

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan Data Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan mendapatkan hasil data *Archimedes Screw Turbine*, pada hasil data tersebut yang kemudian akan diproses melalui perhitungan dengan menggunakan persamaan-persamaan diatas.

Contoh perhitungan diambil dari tabel hasil data untuk variasi Debit pada *Archimedes Screw Turbine*.

1. Perhitungan *Head V-Notch (H)*

Diketahui debit sebesar 560 L/Menit dan juga nilai C_w yang dimana umumnya untuk sudut 90° sebesar 1,38 untuk satuan SI. Dengan menggunakan persamaan 2.2 didapatkan hasil debit aliran sebagai berikut.

$$Q = C_w H^{5/2}$$
$$560 \frac{L}{Menit} = 1,38 \times H^{\frac{5}{2}}$$
$$0,00933 \frac{m^3}{s} = 1,38 \times H^{\frac{5}{2}}$$
$$H^{\frac{5}{2}} = \frac{0,00933 \frac{m^3}{s}}{1,38}$$

$$H = \sqrt[5]{\left(\frac{0,00933}{1,38}\right)^2}$$

$$H = 0,13551 \text{ m}$$

Jadi, *Head V-Notch (H)* yang didapatkan adalah 0,13551 m.

2. Perhitungan Kecepatan Sudut (ω)

Didapatkan data berupa RPM dari pengujian, maka kecepatan sudut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.8 dan didapatkan hasil dengan menggunakan rpm sebesar 235 sebagai berikut.

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 235}{60}$$

$$\omega = \frac{1475,8}{60}$$

$$\omega = 24,596 \frac{rad}{s}$$

Jadi, kecepatan sudut yang didapatkan adalah 24,596 rad/s.

3. Perhitungan Torsi (T)

Berdasarkan data dari hasil pengujian didapatkan nilai massa yang dimana digunakan untuk mencari besarnya torsi, dengan g yang merupakan gravitasi bumi sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$ dan r yang merupakan panjang lengan torsi sepanjang $0,2 \text{ m}$, menggunakan persamaan 2.9 dan dengan beban sebesar 180 gram didapatkan hasil torsi sebagai berikut.

$$T = Fr$$

$$T = (m \cdot g) \times r$$

$$T = \left((0,18 \text{ kg}) \times \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \right) \times 0,2 \text{ m}$$

$$T = (1,7658 \text{ N}) \times 0,2 \text{ m}$$

$$T = 0,353 \text{ Nm}$$

Jadi, didapatkan torsi adalah $0,353 \text{ Nm}$.

4. Perhitungan Daya Aliran Air (P_w)

Dengan menggunakan besar debit yang besarnya $0,00933 \text{ m}^3/\text{s}$ serta ketinggian head turbin setinggi $0,5 \text{ m}$ maka besar daya aliran air dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.6, dimana nilai massa jenis air yaitu sebesar 1000 kg/m^3 dan nilai gravitasi bumi sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$ sebagai berikut.

$$P_w = \rho g Q h$$

$$P_w = \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times \left(9,81 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right) \times \left(0,00933 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \times (0,5 \text{ m})$$

$$P_w = 45,76 \text{ Watt}$$

Jadi, didapatkan daya aliran air adalah $45,76 \text{ Watt}$.

5. Perhitungan Daya Mekanis Turbin (P_M)

Dengan diketahuinya nilai torsi dan juga kecepatan sudut dari perhitungan sebelumnya, maka dengan menggunakan persamaan 2.7 didapatkan nilai daya mekanis turbin sebagai berikut.

$$P_M = T\omega$$

$$P_M = (0,353 \text{ Nm}) \times \left(24,596 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)$$

$$P_M = 8,682 \text{ Watt}$$

Jadi, didapatkan daya mekanis turbin sebesar 8,682 Watt.

6. Perhitungan Efisiensi Turbin (η_m)

Setelah diketahui besar daya aliran air serta daya mekanis turbin maka dapat dilakukan perhitungan efisiensi turbin dengan menggunakan persamaan 2.10 sebagai berikut

$$\eta_m = \frac{P_M}{P_w} \times 100 \%$$

$$\eta_m = \frac{8,682 \text{ Watt}}{45,76 \text{ Watt}} \times 100 \%$$

$$\eta_m = 18,97 \%$$

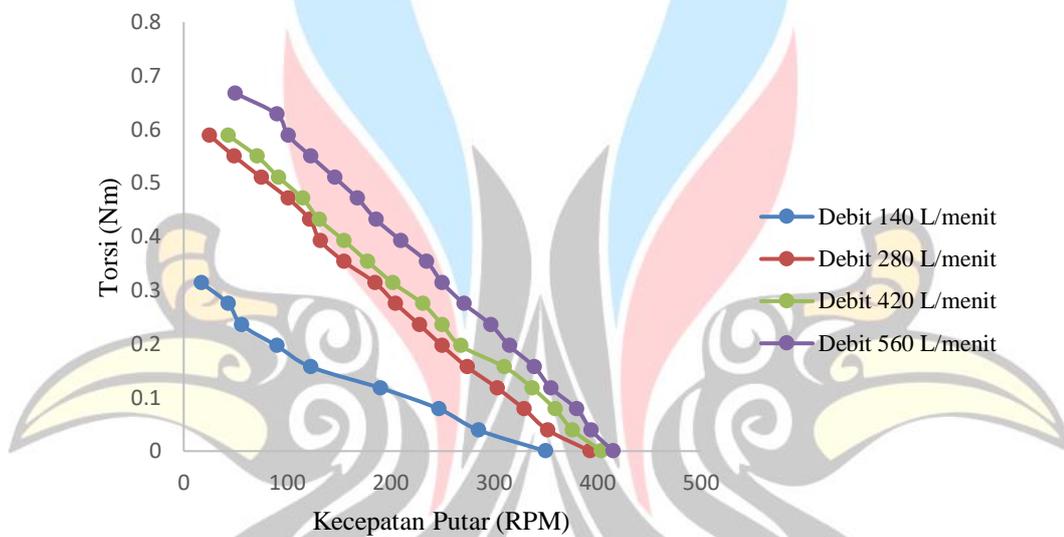
Jadi, didapatkan efisiensi turbin sebesar 18,97 %.

4.2 Grafik Dan Pembahasan

Hasil data yang diperoleh telah dilakukan pengolahan data berupa perhitungan kemudian akan diolah kembali yang akan disajikan dalam bentuk grafik untuk mengetahui performa dari *Archimedes Screw Turbine*. Terdapat beberapa grafik yang akan disajikan untuk menganalisis *Archimedes Screw Turbine* antara lain, hubungan antara torsi (Nm) dengan kecepatan putaran turbin (rpm), hubungan daya turbin (Watt) dengan kecepatan putaran turbin, dan hubungan antara kecepatan putar turbin dengan efisiensi turbin (%). Grafik yang akan disajikan untuk setiap variasi *head* ditunjukkan pada grafik sebagai berikut.

4.2.1 Grafik Hubungan Antara Torsi Dengan Kecepatan Putar Turbin

Pengujian yang dilakukan pada *Archimedes Screw Turbine*. varisasi debit menunjukkan bahwa perbedaan debit memberikan pengaruh terhadap torsi yang dihasilkan. Berdasarkan data tabel, dan tabel hasil pengolahan data terlampir didapatkan grafik hubungan antara torsi dengan kecepatan putar turbin. Grafik disajikan pada setiap variasi debit yang berbeda yaitu 140 L/menit, 280L/menit, 420l L/menit, dan 560L/menit yang ditunjukkan pada gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Torsi Dengan Kecepatan Putar Turbin

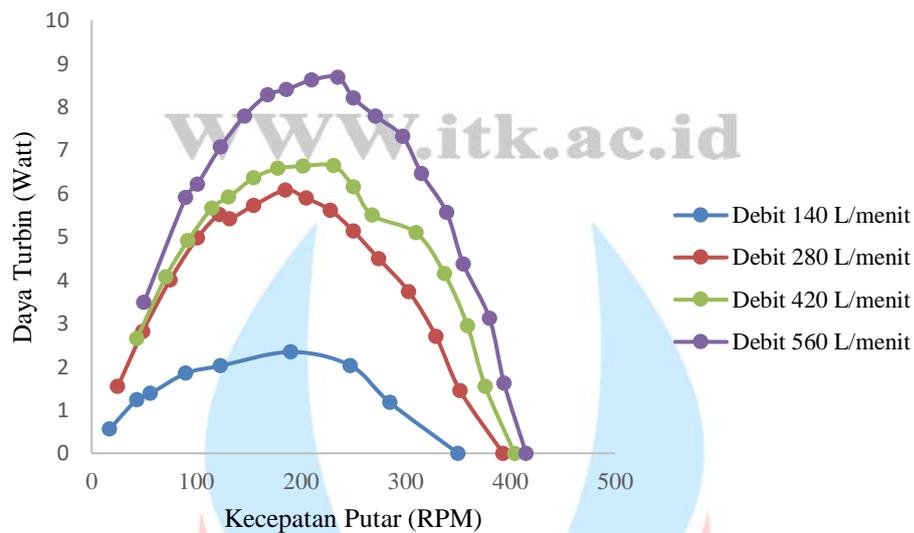
Pada Gambar 4.1 menunjukkan hubungan antara nilai torsi pada turbin dengan nilai kecepatan putar turbin (rpm) yang dihasilkan pada masing-masing variasi debit pada pengujian *Archimedes Screw Turbine*. Pada grafik menunjukkan pula besarnya nilai torsi yang meningkat yang diikuti oleh penurunan nilai rpm. Debit pada turbin memiliki pengaruh pada performa turbin. Hal ini ditunjukkan pada saat pengujian dengan beban 0,16 kg besar nilai torsi yang dihasilkan pada masing-masing debit pengujian menghasilkan nilai torsi yang berbeda. Dari pengujian yang dilakukan dapat dilihat dari grafik pada Gambar 4.1 semakin besar kecepatan putaran turbin yang dihasilkan maka besar nilai torsi yang dihasilkan akan berbanding terbalik dengan kecepatan putaran turbin. Debit pada turbin memiliki pengaruh terhadap torsi yang dihasilkan pada turbin. Hal ini membuktikan

penjelasan pada grafik diatas dikarenakan pada saat diberi beban yang sama setiap variasi debit yang digunakan, maka semakin besar juga nilai torsi yang dihasilkan. Kondisi grafik diatas didukung juga oleh faktor teoritis dimana semakin besar debit maka semakin besar energi yang dihasilkan oleh air, sehingga energi mekanik yang digunakan untuk memutar turbin juga akan semakin besar (Yulistiyanto, 2012).

Hasil data dari pengujian dengan variasi debit 140L/Menit didapatkan nilai kecepatan putar tertinggi yaitu 350 rpm dan terendah yaitu sebesar 17 rpm yang menghasilkan nilai torsi tertinggi yaitu sebesar 0,313 Nm dan terendah yaitu sebesar 0,039 Nm. pengujian dengan variasi debit 280L/Menit didapatkan nilai kecepatan putar tertinggi yaitu 393 rpm dan terendah yaitu sebesar 25 rpm yang menghasilkan nilai torsi tertinggi yaitu sebesar 0,58 Nm dan terendah yaitu sebesar 0,039 Nm. Untuk pengujian dengan variasi debit 420L/Menit didapatkan nilai kecepatan putar tertinggi yaitu 376 rpm dan terendah yaitu sebesar 43 rpm yang menghasilkan nilai torsi tertinggi yaitu sebesar 0,58 Nm dan terendah yaitu sebesar 0,039 Nm. Untuk pengujian dengan variasi debit 560L/Menit didapatkan nilai kecepatan putar tertinggi yaitu 415 rpm dan terendah yaitu sebesar 50 rpm yang menghasilkan nilai torsi tertinggi yaitu sebesar 0,667 Nm dan terendah yaitu sebesar 0,039 Nm.

4.2.2 Grafik Hubungan Antara Daya Turbin Dengan Kecepatan Putar Turbin

Grafik hubungan antara daya turbin dengan kecepatan putar turbin dapat menunjukkan kurva grafik daya tertinggi yang dihaiklan oleh torsi pada *Archimedes Screw Turbine* di setiap variasi debit pengujian *Archimedes Screw Turbine*. Grafik disajikan pada setiap variasi debit yang berbeda yaitu 140 L/menit, 280L/menit, 420l L/menit, dan 560L/menit yang ditunjukkan pada gambar 4.2 sebagai berikut.



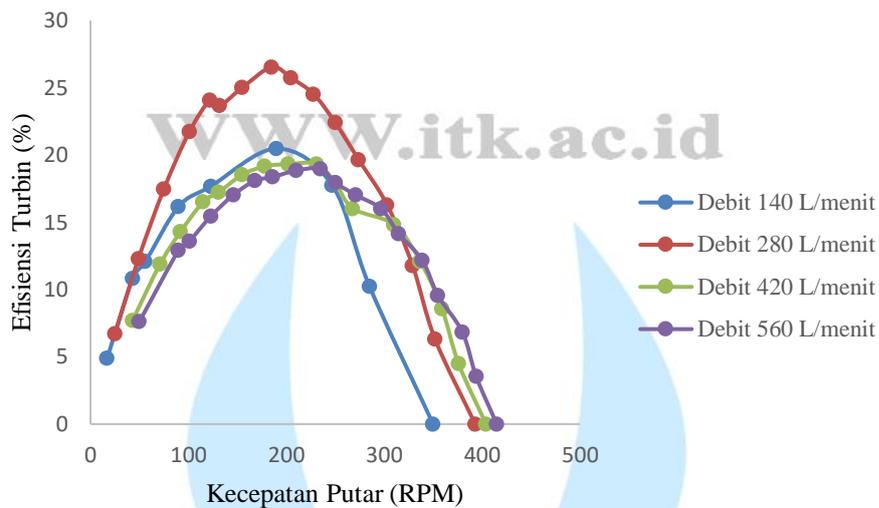
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Daya Turbin Dengan Kecepatan Putar Pada Turbin

Pada gambar 4.2 menunjukkan besarnya nilai daya turbin yang terus meningkat diikuti oleh kenaikan kecepatan putar dari turbin hingga mencapai titik maksimal yang kemudian besarnya nilai daya turbin akan menurun meskipun kecepatan putaran turbin terus mengalami kenaikan sampai ke titik maksimal yang mampu dihasilkan oleh turbin. Daya turbin juga dipengaruhi oleh daya aliran air karena pada setiap variasi debit yang digunakan akan menghasilkan besarnya nilai daya aliran air. Daya aliran air mempengaruhi besarnya nilai daya turbin karena energi air yang dihasilkan dari daya aliran air akan digunakan untuk memutar sudu turbin sehingga dapat menghasilkan kecepatan putaran turbin yang lebih besar dan mempengaruhi besarnya nilai daya turbin yang dihasilkan. Hal lain yang mempengaruhi nilai daya turbin yang dihasilkan pada turbin adalah pembebanan yang dilakukan pada saat pengujian. Pada beban yang sama dengan variasi debit yang berbeda menghasilkan nilai daya turbin yang berbeda pula. Sesuai dengan data grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 semakin besar nilai debit aliran air yang digunakan pada saat pengujian maka, hasil daya turbin yang dihasilkan akan semakin besar juga. Hal tersebut sesuai dengan faktor teoritis dimana semakin besar debit maka semakin besar energi potensial yang dihasilkan oleh air untuk memutar turbin (Yulistiyanto, 2012).

Daya maksimal dicapai oleh *Archimedes Screw Turbine* pada variasi debit 560 L/Menit pada rpm 235. Hasil data dari pengujian dengan variasi debit 140L/Menit didapatkan nilai kecepatan putar tertinggi yaitu 350 rpm dan terendah yaitu sebesar 17 rpm yang menghasilkan nilai daya tertinggi yaitu sebesar 2,341 Watt dan terendah yaitu sebesar 0,558 Watt. pengujian dengan variasi debit 280L/Menit didapatkan nilai kecepatan putar tertinggi yaitu 393 rpm dan terendah yaitu sebesar 25 rpm yang menghasilkan nilai daya tertinggi yaitu sebesar 6,078 Watt dan terendah yaitu sebesar 1,445 Watt.. Untuk pengujian dengan variasi debit 420L/Menit didapatkan nilai kecepatan putar tertinggi yaitu 404 rpm dan terendah yaitu sebesar 43 rpm yang menghasilkan nilai daya tertinggi yaitu sebesar 6,641 Watt dan terendah yaitu sebesar 1,544 Watt. Untuk pengujian dengan variasi debit 560L/Menit didapatkan nilai kecepatan putar tertinggi yaitu 415 rpm dan terendah yaitu sebesar 50 rpm yang menghasilkan nilai daya tertinggi yaitu sebesar 8,686 Watt dan terendah yaitu sebesar 1,618 Watt. Dari grafik yang di sajikan dapat disimpulkan bahwa pada variasi debit 140L/Menit merupakan yang terburuk dalam menghasilkan daya turbin dikarenakan kemampuan menghasilkan kecepatan putar paling rendah di bandingkan variasi yang lainnya berkebalikan dengan variasi debit tertinggi yaitu debit 560L/Menit yang dapat menghasilkan kecepatan putar yang lebih tinggi dan daya mekanis tertinggi juga berada pada variasi debit tersebut.

4.2.3 Grafik Hubungan Antara Kecepatan Putar Turbin Dengan Efisiensi Turbin

Grafik hubungan antara efisiensi turbin dengan kecepatan putar turbin dapat menunjukkan kecepatan putar turbin yang dapat menghasilkan efisiensi turbin yang paling maksimum sehingga dalam praktiknya dapat mempertimbangkan variasi debit *Archimedes Screw Turbine* sesuai dengan kebutuhan dan keadaan lokasi yang akan digunakan sebagai lokasi turbin. Grafik disajikan pada setiap variasi debit yang berbeda yaitu 140 L/menit, 280L/menit, 420l L/menit, dan 560L/menit yang ditunjukkan pada gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Efisiensi Turbin Dengan Kecepatan Putar Turbin

Pada Gambar 4.3 menunjukkan besarnya nilai efisiensi turbin yang terus meningkat diikuti oleh kenaikan kecepatan putar dari turbin hingga mencapai titik maksimal yang kemudian besarnya nilai efisiensi turbin akan menurun meskipun kecepatan putaran turbin terus mengalami kenaikan sampai ke titik tertinggi yang dapat dihasilkan. Efisiensi turbin dipengaruhi oleh nilai daya turbin serta daya aliran air. Energi potensial air yang dihasilkan oleh daya aliran air akan mempengaruhi besarnya nilai efisiensi turbin yang dihasilkan. Dari grafik tersebut diketahui pada variasi debit 280L/Menit memiliki efisiensi tertinggi dan efisiensi terendah pada debit 560 L/menit. perbandingan kedua variasi tersebut ditunjukkan Pada gambar 4.4 sebagai berikut



Gambar 4.4 (a) Variasi debit 560L/Menit Tanpa Pembebanan (b) Variasi debit 280L/Menit Tanpa Pembebanan

Pada variasi debit 280 L/Menit tanpa pembebanan terlihat air cukup stabil melewati turbin yang membuat putaran turbin lebih stabil, terlihat pada gambar 4.4 (b) air dapat mengalir dengan sangat baik pada alat pengujian sehingga tidak adanya energi potensial air yang keluar dari lintasan turbin. Berbanding terbalik pada saat variasi 560 L/Menit tanpa pembebanan terlihat alat pengujian tidak mampu menopang air tersebut sehingga sulit melewati sudu turbin dengan baik yang mengakibatkan energi potensial air keluar dari lintasan turbin yang mengakibatkan penurunan efisiensi turbin. Pada pengujian dengan pembebanan yang sama sebesar 0,16 kg didapatkan daya turbin yang berbeda-beda pada setiap variasi debit yang di gunakan, hal ini yang di sebabkan oleh energi potensial air yang di hasilkan pada setiap variasi debit berbeda-beda didukung juga oleh faktor teoritis dimana semakin besar debit maka semakin besar energi potensial yang dihasilkan oleh air, sehingga energi mekanik yang digunakan untuk memutar turbin juga akan semakin besar maka pada pengujian kali ini akan mempengaruhi besar nilai efisiensi turbin yang dihasilkan (Yulistiyanto, 2012).

Pada gambar 4.3 terlihat bahwa grafik hubungan antara efisiensi turbin dengan kecepatan putar turbin pada grafik efisiensi 280 L/Menit terdapat hal yang tidak wajar, pada grafik tersebut nilai efisiensi turun secara tiba tiba dan setelah itu naik secara tiba tiba pula, ada beberapa indikasi terkait masalah tersebut yang pertama adalah ketidaktelitian penulis dalam proses pengambilan data berlangsung, yang kedua ialah pada saat proses berlangsungnya pembebanan menggunakan *prony brake* terdapat pelumas yang dimana secara tidak langsung pelumas tersebut membuat rpm menjadi naik tetapi pembebanan tetap pada beban yang ditentukan sehingga mempengaruhi hasil yang didapatkan.

Hasil data dari pengujian dengan variasi debit 140L/Menit didapatkan nilai kecepatan putar tertinggi yaitu 350 rpm dan terendah yaitu sebesar 17 rpm yang menghasilkan nilai efisiensi tertinggi yaitu sebesar 20,481% dan terendah yaitu sebesar 4,886%. pengujian dengan variasi debit 280L/Menit didapatkan nilai kecepatan putar tertinggi yaitu 393 rpm dan terendah yaitu sebesar 25 rpm yang menghasilkan nilai efisiensi tertinggi yaitu sebesar 26,53% dan terendah yaitu sebesar 6,310%. Untuk pengujian dengan variasi debit 420L/Menit didapatkan nilai kecepatan putar tertinggi yaitu 404 rpm dan terendah yaitu sebesar 43 rpm yang

menghasilkan nilai efisiensi tertinggi yaitu sebesar 19,339% dan terendah yaitu sebesar 4,49%. Untuk pengujian dengan variasi debit 560L/Menit didapatkan nilai kecepatan putar tertinggi yaitu 415 rpm dan terendah yaitu sebesar 50 rpm yang menghasilkan nilai efisiensi tertinggi yaitu sebesar 18,982% dan terendah yaitu sebesar 3,536%



WWW.itk.ac.id