

**KAJI EKSPERIMENTAL SISTEM PENGKONDISIAN UDARA MENGGUNAKAN
PEMODELAN VENTILASI ALAMIAH UNTUK PENGKONDISIAN UDARA PADA
RUANGAN PERKANTORAN**

M.H. Perwira Silalahi ¹⁾, Soeparno Djiwo ²⁾, Wahyu Panji Asmoro ³⁾
Jurusan Teknik Mesin S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang

e-mail: perwirasilalahi@yahoo.co.id, soeparno_d@fti.itn.ac.id, panji_itn@yahoo.com

ABSTRAK

Kondisi udara dalam ruangan perlu untuk dijaga kesegarannya. Tingkat kesegaran udara di dalam ruangan dipengaruhi oleh temperatur udaranya akibat dari pembebanan ruangan. Ventilasi perlu menjadi pertimbangan untuk menjaga kondisi kesegaran udara dalam ruangan. Dengan adanya sistem ventilasi akan memudahkan pergerakan udara segar dari luar masuk ke dalam ruangan, sehingga terjadi pertukaran udara. Ventilasi alamiah didefinisikan sebagai kegiatan pemasukkan dan pengeluaran udara secara alamiah dalam ruangan melalui bukaan atau lubang udara. Pada prinsipnya pertukaran udara secara alamiah terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara di luar dan di dalam ruangan akibat faktor termal dan faktor angin. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental. Pengaruh pembebanan ruangan terhadap kondisi udara dalam ruangan diamati pada suatu model yang diuji pada wind tunnel. Perbandingan antara model dan prototipe adalah 1 : 10. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pembebanan ruangan berpengaruh pada kondisi temperatur udara di dalam ruangan yang dinyatakan dengan adanya perubahan kenaikan temperatur di dalam ruangan sehingga mempengaruhi besarnya jumlah udara yang disirkulasikan, kemampuan penyerapan kalor oleh udara dan koefisien ventilasi. Kondisi maksimum terjadi pada bebanan ruangan 8,588 watt dengan kecepatan udara 7 m/detik.

Kata kunci: Ventilasi alamiah, Beban ruangan, Penyerapan Panas, Koefisien Ventilasi.

ABSTRAC

Indoor air conditions need to be maintained freshness. Levels of air freshness indoor Influenced by air temperature resulting from the imposition of the room. Ventilation should be considered to maintain the freshness of indoor air condition. With the ventilation system will facilitate the movement of fresh air from outside into the room, resulting in air exchange. Natural ventilation is defined as the activity intake and expenditure indoor air naturally through openings or air holes. In principle, the natural air exchange occurs because of differences in air pressure outside and inside the room due to thermal factors and the wind factor. The research method used was experimental research methods. The Influence of loading space to indoor air conditions were observed by using a model that was tested in wind tunnel. Comparison between model and prototype is 1: 10. The results showed that the load Influence on the condition of the room air temperature in the room expressed by the change in indoor temperature increase thus affecting the amount of air circulated, the ability of heat absorption by air and ventilation coefficient. Maximum load condition room occurs in 8.588 Watt with the air velocity 7 m / sec.

Key words: Natural Ventilation, Load, Heat Absorption, Ventilation Coefficient.

PENDAHULUAN

Udara merupakan elemen yang sangat penting bagi kehidupan manusia, tanpa udara manusia tidak dapat bertahan hidup karena manusia butuh bernafas. Sekali bernafas, manusia memerlukan menghirup kemudian menghembuskan 0,5 liter udara. Umumnya manusia bernafas 20 kali setiap menit, ini berarti udara yang dibutuhkan sebanyak 10 liter setiap menitnya. Pada saat manusia bernafas ada udara segar yang masuk dan ada udara yang dikeluarkan dari paru-paru. Komposisi gas-gas yang ada dalam udara segar yang dihirup saat bernafas terdiri dari 79,01% Nitrogen, 20,95% Oksigen dan 0,04% Karbondioksida. Sedangkan pada saat manusia menghembuskan udara keluar, udara yang dihembuskan tersebut memiliki komposisi 74,6% Nitrogen, 16,4% Oksigen dan 4,0% Karbondioksida (Marieb, 2000: 853).

Di sisi lain beberapa orang menghabiskan sebagian besar waktunya di dalam ruangan, baik itu di dalam ruangan kantor ataupun rumah. Adanya sistem ventilasi pada ruangan akan memudahkan pergerakan udara, dari luar ruangan masuk ke dalam ruangan, sehingga ada pergantian udara. Besarnya aktivitas dan jumlah penghuni akan mempengaruhi temperature pada ruangan tersebut. Kurangnya ventilasi akan menyebabkan kurangnya oksigen di dalam ruangan. Sistem sirkulasi udara yang banyak digunakan oleh masyarakat adalah ventilasi alami. Dengan ventilasi alami, keluar masuknya udara berjalan

secara alamiah tanpa menggunakan bantuan alat mekanis, sehingga beban temperature sangat mempengaruhi kondisi udara dalam ruangan tersebut.

Sistem ventilasi alami tersebut harus mampu mengkondisikan parameter udara dalam ruangan, sementara kondisi udara luar sangat mempengaruhi hasil sistem pengkondisian yang dimaksudkan. Parameter di dalam ruangan yang mempengaruhi desain sistem adalah jumlah dan kelakuan penghuni yang mempengaruhi panas dan penguapan pada ruangan, luas lantai, volume ruangan dan lubang laluan ventilasi. Parameter udara dalam ruangan yang diperhatikan adalah distribusi suhu, kelembaban dan kecepatan udara. Pembebanan ruangan atau distribusi suhu yang dipilih berhubungan erat dengan jumlah peningkatan temoeratur di dalam ruangan. Sedangkan parameter udara luar yang mempengaruhi sistem adalah kelembaban, arah dan kecepatan.

Pengkondisian kelembaban udara adalah sangat sulit dilakukan untuk sistem sirkulasi alamiah, sehingga pada sistem sirkulasi alamiah parameter yang diperhatikan adalah distribusi aliran dan kecepatan udara dalam ruangan. Pada akhirnya jumlah udara yang disirkulasikan apakah memenuhi kebutuhan minimal dalam mengatasi bangkitan kalor dan keperluan pernafasan bagi penghuni.

Pada penelitian ini, udara di dalam suatu ruangan dikondisikan dengan mengatur kecepatan udara yang melewati ventilasi. Alat yang digunakan adalah *wind tunnel* yang pada lorongnya

diberi sekat dengan sudut tertentu, dan suatu ruangan yang dimodelkan dengan skala 1 : 10, yang didalamnya terdapat beberapa lampu yang divariasikan untuk membangkitkan kalor di dalam ruangan pemodelan. Fungsi dari sekat adalah untuk mengatur arah aliran udara yang melewati ventilasi. Kemudian udara dialirkan melewati saluran *wind tunnel* sehingga sebagian akan masuk melalui lubang ventilasi dan bersirkulasi di dalam ruangan.

Ventilasi udara didefinisikan sebagai bukaan atau lubang udara dimana terjadi pemasukkan dan pengeluaran udara dalam ruangan. Ventilasi dibutuhkan untuk menurunkan konsentrasi kontaminan dalam udara dengan memasukkan udara segar dan mengeluarkan udara terkontaminan. Ventilasi juga memberikan penyegaran udara pada suhu dan kelembaban tertentu untuk kenyamanan.

Ada dua cara membangun sistem ventilasi, yaitu dengan ventilasi alamiah melalui bukaan seperti jendela, atau dengan ventilasi mekanis yang menggunakan alat mekanik untuk mengontrol jumlah udara yang mengalir masuk dan keluar ruangan.

1. Ventilasi Alamiah

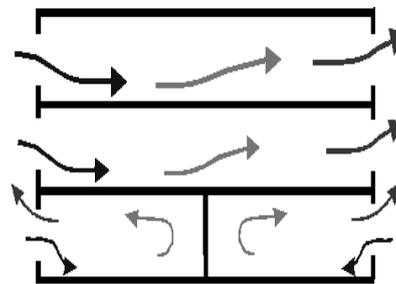
Pada ventilasi alamiah pemasukkan dan pengeluaran udara dalam ruangan terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara luar dan dalam.

a. Ventilasi Horizontal

Aliran udara terjadi bila terdapat perbedaan suhu udara luar dan dalam ruangan, atau antar ruang dalam

bangunan. Ada dua macam penempatan lubang ventilasi untuk pengarah aliran udara dari lubang masuk ke lubang keluar, yaitu:

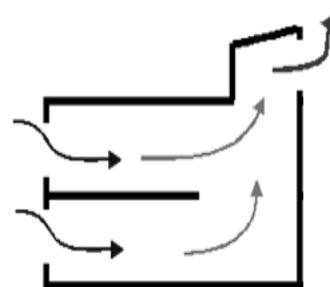
- Ventilasi silang (*cross ventilation*) yaitu lubang ventilasi terdapat pada dua sisi ruangan.
- Ventilasi satu sisi (*single sided ventilation*) yaitu lubang ventilasi hanya pada satu sisi ruangan.



Gambar 1. Ventilasi silang dan ventilasi satu sisi

b. Ventilasi vertikal

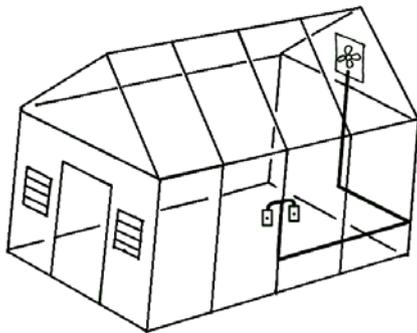
Aliran udara terjadi karena perbedaan berat jenis lapisan-lapisan udara luar dan dalam bangunan. Udara dengan berat jenis rendah mengalir ke atas, sedang udara dingin dengan berat jenis tinggi mengalir ke bawah (efek cerobong).



Gambar 2. Ventilasi vertikal

2. Ventilasi Mekanis

Pada ventilasi mekanis pergantian udara terjadi dengan bantuan alat mekanik seperti kipas angin (*fan*) dan penyedot udara (*blower*). Cara ini digunakan apabila cara alamiah tidak mencukupi, misalnya karena ukuran ruangan yang luas.



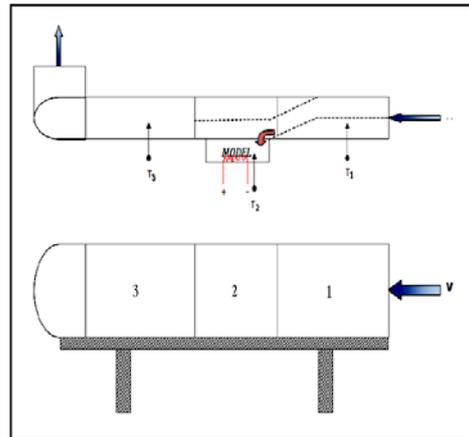
Gambar 3. Ventilasi mekanis

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental, dimana data diambil dari hasil pengamatan dilapangan. Ada tiga buah variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu variabel bebasnya adalah pembebanan ruangan dengan variasi beban 3,164 Watt, 5,65 Watt, 8,588 Watt, variabel terikat yang diamati adalah jumlah udara yang disirkulasikan, besar energi yang diserap udara dan koefisien ventilasi, variabel terkontrol penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah arah aliran udara dengan sudut 15° dan kecepatan udara, yaitu 7 m/s, 6 m/s, 5 m/s, 4 m/s, 3 m/s.

Instalasi Penelitian

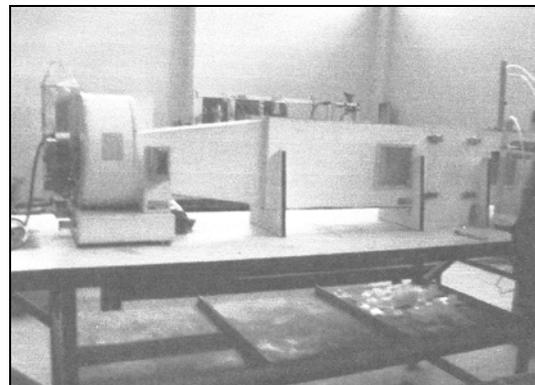
Susunan alat dalam penelitian ini adalah seperti pada gambar berikut:



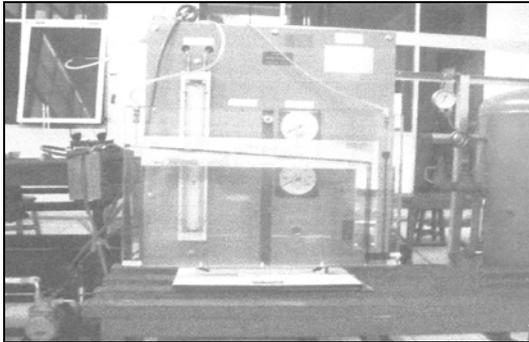
Gambar 4. Instalasi penelitian

Keterangan gambar:

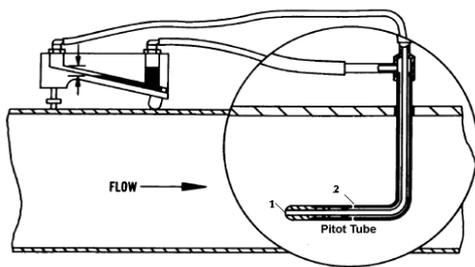
- 1 = saluran udara masuk model uji
- 2 = model uji
- 3 = saluran udara keluar model uji
- 4 = blower
- T_1 = temperatur udara sebelum masuk model uji
- T_2 = temperatur udara dalam model uji
- T_3 = temperatur udara keluar model uji



Gambar 5. Wind Tunnel



Gambar 6. *Inclined Manometer*



Gambar 7. Pipa pitot

Metode Pengambilan Data

Urutan pelaksanaan dalam pengambilan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

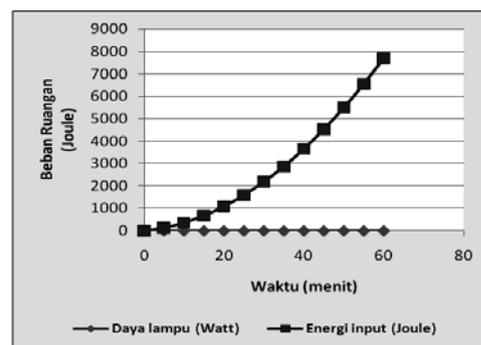
1. Mempersiapkan semua peralatan yang diperlukan dan disusun sesuai dengan gambar instalasi yang direncanakan.
2. Lampu dinyalakan tanpa adanya aliran udara, catat kondisi awal dalam ruangan/model, waktu penyalaan hingga terdapat perbedaan suhu ruangan.
3. Blower dihidupkan hingga terdapat aliran udara dalam *wind tunnel*, kemudian catat semua kondisi, lama pengamatan sama dengan waktu untuk pengamatan tanpa adanya aliran udara.
4. Ulangi untuk pembebanan dan kecepatan aliran yang lain.

PEMBAHASAN

Tabel 1. Data hasil pengujian pada pembebanan 8,588 Watt dan kecepatan 7 m/s.

No	t (menit)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)
1	0	26.5	28	27
2	5	26.5	28.5	27
3	10	26.5	28.5	27
4	15	27	28.5	27
5	20	27	28.5	27.5
6	25	27	28.5	27.75
7	30	27	28.5	27.75
8	35	27	28.5	27.75
9	40	27	28.5	27.75
10	45	27	29.5	28
11	50	27	29.5	28
12	55	27	29.5	28
13	60	27	29.5	28

Hubungan antara waktu terhadap beban ruangan.

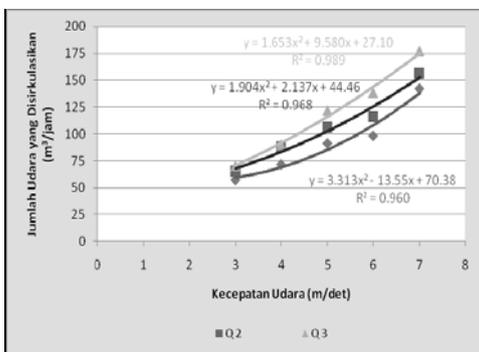


Gambar 8. Grafik Hubungan antara waktu dan beban ruangan.

Hubungan antara waktu terhadap pembebanan ruangan menunjukkan bahwa besarnya pembebanan merupakan

grafik kenaikan dari jumlah panas yang diserap udara di dalam ruangan pada kurun waktu satu jam. Jumlah panas yang diterima ruangan bertambah dengan kenaikan waktu pembebanan. Hal tersebut dikarenakan panas yang diterima ruangan merupakan perkalian dari daya pemanasan dan waktu.

Hubungan kecepatan udara terhadap jumlah udara yang disirkulasikan.

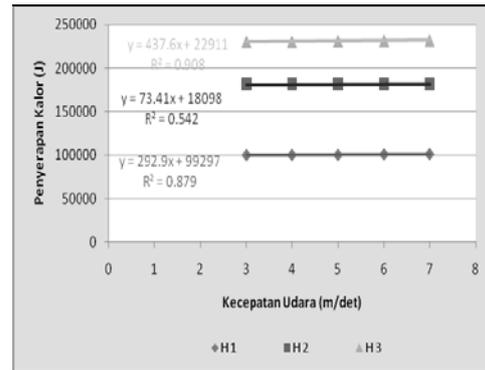


Gambar 9. Grafik Hubungan antara Kecepatan udara terhadap Jumlah Udara yang Disirkulasikan.

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa jumlah udara yang disirkulasikan menunjukkan besarnya kebutuhan sirkulasi udara dalam ruangan berubah dengan adanya perubahan pembebanan ruangan, hal ini disebabkan oleh semakin besar pembebanan ruangan semakin besar pula jumlah kebutuhan udara yang digunakan untuk sirkulasik didalam ruangan. Karena dengan meningkatnya beban ruangan maka temperatur dalam ruangan juga mengalami peningkatan, sehingga jumlah udara yang disirkulasikan juga mengalami peningkatan seiring dengan

meningkatnya kecepatan aliran udaranya akibat adanya perbedaan temperatur diluar dan didalam ruangan.

Hubungan kecepatan udara terhadap penyerapan Kalor



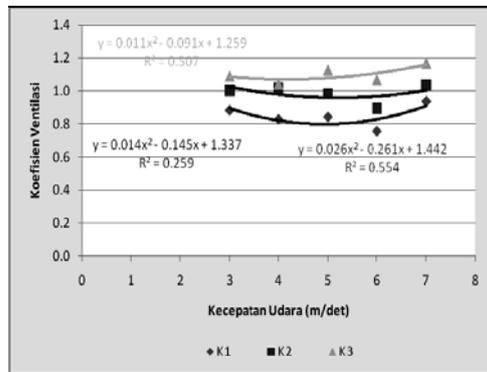
Gambar 10. Grafik Hubungan antara kecepatan udara terhadap penyerapan kalor.

Grafik Hubungan antara kecepatan udara terhadap penyerapan kalor diatas menjelaskan bahwa jumlah kalor yang diserap udara meningkat dengan adanya peningkatan kecepatan aliran udara. Hal ini dikarenakan kenaikan jumlah udara yang disirkulasikan sebagai pembawa kalor dari beban panas didalam ruangan meningkat dengan adanya peningkatan kecepatan aliran udara sebagai akibat dari meningkatnya beban didalam ruangan.

Hubungan kecepatan udara terhadap koefisien ventilasi

Hubungan kecepatan udara terhadap koefisien ventilasi dapat dinyatakan bahwa perubahan beban ruangan yang ditunjukkan dengan peningkatn

temperatur didalam ruangan mempengaruhi besarnya penyerapan panas yang terjadi didalam ruangan



Gambar 11. Grafik Hubungan antara kecepatan udara terhadap koefisien ventilasi.

. Proses meningkatnya penyerapan panas tersebut berpengaruh terhadap jumlah udara yang disirkulasikan dan kecepatan udaranya, sehingga kedua parameter tersebut mempengaruhi nilai koefisien ventilasi. Koefisien ventilasi merupakan faktor koreksi dalam menentukan jumlah udara yang dikeluarkan dari dalam ruangan per jam bila dihitung dengan mengkalikan ketiga parameter, yaitu, luas lubang laluan ventilasi udara, kecepatan udara dalam lorong *wind tunnel* dan waktu lamanya sirkulasi. Sedangkan jumlah udara yang disirkulasikan per jam merupakan jumlah udara yang dikeluarkan dari dalam ruangan dikarenakan adanya udara baru atau udara segar yang masuk ruangan sehingga juga dapat dihitung dengan rumus luasan lubang ventilasi kali kecepatan udara melalui penampang luasan ventilasi kali waktu selama satu

jam. Jadi koefisien ventilasi sebenarnya adalah merupakan perbandingan kecepatan aliran udara melalui lubang ventilasi terhadap kecepatan aliran udara dalam lorong.

KESIMPULAN

Dari pembahasan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kondisi temperatur udara di dalam ruangan dipengaruhi oleh besarnya beban yang timbul didalam ruangan, hal ini dinyatakan dengan adanya perubahan kenaikan temperatur di dalam ruangan, sehingga mempengaruhi besarnya jumlah udara yang disirkulasikan, kemampuan penyerapan kalor oleh udara dan koefisien ventilasi, sehingga mempengaruhi besarnya luasan ventilasi dan kecepatan aliran udara yang dibutuhkan untuk mengalirkan udara baru agar terjadi pergantian udara yang diperlukan untuk meningkatkan kesegaran udara didalam ruangan. Semakin rendah luas penampang dari ventilasi maka semakin besar kecepatan yang diperlukan untuk mengalirkan udara agar terjadi keseimbangan udara didalam ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

1. ASHRAE Standard, 2003., *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality; American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers*, GA, Atlanta.
2. Marieb, Elaine N, 2004., *Human Anatomy and Physiology*, Sixth

- Edition, Dorling Kindersley Publishing Inc, Delhi.
3. Moerdjoko, 2004., *Kaitan Sistem Ventilasi Bangunan dengan Keberadaan Mikroorganisme Udara.*
 4. Munir, Abdul, 2004., *Optimasi Sistem Ventilasi Alami Satu Sisi melalui Desain dan Konfigurasi Tipe Jendela.*
 5. Norback, D. dan K. Nordstrom, 2008., *An Experimental Study on Effects of Increased Ventilation Flow on Students Perception of Indoor Environment in Computer Classrooms*, Indoor Air, Vol. 18 Issue 4, p293-300.
 6. Schultz, Carl C, 2009., *Natural Ventilation Basics*, BNP Media.
 7. SNI 03-6572-2001, 2001., *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung.*
 8. Stoecker, W.F. dan J.W. Jones, 1994., *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, Alih bahasa: Ir. Supratman Hara, Edisi kedua, cetakan kelima, Erlangga, Jakarta.
 9. Utami, Endah TC., *Hubungan antara Kualitas Udara pada Ruangan ber-AC Sentral dan Sick Building Syndrome di Kantor Telkom Divre IV Jateng-DIY.*
 10. Venolia, C. dan Kelly L, *Forget AC! Cool Your Home Naturally*, Ogden Publishing.
 11. www.arch.hku.hk/teaching/lectures/airvent/sect03.htm
 12. www.engineeringtoolbox.com/metabolic-heat-persons-d_706.html
 13. www.h4nnyw4tt1m3n4.multiply.com/journal/item/3/SICK_BUILDING_SYNDROME_SBS