

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

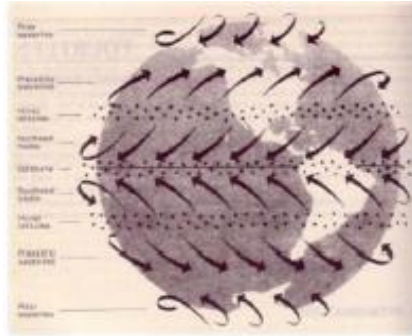
1. Penelitian yang dilakukan oleh Lai, C.M. (2003) tentang “Experiments on the ventilation efficiency of turbine ventilators used for building and factory ventilation”. Penelitian ini dilaksanakan untuk efisiensi ventilasi turbin ventilator yang digunakan untuk ventilasi gedung dan pabrik. Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa semakin besar ukuran turbin ventilator, semakin besar tingkat ventilasi tercapai.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Revel & Huynh (2004), dimana besarnya variabel kecepatan fan di induksikan pada turbine ventilator dengan range yang berkisar antara 8 sampai 18 km/hr di sesuaikan dengan kecepatan angin rata-rata di Sydney. Turbin ventilator diletakkan diatas sebuah kotak plenum dengan luas 1.2 m² dengan tinggi 2.4 m. Kemudian di lakukan pengukuran besarnya tekanan statis dan dinamis pada manometer. Dari pengujian yang telah dilakukan Revel & Huynh (2004) dengan menggunakan turbine ventilator berdiamater 300 mm, didapatkan grafik performa turbine ventilator, semakin besar kecepatan fan, semakin besar nilai performa turbin tercapai.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Lailul Karim, Ikhwanul Qiram dan Dewi Sartika (2018) tentang “Pengaruh Jumlah Dan Sudut Sudu Vertikal Pada Cyclone Turbine Ventilator Terhadap Kenyamanan Thermal Ruang”. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui karakteristik unjuk kerja pada cyclone turbine ventilor yang dipengaruhi oleh beda suhu, kecepatan putaran baling – baling vertikal (rpm) dan variasi suhu ruangan. Variabel bebas dari penelitian ini adalah Sudut cyclone (50°, 60°, dan 70°). Dan Jumlah sudu cyclone (3, 6, dan 9). Dari penelitian ini, didapatkan karakteristik unjuk kerja yang berbeda pada variasi jumlah dan sudut sudu vertikal pada cyclone turbine ventilor yang dipengaruhi oleh beda suhu, kecepatan putaran baling – baling vertikal (rpm) dan variasi suhu ruangan.

4. Penelitian yang dilakukan oleh M. Sahirul Alim, Margianto dan Priyagung Hartono tentang “Pengaruh Temperatur Terhadap Kecepatan Putar Turbine Cyclone”. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh temperatur terhadap kecepatan putar pada poros dan seberapa besar pengaruh tinggi cerobong terhadap kecepatan putar pada poros. Analisa data yang digunakan adalah dengan menggunakan analisis statistik regresi. Dari penelitian ini didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa semakin tingginya cerobong dan semakin tingginya suhu udara maka semakin tinggi pula putaran yang dihasilkan turbin cyclone.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Zulfadhli, Darwin dan Sayed RA (2017) tentang “Kaji Eksperimental Penggunaan Wind Cup Turbin Ventilator Untuk Kenyamanan Ruangan”. Penelitian ini dilaksanakan untuk untuk mengetahui pengaruh penambahan wind cup pada turbin ventilator. Turbin ventilator yang digunakan adalah model Toyofuku tipe v- 30 dan wind cup dengan diameter 77 mm. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa pada kecepatan angin rata-rata 1,8 m/s, putaran turbin yang dihasilkan tanpa wind cup adalah 60,6 rpm sedangkan dengan penambahan wind cup pada turbin ventilator adalah sebesar 69 rpm. Dari penelitian yang dilakukan, peningkatan rata-rata putaran adalah 8,4 rpm dan peningkatan efisiensi dari turbin ventilator adalah sebesar 1,7 %.

2.2 Proses Terjadinya Angin

Energi angin merupakan bentuk tidak langsung energi matahari, karena angin dipengaruhi oleh pemanasan yang tidak merata dari kerak bumi oleh matahari. Angin secara garis besar dapat diklasifikasikan sebagai angin “*planetary*” dan “lokal”.

Angin planetary disebabkan oleh pemanasan yang lebih besar pada permukaan bumi dekat ekuator dari pada kutub utara dan selatan. Hal ini menyebabkan udara hangat di tropis naik dan mengalir melalui atmosfer ke kutub dan udara dingin dari kutub mengalir kembali ke ekuator di dekat permukaan bumi.



Gambar 2.1 Angin planetary dalam atmosfer bumi

(Sumber : Pudjanarsa dan Nursuhud, 2005)

Arah angin dipengaruhi oleh rotasi bumi. Udara hangat menuju kutub di atas atmosfer diasumsikan ke arah timur (di kedua hemisfer), yang menyebabkan timbulnya “*prevailing westerlies*” (Gambar 2.1). Pada saat yang sama, inersia udara dingin bergerak ke ekuator dekat permukaan bumi menyebabkannya bergerak ke barat menghasilkan “*northeast trade winds*” di hemisfer utara dan “*southeast trade winds*” di hemisfer selatan. Angin lokal disebabkan dua mekanisme, yang pertama adalah perbedaan panas antara daratan dan air, dan yang kedua karena hill and mountain sides.

2.3 Sirkulasi Udara

Salah satu syarat bangunan yang nyaman dan sehat adalah memiliki sistem sirkulasi udara yang baik. Sirkulasi udara adalah proses pergantian udara didalam ruang. Sistem sirkulasi udara terbagi menjadi 2 jenis yaitu :

2.3.1 Sistem Sirkulasi Udara Alami

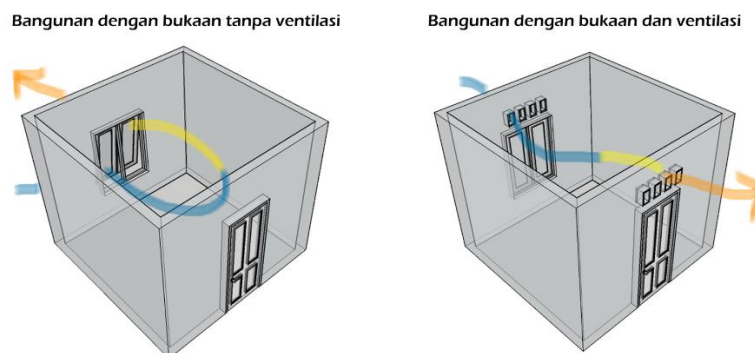
Sistem sirkulasi udara alami adalah sistem pengudaraan dengan cara natural menggunakan ventilasi untuk mengalirkan udara melalui bukaan permanen pada ruangan. Ventilasi udara alami berupa pemasangan jendela, pintu dan lubang angin pada ruangan. Lubang angin biasanya dipasang diatas jendela dan pintu. Lubang angin berfungsi sebagai jalur udara agar selalu mengalir dan bertukar dengan udara luar yang lebih bersih. Jenis ventilasi udara alami yang cocok dipakai di Indonesia adalah cross ventilation.

Saat ini, orang dalam negeri cenderung mengabaikan faktor kesehatan dan kenyamanan bangunan. Mereka lebih mementingkan tampilan interior dan eksterior bangunan mengikuti trend gaya bangunan luar negeri. Sebagai contoh misalnya, banyak bangunan dengan gaya minimalis lebih mementingkan tampilan fasade tanpa adanya lubang angin diatas pintu dan jendela. Padahal bangunan berada di daerah dengan iklim tropis lebih membutuhkan udara yang selalu bergerak dan mengalir. Udara yang selalu mengalir dan berganti akan membuat penghuni lebih sehat dan nyaman.

Berikut beberapa cara alami yang dapat menstabilkan udara pada bangunan :

- Membuat cross ventilation (ventilasi silang).

Ventilasi silang adalah penempatan bukaan disisi berlawanan pada bangunan untuk memberikan jalur bagi angin agar mudah mengalir. Posisi penempatan bukaan pada bangunan harus tepat disesuaikan dengan arah angin berhembus. Manfaat ventilasi silang yaitu mengoptimalkan pergantian udara didalam ruang menjadi udara yang lebih bersih, sehat dan segar. Selain itu, kelembaban udara didalam ruang menjadi lebih stabil.



Gambar 2.2 Bangunan dengan dan tanpa cross ventilation
(Sumber : <https://jasaarsitekarofa.com>)

Bangunan pada gambar sebelah kiri mempunyai bukaan pintu dan jendela. Sehingga udara dapat mengalir hanya pada saat pintu

atau jendela terbuka. Kekurangannya pada saat pintu dan jendela tertutup, maka udara tidak dapat mengalir dengan leluasa.

Berbeda dengan gambar sebelah kanan, bangunan mempunyai bukaan pintu, jendela dan lubang angin. Meskipun pintu dan jendela tertutup, udara tetap dapat mengalir masuk melalui lubang angin yang berada diatas jendela dan pintu.

- Dinding bangunan dibuat tinggi minimal 3 m

Hal tersebut membuat langit-langit atau plafon menjadi tinggi. Dengan langit-langit bangunan yang tinggi, udara dapat mengalir dengan mudah dan memberi kesan lega pada ruang.



Gambar 2.3 Ilustrasi bangunan dengan tinggi minimal 3 m
(Sumber : www.build.com.au)

- Menciptakan ruang terbuka di rumah

Misalnya dengan membuat taman. Taman dapat berada di halaman luar, di tengah rumah dan di belakang rumah. Taman dengan aneka tumbuhan mempunyai banyak manfaat selain dapat menghasilkan oksigen juga dapat menjadi area hobi, rekreasi dll.

2.3.2 Sistem Sirkulasi Udara Buatan

Sistem sirkulasi udara buatan adalah adalah sistem pengudaraan udara dengan bantuan alat hasil teknologi masa kini. Sistem sirkulasi buatan biasanya tidak selalu harus bertukar udara dengan ruang luar yang ada disekitar ruang tersebut. Cara kerja pada kipas angin dan exhaust fan misalnya, kedua alat

tersebut mempunyai fungsi untuk menciptakan pergerakan udara sehingga udara terus berputar dan berganti. Dewasa ini, banyak orang menggunakan AC (Air Conditioner) yang berfungsi mengatur suhu dan kelembaban udara ruangan. Pemanfaatan AC semakin banyak digunakan pada rumah tinggal, sekolah maupun perkantoran.

Kedua sistem sirkulasi diatas bertujuan untuk menciptakan sirkulasi udara yang baik di dalam hunian hingga menjadi hunian yang sehat dan nyaman. Namun, ada baiknya penggunaan sistem sirkulasi udara alami lebih dominan pada bangunan dibandingkan dengan penggunaan sirkulasi buatan. Sirkulasi alami mempunyai lebih banyak kelebihan yaitu proses perputaran dan pergantian udara secara natural, lebih bersahabat dengan lingkungan dan hemat penggunaan listrik.

2.4 Suhu Udara

Suhu Udara adalah keadaan panas atau dinginnya suatu udara atau derajat panas dari kegiatan molekul dlm atmosfer yang dinyatakan dengan skala celcius, fahrenheit atau reamur. Pancaran radiasi matahari sangatlah berpengaruh dalam distribusi suhu di dalam atmosfer, karena hal inilah yang menyebabkan suhu udara mengalami perubahan.

Suhu udara antara daerah satu dengan daerah lain sangatlah berbeda. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhinya sudut datangnya sinar matahari, Sudut datangnya sinar matahari terkecil terjadi pada pagi dan sore hari, sedangkan sudut terbesar pada waktu siang hari tepatnya pukul 12.00 siang. Sudut datangnya sinar matahari yaitu sudut yang dibentuk oleh sinar matahari dan suatu bidang di permukaan bumi. Semakin besar sudut datangnya sinar matahari, maka semakin tegak datangnya sinar sehingga suhu yang diterima bumi semakin tinggi. Sebaliknya, semakin kecil sudut datangnya sinar matahari, berarti semakin miring datangnya sinar dan suhu yang diterima bumi semakin rendah.

Menurut penyelidikan, berbagai tingkat temperatur akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda seperti berikut ini (Sutalaksana, 1979):

- $\pm 49\text{ }^{\circ}\text{C}$: Temperatur yang dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh diatas kemampuan fisik dan mental.
- $\pm 30\text{ }^{\circ}\text{C}$: Aktivitas mental dan daya tanggap mulai menurun dan cenderung untuk melakukan kesalahan dalam pekerjaan, timbul kelelahan fisik.
- $\pm 24\text{ }^{\circ}\text{C}$: Kondisi optimum.
- $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$: Kekakuan fisik yang ekstrem mulai muncul.

Dari hasil penyelidikan didapatkan bahwa produktivitas manusia akan mencapai tingkat yang paling tinggi pada temperatur sekitar 24 – 27 derajat Celcius. Berdasarkan peraturan menteri kesehatan republik indonesia No.1077/Menkes/PER/V/2011 tentang “pedoman penyehatan udara dalam ruang rumah” menyebutkan bahwa nilai kadar suhu yang dipersyaratkan antara 18-30 derajat Celcius.

2.5 Tekanan Udara

Tekanan udara adalah tekanan yang ada pada suatu lokasi yang disebabkan oleh berat dari udara yang ditarik oleh gravitasi ke permukaan bumi. Artinya, semakin banyak udara yang ada di suatu wilayah, maka semakin tinggi pula tekanan atmosfer. Tekanan udara juga menjadi faktor yang mempengaruhi kecepatan udara selain karena factor suhu udara.

Besarnya tekanan udara di suatu tempat sangat bergantung pada jumlah udara di atasnya. Semakin tinggi suatu tempat maka semakin sedikit jumlah udara di atasnya, semakin sedikit berat udara yang ditahan wilayah tersebut sehingga tekanannya semakin sedikit. Berbanding terbalik dengan daerah atau dataran rendah, mereka mempunyai tekanan udara yang lebih besar. Jadi tekanan udara di suatu wilayah sangat ditentukan oleh ketinggian tempat atau wilayah tersebut dari permukaan air laut.

Tekanan udara di berbagai tempat berbeda-beda terutama tergantung pada tinggi daerah tersebut dari permukaan air laut. Perbedaan tekanan udara inilah

yang mengakibatkan berbagai fenomena cuaca seperti angin, topan, badai, dan sebagainya.

Suatu bangunan tidak memiliki sirkulasi udara yang baik, hal seperti itu menyebabkan peningkatan suhu udara yang membuat bangunan itu menjadi pengap dan panas. Karena hal itu, diperlukan penginstalan ventilasi udara agar udara dapat bersirkulasi dengan baik. Bila bangunan mempunyai ventilasi udara yang baik, maka akan menciptakan keseimbangan dari udara panas dan dingin, udara panas akan selalu bergerak keatas (atap) karena memiliki massa berat molekul yang lebih ringan daripada udara dengan suhu lebih rendah. Hal ini dapat menyebabkan meningkatnya tekanan udara.

2.5.1 Macam-Macam Tekanan

Tekanan terdiri tiga macam, yaitu tekanan statis, stagnasi, dan dinamis. Tekanan statis merupakan tekanan fluida yang diukur dari fluida dan alat pengukur bergerak bersamaan. Namun kondisi tersebut sulit diwujudkan sehingga diukur dengan menggunakan lubang kecil yang tegak lurus dengan dinding aliran. Tidak adanya variasi tekanan pada arah penampang tegak lurus yang mendasari pengukuran dilakukan dengan metode tersebut.

Tekanan stagnasi merupakan tekanan fluida yang diukur dari fluida yang diperlambat sampai memiliki kecepatan diam pada kondisi tanpa gesekan. Tekanan dinamis merupakan tekanan fluida akibat kecepatan aliran, yaitu selisih antara tekanan statis dan stagnasi.

2.6 Mekanisme Ventilasi

Pada saat musim kemarau suhu ruang dalam plafond/atap dapat mencapai paling tinggi 60°C. Panas yang diterima permukaan atap akan diradiasikan kembali ke bawah dan menyebabkan ruangan menjadi panas sehingga udara panas akan terperangkap dan tidak dapat keluar. Sedangkan pada musim hujan kelembapan di dalam ruangan dapat dihasilkan dari air kamar mandi, uap hasil memasak, yang mana akan terkumpul di plafond dan menyebabkan adanya

kondensasi. Kondensasi ini akan mengurangi efektifitas dari insulasi, dan menyebabkan tumbuhnya jamur pada dinding dan plafond. Hal ini seperti terlihat pada gambar 2.4, sehingga dengan adanya turbine ventilator beberapa masalah tersebut dapat teratasi, karena turbine ventilator memiliki mekanisme antara lain :

1. Efek Thermal

Efek thermal yang diakibatkan oleh perbedaan suhu luar bangunan dan di dalam bangunan, hal ini dapat mengakibatkan udara yang lebih panas akan menjadi ringan dan akan bergerak keatas oleh udara yang bersuhu lebih rendah karena udara yang dingin ini lebih berat sehingga pergerakannya akan menurun dan mendorong udara lebih panas keatas (perbedaan densitas udara)

2. Efek Induksi

Efek induksi terjadi karena adanya dorongan angin pada salah satu sisi turbin ventilator yang dapat mengakibatkan berputarnya turbin ventilator. Hal ini dapat menyebabkan tersedotnya udara panas yang ada di dalam ruangan. Namun Ketika turbin ventilator berputar karena dorongan angin dari luar udara panas yang akan disedot keluar tidak sebanyak apabila turbin itu berputar karena perbedaan tekanan udara dari dalam.



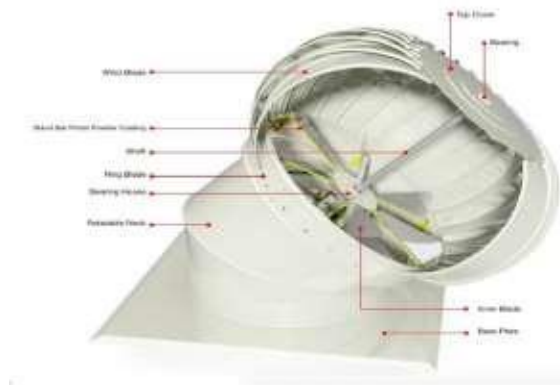
Gambar 2. 4 Mekanisme ventilasi udara dengan Turbin Ventilator

(Sumber : Lai, C.M., 2003)

2.7 Turbin Ventilator

Turbin ventilator adalah salah satu jenis alat yang membantu proses sirkulasi udara di rumah atau bangunan. pada umumnya, turbin ini sebagai *exhaust fan* berguna mengalirkan udara panas di suatu ruangan dengan mengeluarkan udara panas dari ruangan sehingga temperature di ruangan turun. Turbin ventilator adalah salah satu aplikasi sistem konversi energi angin menjadi mekanis.

Konsep awal dari turbin ventilator dibuat oleh Meadows pada tahun 1929, berupa rotary ventilator. Hingga usaha komersialisasi dilakukan oleh Edmonds pada tahun 1934. Sebuah turbin ventilator biasanya terdiri dari beberapa sudu vertikal yang tersusun pada frame silinder dan sebuah kubah digunakan sebagai penutup. Sebagai sistem transmisi digunakan poros dan bantalan yang dipasang pada saluran ventilasi utama. Ketika turbin tertiuip oleh angin, gaya angkat ke atas dan gaya hambat mengakibatkan turbin ventilator berotasi, perputaran ini akan mengakibatkan tekanan di bawah turbine ventilator menjadi rendah sehingga udara yang terperangkap dalam gedung akan mengalir keluar.



Gambar 2.5 Komponen Turbin Ventilator
(Sumber : www.mustikagroup.com)

Komponen turbin ventilator :

1. Top cover

Yaitu penutup bagian atas Turbin Ventilator

2. Bearing

Berfungsi sebagai tumpuan putar poros bagian atas

3. Wind blade

Berfungsi sebagai pemecah angin dan mencegah air atau hewan yang masuk

4. Stand bar finish powder coating

Sebagai penahan baling baling agar tidak lepas dari dudukan.

5. Shaft

Poros pada turbin ventilator berfungsi sebagai penumpu baling – baling dan bearing.

6. Ring blade

Pengunci luar Turbin Ventilator agar turbin tidak lepas dari rumahnya.

7. Bearing house

Rumah bearing yang berada pada tengah Turbin Ventilator dan menyatukan baling-baling.

8. Inner blade

Baling baling yang bekerja sebagai pendorong suhu di dalam dan menerima udara segar.

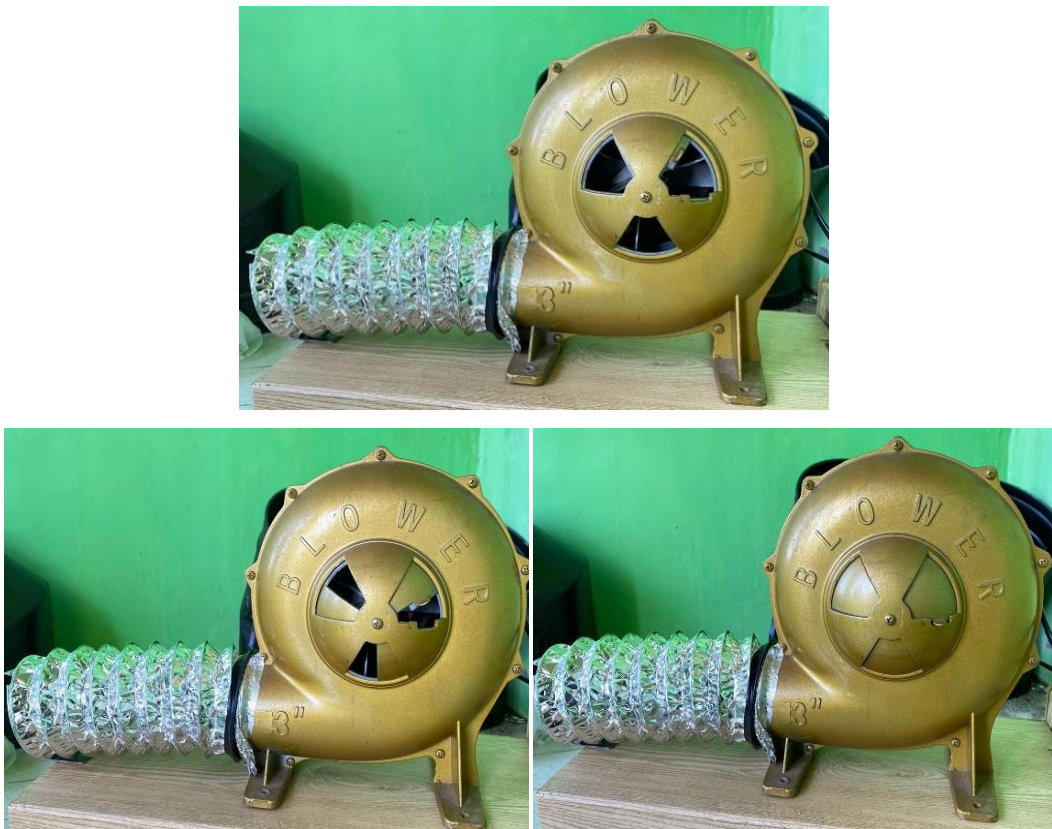
2.8 Pengaruh Variasi Kecepatan Udara

Pada umumnya, turbin ventilator akan bekerja optimal jika diaplikasikan di bagian atas sebuah Gedung dengan corong, tetapi setiap tempat atau area memiliki potensi kecepatan angin yang berbeda-beda.

Kecepatan angin atau udara dapat berpengaruh terhadap kecepatan putaran kubah turbin ventilator. Hal ini dapat berpengaruh terhadap perpindahan kalor yang dilakukan oleh turbin karena pada dasarnya panas berpindah dengan cara konveksi dan induksi, maka udara yang berpindah akan selalu mengikuti prinsip pergerakan panas dari ruangan panas ke dingin dan panas bergerak dari bawah ke atas.

2.9 Penjelasan Variabel yang Diteliti

Variabel dari penelitian ini adalah perbedaan ketiga kecepatan udara, Variasi kecepatan udara yang digunakan bersumber dari blower, seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.6 Tiga Variasi Kecepatan Blower

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Dapat dilihat dari tiga gambar diatas, perbedaan masing-masing blower terdapat pada bagian penutup inlet blower. dimana semakin terbuka penutup inlet blower, maka semakin cepat pula kecepatan udara yang dihembuskan. Diukur menggunakan anemometer, didapatkan hasil kecepatan udara pada Lorong angin untuk penutup inlet pada blower terbuka sebesar 3 m/s, kecepatan udara pada Lorong angin untuk penutup inlet pada blower terbuka setengah sebesar 2.5 m/s dan kecepatan udara dengan penutup inlet pada blower tertutup sebesar 1.4 m/s.

2.10 Perhitungan Massa Jenis Udara (ρ_1 & ρ_2)

“Pada gas di ruang tertutup, hasil kali dari volume dan tekanannya dibagi dengan temperatur mutlaknya adalah konstan” (Boyle Gay Lussac) dari pernyataan Gay Lussac tersebut ditetapkan persamaan Gay Lussac mengenai pemuaiian gas yaitu:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Karena $V = m/\rho$, maka persamaan diatas diubah menjadi:

$$\frac{p_1 m_1}{T_1} = \frac{p_2 m_2}{T_2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

P_1 = Tekanan absolut udara pada keadaan 1 (acuan)

T_1 = Temperatur udara pada keadaan 1 (acuan)

ρ_1 = Massa jenis udara pada keadaan 1 (acuan)

m_1 = Massa udara pada keadaan 1 (acuan)

P_2 = Tekanan absolut udara pada keadaan 1 (penelitian)

ρ_2 = Massa jenis udara pada keadaan 1 (Penelitian)

T_2 = Temperatur udara pada keadaan 1 (Penelitian)

m_2 = Massa udara pada keadaan 1 (Penelitian)

Keadaan 1 dan 2 berada pada tempat dan ketinggian yang sama sehingga $\rho_1 = \rho_2$ dan karena massa udara pada keadaan 1 dan 2 sama, maka $m_1 = m_2$ dari keadaan tersebut maka persamaan diatas diringkas lagi menjadi:

$$\rho_2 = \frac{T_1 \rho_1}{T_2} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.11 Kecepatan Aliran Udara Didalam Plenum (U_{plenum})

Untuk mendapatkan perhitungan dari kecepatan aliran udara di dalam plenum digunakan persamaan sebagai berikut:

$$U_{plenum} = \sqrt{\frac{2 \times \rho_{glyserin} \times g \times \Delta h \times \sin 15^\circ}{\rho_{udara}}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

- U_{plenum} = Kecepatan udara di dalam plenum (m/s)
- $\rho_{glyserin}$ = Massa jenis glyserin (kg/m^3)
- g = Gravitasi bumi (m/s^2)
- Δh = Selisih pembacaan pada skala manometer (mm)
- ρ_{udara} = Massa jenis udara (kg/m^3)

2.12 Koefisien Perbedaan Tekanan

Koefisien perbedaan tekanan merupakan pengaplikasian dari nilai tekanan yang dialirkan pada inlet dan outlet pipa cerobong turbin ventilator. Apabila perbedaan dari tekanan pada inlet dan outlet pipa corong turbin ventilator maka debit hisap yang dihasilkan akan semakin tinggi pada pipa corong turbin ventilator.

Untuk menentukan nilai tekanan statis pada pipa cerobong maka hal pertama yang harus dilakukan adalah menghitung nilai tekanan statis pada inlet dan outlet pipa cerobong turbin ventilator.

$$p_i = SG_{redoil} \times \rho_{air} \times g(h_2 - h_1)2 \times \sin \alpha \dots\dots\dots (2.5)$$

$$p_o = SG_{redoil} \times \rho_{air} \times g(h_2 - h_1)2 \times \sin \alpha \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

- SG_{redoil} = Nilai spesifik grafitasi dari red oil = 0,804
- ρ_{air} = Massa jenis air, kg/m^3
- g = Percepatan grafitasi. m/s^2
- h_1 = Nilai awal pada manometer, m
- h_2 = Nilai akhir pada manometer, m

α = Sudut kemiringan manometer

Dengan adanya persamaan diatas maka perbedaan tekanan statis antara inlet dan outlet pipa cerobong turbin ventilator adalah:

$$\Delta P = P_o - P_i \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

P_o = Tekanan statis pada outlet pipa cerobong, n/m^2

P_i = Tekanan statis pada inlet pipa cerobong, n/m^2

2.13 Debit Aliran Udara (Q)

Debit aliran fluida merupakan aliran fluida yang mengalir per satuan waktu. Untuk mengetahui nilai dari debit aliran fluida menggunakan persama berikut :

$$Q = U_{pleneum} \times A_c \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

Q = Debit aliran udara yang keluar melalui cerobong (m^3/s)

$U_{pleneum}$ = Kecepatan udara di dalam pleneum (m/s)

A_c = Luas penampang cerobong (m^3)

2.14 Aliran Massa Udara Yang Keluar Dari Cerobong (m)

Aliran massa udara yang keluar dari cerobong bisa dihitung dengan persamaan berikut :

$$m = \rho_2 \times U_{pleneum} \times A_c \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

m = Aliran massa udara yang keluar dari cerobong (kg/s)

ρ_2 = Massa jenis udara pada keadaan 2 (penelitian) (kg/m^3)

$U_{pleneum}$ = Kecepatan udara di dalam pleneum (m/s)

A_c = Luas penampang cerobong (m^3)