

Analisa Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Performa Turbin Ventilator

H. Alamsyah¹, A. Kurniawan²

^{1),2)} Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri

Insitut Teknologi Nasional Malang

JL. Raya Karanglo KM. 2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65153, Indonesia

E-mail : hadialamsyah10@gmail.com

ABSTRAK

Sistem ventilasi sangat diperlukan untuk meningkatkan kenyamanan ruangan pada suatu bangunan . Komponen sistem ventilasi yang akan dibahas pada penelitian ini adalah turbin ventilator dan bukaan ventilasi. Turbin ventilator adalah turbin angin yang memiliki sumbu vertikal, dimana memiliki gabungan fungsi dari turbin angin dan kipas hisap. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan udara terhadap performa turbin ventilator. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan numerik. Pada penelitian ini menggunakan ruang model uji yang memiliki bentuk limas segi enam terpotong dibagian atasnya dan blower. Penelitian ini memiliki tiga variasi kecepatan udara luar dari blower, yaitu kecepatan udara 1,4 m/s (inlet blower tertutup penuh), kecepatan udara 2,5 m/s (inlet pada blower dibuka setengah) dan kecepatan udara 3 m/s (inlet blower terbuka penuh). Variabel yang akan diukur adalah penurunan Temperatur, perbedaan tekanan, kecepatan udara luar dan kecepatan aliran udara di dalam plenum. Dari pengujian ini didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan udara luar akan meningkatkan kinerja turbin ventilator. Pada kecepatan udara 1,4 m/s, penurunan temperatur sebesar 4°C dan perbedaan tekanan 3,199 N/m² dan Pada kecepatan udara 3 m/s, penurunan temperatur sebesar 8°C dan perbedaan tekanan 12,795 N/m².

Kata Kunci : Turbin Ventilator, Kecepatan Udara, Performa Turbin

1. PENDAHULUAN

Kenyamanan suatu bangunan berhubungan erat dengan kondisi alam di lingkungan sekitarnya dan upaya pengkondisian atau pengaturan ruang dalam suatu bangunan. Kondisi lingkungan fisik dan lingkungan non fisik sangat mempengaruhi kenyamanan termal, lingkungan fisik yang dimaksud antara lain kelembaban relatif, temperatur udara, kecepatan angin, dan lingkungan non fisik, antara lain jenis kelamin, pakaian yang digunakan, umur dan jenis aktifitas yang sedang dikerjakan (Sukawi. et al, 2013). Tantangannya adalah penerapan aspek kenyamanan pada bangunan. Persyaratan ini harus diadopsi dan diterapkan untuk bangunan yang membutuhkan kualitas hunian yang sempurna. Aplikasi ini akan lebih efektif bila dipadukan dengan isu hemat energi pada gedung yang bersangkutan (Awbi, 2003).

Turbin ventilator ialah sejenis exhaustfan, yang berfungsi sebagai alat ventilasi atau sirkulasi udara dengan cara kerja menghisap udara panas keluar ruangan. Fluida yang mengalir melalui ruang di lokasi yang dikenal sebagai daerah inlet. Pada umumnya udara yang masuk memiliki kecepatan yang hamper sama disetiap bagian, saat udara bergerak melalui pipa, efek viskos akan tetap menempel pada dinding pipa. Secara alami, aliran udara dapat diketahui dalam beberapa jenis antara lain, udara mengalir dari kondisi bertemperatur rendah ke temperature tinggi atau panas, hal ini mengakibatkan banyak udara mengalir melalui jalur-jalur ventilasi yang memberikan tahanan yang lebih kecil dibandingkan jalur bertahanan yang lebih besar. Turbin ventilator akan selalu berputar apabila mendapatkan hembusan angin yang lemah sekalipun, akan tetapi juga mampu menahan angin dengan kecepatan tinggi. Adanya perbedaan tekanan udara di dalam dan di luar ruanganlah yang menyebabkan turbin ventilator dapat berputar, yang secara alamiah udara panas yang berada di dalam ruangan akan mengalir dan menekan keluar sirip-sirip turbin dan membuat turbin ventilator berputar otomatis.

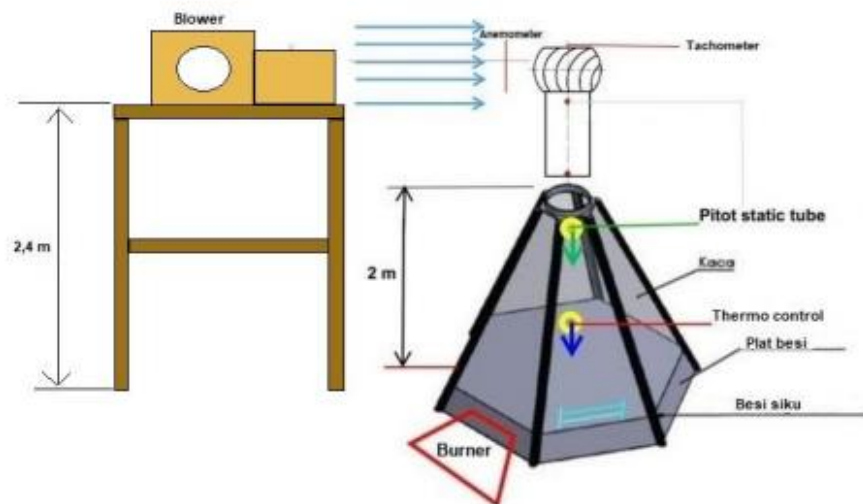
Fungsi dari turbin ventilator yaitu membuat udara di dalam ruangan dapat bersirkulasi yang menjadikan ruangan menjadi nyaman dan sehat. Turbin ventilator juga dapat menghemat penggunaan listrik, karena dengan tersirkulasinya udara di dalam ruangan menjadikan kenyamanan di dalam ruangan. Dengan demikian ada atau tidak adanya angin turbin ventilator otomatis akan selalu berputar menghisap udara panas didalam ruangan.

Dengan penjelasan pendahuluan diatas, tujuan dan manfaat penelitian dengan variasi kecepatan udara ini adalah untuk mengetahui bagaimana performa kerja turbin ventilator dari ketiga variasi kecepatan udara luar dan mendapatkan kesimpulan hasil yang berguna terhadap hal-hal yang berkaitan dengan penelitian ini.

2. METODOLOGI PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur (kepuustakaan), melakukan eksperimen dan melakukan pengamatan pembuatan alat dan ruang uji (plenum). Kemudian dilakukan perancangan pembuatan /perangkaian komponen-komponen alat. Setelah itu, dilakukan pengujian alat dan pengamatan parameter.



Gambar 1. Skema Penelitian

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Proses penelitian ini dilakukan di rumah bapak arif kurniawan, yang terletak di Dusun bunder No.73, Tunjungtirto, Singosari, Kota Malang. Yang dilakukan pada bulan Juni 2022.

C. Variabel Penelitian

Variabel penelitian antara lain :

- 1) Variabel bebas, yaitu variabel yang perubahannya bebas ditentukan oleh penulis. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :
 - Variasi Kecepatan udara luar 1,4 m/s, 2,5 m/s dan 3 m/s.
- 2) Variabel Terkontrol, dalam penelitian ini antara lain :
 - Temperatur acuan dalam plenum 40 °C.
 - Cerobong, panjang 40 cm dan diameter 40 cm.
 - Pembacaan manometer awal 185 mm.
- 3) Variabel Terikat, yaitu variabel yang bergantung pada variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikat adalah :
 - Temperatur dalam plenum
 - massa jenis udara dalam plenum

- tekanan statis dalam plenum.

D. Langkah-langkah Penelitian

Adapun tahapan-tahapan pada penelitian ini sebagai berikut :

- Pengambilan Data

prosedur pengambilan data pengukurannya adalah :

1. Pengukuran kecepatan udara luar
2. Pengukuran suhu udara dalam plenum
3. Pengukuran kecepatan putar turbine cyclone
4. Pengukuran tekanan statis pada plenum.

- Pengolahan Data

Rencana Analisa data dengan rumus sebagai berikut :

$$\rho_2 = \frac{T_1 \rho_1}{T_2}$$

$$U_{plenum} = \sqrt{\frac{2 \times \rho_{glycerin} \times g \times \Delta h \times \sin 15^\circ}{\rho_{udara}}}$$

$$p_i = SG_{glycerin} \times \rho_{air} \times g(h_2 - h_1) \times \sin \alpha$$

$$p_o = SG_{glycerin} \times \rho_{air} \times g(h_2 - h_1) \times \sin \alpha$$

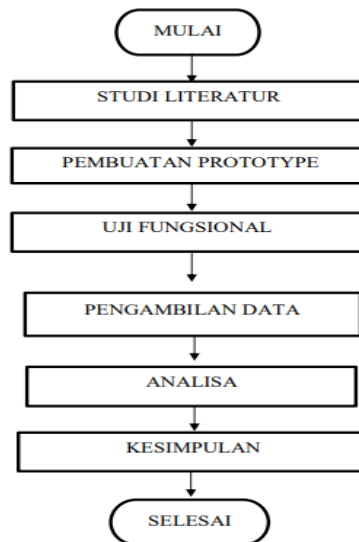
$$\Delta p = p_o - p_i$$

$$Q = U_{plenum} \times A_c$$

$$\dot{m} = \rho_2 \times U_{plenum} \times A_c$$

Analisa diatas dilakukan untuk setiap variasi kecepatan udara dan pengaruh putaran turbin selanjutnya dibandingkan satu sama lain dan dianalisa berdasarkan teori yang ada.

E. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, pengambilan data dengan 3 variasi kecepatan udara luar.

A. Hasil Perhitungan

- Massa jenis udara setelah penelitian

$$\rho_2 = \frac{T_1 \rho_1}{T_2}$$

Dari persamaan diatas, didapatkan Perhitungan salah satu data dari pengukuran variasi kecepatan :

$$\rho_2 = \frac{288.15 \times 1.225}{309.15} = 1.142 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 1. Data dan hasil perhitungan massa jenis pada keadaan 2 (penelitian)

v_∞ (m/s)	T_1 (K)	ρ_1 (kg/m ³)	T_2 (K)	ρ_2 (kg/m ³)
1.4	288.15	1.225	309.15	1.142
2.5	288.15	1.225	307.15	1.149
3	288.15	1.225	305.15	1.157

- Perhitungan kecepatan udara plenum

$$U_{plenum} = \sqrt{\frac{2 \times \rho_{glyserin} \times g \times \Delta h \times \sin 15^\circ}{\rho_{udara}}}$$

Dari persamaan diatas, Perhitungan dengan salah satu data :

$$U_{plenum} = \sqrt{\frac{2 \times 1261.737 \times 9.8 \times 0.5 \times \sin 15^\circ}{1.225}} = 1.67 \text{ m/s}$$

Tabel 2. Data dan Hasil perhitungan kecepatan udara plenum

$\rho_{glyserin}$ (kg/m ³)	g (m/s ²)	Δh (mm)	ρ_{udara} (kg/m ³)	U_{plenum} (m/s)
1261.737	9.8	0.5	1.225	1.67
1261.737	9.8	1.25	1.225	2.64
1261.737	9.8	2	1.225	3.33

- Perhitungan Tekanan statik inlet

$$p_i = SG_{glycerin} \times \rho_{air} \times g(h_2 - h_1) \times \sin\alpha$$

Dari persamaan diatas, didapatkan hasil perhitungan:

$$p_i = 1.263 \times 999 \times 9.8(183 - 185) \times \sin 15^\circ = -6.397 \text{ N/m}^2$$

Tabel 3. Data dan hasil perhitungsn tekanan static inlet

$SG_{glycerin}$	ρ_{air} (kg/m^3)	g (m/s^2)	h_1 (mm)	h_2 (mm)	α	p_i (N/m^2)
1.263	999	9.8	185	183	15°	-6.397
1.263	999	9.8	185	178	15°	-22.391
1.263	999	9.8	185	173	15°	-38.385

- Perhitungan Tekanan Statik Outlet

$$p_o = SG_{glycerin} \times \rho_{air} \times g(h_2 - h_1) \times \sin\alpha$$

Dengan persamaan diatas, didapatkan perhitungan :

$$p_o = 1.263 \times 999 \times 9.8(184 - 185) \times \sin 15^\circ = -3.199 \text{ N/m}^2$$

Tabel 4. Data dan Hasil Perhitungan Tekanan statik outlet

$SG_{glycerin}$	ρ_{air} (kg/m^3)	g (m/s^2)	h_1 (mm)	h_2 (mm)	α	p_o (N/m^2)
1.263	999	9.8	185	184	15°	-3.199
1.263	999	9.8	185	180	15°	-15.994
1.263	999	9.8	185	177	15°	-25.590

- Perhitungan Perbedaan Tekanan statik inlet dan outlet

$$\Delta p = p_o - p_i$$

Dengan persamaan diatas, didapatkan perhitungan :

$$\Delta p = -3.199 - (-6.397) = 3.199 \text{ N/m}^2$$

Tabel 5. Data dan hasil perbedaan tekanan static inlet dan outlet

$p_o (N/m^2)$	$p_i (N/m^2)$	$\Delta p (N/m^2)$
-3.199	-6.397	3.199
-15.994	-22.391	6.397
-25.590	-38.385	12.795

- Perhitungan Debit aliran udara yang keluar cerobong

$$Q = U_{plenum} \times A_c$$

Dari persamaan diatas, didapatkan perhitungan :

$$Q = 1.67 \times 0.07065 = 0.12 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 6. Data dan Hasil perhitungan Debit Aliran Udara yang keluar Cerobong

$U_{plenum} (m/s)$	$A_c (m^2)$	$Q (\frac{m^3}{s})$
1.67	0.07065	0.12
2.64	0.07065	0.19
3.33	0.07065	0.23

- Perhitungan Aliran Massa Udara yang Keluar Cerobong

$$\dot{m} = \rho_2 \times U_{plenum} \times A_c$$

Dari persamaan diatas, dapat dihitung dengan data :

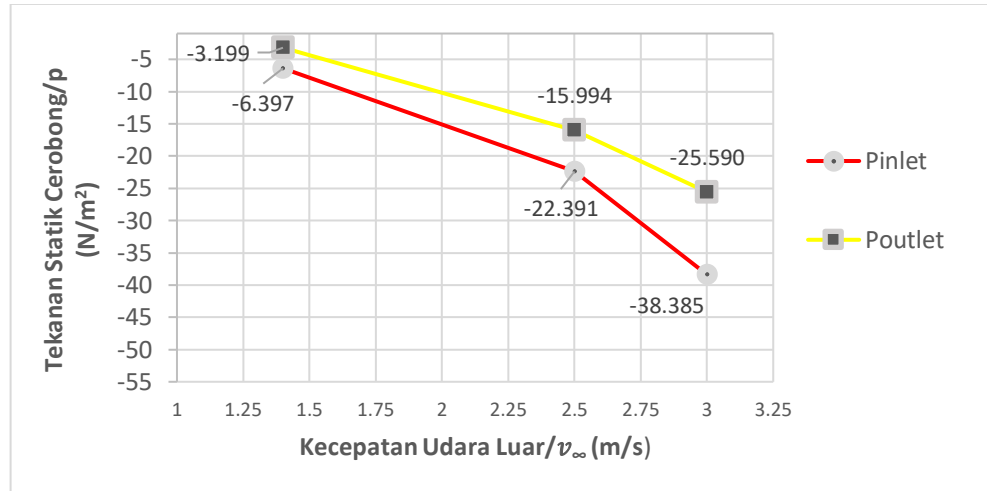
$$\dot{m} = 1.142 \times 1.67 \times 0.07065 = 0.14 \text{ kg/s}$$

Tabel 7. Data dan Hasil Perhitungann aliran Udara yang Keluar Cerobong

$\rho_2 (N/m^2)$	$U_{plenum} (m/s^2)$	$A_c (m^2)$	$\dot{m} (kg/s)$
1.142	1.67	0.07065	0.14
1.149	2.64	0.07065	0.21
1.157	3.33	0.07065	0.27

B. Analisa Grafik

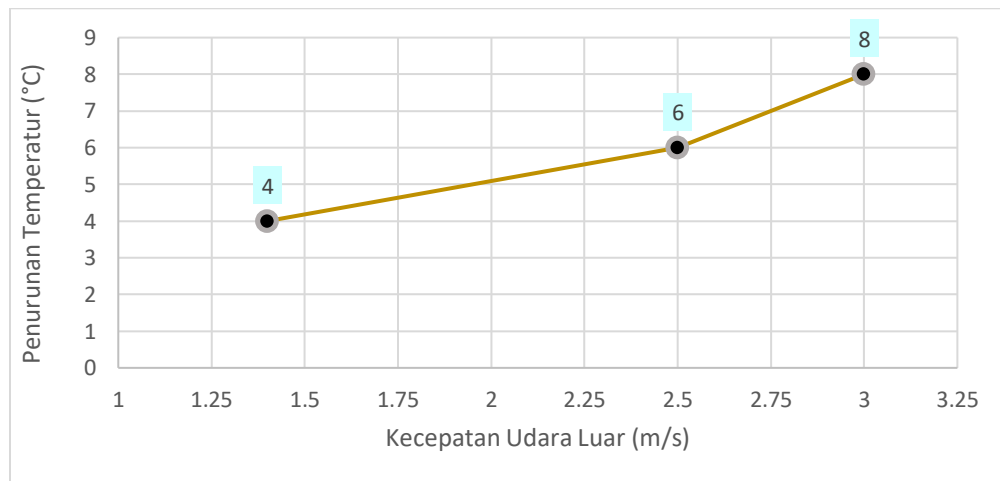
- Grafik Hubungan Antara Variasi Kecepatan Udara Luar Terhadap Tekanan Statik Cerobong Inlet dan Outlet



Penjelasan dari grafik diatas :

Perbedaan ini dikarenakan adanya perbedaan kecepatan udara luar yang memutar turbin ventilator yang mengakibatkan terjadinya perbedaan tekanan statik inlet dan outlet pada cerobong. Dilihat dari grafik diatas, semakin cepat udara luar yang memutar turbin, semakin besar pula jumlah penurunan tekanan static yang terjadi. Didapatkan hasil minus dikarenakan perhitungan dari pembacaan manometer yang bergerak kekiri setelah dilakukan penelitian.

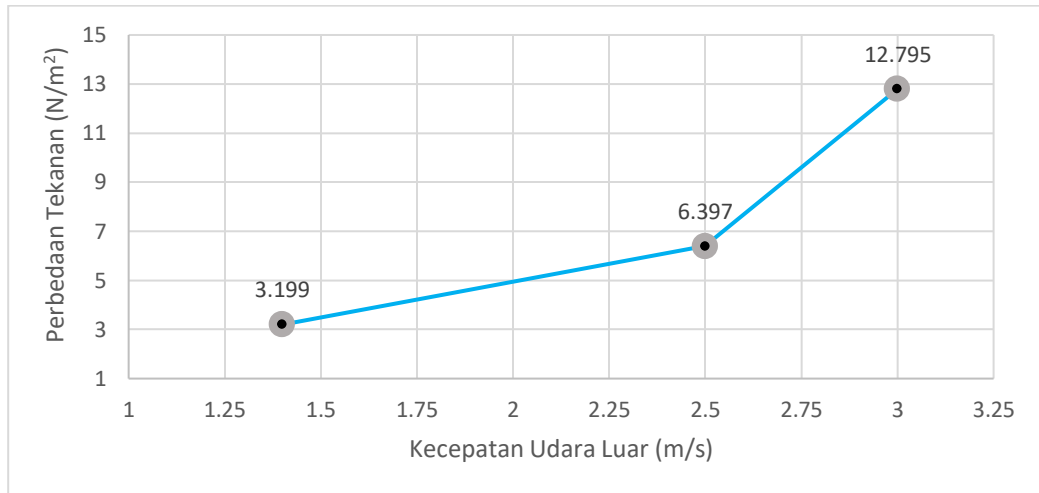
- Grafik Hubungan antara Kecepatan udara luar terhadap Penurunan Temperatur



Penjelasan grafik diatas adalah :

Sebelum melakukan pengujian, temperatur pada plenum diatur pada suhu 40 °C. dilihat dari grafik diatas, semakin cepat udara luar, maka semakin besar pula penurunan temperatur di dalam plenum. Hal ini disebabkan karena kecepatan udara luar mempengaruhi cepat lambatnya putaran turbin ventilator yang mempengaruhi banyak tidaknya udara panas keluar dari ruang uji atau plenum.

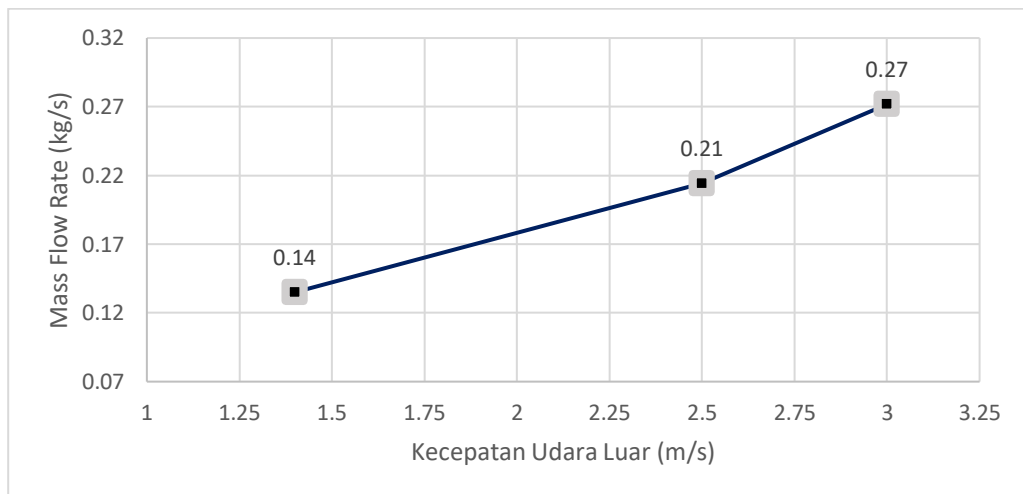
- Grafik Hubungan Antara Kecepatan Udara Luar terhadap Perbedaan Tekanan



Penjelasan dari grafik diatas adalah :

Data diatas diperoleh dari hasil perhitungan tekanan outlet dikurangi tekanan inlet. Data hasil penelitian diatas dapat disimpulkan, semakin besar kecepatan udara luar maka semakin besar pula perbedaan tekanan static inlet dan outlet di cerobong.

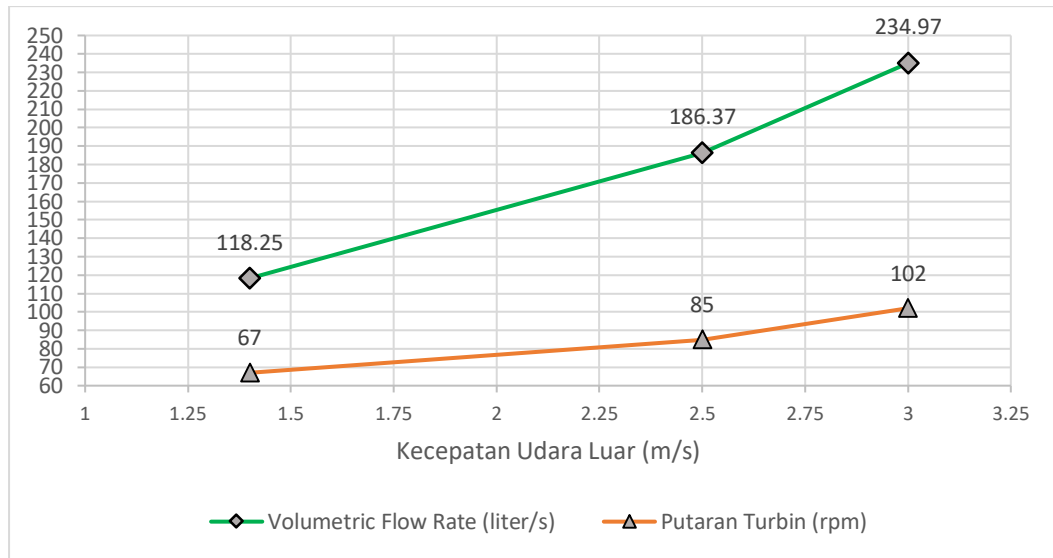
- Grafik Hubungan antara Kecepatan udara luar dan Mass Flow Rate



Penjelasan grafik diatas adalah :

Dilihat pada grafik diatas, bahwa semakin cepat udara luar yang memutar turbin ventilator maka semakin besar pula laju aliran massa udara yang keluar dari cerobong. Hal ini disebabkan semakin besar dorongan udara luar membuat massa udara semakin besar pula keluar dari cerobong.

- Grafik Hubungan antara Kecepatan udara luar terhadap Debit Aliran Udara dan Putaran Turbin



Penjelasan grafik diatas :

Data pada grafik diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar udara luar yang memutar turbin ventilator, maka semakin besar pula putaran turbin dan debit aliran udara yang keluar dari cerobong. Hal ini disebabkan karena dorongan udara luar yang mempengaruhi nilai putaran turbin dan banyaknya debit aliran udara yang keluar.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dengan demikian, kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Aliran masa jenis udara terbesar yaitu pada kecepatan udara 3 m/s dengan temperatur 40 °C sebesar 1,157 kg/m³ . Dikarenakan penurunan suhu pada temperatur 32 °C selama 10 menit hanya sebesar 5°C
2. Kecepatan udara dari dalam ruang plenum tertinggi terdapat pada kecepatan udara 3 m/s dengan temperatur 40 °C sebesar 3,33 m/s. Dikarenakan pada temperatur 40°C selisih pada pembacaan pitot statik tube adalah 2 mm.
3. Perbedaan tekanan inlet dan outlet tertinggi terdapat pada kecepatan udara 3 m/s dengan temperatur 40 °C, karena tekanan statik outlet yang didapat sebesar -25,590 N/m² dan tekanan statik inlet -38,385 N/m² sehingga didapatkan perbedaan tekanan sebesar 12,795 N/m².
4. Debit aliran udara yang keluar dari turbin terbesar terdapat pada kecepatan udara 3m/s dengan temperatur 40 °C, dikarenakan kecepatan udara plenum pada kecepatan udara tersebut lebih besar dibandingkan variasi kecepatan udara luar lain yaitu sebesar 3,33 m/s dengan laju alir volumetriknya sebesar 0,23 m³/s = 234,97 liter/s.
5. Aliran masa udara yang keluar dari cerobong / mass flow rate terbesar terdapat pada kecepatan angin 3m/s dengan temperatur 40 °C, dikarenakan kecepatan udara dalam plenum dan masa jenis udara pada kecepatan udara luar ini lebih tinggi dibandingkan variasi kecepatan udara luar lain yaitu sebesar 3,33 m/s dan 1,157 kg/m³ dengan mass flow rate sebesar 0,27 kg/s.

B. Saran

Dan saran pada penelitian ini adalah :

1. Turbin ventilator perlu dikaji lebih lanjut, karena dapat dimanfaatkan menjadi micro power plant.

2. Diharapkan lebih teliti lagi dalam pemilihan bahan ataupun jenis material yang digunakan karena sangat berpengaruh terhadap hasil penelitian.
3. Untuk pitot statik tube khususnya bagian pembacanya perlu dilakukan perbaikan karena pada saat penelitian hasil didapat kurang akurat. Disebabkan tekanan didalam ruang plenum yang terlalu kecil.
4. Pada peneliti selanjutnya diharap melakukan persiapan yang lebih matang, agar tidak ada hambatan saat proses penelitian.
5. Dalam penelitian ini dibutuhkan alat-alat ukur yang berguna untuk pencarian data penelitian, diharapkan pihak kampus dapat meminjamkan/menyewakan alat ukur dengan syarat-syarat mengikat kepada mahasiswa yang sedang melakukan penelitian.

REFERENCES

- Alim, M. Sahirul dkk, "Pengaruh Temperatur Terhadap Kecepatan Putar Turbine Cyclone". Kota Malang : Universitas Islam Malang.
- Arismunandar W. & Saito H., 1995, "Penyegaran Udara", P.T. Prandnya Paramita, Jakarta
- Awbi, H. B. (2002). Ventilation of buildings. Routledge.
- Habiburrahman. (2019). Analisa Pengaruh Jumlah Sudu Impeller pada untuk Kerja blower sentrifugal.
- Ismail M. & Abdul Malik A. R., 2012, "Rooftop Turbine Ventilator, a Review and Update", Journal of Suistanable Development, Vol. 5 [5]; 121-131.
- Lai, C.M., 2003, Experiments on the Ventilation Efficiency of Turbine Ventilators Used for Building and Factory Ventilation. Energy and Buildings 35 (2003) 927–932.
- Lai, C. M., 2006, Prototype development of the rooftop turbine ventilator powered by hybrid wind and photovoltaic energy. Energy and Buildings, 38(3), 174– 180. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.06.004>
- Lailul, Karim dkk. 2018, Pengaruh Jumlah Dan Sudut Sudu Vertikal Pada Cyclone Turbine Ventilator Terhadap Kenyamanan Thermal Ruangan. Banyuwangi : Universitas PGRI Banyuwangi.
- Laksanawati, E. K., & Rohman, M. (n.d.). ANALISA PEMANFAATAN TURBIN VENTILATOR SEBAGAI SUMBER LISTRIK SKALA RUMAH TANGGA DENGAN KAPASITAS 900 W.
- M. Sahirul Alim, Margianto dkk. 2017, Pengaruh temperatur terhadap kecepatan putar turbine cyclone. Malang, Univeritas Islam Malang.
- Pudjanarsa A. Nursuhud D., 2005. "Mesin Konversi Energi". Penerbit ANDI, Jakarta.
- Revel, A., & Huynh, B.P. Characterising Roof Ventilators. 15th Australasian Fluid Mechanics Conference The University of Sydney, Sydney, Australia.

Sukawi, S., Dwiyanto, A., & Hardiman, G. (2015). Model Ventilasi Atap pada Pengembangan Rumah Sederhana di Lingkungan berkepadatan tinggi. Prosiding SNST Fakultas Teknik, 1(1).

Sutalaksana, Iftikar Z, 1979, Teknik Tata Cara Kerja, MTI-ITB, Institut Teknologi Bandung.

Zulfadhli dkk, 2017, Kaji Eksperimental Penggunaan Wind Cup Turbin Ventilator Untuk Kenyamanan Ruangan. Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala.

<https://jasaarsitekarofa.com/>. (2017, 28 Oktober). Sirkulasi Udara. Diakses pada 03 Agustus 2022, dari <https://jasaarsitekarofa.com/article/read/46/SirkulasiUdara>

<https://mustakagroup.com/>. Turbine Ventilator. Diakses pada 03 Agustus 2022, dari <https://mustakagroup.com/unit-usaha/produk-hvac/turbine-ventilator/>