bentuk grafik daya, efisiensi dan foto pola aliran pada tiap variasi pengarah aliran.



Keterangan :

1. Bak Penampung
2. Saluran air
3. Kincir
4. Kamera Atas
5. Flowwatch
6. Bak Penenang
7. Alat akuisisi data
8. Kamera samping
9. Pompa
10. Pipa

Gambar 1. Skema instalasi penelitian



Gambar 2. Pengarah aliran dengan 30°, 45°, dan 60°.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

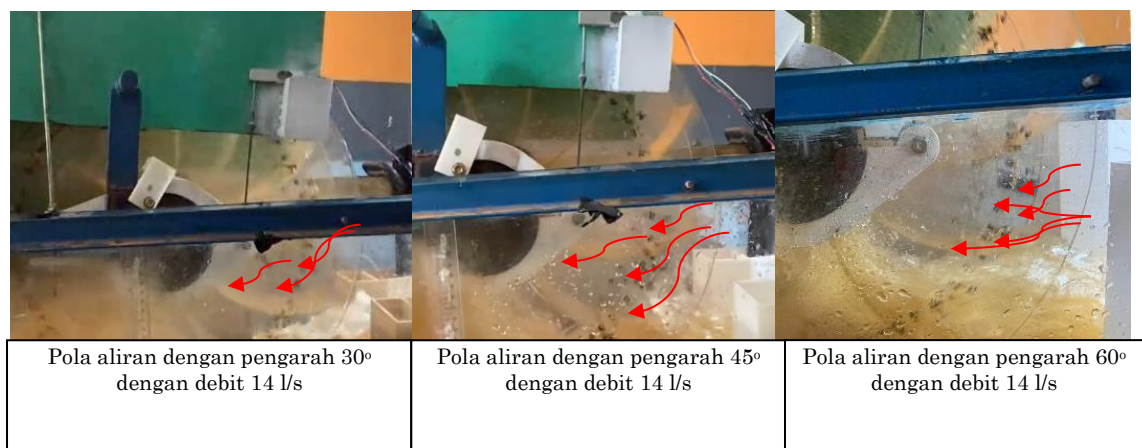
3.1. Visualisasi aliran pada kondisi debit minimum dan maksimum

Pada pengujian ini dilakukan percobaan dengan beberapa kondisi debit aliran yang berbeda untuk mengetahui kondisi pola aliran saat debit maksimum dan debit minimum. Dari gambar-gambar yang direkam dapat diamati pola aliran pada setiap kondisi pengarah aliran. Pola aliran pada saluran terbuka dipengaruhi oleh geometri dari saluran tersebut. Dapat dilihat pada gambar 3 pola aliran dengan pengarah 30° lebih terarah sehingga turbulensi yang terjadi lebih sedikit karena perubahan geometri yang perlahan sehingga memungkinkan aliran menjadi seragam sebelum menumbuk sudu kincir. Berbanding terbalik dengan pola aliran air pada pengarah 60° dan 45° terjadi turbulensi pada aliran karena hambatan yang terjadi akibat perubahan geometri secara tiba-tiba sehingga arah aliran menjadi silang. Karena aliran menyilang (gambar 3) menyebabkan kecepatan aliran pada bagian hilir mengecil sehingga aliran menjadi subkritis dan permukaan air naik.



<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Pola aliran dengan pengarah 30° Debit (a) 10 l/s (b) 14 l/s		Pola aliran dengan pengarah 45° Debit (a) 10 l/s (b) 14 l/s		Pola aliran dengan pengarah 60° Debit (a) 10 l/s (b) 14 l/s	

3.2. Visualisasi aliran pada kondisi debit maksimum 14 liter/detik pada variasi pengarah aliran



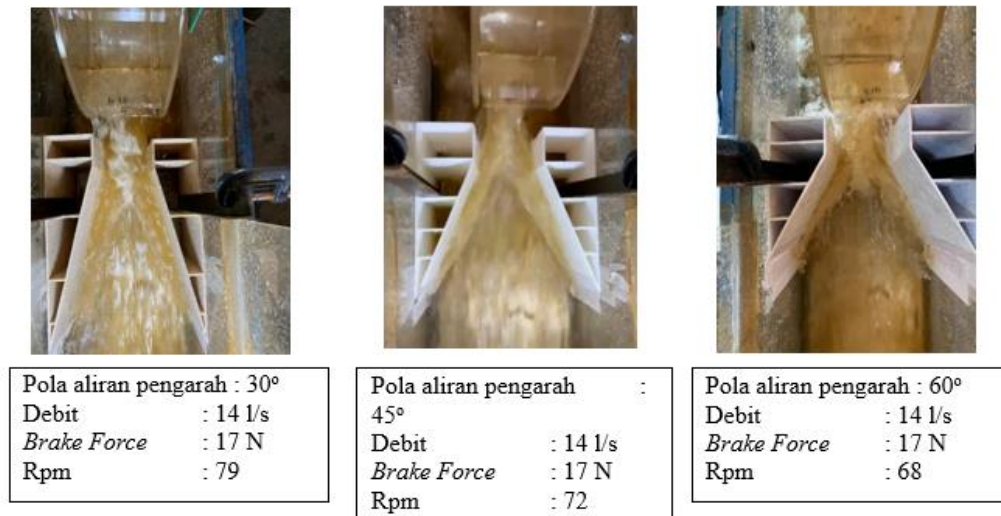
Pola aliran dengan pengarah 30° dengan debit 14 l/s	Pola aliran dengan pengarah 45° dengan debit 14 l/s	Pola aliran dengan pengarah 60° dengan debit 14 l/s
--	--	--

Gambar 4. Pola aliran pada pengarah 30°,45°,60° dengan debit 14 liter/detik.

Pada pengarah 60° terjadi kebocoran pada sisi samping akibat kenaikan permukaan air yang terlalu tinggi, sehingga terjadi tekanan balik oleh sudu kincir (gambar 4). Hal ini menyebabkan turunnya kecepatan putar kincir karena harus melawan dorongan air. Pola aliran yang seragam dan minim turbulensi sangat diperlukan untuk meningkatkan laju aliran ketika menumbuk sudu kincir. Saat air memasuki penampang aliran yang lebih kecil dengan kecepatan tinggi, maka terjadi hambatan karena perubahan penampang aliran. Besar hambatan berbanding lurus dengan perubahan penampang aliran.

3.3. Visualisasi pengaruh sudut pengarah terhadap kecepatan putar pada debit dan gaya pengereman yang sama

Perubahan penampang yang terlalu ekstrim menyebabkan terjadi hambatan yang besar pula. Hal ini menyebabkan aliran menjadi turbulen dan dapat menurunkan kecepatan aliran. Pada pengarah 30° terjadi peningkatan kecepatan putar maksimum pada kincir air (gambar 5). Ini disebabkan karena perubahan penampang secara perlahan memungkinkan aliran menjadi seragam sehingga aliran menjadi superkritis. Peningkatan laju aliran yang akan menumbuk sudu kincir menyebabkan meningkatkan momentum. Peningkatan momentum akan meningkatkan gaya tangensial pada kincir. Kenaikan gaya tangensial ini akan memperbesar torsi. Semakin tinggi torsi maka daya kincir akan meningkat. Peningkatan daya tentunya akan menghasilkan efisiensi yang lebih besar



Gambar 5. Pola aliran tiap variasi pengarah aliran pada debit dan gaya pengereman yang sama.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa :

1. Penggunaan pengarah aliran dengan sudut yang besar dapat menyebabkan aliran menjadi silang. Hal itu menyebabkan aliran menjadi turbulensi dan menurunkan laju aliran. Untuk itu pengarah aliran dengan sudut sekecil mungkin menjadi rekomendasi dengan memperhatikan panjang saluran pengarah yang memungkinkan.
2. Semakin kecil sudut pengarah maka semakin sedikit turbulensi yang terjadi. Hal ini dapat dilihat dengan peningkatan kecepatan putar maksimum pada pengarah aliran 30° (dengan beban dan debit yang sama). Untuk melihat pengaruh terhadap daya dan efisiensi harus dilakukan penelitian lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan rasa dan hormat kepada Rasa hormat juga yang sebesar – besarnya kepada Universitas Brawijaya Malang dan Politeknik Negeri Pontianak khususnya jurusan Teknik Mesin yang telah memfasilitasi perlengkapan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Boli, R. H., Makhsud, A., & Tahir, M. (2018). ANALISIS DAYA OUTPUT DAN EFISIENSI KINCIR AIR SUDU MIRING YANG BEKERJA PADA SALURAN HORIZONTAL. *Jurnal of Infrastructure & Science Engineering*, 1-36.
- ESDM KALBAR. (2019). *Rencana Umum Energi Daerah Provinsi Kalimantan Barat*. PONTIANAK: ESDM KALBAR.
- KEMENTERIAN ESDM. (2019). *LAPORAN KINERJA KEMENTERIAN ESDM 2018*. Jakarta: KEMENTERIAN ESDM.
- Matias, Sunarso, A., & Lapanporo, B. P. (2016). Studi Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Arus Sungai di Sungai Buduk Dusun Nibung Desa Sahan Kecamatan Seluas Kabupaten Bengkayang. *POSITRON*, 29-34.
- Muller, G., & Wolter, C. (2004). The breastshot waterwheel: design and model tests. Berlin: Proceedings of the Institution of Civil Engineering .
- Syafriyudin, Mujiman, & Atmoko, A. D. (2018). Analisis Sudut Jumping Water Otomatis Pada Kincir Air Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro. *Seminar Nasional Rekasaya dan Desain ITENAS*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.