

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Simulasi dan Perhitungan

Hasil dari simulasi dengan metode CFD menggunakan ANSYS *Fluent* 16.0 untuk uji unjuk kerja blower sebagai turbin air menggunakan variasi katup antara lain katup bukaan penuh, katup bukaan  $\frac{3}{4}$ , katup bukaan  $\frac{1}{2}$ , dan katup bukaan  $\frac{1}{3}$ . Simulasi pada setiap masing-masing variasi katup menggunakan 5 kecepatan putar yang berbeda. Berikut adalah hasil dari simulasi terhadap blower sebagai turbin air.

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil simulasi maka perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut:

#### 1. Daya Turbin ( $P_t$ )

Daya turbin diperoleh dari poros turbin, dengan menggunakan (rumus 2.7):

$$P_t = 2 \times \pi \times n \times T$$

Diketahui:

$$\text{Kecepatan putar turbin (n)} = 0 \text{ rpm} / 60 = 0 \text{ rps}$$

$$\text{Torsi (T)} = 0,15930288 \text{ Nm (hasil simulasi)}$$

$$P_t = 2 \times 3,14 \times 0 \text{ rps} \times 0,15930288 \text{ N.m}$$

$$P_t = 0 \text{ Watt}$$

Jadi daya turbin yang dihasilkan sebesar 0 Watt.

#### 2. Daya Hidrolik ( $P_{ht}$ )

Dari data yang diperoleh melalui simulasi maka perhitungan dapat dilakukan menggunakan (rumus 2.6):

$$P_{ht} = \dot{m} \times g \times h$$

Diketahui:

$$\text{Laju Aliran Massa (\dot{m})} = 2,3166688 \text{ kg/s (hasil simulasi)}$$

$$\text{Gravitasi} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Tinggi jatuh air} = 3 \text{ m}$$

$$Ph_t = 2,3166688 \text{ kg/s} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 3 \text{ m}$$

$$Ph_t = 68,18 \text{ Watt.}$$

Daya air yang di hasilkan sebesar 68,18 watt

### 3. Efisiensi ( $\eta_t$ )

Dari data yang diperoleh melalui simulasi maka perhitungan dapat dilakukan menggunakan (rumus 2.8):

$$\eta_t = \frac{P_t}{Ph_t} \times 100\%$$

Diketahui;

$$\text{Daya Turbin } (P_t) = 0 \text{ Watt}$$

$$\text{Daya Air } (Ph_t) = 68,18 \text{ Watt}$$

$$\eta_t = \frac{0 \text{ watt}}{68,18 \text{ watt}} \times 100\% = 0 \%$$

Jadi, Efisiensi yang dihasilkan sebesar 0 %

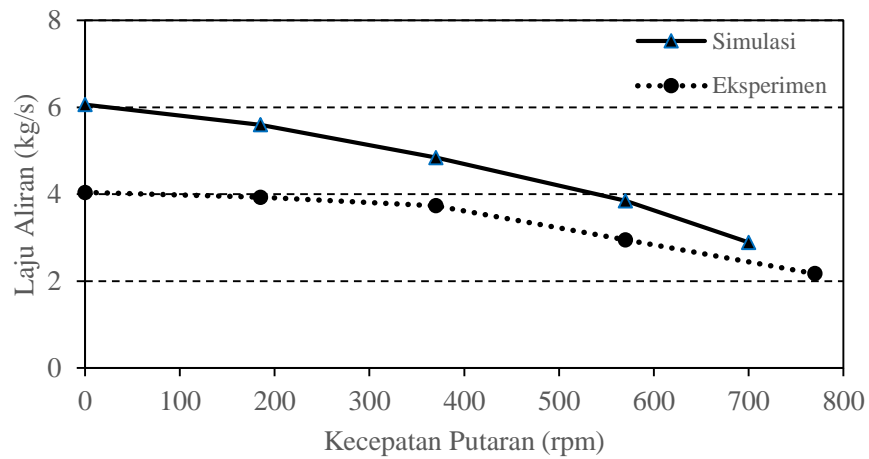
## 4.2 Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh serta perhitungan yang telah dilakukan dapat dibuat beberapa grafik yang terdiri atas 2 tipikal yaitu dari hasil simulasi yang telah dilakukan dan hasil eksperimen yang telah dilakukan sebelumnya oleh Pratama (2016). Besar bukaan katup dan kecepatan putar *Impeller* akan mempengaruhi torsi, laju aliran massa, daya turbin, dan efisiensi yang dihasilkan oleh turbin tersebut. Pada tipikal 1 merupakan hasil simulasi yang dilakukan menggunakan *Ansys Fluent* diperlihatkan pada *marker* ( $\Delta$ ). Tipikal 2 merupakan hasil eksperimen diperlihatkan pada *marker* (O). Pada simulasi dan eksperimen ini menggunakan 4 variasi bukaan katup yaitu katup bukaan penuh, katup katup bukaan  $3/4$ , katup bukaan  $1/2$ , dan katup bukaan  $1/3$ . Masing-masing katup memiliki 5 variasi kecepatan putar.

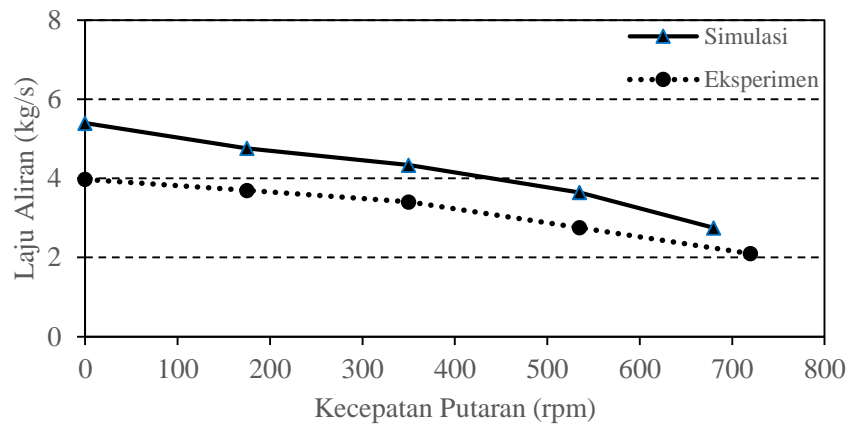
### 4.2.1 Hubungan kecepatan putar dengan laju aliran massa

Gambar 4.1 memperlihatkan hubungan kecepatan putar turbin terhadap laju aliran massa yang dihasilkan pada setiap variasi katup bukaan penuh, katup bukaan

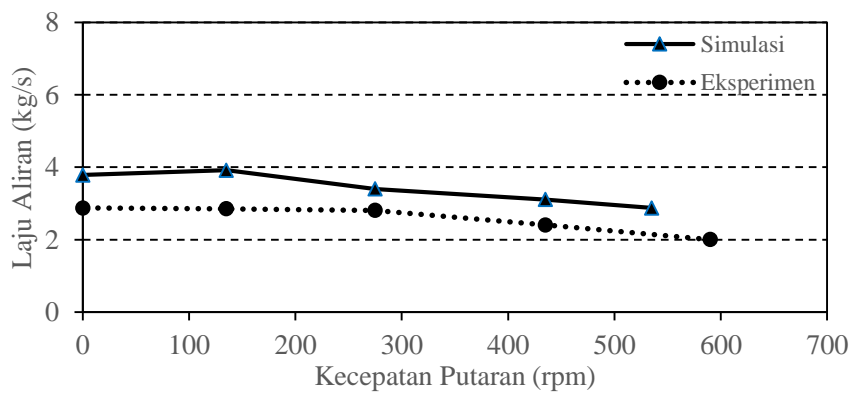
$3/4$ , katup bukaan  $1/2$ , dan katup bukaan  $1/3$ . Pada tipikal 1 merupakan hasil simulasi yang dilakukan menggunakan *Ansys Fluent* diperlihatkan pada *marker* ( $\Delta$ ). Tipikal 2 merupakan Hasil Eksperimen diperlihatkan pada *marker* (O).



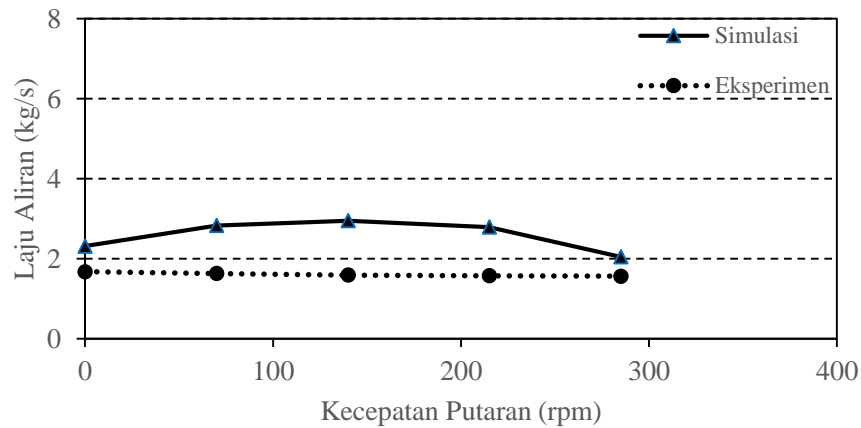
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.1 Pengaruh kecepatan putar terhadap laju aliran massa

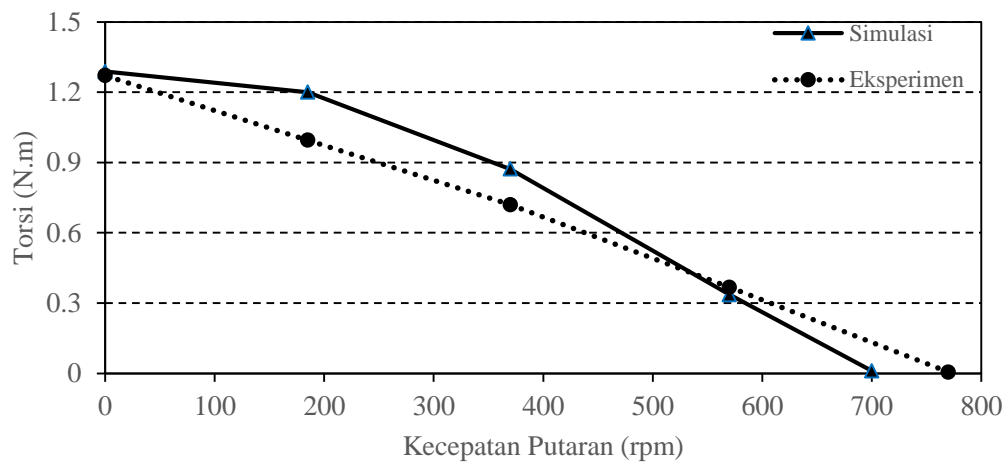
- Katup bukaan penuh
- Katup bukaan  $\frac{3}{4}$ .
- Katup bukaan  $\frac{1}{2}$ .
- Katup bukaan  $\frac{1}{3}$

Pada gambar 4.1 hubungan kecepatan putar dengan laju aliran massa memperlihatkan bahwa semakin besar kecepatan putar pada turbin maka laju aliran massa akan semakin kecil. Hal ini sama seperti karakteristik turbin *francis* untuk kecepatan pada *head* satuan. Seperti yang dijelaskan pada dasar teori tentang klasifikasi turbin reaksi tentang turbin radial aliran masuk, gaya sentrifugal yang naik karena rpm naik cenderung mengurangi jumlah air yang mengalir melalui sudu, sehingga kecepatan pada sisi masuk juga berkurang. Pada katup bukaan  $\frac{1}{3}$  terjadi peningkatan laju aliran massa pada kecepatan impeller 70 dan 140 rpm hal ini disebabkan karena air terhambat oleh *impeller*, Semakin cepat putaran *impeller* maka aliran massa ikut meningkat, namun pada kecepatan 215 rpm dan 285 rpm terjadi penurunan laju aliran massa dikarenakan putaran impeller semakin meningkat menyebabkan air didalam turbin susah masuk dalam celah *impeller*.

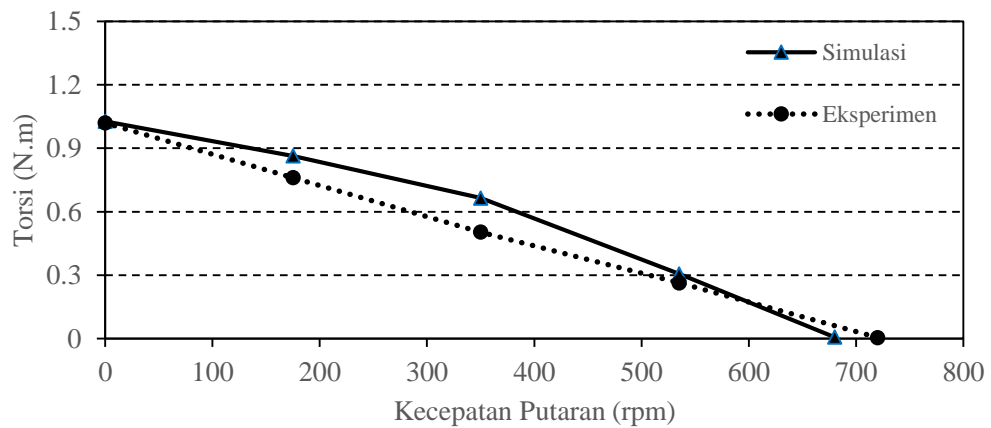
Dari grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.1 dapat diketahui bahwa semakin besar variasi bukaan katup maka semakin tinggi nilai laju aliran massa yang dihasilkan. Laju aliran massa tertinggi di hasilkan pada variasi katup bukaan penuh dengan kecepatan putar 0 rpm sebesar 6,06 kg/s sedangkan nilai laju aliran massa terendah dihasilkan pada variasi katup bukaan  $\frac{1}{3}$  dengan kecepatan 285 rpm sebesar 2,05 kg/s.

#### 4.2.2 Hubungan kecepatan putar dengan torsi

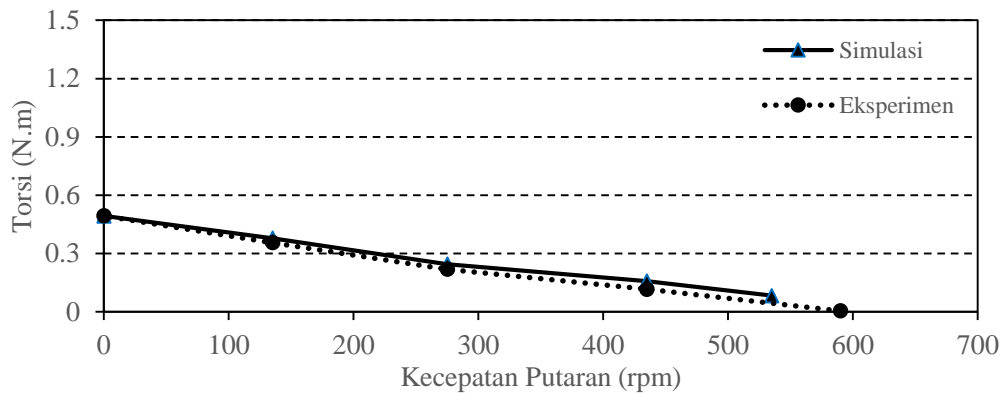
Gambar 4.2 memperlihatkan hubungan kecepatan putar turbin terhadap torsi yang dihasilkan pada setiap variasi katup bukaan penuh, katup bukaan  $\frac{3}{4}$ , katup bukaan  $\frac{1}{2}$ , dan katup bukaan  $\frac{1}{3}$ . Pada tipikal 1 merupakan hasil simulasi yang dilakukan menggunakan *Ansys Fluent* diperlihatkan pada marker ( $\Delta$ ). Tipikal 2 merupakan Hasil Eksperimen diperlihatkan pada marker (O).



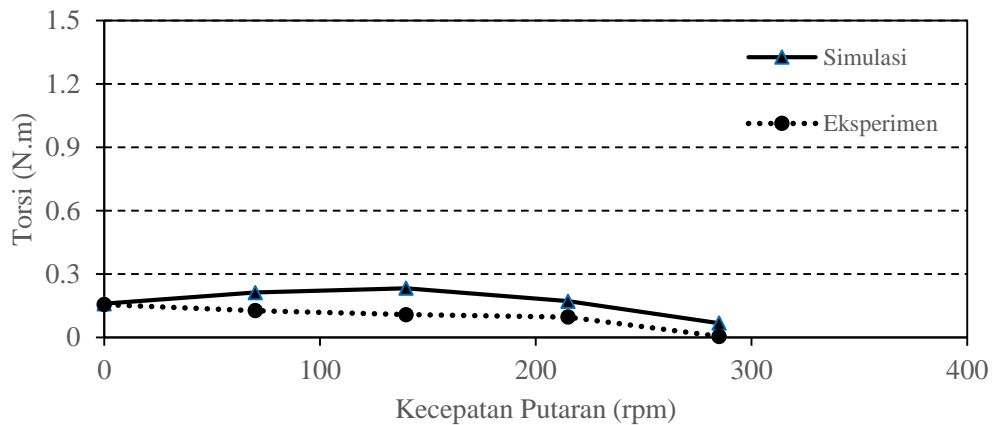
(a)



(b)



(c)



(d)

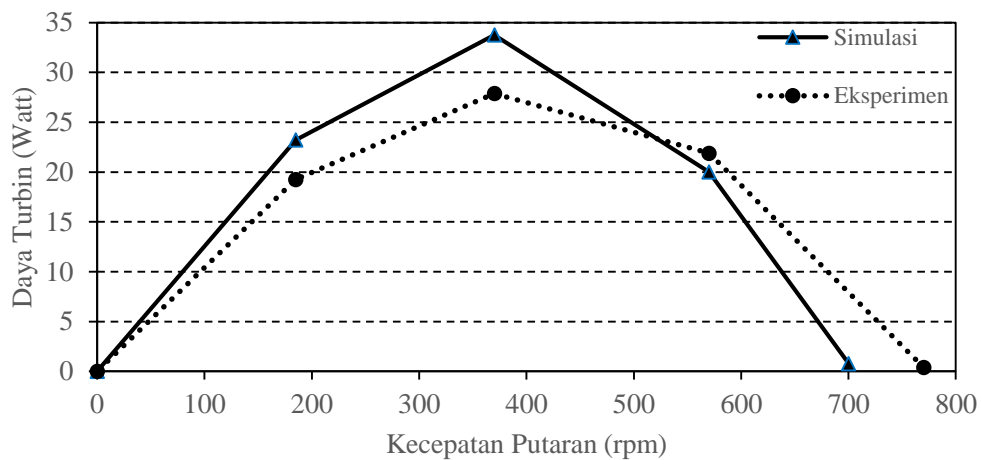
Gambar 4.2 Pengaruh kecepatan putar terhadap torsi

- a) Katup bukaan penuh
- b) Katup bukaan  $\frac{3}{4}$ .
- c) Katup bukaan  $\frac{1}{2}$ .
- d) Katup bukaan  $\frac{1}{3}$

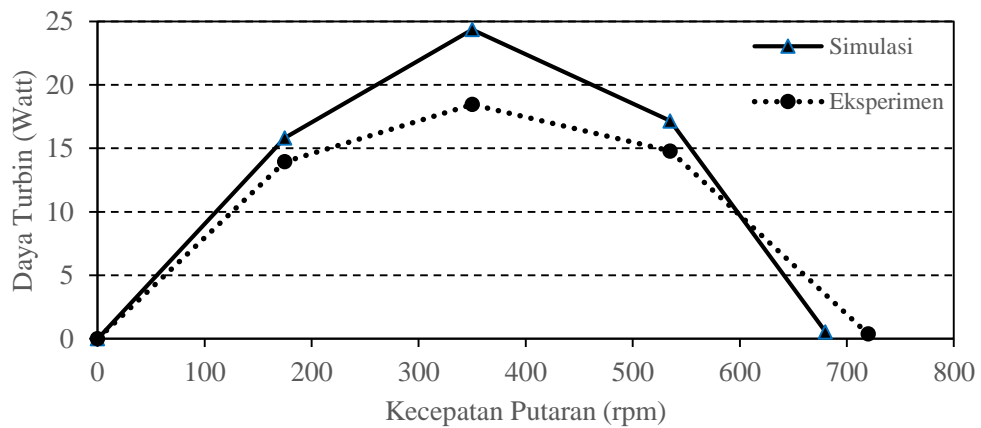
Dapat diketahui dari gambar 4.2 bahwa kecepatan turbin dan variasi bukaan katup mempengaruhi torsi yang dihasilkan. Pola grafik torsi terlihat menyerupai grafik laju aliran massa dimana semakin besar putaran turbin maka torsi yang dihasilkan semakin kecil, namun pada saat kecepatan putar turbin meningkat dan torsi juga meningkat di sebabkan pengaruh hubungan antara laju aliran massa terhadap torsi. Dari grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.2 torsi tertinggi di hasilkan pada variasi katup bukaan penuh dengan kecepatan putar 0 rpm sebesar 1,28 N.m sedangkan nilai torsi terendah dihasilkan pada variasi katup bukaan  $\frac{1}{2}$  dengan kecepatan 680 rpm sebesar 0,007 N.m.

### 4.2.3 Hubungan kecepatan putar dengan Daya Turbin

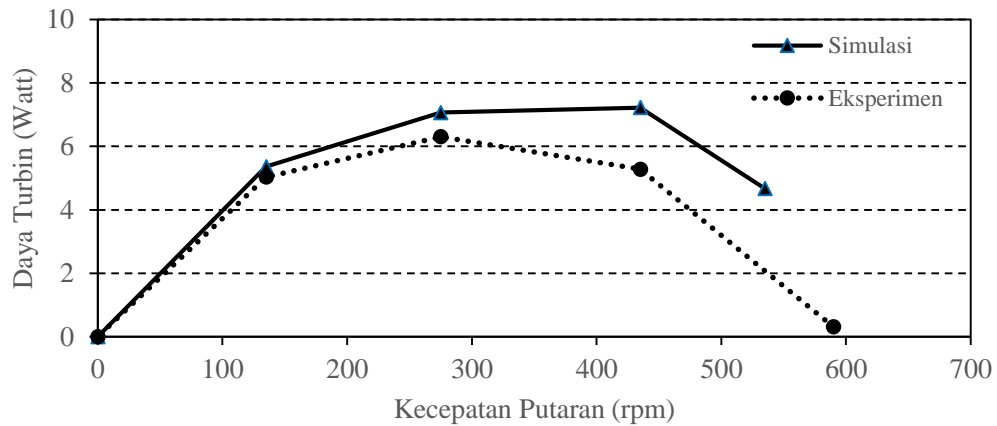
Gambar 4.3 memperlihatkan hubungan kecepatan putar turbin terhadap daya turbin yang dihasilkan pada setiap variasi katup bukaan penuh, katup bukaan  $3/4$ , katup bukaan  $1/2$ , dan katup bukaan  $1/3$ . Pada tipikal 1 merupakan hasil simulasi yang dilakukan menggunakan *Ansys Fluent* diperlihatkan pada *marker* ( $\Delta$ ). Tipikal 2 merupakan Hasil Eksperimen diperlihatkan pada *marker* (O)



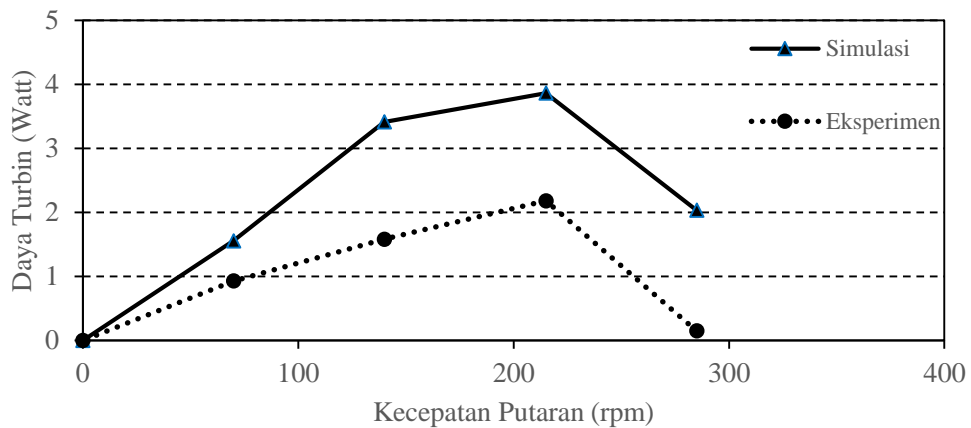
(a)



(b)



(c)



(d)

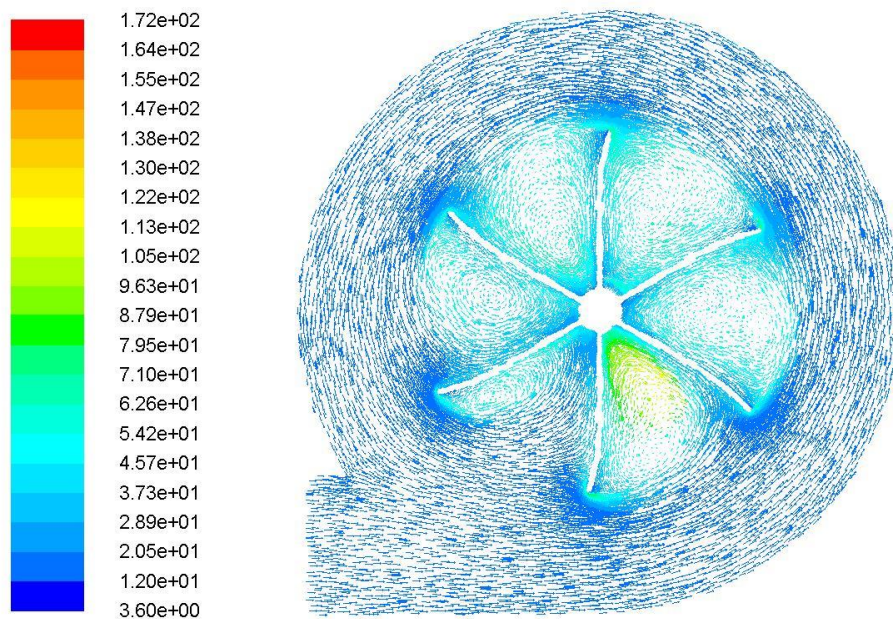
Gambar 4.3 Pengaruh kecepatan putar terhadap daya turbin

- a) Katup bukaan penuh
- b) Katup bukaan  $\frac{3}{4}$ .
- c) Katup bukaan  $\frac{1}{2}$ .
- d) Katup bukaan  $\frac{1}{3}$ .

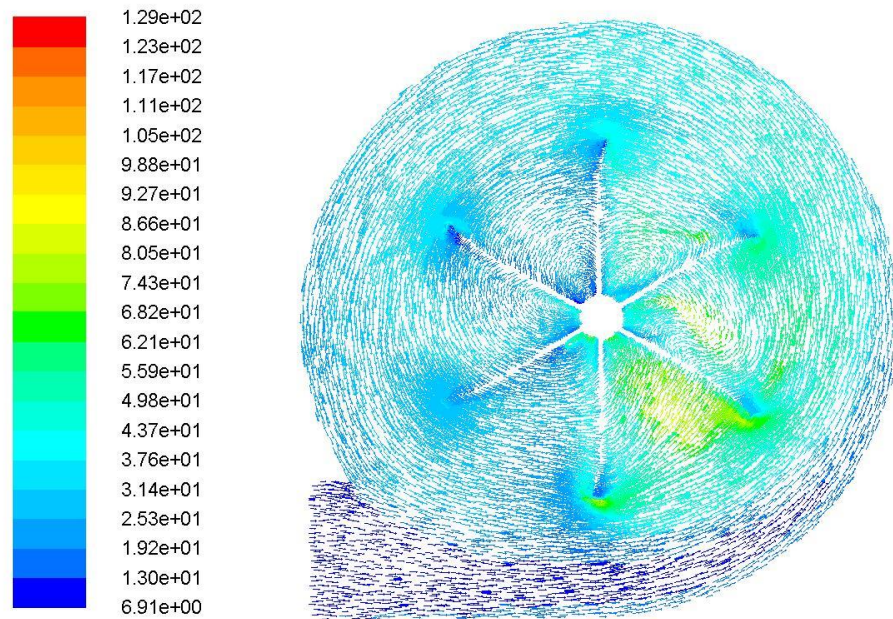
Gambar 4.3 menunjukkan hubungan kecepatan putar dengan daya turbin yang dihasilkan dari 4 variasi katup dan dari berbagai variasi kecepatan putaran. Terlihat bahwa dengan semakin besarnya putaran poros blower, daya yang dihasilkan semakin tinggi hingga mencapai titik optimum dan kemudian daya tersebut turun dengan semakin besarnya putaran poros. Pada kecepatan putaran poros 0 rpm, daya yang dihasilkan rendah karena daya berbanding lurus terhadap torsi dan putaran poros sehingga jika putaran poros 0 rpm maka daya yang dihasilkan juga 0 watt.



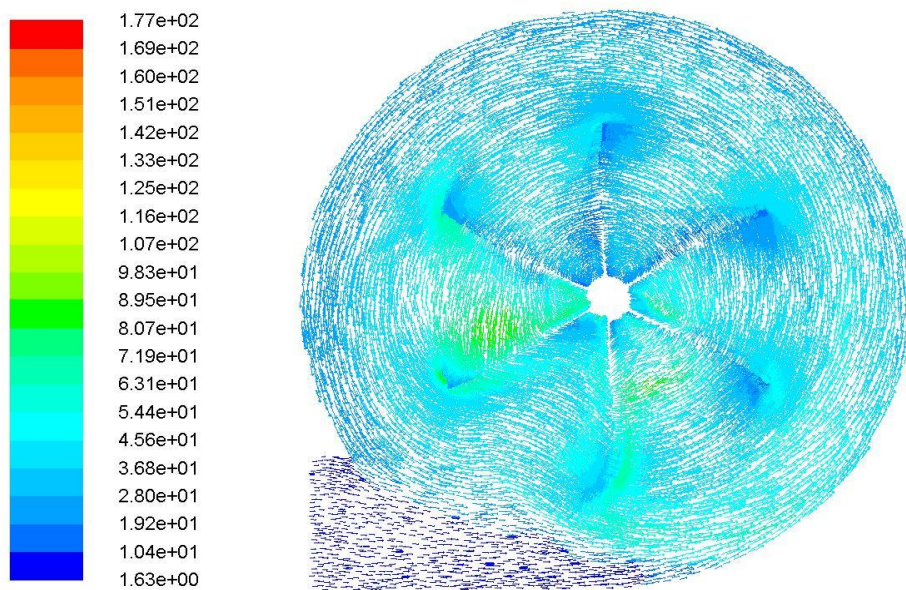
Pada kecepatan 700 rpm, daya juga mengalami penurunan yang signifikan. Hal ini terjadi karena area turbulensi dan intensitas turbulensi yang terjadi pada daerah *impeller* sangat besar seperti terlihat pada gambar 4.4 sehingga menyebabkan daya yang dihasilkan rendah. Berbeda dengan pola aliran yang terjadi pada kecepatan putar 370 rpm di mana area turbulensi dan intensitas turbulensinya rendah. Turbulensi yang besar mengakibatkan aliran air yang menumbuk *impeller* mengalir dengan tingkat ketidakteraturan yang besar. Hal ini yang menyebabkan energi aliran dari air tidak terkonversi secara baik menjadi energi mekanik putaran poros yang akibatnya daya yang dihasilkan rendah. Sebaliknya, dengan turbulensi yang rendah maka energi aliran air dapat terkonversi menjadi energi mekanik dengan baik sehingga daya yang dihasilkan besar.



(a)



(b)



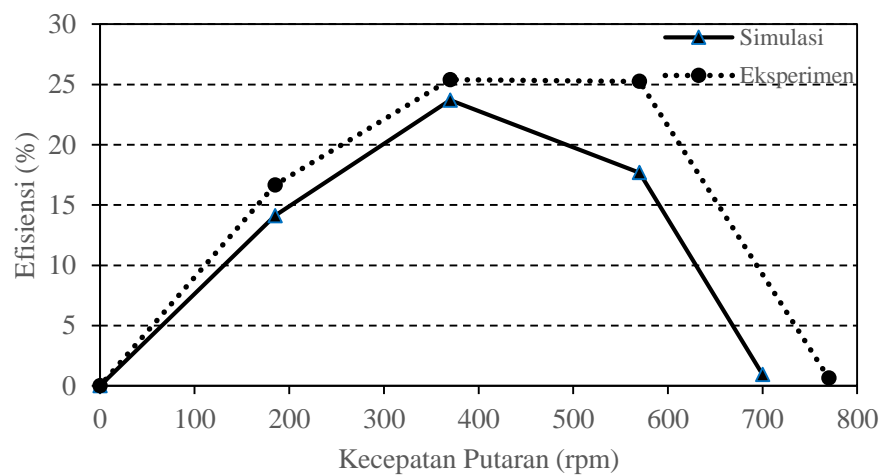
(c)

Gambar 4.4 Intensitas turbulensi dan pola aliran pada turbin blower

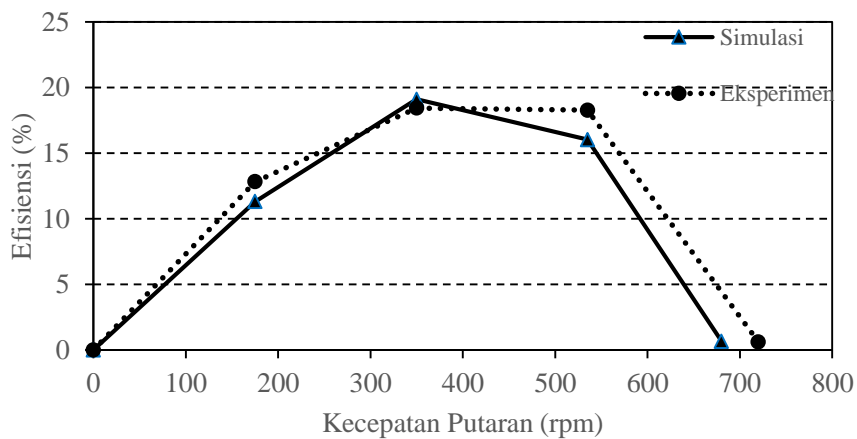
- a) kecepatan putar 0 rpm
- b) kecepatan putar 370 rpm
- c) kecepatan putar 700 rpm

#### 4.2.4 Hubungan kecepatan putar dengan Efisiensi

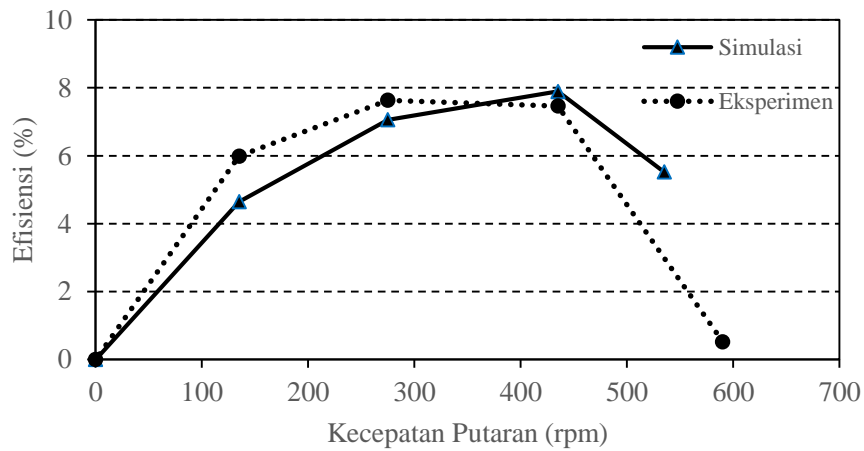
Gambar 4.5 memperlihatkan hubungan kecepatan putar turbin terhadap efisiensi yang dihasilkan pada setiap variasi katup bukaan penuh, katup bukaan  $\frac{3}{4}$ , katup bukaan  $\frac{1}{2}$ , dan katup bukaan  $\frac{1}{3}$ . Pada tipikal 1 merupakan hasil simulasi yang dilakukan menggunakan *Ansys Fluent* diperlihatkan pada *marker* ( $\Delta$ ). Tipikal 2 merupakan Hasil Eksperimen diperlihatkan pada *marker* (O).



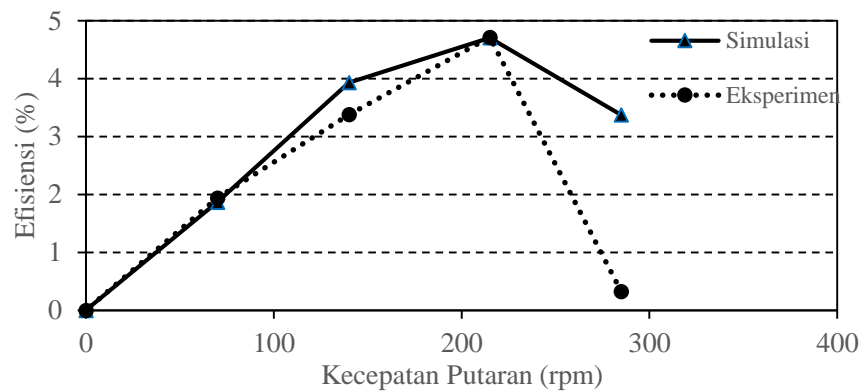
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.5 Pengaruh kecepatan putar terhadap efisiensi

- a) Katup bukaan penuh
- b) Katup bukaan  $\frac{3}{4}$ .
- c) Katup bukaan  $\frac{1}{2}$ .
- d) Katup bukaan  $\frac{1}{3}$

Pada gambar 4.5 memperlihatkan hubungan kecepatan putar dan variasi katup terhadap efisiensi turbin yang dihasilkan. Pola grafik efisiensi terlihat menyerupai grafik daya dimana semakin besar putaran poros efisiensi meningkat hingga mencapai nilai optimum dan kemudian turun dengan semakin besarnya putaran poros. Efisiensi merupakan rasio antara energi mekanik yang dihasilkan blower turbin dengan energi yang digunakan untuk menggerakkan blower turbin. Sehingga efisiensi berbanding lurus terhadap daya mekanik yang dihasilkan blower turbin. Dengan semakin besar daya mekanik maka semakin besar pula efisiensi yang dihasilkan blower turbin.