

# **Analisa Pengaruh Kecepatan Putaran Turbin Ventilator Terhadap Keluaran Daya Yang Dihasilkan Menggunakan Generator Dc Dengan Variasi Kecepatan Angin**

*Alvindo Gesta Farezy<sup>1)</sup>, Arif Kurniawan<sup>2)</sup>*

*<sup>1),2)</sup>Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Sigura-gura 2 Malang  
Email : [alvindogesta46@gmail.com](mailto:alvindogesta46@gmail.com)*

**Abstrak.** Perkembangan penduduk di Indonesia kini terus meningkat, dengan demikian kebutuhan energi juga terus meningkat. Pada saat ini energi yang digunakan masih berketergantungan pada energi gas bumi, batu bara, dan minyak bumi. Dengan demikian diperlukan energi alternatif sebagai pengganti karena tidak menutup kemungkinan dimasa mendatang akan habis. Angin dapat dimanfaatkan sebagai pengganti energi tersebut, dengan pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) karena Indonesia mempunyai kecepatan angin yang cukup stabil di setiap tahunnya. Pemanfaatan energi angin sebagai penggerak turbin sangat cocok karena tidak menghasilkan limbah dan polusi. Maka dibuatlah prototipe turbin ventilator yang digunakan untuk merubah angin menjadi energi gerak dengan menggunakan generator dc. Penelitian dilakukan untuk menguji berapa daya listrik yang dihasilkan turbin di setiap variasi angin antara 1,4m/s, 2,5m/s dan 3m/s. Dari pengujian yang dilakukan pada kecepatan angin 1,4m/s didapatkan daya 0,421watt, pada kecepatan angin 2,5m/s didapatkan daya 2,178watt dan pada kecepatan angin 3m/s didapatkan daya 3,152watt.

**Katakunci:** energi angin, turbin, generator dc

## **1. Pendahuluan**

### **1.1. Latar Belakang**

Perkembangan penduduk di Indonesia kini terus meningkat seiring dengan pertambahan penduduk. Manusia terus berlomba untuk menciptakan teknologi yang lebih ramah lingkungan guna memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat. Pada saat ini penggunaan energi yang paling utama adalah minyak bumi, tidak menutup kemungkinan jika dimasa mendatang jumlahnya semakin menipis, dengan habisnya cadangan fosil yang sifatnya tidak terbarukan. Selain itu dampak yang ditimbulkan dari penggunaan bahan bakar minyak telah menjadi salah satu faktor polusi terbesar di dunia. Maka diperlukan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut [1].

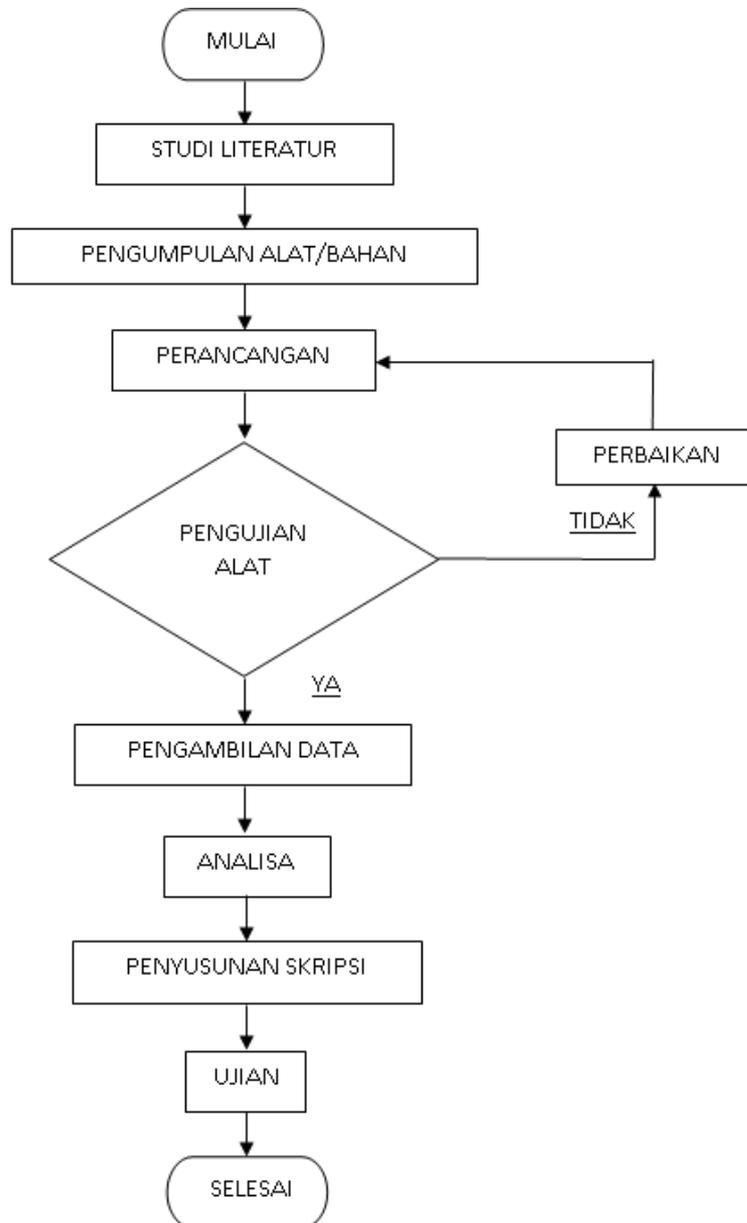
Dengan seiring berjalannya waktu, kebutuhan tenaga listrik yang terus meningkat, maka dari itu diperlukan pembangunan suatu pembangkit energi listrik. Pembangunan pembangkit listrik tersebut sering terkendala oleh waktu dan besarnya biaya, maka perlu pembangunan energi listrik alternatif agar dapat memenuhi kebutuhan listrik dengan biaya pembangunan yang lebih terjangkau terutama pada daerah daerah plosok sebagai penerangan rumah tangga skala kecil yang diharapkan agar bermanfaat untuk masyarakat yang bertempat tinggal pada daerah plosok yang belum mendapatkan sumber listrik dari PLN.

Maka dari itulah Indonesia berpotensi untuk mengembangkan energi alternatif tersebut. Pembangunan energi listrik tersebut diperuntukkan untuk mengimbangi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat seiring berjalannya waktu. Salah satunya dengan pemanfaatan energi angin yang stabil sepanjang tahun dengan mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dinilai sangat cocok karena pada daerah daerah plosok di pesisir pantai yang umumnya mempunyai kecepatan angin yang cukup tinggi. Aliran energi angin yang melewati turbin ventilator mampu mengubah energi mekanik menjadi energi kinetik.

Oleh karena itu dibutuhkan energi alternatif lain seperti energi angin untuk menggantikan energi fosil yang semakin berkurang. Dalam kaitannya dengan energi listrik penulis telah membuat prototipe perancangan pembangkit listrik tenaga angin dengan turbin ventilator sebagai penggerak [2].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis memiliki ide untuk mengembangkan energi angin tersebut dengan judul Analisa Pengaruh Kecepatan Putaran Turbin Ventilator Terhadap Keluaran Daya Yang Dihasilkan Menggunakan Generator DC Dengan Variasi Kecepatan Angin. Diharapkan dapat memenuhi kebutuhan listrik pada daerah yang belum teraliri oleh listrik PLN.

### 1.2. Metodologi penelitian



Gambar 1 Diagram Alir

**2. Pembahasan**

Menguraikan hasil dari Pengaruh Kecepatan Putaran Turbin Ventilator Terhadap Keluaran Daya Yang Dihasilkan Menggunakan Generator Dc Dengan Variasi Kecepatan Angin 1,4m/s, 2,5m/s, dan 3m/s. Hasil dari pengujian disajikan dalam bentuk tabel dari perhitungan, dan memasukkan pada grafik.

Tabel 1. Data Yang Didapat

| $T_1$  | $T_{plenum}$ | $T_2$  | $\Delta h$ | $P_{inlet}$ |       | $P_{outlet}$ |        | $V_{\infty}$ | n   |
|--------|--------------|--------|------------|-------------|-------|--------------|--------|--------------|-----|
|        |              |        |            | $h_1$       | $h_2$ | $h_1$        | $h_2$  |              |     |
| 288,15 | 40           | 310,15 | 0,45       | 185         | 183,5 | 185          | 184,25 | 1,4          | 662 |
| 288,15 | 40           | 308,15 | 1,2        | 185         | 178,5 | 185          | 180,25 | 2,5          | 880 |
| 288,15 | 40           | 306,15 | 1,9        | 185         | 173,5 | 185          | 177,25 | 3            | 997 |

Keterangan :

- $T_1$  = temperatur udara pada keadaan 1 (acuan) (K)
- $T_2$  = temperatur udara pada keadaan 2 (penelitian) (K)
- $T_{plenum}$  = temperatur plenum
- $\Delta h$  = selisih pembacaan manometer (mm)
- $p_{in}$  = tekanan statis pada inlet ( $N/m^2$ )
- $p_{out}$  = tekanan statis pada outlet ( $N/m^2$ )
- $h_1$  = bacaan awal manometer (mm)
- $h_2$  = bacaan akhir manometer (mm)
- $v_{\infty}$  = kecepatan udara luar (blower pada lorong angin) ( $m/s$ )
- $n$  = putaran turbin (rpm)

**2.1. Perhitungan data**

**2.1.1. Perhitungan Massa Jenis Udara**

Dari pengambilan data yang sudah didapat maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\rho_2 = \frac{T_1 \cdot \rho_1}{T_2} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- $\rho_2$  = massa jenis udara pada keadaan 2 (penelitian) ( $kg/m^3$ )
- $T_1$  = temperatur udara pada keadaan 1 (acuan) (K)
- $\rho_1$  = massa jenis udara pada keadaan 1(acuan) ( $kg/m^3$ )
- $T_2$  = temperatur udara pada keadaan 2 (penelitian) (K)

Tabel 2. Data Perhitungan Massa Jenis Udara

| Kecepatan angin( $m/s$ ) | T1 (K) | $\rho_1$ ( $kg/m^3$ ) | T2 (K) | $\rho_2$ ( $kg/m^3$ ) |
|--------------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|
| 1,4                      | 288,15 | 1,225                 | 310,15 | 1,138                 |
| 2,5                      | 288,15 | 1,225                 | 308,15 | 1,145                 |
| 3                        | 288,15 | 1,225                 | 306,15 | 1,153                 |

**2.1.2. Perhitungan Kecepatan Udara Dalam Plenum**

Dari pengambilan data yang sudah didapat maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$V_{plenum} = \sqrt{\frac{2 \cdot \rho_{glyserin} \cdot g \cdot \Delta h \cdot \sin 15^\circ}{\rho_{udara}}} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

$V_{plenum}$  = kecepatan udara dalam plenum ( $m/s$ )

$\rho_{glycerin}$  = massa jenis glycerin ( $kg/m^3$ )

$\Delta h$  = selisih pembacaan manometer (mm)

$\rho_{udara}$  = massa jenis udara ( $kg/m^3$ )

Tabel 3. Data Perhitungan Kecepatan Udara Dalam Plenum

| Kecepatan angin( $m/s$ ) | $\rho_{glycerin}(kg/m^3)$ | $\Delta h(mm)$ | $\rho_{udara}(kg/m^3)$ | $V_{plenum}(m/s)$ |
|--------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-------------------|
| 1,4                      | 1261,737                  | 0,45           | 1,225                  | 1,59              |
| 2,5                      | 1261,737                  | 1,2            | 1,225                  | 2,59              |
| 3                        | 1261,737                  | 1,9            | 1,225                  | 3,25              |

### 2.1.3. Perhitungan Perbedaan Tekanan Statik Antara Inlet Dan Outlet

Dari pengambilan data yang sudah didapat maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\Delta p = p_{out} - p_{in} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

$\Delta p$  = perbedaan tekanan statik antara inlet dan outlet ( $N/m^2$ )

$p_{out}$  = tekanan statis pada outlet ( $N/m^2$ )

$p_{in}$  = tekanan statis pada inlet ( $N/m^2$ )

Tabel 4. Data Perbedaan Tekanan Statik Antara Inlet Dan Outlet

| Kecepatan angin( $m/s$ ) | $p_{out}(N/m^2)$ | $p_{in}(N/m^2)$ | $\Delta p(N/m^2)$ |
|--------------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| 1,4                      | -2,399           | -4,798          | 2,399             |
| 2,5                      | -15,194          | -20,792         | 5,598             |
| 3                        | -24,790          | -36,785         | 11,995            |

### 2.1.4. Perhitungan Volume Udara Keluar Cerobong

Dari pengambilan data yang sudah didapat maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$Q = V_{plenum} \cdot A_c \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

$Q$  = volumetric flow rate ( $m^3/s = liter/s$ )

$V_{plenum}$  = kecepatan udara di dalam plenum ( $m/s$ )

$A_c$  = luas penampang cerobong ( $m^2$ )

Tabel 5. Data Perhitungan Volumetric Flow Rate

| Kecepatan angin( $m/s$ ) | $A_c(m^2)$ | $V_{plenum}(m/s)$ | $Q(m^3/s = liter/s)$ |
|--------------------------|------------|-------------------|----------------------|
| 1,4                      | 0,07065    | 1,59              | 0,11 = 112,36        |
| 2,5                      | 0,07065    | 2,59              | 0,18 = 182,90        |
| 3                        | 0,07065    | 3,25              | 0,23 = 229,39        |

### 2.1.5. Perhitungan Massa Udara Keluar Cerobong

Dari pengambilan data yang sudah didapat maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\dot{m} = \rho_2 \cdot U_{plenum} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

$\dot{m}$  = mass flow rate (aliran massa udara yang keluar cerobong) (kg/s)

$\rho_2$  = massa jenis udara pada keadaan 2 (penelitian) (kg/m<sup>3</sup>)

$V_{plenum}$  = kecepatan udara dalam plenum (m/s)

Tabel 6. Data Perhitungan Mass Flow Rate

| Kecepatan angin(m/s) | $\rho_2(kg/m^3)$ | $V_{plenum}(m/s)$ | $\dot{m}(kg/s)$ |
|----------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| 1,4                  | 1,138            | 1,59              | 0,13            |
| 2,5                  | 1,145            | 2,59              | 0,21            |
| 3                    | 1,153            | 3,25              | 0,26            |

### 2.1.6. Perhitungan Daya listrik Turbin Ventilator

Daya turbin ventilator dihitung dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$Pl = V \cdot I \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

Pl = Daya listrik yang dihasilkan turbin ventilator (watt)

V = tegangan yang dibangkitkan oleh turbin ventilator (volt)

I = arus listrik yang dibangkitkan oleh turbin ventilator (ampere)

Tabel 7. Data Perhitungan Daya Listrik Yang Dihasilkan Turbin Ventilator

| Kecepatan angin (m/s) | V    | I    | P     |
|-----------------------|------|------|-------|
| 1,4                   | 1,45 | 0,29 | 0,421 |
| 2,5                   | 3,3  | 0,66 | 2,178 |
| 3                     | 3,97 | 0,79 | 3,152 |

### 2.1.7. Perhitungan Daya total turbin ventilator

Daya total turbin ventilator dihitung dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$P_t = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_s \cdot v_\infty^3 \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

$P_t$  = daya angin (watt)

$\rho$  = massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)

$A_s$  = luas penampang angin (sirip) (m<sup>2</sup>)

$v_\infty$  = kecepatan udara luar (blower pada lorong angin) (m/s)

Tabel 8. Data Perhitungan Daya Angin

| Kecepatan angin(m/s) | $\rho(kg/m^3)$ | $A_s(m^2)$ | $v_\infty(m/s)$ | $P_t(watt)$ |
|----------------------|----------------|------------|-----------------|-------------|
| 1,4                  | 1,225          | 0,1256     | 1,4             | 0,211       |
| 2,5                  | 1,225          | 0,1256     | 2,5             | 1,202       |
| 3                    | 1,225          | 0,1256     | 3               | 2,077       |

### 2.1.8. Perhitungan Efisiensi turbin ventilator

Efisiensi turbin ventilator dihitung dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{Pt}{Pl} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

$\eta$  = efisiensi turbin (%)

Pt = daya angin (watt)

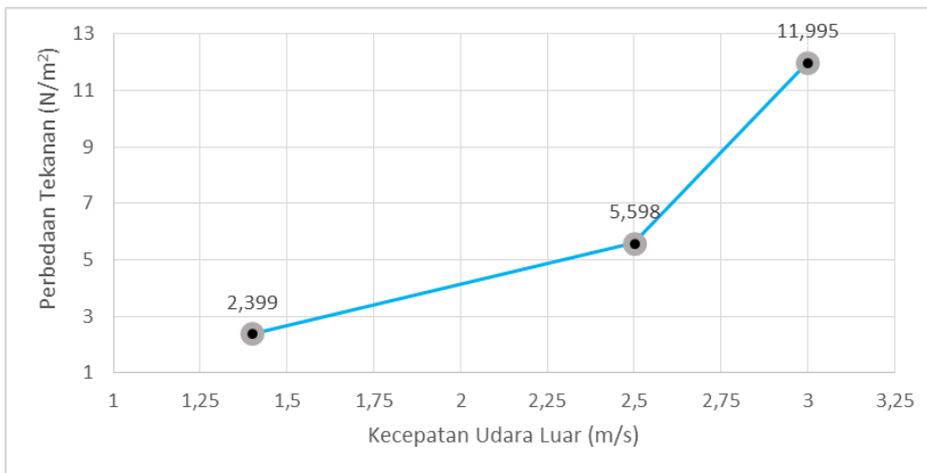
Pl = daya listrik yang dihasilkan turbin ventilator (watt)

Tabel 9. Data Perhitungan Efisiensi Turbin

| Kecepatan angin (m/s) | Pt    | Pl    | $\eta$ |
|-----------------------|-------|-------|--------|
| 1,4                   | 0,211 | 0,421 | 50,20  |
| 2,5                   | 1,202 | 2,178 | 55,19  |
| 3                     | 2,077 | 3,152 | 65,89  |

## 2.2. Grafik Perhitungan Data

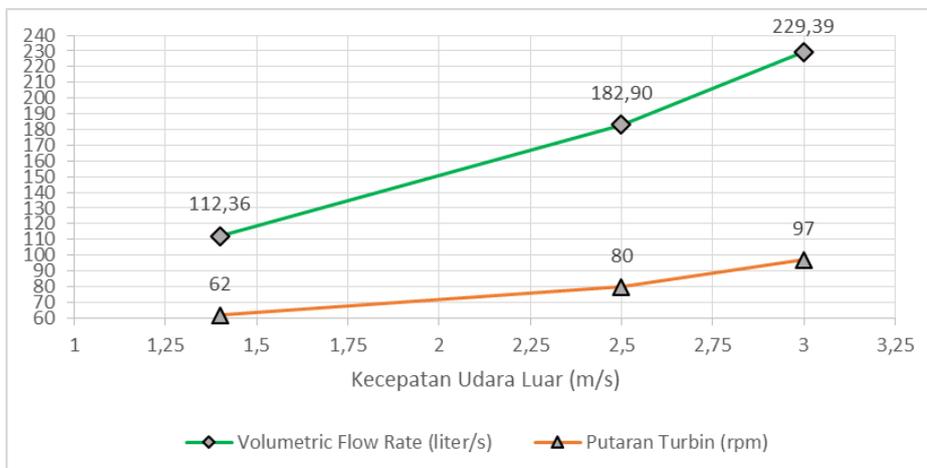
### 2.2.1. Grafik Perbedaan Tekanan Statik Pipa Cerobong



Gambar 2. Grafik Perbedaan Tekanan Statik Pipa Cerobong

Berdasarkan dari data Gambar 2 diatas pada kecepatan angin 1,4  $m/s$  didapatkan perbedaan tekanan statik antara inlet dan outlet sebesar 2,399  $N/m^2$ , pada kecepatan angin 2,5  $m/s$  didapatkan perbedaan tekanan statik antara inlet dan outlet sebesar 5,598  $N/m^2$ , dan pada kecepatan angin 3  $m/s$  didapatkan perbedaan tekanan statik antara inlet dan outlet sebesar 11,995  $N/m^2$ .

### 2.2.2. Grafik Volumetric Flow Rate Dan Putaran Turbin

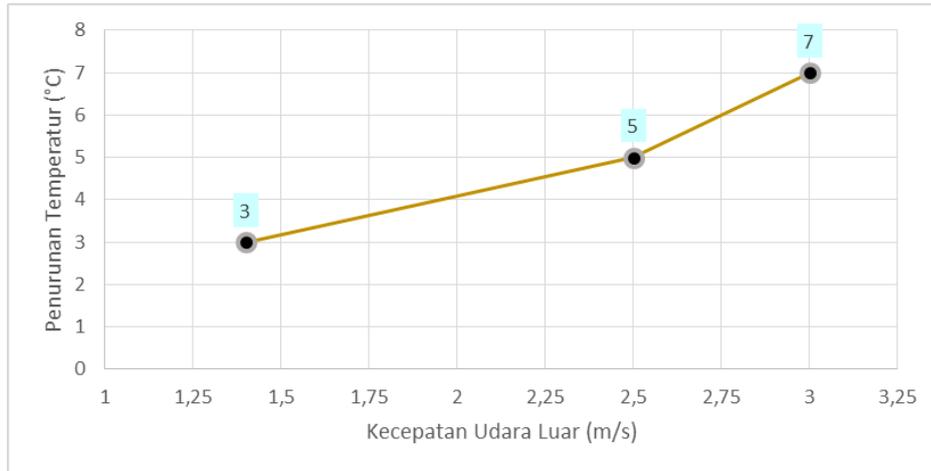


Gambar 3 Grafik Volumetric Flow Rate Dan Putaran Turbin

Berdasarkan dari data Gambar 3 diatas pada kecepatan angin 1,4  $m/s$  didapatkan perhitungan volume udara keluar cerobong sebesar 0,11  $m^3/s$  atau sama dengan 112,36  $liter/s$  dengan putaran turbin 62 rpm, pada kecepatan angin 2,5  $m/s$  didapatkan perhitungan volume udara keluar cerobong sebesar 0,18  $m^3/s$  atau sama dengan 182,90  $liter/s$  dengan putaran turbin 80 rpm, dan pada kecepatan angin

3  $m/s$  didapatkan perhitungan volume udara keluar cerobong sebesar 0,23  $m^3/s$  atau sama dengan 229,39  $liter/s$  dengan putaran turbin 97 rpm.

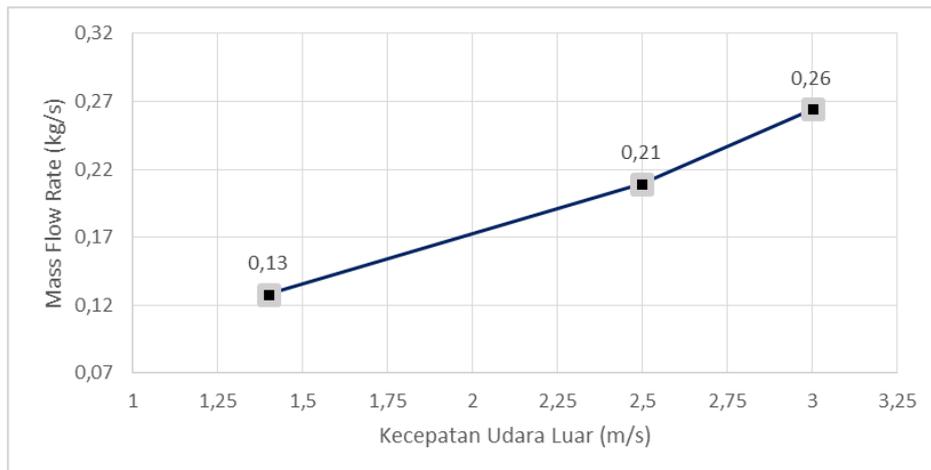
### 2.2.3. Grafik Penurunan Temperatur



Gambar 4. Grafik Penurunan Temperatur

Berdasarkan dari data Gambar 4 diatas pada kecepatan angin 1,4  $m/s$  didapatkan penurunan temperatur 3°C pada  $V_{plenum}$  1,59  $m/s$ ), pada kecepatan angin 2,5  $m/s$  didapatkan penurunan temperatur 5°C pada  $V_{plenum}$  2,59  $m/s$ ), dan pada kecepatan angin 3  $m/s$  didapatkan perhitungan penurunan temperatur 7°C pada  $V_{plenum}$  3,25  $m/s$ )

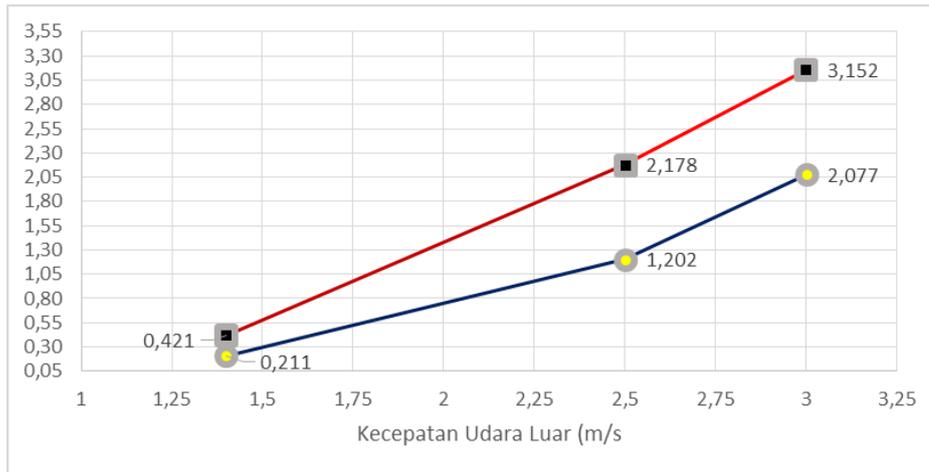
### 2.2.4. Grafik Mass Flow Rate (aliran massa udara yang keluar cerobong)



Gambar 5. Grafik Mass Flow Rate

Berdasarkan dari data Gambar 5 diatas pada kecepatan angin 1,4  $m/s$  didapatkan perhitungan volume udara keluar cerobong sebesar 0,13  $kg/s$ , pada kecepatan angin 2,5  $m/s$  didapatkan perhitungan volume udara keluar cerobong sebesar 0,21  $kg/s$ , dan pada kecepatan angin 3  $m/s$  didapatkan perhitungan volume udara keluar cerobong sebesar 0,26  $kg/s$ .

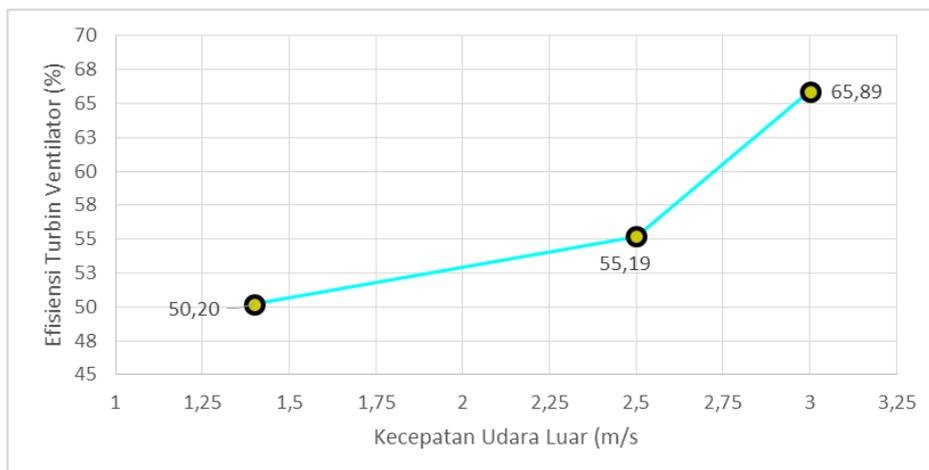
### 2.2.5. Grafik Daya Listrik Dan Daya Angin



Gambar 6. Grafik Daya Listrik Dan Daya Angin

Berdasarkan dari data Gambar 6 diatas pada kecepatan angin  $1,4 \text{ m/s}$  didapatkan daya listrik sebesar  $0,421 \text{ watt}$  dan daya angin sebesar  $0,211 \text{ watt}$ , pada kecepatan angin  $2,5 \text{ m/s}$  didapatkan daya listrik sebesar  $2,178 \text{ watt}$  dan daya angin sebesar  $1,202 \text{ watt}$ , dan pada kecepatan angin  $3 \text{ m/s}$  didapatkan daya listrik sebesar  $3,152 \text{ watt}$  dan daya angin sebesar  $2,077 \text{ watt}$ .

### 2.2.6. Grafik Efisiensi Turbin



Gambar 7. Grafik Efisiensi Turbin

Berdasarkan dari data Gambar 7 diatas pada kecepatan angin  $1,4 \text{ m/s}$  didapatkan efisiensi turbin sebesar  $50,20 \%$ , pada kecepatan angin  $2,5 \text{ m/s}$  didapatkan efisiensi turbin sebesar  $55,19 \%$ , dan pada kecepatan angin  $3 \text{ m/s}$  didapatkan efisiensi turbin sebesar  $65,89 \%$ .

## 3. Simpulan

Berdasarkan dari hasil analisa serta pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari pengujian melalui penelitian ini bahwa turbin ventilator selama ini digunakan sebagai aliran udara di dalam ruangan dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik.
2. Pada kecepatan angin dengan intensitas yang semakin tinggi, perbedaan tekanan inlet dan outlet juga akan semakin besar

3. Pada kecepatan angin dengan intensitas yang lebih tinggi, maka besarnya putaran yang dihasilkan turbin ventilator juga semakin besar
4. Pada kecepatan angin dengan intensitas yang lebih tinggi, maka besarnya daya yang dihasilkan turbin ventilator juga akan semakin besar.

### **Ucapan Terima Kasih**

Kami mengucapkan terimakasih kepada civitas Program Studi Teknik Mesin S-1 yang telah memberikan ilmu teknik mesin sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik

### **Daftar Pustaka**

- [1]. Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa pengaruh perubahan kecepatan angin pada pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) terhadap daya yang dihasilkan generator DC.
- [2]. Padmika, M., Wibawa, I. S., & Trisnawati, N. L. P. (2017). Perancangan pembangkit listrik tenaga angin dengan turbin ventilator sebagai penggerak generator. *Bul. Fis*, 18(2), 68-73.
- [3]. Harry WT, S. (2018). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Ventilator Sebagai Energi Alternatif.
- [4]. Prayoga, D. S., Suraatmadja, M. S., & Hidayat, I. (2016). Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Vertical-axis Wind Turbine. *eProceedings of Engineering*, 3(1).