

KAJIAN EKSPERIMENTAL KINERJA BLOWER ANGIN SENTRIFUGAL YANG DIGUNAKAN SEBAGAI TURBIN AIR DENGAN 8 SUDU

Arif Iskandar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

arif.iskandar1896@gmail.com

INTISARI

Potensi energi piko hidro yang ada di Indonesia hingga saat ini masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Pemandian mata air belik yang memiliki terjunan air setinggi 3 meter dengan air yang tak pernah kering walau musim kemarau merupakan contoh potensi air yang belum dimanfaatkan sepenuhnya. Hal ini dikarenakan adanya beberapa kendala seperti tidak adanya turbin skala piko di pasaran juga kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai turbin air. Pemanfaatan energi piko hidro menjadi energi mekanik dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti pembuatan kincir air maupun pembuatan turbin air. Pemanfaatan energi piko hidro menggunakan turbin harus mudah dan murah dalam pembuatan dan perawatannya, namun untuk menghasilkan efisiensi tinggi menjadi tantangan dalam pengembangannya. Blower angin sentrifugal yang dimodifikasi pada penelitian ini difungsikan sebagai turbin air tenaga pikohidro dengan merubah jumlah sudu, yang awalnya berjumlah 6 sudu ditambah menjadi 8 sudu dan diharapkan dapat menjadi alternatif dalam pengembangan turbin air skala piko.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa modifikasi pada blower angin, sehingga dapat digunakan untuk memanfaatkan energi piko hidro yang ada. Beberapa modifikasi yang dilakukan meliputi: melepas motor penggerak, pembuatan poros, membalik dan memotong penguat sudu pada *impeller*, juga membuat penutup pada lubang. Pengambilan data peformansi turbin menggunakan *dynamometer* sabuk rem dengan variasi bukaan katup untuk besar debit suplai turbin. Besar variasi bukaan katup meliputi 1/2, 3/4 dan 1(penuh). Parameter yang diambil dari penelitian ini adalah besar debit yang digunakan, besar gaya pada turbin, juga kecepatan putar poros turbin. Dari parameter tersebut dapat dihitung besar torsi dan daya yang dihasilkan untuk mengetahui kinerja turbin.

Dari hasil modifikasi dari blower angin, turbin ini dapat bekerja dengan efisiensi sebesar 7,22%. Pengambilan data kinerja turbin dilakukan di Belik (pemandian mata air) di Tempuran, Kasihan, Bantul yang memiliki tinggi jatuh air (*head*) 3 meter. Daya maksimal yang dapat dihasilkan turbin ini yaitu sebesar 13,8998 Watt pada debit $Q = 100$ Lpm dengan kecepatan putar $n = 368$ rpm.

Kata kunci : *Turbin Air, Blower Sentrifugal, Efisiensi, Torsi, Daya.*

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketersediaan energi listrik sudah menjadi cerminan pembangunan setiap negara. Energi listrik merupakan kebutuhan primer dan telah hampir

menyamai tingkat kebutuhan terhadap sandang, pangan dan papan. Hal ini disebabkan oleh pesatnya teknologi yang beroperasi menggunakan energi listrik.

Karenanya, setiap negara berlomba untuk membangun pembangkit tenaga listrik yang sesuai kondisi geografis dan sumber daya alam yang tersedia. Indonesia sebagai negara yang berada pada garis khatulistiwa dan beriklim tropis memiliki cadangan hutan yang berlimpah yang menyediakan mata air/sumber air yang membentuk danau, dan sungai yang mengalirkan air sepanjang tahun. Kondisi topografi Indonesia yang bergunung dan berbukit membuat aliran air memiliki tinggi jatuh air rendah namun berkapasitas debit sedang. Jadi, pengembangan turbin dengan *head* rendah (*low head*) atau *head* sangat rendah (*ultra low head*) sangat cocok dikembangkan di Indonesia. Hal tersebut merupakan sumber energi potensial yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga piko hidro (PLTPH).

Komposisi penggunaan energi di Indonesia masih sangat didominasi energi yang berasal dari fosil, yaitu sebanyak 95%. Dan energi air (hydropower) masih hanya menyumbang 3,4%. Sementara potensi energi air di Indonesia cukup besar. Energi air kapasitas besar memiliki potensi 75,67GW sementara yang sudah dimanfaatkan sebesar 4,2 GW atau hanya 5,55%. Energi air kapasitas kecil mempunyai potensi 458,75 MW, sementara yang sudah dimanfaatkan 86 MW atau hanya 17,22% (Ambarita, 2011). Pemandian mata air belik yang

berada di Tempuran, Kasihan, Bantul adalah salah satu contoh potensi tenaga air yang masih belum dimanfaatkan. Kondisi terjunan air setinggi 3 meter dengan air yang tak pernah kering meskipun musim kemarau sangat memungkinkan di gunakan sebagai pembangkit listrik tenaga piko hidro (PLTPH). Hal ini dapat membantu program pemerintah untuk pemanfaatan energi terbarukan dalam peraturan presiden (Perpres) No. 4 Tahun 2016 tentang percepatan pembangunan infrastruktur ketenagalistrikan, yang baru saja diteken pada akhir Januari lalu.

Beberapa keunggulan pembangkit listrik tenaga piko hidro (PLPH) adalah terjaminnya ketersediaan listrik tanpa batasan waktu selama intensitas aliran air dapat dipertahankan sesuai kebutuhan turbin/pembangkit, juga tidak menimbulkan polusi sehingga aman bagi lingkungan. Turbin air merupakan salah satu mesin konversi energi yang mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik, dan dapat dikonversikan lagi menjadi energi listrik dengan menggunakan generator. Namun pembuatan turbin yang merupakan peralatan vital dalam pembangkit listrik tenaga air cukup rumit dan mahal. Kendala lain yang dihadapi masyarakat untuk memanfaatkan potensi energi air adalah mahalnya turbin skala piko di pasaran, juga pengetahuan masyarakat tentang

teknologi turbin air yang sangat rendah. Oleh karena itu, perlu dimanfaatkan teknologi lain yang lebih praktis dan murah yang dapat diterapkan untuk mengolah potensi energi air. Dari permasalahan di atas dapat digunakan sebagai rujukan dalam pengembangan jenis turbin air yang dapat beroperasi maksimal, pada *head* sangat rendah dengan kapasitas debit sedang.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi dalam pengembangan turbin skala piko meliputi besar biaya dan mudahnya dalam konstruksi, instalasi, dan perawatan turbin. Mesin-mesin fluida dapat dirubah penggunaannya dengan cara membalik *input* dan *output* energi pada alat tersebut. Pengubahan penggunaan mesin-mesin fluida tersebut harus disesuaikan lagi agar dapat digunakan secara maksimal. Hal ini menjadi rujukan pada penelitian ini untuk mengubah blower angin agar dapat digunakan sebagai turbin air. Namun belum adanya penelitian yang menggunakan blower angin sentrifugal sebagai turbin air menjadi dasar dari penelitian ini. Melihat dari bentuk dan cara kerja blower angin sentrifugal yang mirip dengan pompa air sentrifugal, diharapkan dapat menekan biaya dalam pembuatan turbin. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengkaji kinerja turbin air hasil modifikasi dari blower angin sentrifugal untuk pembangkit listrik tenaga piko hidro

(PLTPH). Diharapkan hasil kajian ini dapat menjadi alternatif kelangkaan turbin air skala piko di pasaran sekaligus mendorong pemanfaatan potensi energi air yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah untuk mengetahui performansi yang dihasilkan pada blower angin sentrifugal dengan memodifikasi jumlah sudunya. Hal ini ditujukan untuk memanfaatkan banyaknya potensi energi air yang ada.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

2. Pembuatan sudu-sudu menggunakan plat besi.
3. Debit aliran air yang diuji dianggap konstan.
4. Ketinggian jatuh air dianggap konstan pada 3 meter
5. Uji coba yang dilakukan dengan mengabaikan besar rugi - rugi gesekan.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan pada penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui dan menganalisis torsi pada putaran poros turbin yang sudah dimodifikasi dengan 8 sudu.
2. Untuk mengetahui dan menganalisis daya pada blower sentrifugal yang sudah dimodifikasi dengan 8 sudu.

3. Untuk mengetahui dan menganalisis efisiensi blower yang sudah dimodifikasi dengan 8 sudu.

1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengantisipasi kelangkaan turbin air dalam skala piko sebagai alternatif yang sangat sederhana.
2. Untuk memanfaatkan energi air yang sering disia-siakan oleh masyarakat.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan oleh masyarakat dengan biaya yang relatif murah.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan penelitian tentang turbin air skala piko, dengan menggunakan pompa air yang digunakan sebagai turbin air. Variasi yang digunakan dalam pengujian ini adalah *head* dan beban mekanik (Suwoto, 2012). Dari penelitian ini menghasilkan efisiensi sebesar 21,98% dengan daya yang dihasilkan sebesar 144,876 watt pada $n = 1315$ rpm, $Q = 204$ lpm, dan $H = 23$ meter. Beberapa modifikasi yang dilakukan pada penelitian ini meliputi: merubah sudut, memperlebar, dan memperbanyak jumlah sudu pada impelernya. Penelitian ini menggunakan bantuan pompa yang dirangkai secara seri dan paralel sebagai inputnya.

Situmorang dkk (2014) juga melakukan penelitian yang serupa dengan menggunakan pompa air Type Ps -128 BIT. Daya maksimum yang dihasilkan sebesar 12 watt pada $Q = 37$ lpm, $H = 18$ meter, dan $n = 1080$ rpm. Penelitian ini menggunakan variasi *head* dan debit sebagai variasi pada pengambilan data. Pemanfaatan 4 buah pompa yang dirangkai secara seri dan paralel digunakan untuk menggerakkan turbin dan mendapatkan variasi input data tersebut. Penelitian yang dilakukan untuk mengkaji perbandingan 2 pompa air yang digunakan sebagai turbin air juga telah dilakukan oleh Francesco (2016). Variasi yang digunakan dalam pengujian ini adalah debit dan *head* air. Hasil penelitian pada pengujian satu turbin menunjukkan bahwa daya listrik maksimum yang dapat dihasilkan sebesar 40 Watt berada pada $Q = 246,67$ lpm, $H = 39$ meter, dan $n = 2899,8$ rpm, dengan Efisiensi maksimum yang dihasilkan sebesar 2,54%.

2.2. Dasar Teori.

Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH)

Sistem tenaga piko hydro merupakan pembangkit listrik tenaga air yang menghasilkan pembangkit listrik maksimum 5 kW dan biasanya ditemukan di daerah pedesaan dan perbukitan (Zainuddin dkk, 2009). Piko hidro

memiliki 3 komponen utama (Nugraha dkk, 2013), yaitu :

- a. Aliran air, merupakan komponen utama yang digunakan untuk menggerakkan turbin.
- b. Turbin, merupakan komponen yang mengubah energi potensial pada air menjadi daya mekanikal.

Generator, merupakan suatu mesin yang mampu mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

2.2.1 Turbin Air

Turbin merupakan mesin penggerak, dimana fluida yang digunakan langsung untuk memutar turbin. Bagian roda turbin yang berputar dinamakan *rotor (runner)* atau roda turbin, sedangkan bagian yang tidak berputar dinamakan (*stator*) atau rumah turbin. Poros diikat pada roda turbin, digunakan untuk memutar *generator* listrik, pompa, kompresor, baling-baling atau mesin lainnya (beban). Roda turbin dapat berputar karena adanya gaya yang bekerja pada sudu, gaya tersebut timbul karena terjadi momentum dari pancaran air kerja yang keluar dari nosel (turbin *Implus*) atau aliran air mengalir diantara sudu, sehingga akan terjadi perubahan tekan diantara sudu. Fluida kerja tersebut mengalami proses penurunan tekanan dan mengalir secara kontinu. Fluida kerja itu dapat berupa aliran air, uap air, atau gas. Jika fluida

yang digunakan air maka disebut turbin air (Arismunandar, 1997).

2.2.2 Blower

Blower berfungsi menghasilkan udara bertekanan (penghembus) dengan memanfaatkan putaran *impeller* dengan sudu - sudu tertentu dan *body* blower yang berbentuk rumah keong (*volute*). Sehingga dalam pengaplikasian selain digunakan untuk penghembus juga digunakan untuk menghisap udara. Blower, pompa dan *fan* memiliki prinsip kerja yang sama. Bedanya, bila pompa untuk mengalirkan cairan, blower dan *fan* mengalirkan gas atau udara. Secara umum blower dapat diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu:

1. Sentrifugal Blower

Blower sentrifugal pada dasarnya terdiri dari satu *impeller* atau lebih yang dilengkapi dengan sudu – sudu yang dipasang pada poros yang berputar dan diselubungi oleh sebuah rumah (*casing*). Udara memasuki menuju casing secara horizontal akibat perputaran poros, maka ruang pipa masuk menjadi *vacum* lalu udara dihembuskan keluar. . Dari bentuk sudut *blade impeller* ada 3 jenis yaitu:

a. *Backward Curved Blade*

Backward Curved Blade mempunyai susunan *blade* secara paralel (*multi blade*) keliling *shroud*, hanya arah dan sudu *blade* akan mempunyai

sudut yang optimum dan merubah energi kinetik ke energi potensial (tekanan secara langsung). Blower ini didasarkan pada kecepatan sedang, akan tetapi memiliki *range* tekanan dan volume yang lebar sehingga membuat jenis ini sangat efisien untuk *ventilator*.

b. *Forward Curved Blade*

Forward Curved Blade adalah bentuk *blade* yang arah lengkung bagian ujung terpasang diatas searah dengan putaran roda. Pada *forward curved* terdapat susunan *blade* secara paralel (*multi blade*) keliling *shroud*. Karena bentuknya, maka pada jenis ini udara atau gas meninggalkan *blade* dengan kecepatan yang tinggi sehingga mempunyai *discharge velocity* yang tinggi dan setelah melalui housing *scroll* sehingga diperoleh energi potensial yang besar.

c. Radial Blade

Didalam pemakaiannya *Radial Blade* dirancang untuk tekanan statis yang tinggi pada kapasitas yang kecil. Namun demikian perkembangan saat ini jenis bentuk *radial blade* dibuat pelayanan tekanan dan kecepatan putaran tinggi.

2. Positive Displacement Blower

Pada jenis ini gas atau udara dipindahkan volume per volume dalam ruangan yang

disebabkan adanya pergerakan elemen *impeller* yang berputar karena adanya penambahan massa gas atau udara yang dipindahkan. Jenis *positive displacement blower* yang sering digunakan adalah *rotary blower* yaitu :

➤ Vane Blower

Digunakan untuk kapasitas yang kecil dengan fluida yang bersih. Ditinjau dari bentuk dan cara kerja elemen *impeller vane blower* dibagi menjadi dua *type* yaitu: *Slanding vane* dan *Fleksibel vane*.

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan dan Alat

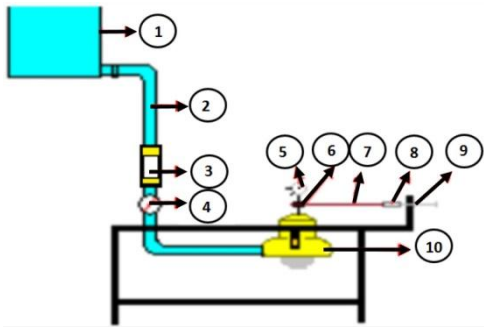
3.1.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- Air
- Besi siku
- Blower angin
- Plat besi
- Alat las
- Kunci pas 10

3.1.2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada skema alat uji di bawah ini :



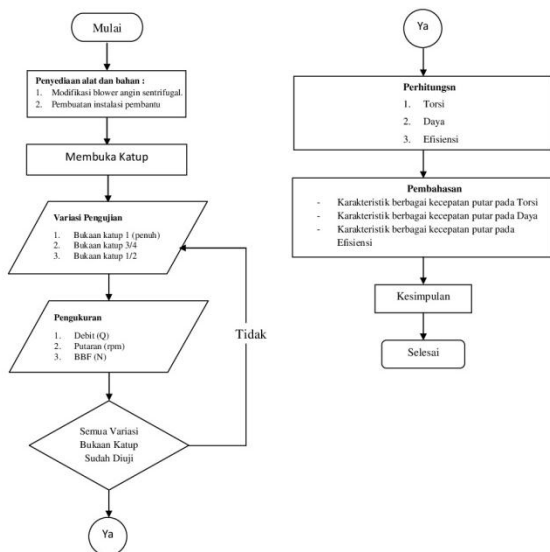
Gambar 3.1 Skema alat uji daya dan torsi.

Keterangan gambar :

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1. Suplai air | 7. Sabuk Rem |
| 2. Instalasi pipa | 8. Timbangan digital |
| 3. <i>liquid flow</i> | 9. Baut Pengatur Beban |
| 4. <i>Stop valve</i> | 10. Turbin |
| 5. <i>Tacho meter</i> | |
| 6 <i>Pully</i> | |

3.2. Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilakukan dengan prosedur sebagai mana ditunjukkan pada diagram alir berikut :



Gambar 3.14 *Flow chart* Pengujian Torsi, Daya dan Efisiensi.

3.3. Persiapan Modifikasi

Langkah – langkah yang dilakukan agar blower angin dapat digunakan sebagai turbin air adalah sebagai berikut.:

1. Melepas motor listrik penggerak pada blower angin. Hal ini dimaksudkan untuk memaksimalkan kinerja pada turbin tersebut.
2. Merubah *Impeller* dari 6 sudu menjadi 8 sudu.

Pada penelitian ini, peneliti merubah *Impeller* yang berjumlah 6 sudu menjadi 8 sudu untuk mengetahui seberapa besar daya yang dihasilkan jika memakai *Impeller* yang berjumlah 8 sudu.

3. Pembuatan poros baru dilakukan karena panjang poros yang dibutuhkan pada saat *impeller* dibalik berbeda. juga untuk penambahan dudukan *seal bearing* dan pemasangan *pully* sebagai bagian pengujian torsi

4. Membuat penutup lubang motor penggerak dengan tambahan pengarah air berbentuk kerucut yang menghadap keluar.

3.4. Parameter Yang Digunakan Dalam Perhitungan

Parameter perhitungan yang digunakan adalah :

1. Debit (Q) terukur pada hasil percobaan.
2. Putaran (rpm) terukur pada hasil percobaan.
3. Torsi mesin (T) terukur pada hasil percobaan.
4. Daya mesin (P) terhitung dari hasil percobaan.
5. Efisiensi (μ) terhitung dari hasil percobaan

3.5. Metode Pengujian

Percobaan yang akan dilakukan adalah dengan variasi penggunaan bukaan katup pada saluran intake alat konversi, yaitu turbin air dengan konsep perbedaan kapasitas debit. Debit yang digunakan akan divariasikan dengan 3 macam kapasitas debit berbeda. Namun dengan menggunakan tinggi terjunan (*head*) yang sama dan interval waktu yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Data Pengamatan

Berdasarkan data yang diperoleh melalui pengujian maka perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Besar Daya Hidrolik. (P_{ht})

Daya hidrolik adalah daya yang dimiliki oleh air yang mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang rendah, dapat dicari dengan persamaan (2.8).

$$P_{ht} = \rho \times g \times Q \times H$$

Diketahui :

$$\text{Densitas air } (\rho) = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Percepatan grafitasi } (g) = 9,81 \text{ m/dt}^2$$

$$\text{Debit air } (Q) = 28,338 \text{ lpm} = 0,00047 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\text{Tinggi jatuh air } (H) = 3 \text{ meter}$$

$$P_{ht} = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/dt}^2 \times 0,00047 \text{ m}^3/\text{dt} \times 3 \text{ m}$$

$$P_{ht} = 13,8321 \text{ Watt}$$

Jadi, daya yang dihasilkan oleh hidrolik air adalah sebesar 13,8321 Watt

2. Besar Daya Mekanik (P_m)

Daya Mekanik adalah daya yang dihasilkan oleh poros turbin, didapat dengan persamaan (2.9).

$$P_m = \frac{2 \times \pi \times n}{60} T$$

Diketahui :

$$\text{Brake Band Force (BBF)} = 0,098 \text{ kgf} = 0,9813 \text{ Newton}$$

$$\text{Kecepatan putaran } (n) = 368 \text{ rpm}$$

$$\text{Diameter dalam pully } (r) = 2,75 \text{ cm} = 0,0275 \text{ meter}$$

$$T = \text{BBF} \times r$$

$$= 0,9613 \text{ N} \times 0,0275 \text{ m} = 0,02595 \text{ N.m}$$

$$P_m = \frac{2 \times \pi \times 368 \text{ rpm}}{60} \times 0,02595 \text{ Nm} = 0,99952$$

Watt

Maka, daya yang dihasilkan oleh turbin adalah sebesar 0,99952 Watt

3. Efisiensi Turbin (η_t)

Efisiensi turbin merupakan perbandingan daya mekanik yang dihasilkan oleh turbin dengan daya

hidrolik yang digunakan untuk menggerakkan turbin, dapat dihitung dengan persamaan (2.10).

$$\eta_t = \frac{P_m}{P_{ht}} \times 100\%$$

Diketahui :

Daya Hidrolik (P_{ht}) = 13,832 Watt

Daya Mekanik (P_m) =: 0,99952 Watt

$$\eta_t = \frac{0,99952}{13,832} \times 100\% = 7,226 \%$$

Jadi, Efisiensi yang dihasilkan oleh tubin adalah sebesar 7,226 %

Data yang diperoleh dari perhitungan di atas, disajikan dalam tabel 4.2 berikut ini :

Table 4.1 Data hasil perhitungan

Bukaan Katup	Debit (LpM)	Q _{aktual} (m ³ /dt)	Kecepatan Putar (rps)	BBF (Kgf)	BBF (N)	r (m)	T (Nm)	Q _{Mekanik} (Watt)	laju aliran massa (kg/dt)	Q _{hidroli} (Watt)
Full	98	0,00046	46,786	0,03	0,294	0,027	0,0079	0,3717	0,4658	13,7094
	100	0,00047	38,517	0,098	0,961	0,027	0,0259	0,9998	0,4723	13,8998
	102	0,00047	25,643	0,14	1,373	0,027	0,037	0,9509	0,4787	14,0902
	106	0,00049	11,408	0,34	3,335	0,027	0,09	1,0274	0,4917	14,4711
	109	0,0005	1,57	0,05	0,49	0,027	0,0132	0,0207	0,5014	14,7567
3/4	90	0,00043	39,773	0,03	0,294	0,027	0,0079	0,316	0,4399	12,9478
	96	0,00045	26,166	0,053	0,519	0,027	0,014	0,3673	0,4593	13,519
	98	0,00046	18,316	0,097	0,951	0,027	0,0256	0,4705	0,4658	13,7094
	100	0,00047	9,2106	0,21	2,06	0,027	0,0556	0,5123	0,4723	13,8998
	100	0,00047	1,57	0,38	3,727	0,027	0,1006	0,158	0,4723	13,8998
1/2	87	0,00043	24,073	0,03	0,294	0,027	0,0079	0,1912	0,4302	12,6622
	88	0,00043	15,7	0,038	0,372	0,027	0,01	0,158	0,4334	12,7574
	90	0,00043	12,56	0,061	0,598	0,027	0,0161	0,2029	0,4399	12,9478
	95	0,00045	7,1173	0,151	1,481	0,027	0,0399	0,2846	0,4561	13,4238
	98	0,00046	0	0,189	1,854	0,027	0,05	0	0,4658	13,7094

4.2. Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh serta perhitungan yang telah dilakukan, dapat dibuat beberapa grafik yang terdiri atas 3 tipikal dari variasi bukaan katup. Besar bukaan katup akan mempengaruhi debit air yang digunakan untuk menyuplai turbin. Pada tipikal 1 merupakan variasi bukaan katup penuh yang diperlihatkan pada garis berwarna merah. Tipikal 2 untuk bukaan katup 3/4 putaran dengan

warna biru dan tipikal 3 dengan warna hijau untuk bukaan katup 1/2 putaran.

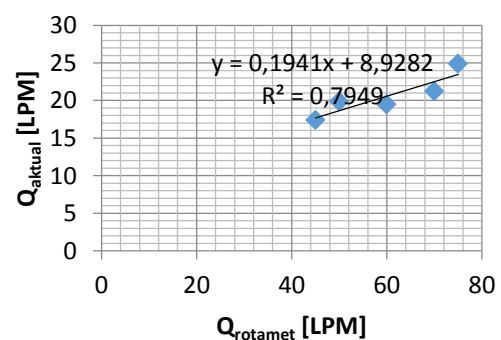
4.2.1. Hubungan Tentang Kalibrasi Rotameter

Hubungan kalibrasi Q_{aktual} dengan $Q_{rotameter}$ ditampilkan pada gambar 4.2. Terlihat pada gambar 4.2 bahwa semakin besar aliran air yang mengalir, maka semakin cepat waktu yang dihasilkan untuk mengisi sebuah waduk (ember).

Selain itu, gambar 4.2 memperlihatkan bahwa debit yang dihasilkan pada rotameter semakin besar apabila air yang mengalir semakin banyak.

Table 4.2 Data hasil Kalibrasi

V (liter)	t (detik)	Q _{aktual}
51	176	45
51	154	50
51	157	60
51	144	70
51	123	75

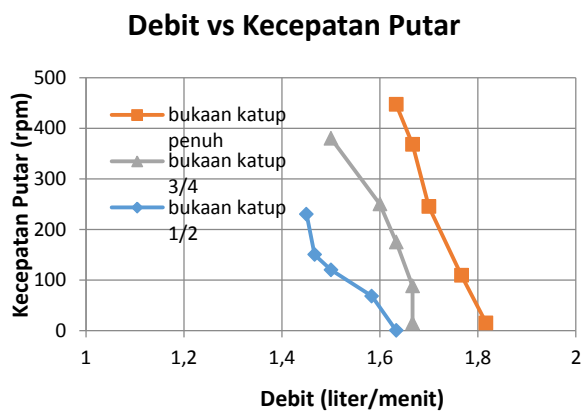


Gambar 4.1 Kalibrasi Rotameter.

4.2.3. Hubungan Kecepatan Putar dengan Debit

Hubungan kecepatan putar terhadap debit ditampilkan pada Gambar 4.3.

Terlihat pada Gambar 4.3 bahwa dengan semakin besarnya debit pada masing – masing bukaan katup, kecepatan putar turbin blower cenderung menurun. Hal ini diakibatkan oleh besarnya tahanan pengereman torsi meter. Dengan semakin besarnya pengereman torsi meter berakibat pada rendahnya putaran poros turbin blower disertai dengan peningkatan debit aliran.

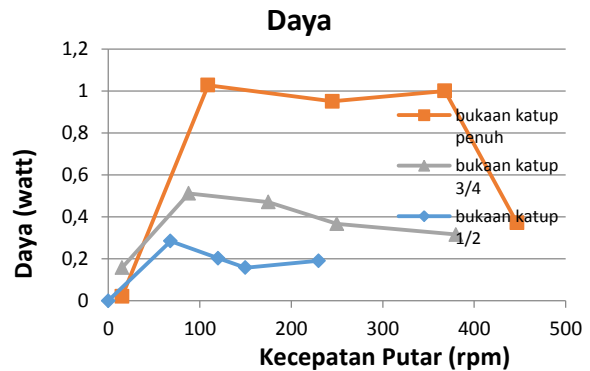


Gambar 4.2 Hubungan Debit dengan Kecepatan Putar.

4.2.3. Hubungan Daya terhadap Kecepatan Putar.

Hubungan daya terhadap kecepatan putar ditampilkan pada Gambar 4.4. Terlihat pada Gambar 4.4 bahwa pada awal kecepatan putar, daya yang dihasilkan sangat tinggi. Hal ini dipengaruhi disebabkan adanya gaya gesek statis yang terjadi pada sudu turbin. Akan tetapi setelah daya mencapai batas maksimumnya, maka daya yang dihasilkan akan mengalami penurunan.

Hal ini disebabkan adanya getaran dan turbulensi aliran pada turbin yang mengakibatkan tidak seimbangya sudu turbin.



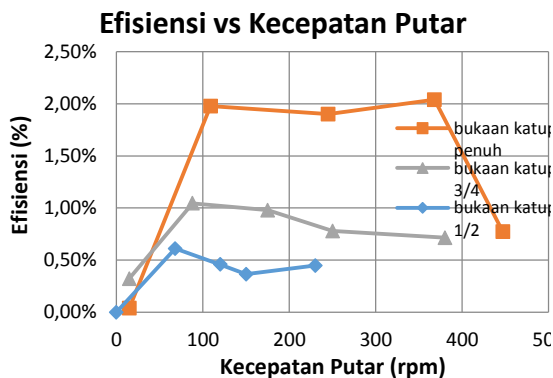
Gambar 4.3. Hubungan Daya dengan Kecepatan Putar

5.2.3. Hubungan Efisiensi dengan Kecepatan Putar

Hubungan kecepatan putar terhadap efisiensi ditampilkan pada Gambar 4.5. Terlihat pada Gambar 4.5 bahwa pada awal kecepatan putar, efisiensi yang dihasilkan sangat tinggi. Hal ini disebabkan daya yang dihasilkan pada turbin semakin tinggi. Akan tetapi setelah efisiensi mencapai batas maksimumnya, maka efisiensi yang dihasilkan akan mengalami penurunan. Hal ini diakibatkan daya yang dihasilkan pada turbin mengalami penurunan.

Selain itu, Gambar 4.5 juga memperlihatkan hubungan efisiensi yang dihasilkan pada tiap bukaan katup terhadap kecepatan putar. Terlihat pada Gambar 4.5 bahwa semakin besar bukaan

katup, maka efisiensi yang dihasilkan juga semakin besar.



Gambar 4.4 Hubungan Kecepatan putar dengan Efisiensi.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dalam melakukan kaji performasi pada turbin air dari modifikasi blower angina dengan 8 sudu ini menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Unjuk kerja pada turbin 8 sudu dengan variasi bukaan kutup penuh. Torsi maksimal yang dihasilkan sebesar 0,09 N.m pada kecepatan putar 109 rpm dengan Beban 0,34 kgf.
2. Unjuk kerja pada turbin 8 sudu dengan variasi bukaan kutup penuh Daya turbin maksimal sebesar 1,214 watt dengan Kecepatan Putar sebesar 98 rpm. Daya minimal pada bukaan katup penuh sebesar 0.04 watt pada Kecepatan Putar sebesar 15 rpm.

3. Unjuk kerja pada turbin 8 sudu dengan variasi bukaan katup penuh Efisiensi maksimal yang dihasilkan sebesar 2,53% pada Kecepatan Putar sebesar 447 rpm. Efisiensi minimal pada bukaan katup penuh sebesar 0,08% pada Kecepatan Putar sebesar 15 rpm.

5.2. Saran

Saran yang bisa diberikan sebagai kelanjutan untuk mengkaji performasi turbin air adalah sebagai berikut :

1. Saat pengambilan data sebaiknya dilakukan pada kondisi aliran / debit maksimum.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat mengembangkan dengan variasi untuk tinggi jatuh air (*head*).
3. Pada penelitian selanjutnya peneliti dapat mengubah *dynamometer* rem tali pada turbin air menggunakan generator agar dapat membandingkan hasil daya turbin air.
4. Lakukan kalibrasi pada alat ukur beberapa kali sebelum melakukan pengambilan data
5. Pada gambar3.1 seharusnya *Stop Vale* (4) berada di atas *Flow Meter* (3) supaya tidak ada *Back Flow* atau aliran balik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya, Y.P. 2016. Kajian Eksperimental Performasi Blower Angin Sentrifugal Yang Dimodifikasi Sebagai Turbin Air. Yogyakarta.
- Ambarita, H. 2011. *Kajian Eksperimental Performasi Pompa dengan Kapasitas 1,25 m³/menit Head 12 m Jika Dioperasikan Sebagai Turbin*. Jurnal Dinamis, II:1-8.
- A. Khomsah, 2015. Performa Turbin Cross Flow Sudu Bambu 5” sebagai Penggerak Mula Generator Induksi 3 Fasa. Nasional Sains dan Teknologi Terapan III, jurnal.itats.ac.id.
- Asep, N. B. & Gamindra, J. 2015. *Rancang Bangun Kincir air Sistem Knock Down Untuk Pemenuhan Energi Listrik Bagi Masyarakat Terisolir Di Sumatera Barat*. Jurnal Teknik Mesin. 88:95.
- Adli, H & Hendro, L. 2009. *Perancangan Dan Realisasi Model Turbin Air Type Screw (Archimedean Turbine) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan Head Rendah Di Indonesia*. TeknikA. 2:1-6.
- Adia, C. P. Ridho, H & Gunawan, N. 2013. *Rancang Bangun Turbin Air Sungai Poros Vertikal Tipe Savonius dengan Menggunakan Pemandu Arah Aliran*. JURNAL TEKNIK POMITS. 2:B-279 – B-289.
- Budhi, P. & Nazaruddin, S., 2012. *Kaji Eksperimental Karakteristik Sebuah Dynamometer Sasis Arus Eddy*. Eksergi urnal Teknik Energi, 02 Mei, VIII(2), pp. 63-67.
- Church, A. H. 1986. *Pompa dan Blower sentrifugal*. Jakarta: Erlangga.
- Francesco, P. et al., 2016. *Experimental Characterization of Two Pumps As Turbines for Hydropower Generation*. Reneweble Energy, 99(C), pp. 180-187.
- Hadi, A. & Puji, R., 2015. *Pengertian, Satuan dan Macam-Macam Bentuk Energi*. [Online] Available at: <http://www.softilmu.com/2015/01/Pengertian-Bentuk-Macam-Satuan-Energi-Adalah.html> [Diakses 10 Mei 2018].
- Muhammad, I. 2010. *Kinerja Turbin Air Tipe Darrieus Dengan Sudu Hidrofoil Naca 6512*. Dinamika Jurnal Teknik Mesin 1:2-97.

- Nasution, A. H., 2012. Analisis Performansi Pompa Multistage Pengisi Air Umpan Ketel Yang Digerakkan Oleh Turbin Uap Dibanding Dengan Elektromotor. *USU-IR. Mikro Hidro*. SNST ke.3, I(1), pp. B.60-B.64.
- Supriyo & Suwarti. 2013. *Model Turbin Angin Penggerak Pompa Air*. Eksergi Jurnal Teknik Energi. 9:61-68.
- Richard, P. 2013. *Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Optimalisasi Kinerja Turbin Kinetik Roda Tunggal*. Jumlah Rekayasa Mesin 4:220-226.
- Oxa, A & Erma, S. 2012. *Aplikasi Model Sistem Dinamik untuk Menganalisis Permintaan dan Ketersediaan Listrik Sektor Industri (Studi Kasus : Jawa Timur)*. JURNAL TEKNIK ITS. 1:A-339 – A-344.
- Riyan, R, L. 2018. Unjuk Kerja Blower Sebagai Turbin Air Menggunakan CFD.
- Rosnita, R. 2013. *Konsep Integrasi Pembangkit Berbasis Energi Terbarukan Sebagai Sistem Mikrogrid di Kabupaten Pesisir Selatan*. Jurnal Nasional Teknik Elektro. 2:79-85.
- Situmorang, H. B., Soplanit, G. D. & Gede, I. N., 2014. Unjuk Kerja Pompa Air Simizhu PS-128 BIT yang Difungsikan Sebagai Turbin Air. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, III(1), pp. 52-65.
- Suwoto, G., 2012. *Kaji Eksperimental Kinerja Turbin Air Hasil Modifikasi Pompa Sentrifugal untuk Pembangkit Listrik Tenaga*