

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisa.

Dalam proses pengambilan data performasi turbin air dari modifikasi blower angin sentrifugal dengan variasi sudu yang berjumlah 6 dan 8 yang dilakukan di Belik (pemandian sumber air) yang beralamat di Tempuran, Tamantirto, Kasihan Bantul, dapat diasumsikan debit yang digunakan untuk menyuplai turbin air saat pengujian dianggap sesuai, karena pada bak penampung sebelum masuk kedalam pipa ketinggian airnya konstan. Pada proses pengambilan data, dapat diasumsikan bahwa sudu yang berjumlah 6 lebih bagus dibandingkan dengan sudu yang berjumlah 8.

Gambar 4.1 adalah gambar instalasi turbin air hasil modifikasi blower angin sentrifugal saat pengujian dilakukan.



Gambar 4.1 Proses pengambilan data.

4.2. Hasil Penelitian.

Percobaan turbin air dari modifikasi blower angin sentrifugal didapatkan hasil dan pengolahan data pada table 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian

Variasi Buka katup	$Q_{\text{Rotameter}}$ (Lpm)	Kecepatan Putar (rpm)	Brake Band Force (kgf)
Full	98	447	0,030
	100	368	0,098
	102	245	0,140
	106	109	0,340
	109	15	0,050
3/4	90	380	0,030
	96	250	0,053
	98	175	0,097
	100	88	0,210
	100	15	0,380
1/2	87	230	0,030
	88	150	0,038
	90	120	0,061
	95	68	0,151
	98	0	0,189

4.3 Kalibrasi Rotameter

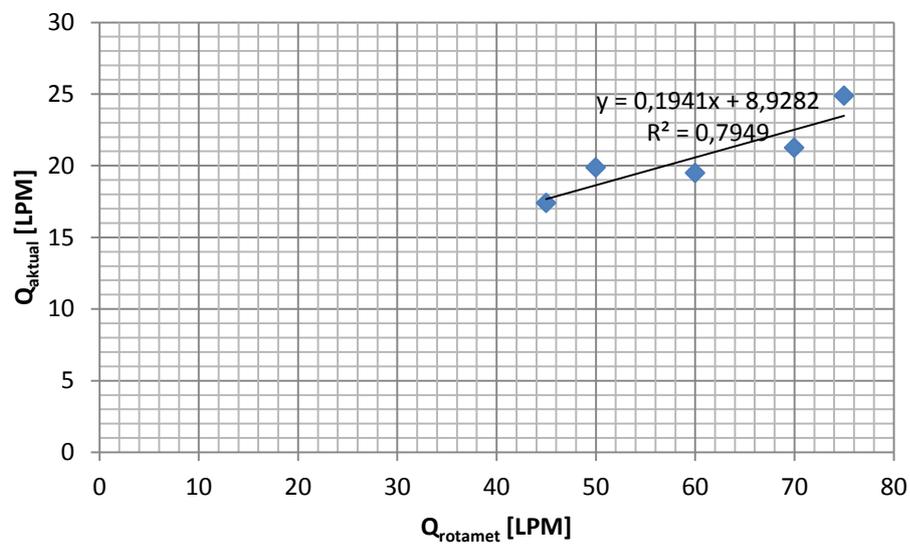
1. Hubungan Tentang Kalibrasi Rotameter

Hubungan kalibrasi Q_{aktual} dengan $Q_{\text{rotameter}}$ 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 4.3 Data hasil Kalibrasi

Q _{Rotameter}	V (liter)	t (detik)	Q _{aktual}
98	51	176	45
100	51	154	50
102	51	157	60
106	51	144	70
109	51	123	75



Gambar 4.2 Kalibrasi Rotameter

$$Q_{\text{Rotameter}} = 0,1941 \times Q_{\text{Rotameter}} + 8,9282$$

4.4 Perhitungan Data Pengamatan

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

1. Besar Daya Hidrolik (Ph_t)

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 :

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

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

$$Q_{\text{Rotameter}} = 100 \text{ Lpm}$$

$$\text{Debit air } (Q) = 28,338$$

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

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

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

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

$$Q_{\text{Aktual}} = 0,1941 \times Q_{\text{Rotameter}} + 8,9282$$

$$= 0,1942 \times 100 + 8,9282$$

$$= 28,338 \text{ Lpm} = 0,00047 \text{ m}^3/\text{dt}$$

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 :

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

$$\text{Kecepatan putaran } (n) = 368 \text{ rpm} = 38,51 \text{ rps}$$

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

$$T = \text{BBF} \times r = 0,9813 \text{ N} \times 0,0275 \text{ m} = 0,02595 \text{ N.m}$$

$$P_m = \frac{2 \times \pi \times 368 \text{ rpm}}{60} \times 0,02595 \text{ N.m} = 0,99952 \text{ Watt}$$

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

$$\eta_t = \frac{0,99952}{13,8321} \times 100\% = 7,226 \%$$

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

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

Table 4.2 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 _{hidrolis} (Watt)	Efisiensi hidrolis
Full	98	0,00046	46,786	0,03	0,294	0,027	0,0079	0,3717	0,4658	13,7094	2,71%
	100	0,00047	38,517	0,098	0,961	0,027	0,0259	0,9998	0,4723	13,8998	7,22%
	102	0,00047	25,643	0,14	1,373	0,027	0,037	0,9509	0,4787	14,0902	6,74%
	106	0,00049	11,408	0,34	3,335	0,027	0,09	1,0274	0,4917	14,4711	7,09%
	109	0,0005	1,57	0,05	0,49	0,027	0,0132	0,0207	0,5014	14,7567	0,14%
3/4	90	0,00043	39,773	0,03	0,294	0,027	0,0079	0,316	0,4399	12,9478	2,44%
	96	0,00045	26,166	0,053	0,519	0,027	0,014	0,3673	0,4593	13,519	2,71%
	98	0,00046	18,316	0,097	0,951	0,027	0,0256	0,4705	0,4658	13,7094	3,43%
	100	0,00047	9,2106	0,21	2,06	0,027	0,0556	0,5123	0,4723	13,8998	3,68%
	100	0,00047	1,57	0,38	3,727	0,027	0,1006	0,158	0,4723	13,8998	1,13%
1/2	87	0,00043	24,073	0,03	0,294	0,027	0,0079	0,1912	0,4302	12,6622	1,51%
	88	0,00043	15,7	0,038	0,372	0,027	0,01	0,158	0,4334	12,7574	1,23%
	90	0,00043	12,56	0,061	0,598	0,027	0,0161	0,2029	0,4399	12,9478	1,56%
	95	0,00045	7,1173	0,151	1,481	0,027	0,0399	0,2846	0,4561	13,4238	2,12%
	98	0,00046	0	0,189	1,854	0,027	0,05	0	0,4658	13,7094	0

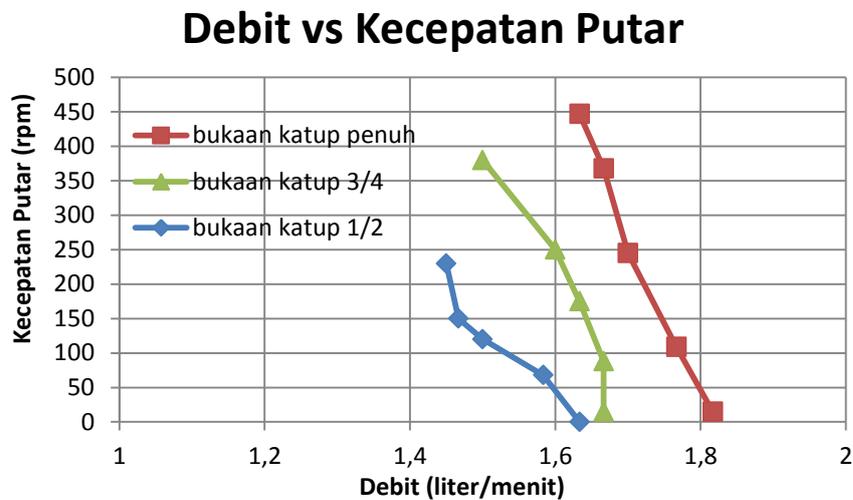
4.7 Pembahasan

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.

4.5.1 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.

Selain itu, gambar 4.3 juga memperlihatkan hubungan debit tiap bukaan katup terhadap kecepatan putar. Terlihat pada Gambar 4.2 bahwa dengan semakin besar bukaan katup maka semakin besar debit aliran air yang mengalir melewati turbin blower. Semakin besarnya putaran poros tersebut merupakan akibat dari semakin besarnya kecepatan aliran air dan energi kinetik air yang menggerakkan sudu turbin blower.

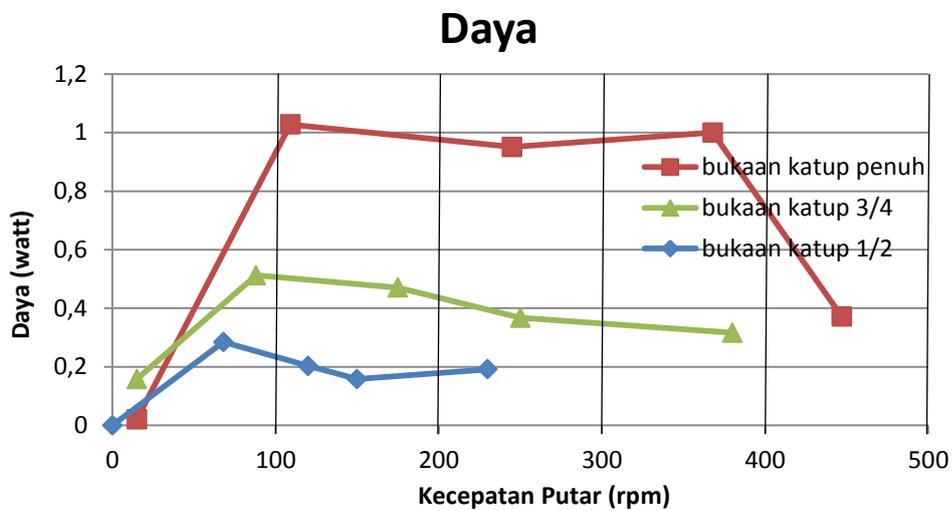


Gambar 4.3 Hubungan Debit dengan Kecepatan Putar.

4.5.2 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.

Selain itu, Gambar 4.4 juga memperlihatkan hubungan daya yang dihasilkan pada tiap bukaan katup terhadap kecepatan putar. Terlihat pada Gambar 4.3 bahwa semakin besar bukaan katup, maka daya yang dihasilkan juga semakin besar.

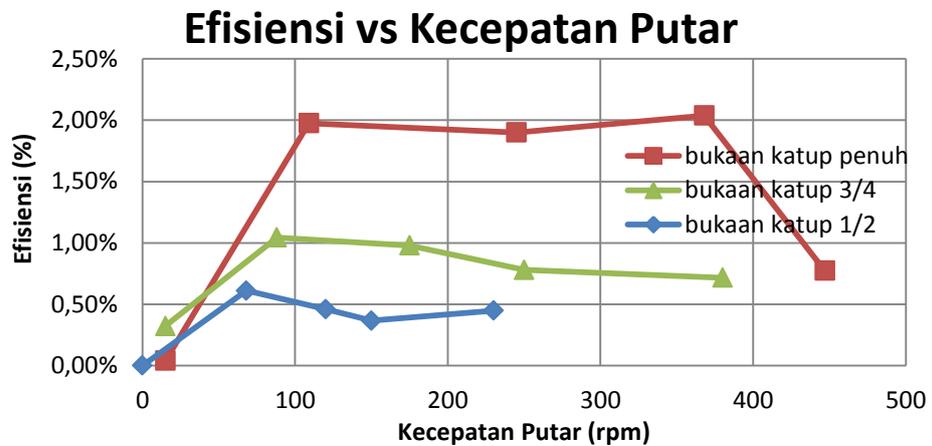


Gambar 4.4. Hubungan Daya dengan Kecepatan Putar

4.5.3 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.



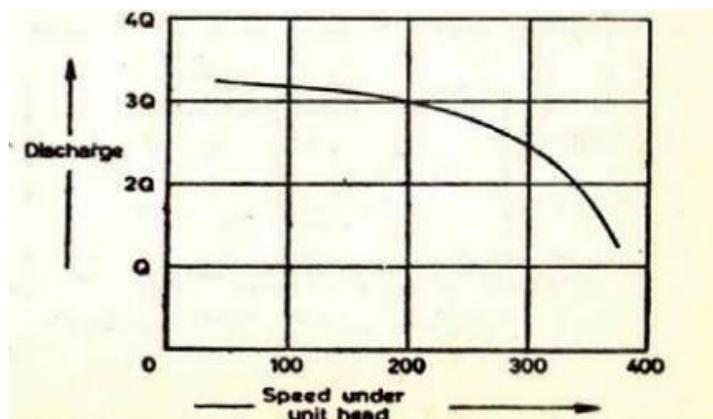
Gambar 4.5 Hubungan Kecepatan putar dengan Efisiensi.

4.6 Kurva Karakteristik dari Turbin

Unjuk kerja dalam mesin fluida ditunjukkan dalam debit, daya turbin dan efisiensi.

Karakteristik kurva ditunjukkan dari data kajian eksperimental. Untuk turbin air yang diuji pada kecepatan aliran yang berbeda ditunjukkan pada gambar berikut:

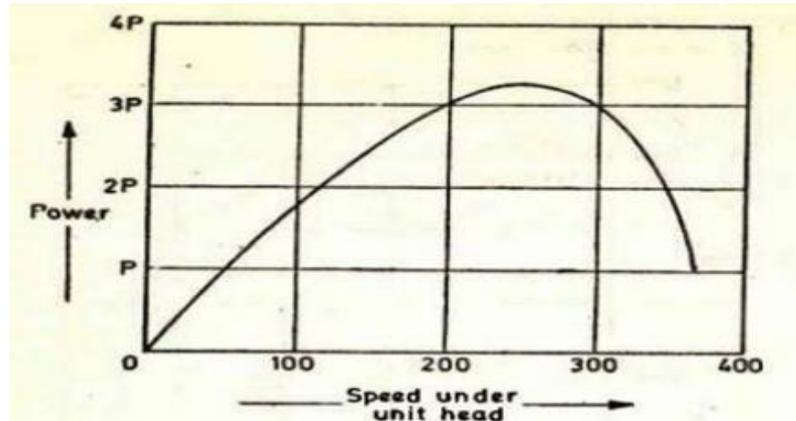
a. Grafik Kecepatan Putar – Debit



Gambar 4.6 Perbandingan Kecepatan Putar dengan Debit (Khurmi, 1977)

Pada gambar 4.6 Kurva menunjukkan performasi Turbin Francis (turbin reaksi). Bentuk kurva parabolic menunjukkan semakin cepat kecepatan putar, maka debit yang dihasilkan semakin kecil.

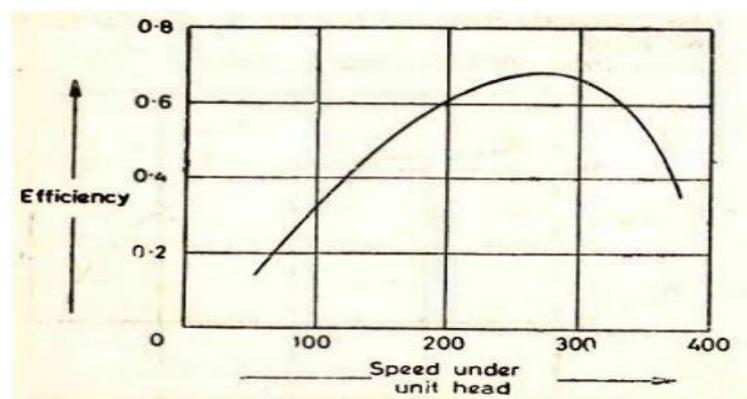
b. Grafik kecepatan putar dengan daya



Gambar 4.7 Perbandingan Kecepatan Putar dengan Daya (Khurmi, 1977)

Pada gambar 4.7 kurva karakteristik Turbin Francis menunjukkan bahwa semakin cepat putaran, maka daya yang dihasilkan semakin meningkat hingga mencapai nilai optimum dan kemudian akan turun dengan semakin besarnya putaran poros.

c. Grafik kecepatan putar dengan efisiensi



Gambar 4.8 Perbandingan Kecepatan Putar dengan Efisiensi (Khurmi, 1977)

Pada gambar 4.8 kurva karakteristik Turbin Francis menunjukkan bahwa semakin cepat putaran poros turbin, maka efisiensi meningkat hingga mencapai nilai optimum dan kemudian turun dengan semakin besarnya putaran poros.

5.7 Perbandingan dengan studi lainnya

Dari penelitian tentang alih fungsi mesin-mesin kerja (pompa air) yang digunakan sebagai mesin-mesin tenaga (turbin air) yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Daya dan efisiensi yang dihasilkan pada masing-masing penelitian bervariasi, hal ini dapat dilihat pada tabel 4.3. Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, terlihat bahwa alih fungsi mesin-mesin kerja yang digunakan sebagai mesin-mesin pembangkit tenaga dapat diterapkan dengan sedikit penyesuaian.

Tabel 4.3. Perbandingan Tinjauan Penelitian

No.	Peneliti (Tahun)	Judul	Daya Maksimal (watt)	Kecepatan Putar (rpm)	Head (m)	Debit (Lpm)	Efisiensi (%)
1.	Gatot Suwoto (2014)	Kaji Eksperimental Kinerja Turbin Air Hasil Modifikasi Pompa Sentrifugal yang Digunakan Untuk PLTH	144, 876	1315	23	204	21,98
2.	Harison B. Situmorang dkk (2014)	Unjuk Kerja Pompa Air Simizhu Type Ps-128 BIT yang Difungsikan Sebagai Turbin Air	12	1080	18	37	11,01
3.	Pugliese Francesco dkk (2016)	Experimental Characterization of Two Pumps As Turbines for Hydropower Generation	40	2899,8	39	2466,7	2,54
4.	Aditya Yoga P (2016)	Kajian Eksperimental Performasi Blower Angin Sentrifugal yang Difungsikan Sebagai Turbin Air	27,895	370	3	223,942	25,395
5.	2019	Performasi Blower Angin Sentrifugal yang Difungsikan Sebagai Turbin Air Dengan 8 Sudu	13,8998	368	3	100	7,22