

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis yang dilakukan terhadap Model *Student Center* UAJY dengan variasi komposisi kipas 2230 RPM, 2350 RPM, dan 2750 RPM pada kombinasi I dan kombinasi II dapat ditarik kesimpulan:

1. Ketiga kipas yang diuji pada model studi memiliki karakter yang berbeda – beda, pada fungsi kipas sebagai *supply* udara kecepatan aliran udara bervariasi pada tiap kecepatan kipas. Pengamatan hasil simulasi yang dilakukan pada jarak 10 meter dari ujung saluran kipas (ditengah lapangan) menunjukkan adanya variasi kecepatan aliran antara kombinasi I dan kombinasi II. Pengujian dengan menggunakan kombinasi I menghasilkan kecepatan *supply* sebesar 0,7 m/s untuk kecepatan kipas 2230 RPM , 0,8 m/s untuk kecepatan kipas 2350 RPM, serta kecepatan 0,9 m/s untuk kipas 2750 RPM. Hasil Pengujian untuk kombinasi II diperoleh kecepatan aliran *supply* maksimum sebesar 2,1 m/s, besarnya kecepatan aliran dengan kombinasi II ini sama besar untuk *exhaust fan* dengan kecepatan 2230 RPM , 2350 RPM dan 2750 RPM. Sebagai fungsi mengalirkan udara panas di area lapangan kombinasi II dengan kecepatan kipas *supply* 2750 RPM dan kipas *exhaust* 2750 RPM cukup mampu untuk menggerakkan udara panas di dalam ruang, dimana kecepatan aliran yang dihasilkan di area lapangan berkisar 2,1 m/s.

Sebagai fungsi ruang olahraga penerapan sistem *fan array* dengan kipas berkecepatan 2750 RPM dan saluran udara berukuran 30 cm x 30 cm dapat diterapkan di area lapangan *Student Center* UAJY.

Ventilasi mekanik dengan sistem *fan array* ini juga cukup mampu untuk menghasilkan pertukaran udara sebesar 9,767 ACH untuk kipas *supply* berkecepatan 2750 RPM.

2. Hasil penelitian menunjukkan sistem ventilasi dengan *fan array* ini cukup mampu untuk menggerakkan udara panas pada area lapangan. Distribusi suhu pada ruang berbanding lurus dengan kecepatan aliran udara yang dihasilkan kipas *supply*. Hasil pengamatan distribusi suhu udara kombinasi II dengan penggunaan kipas *supply* berkecepatan 2750 RPM dan kipas *exhaust* berkecepatan 2750 RPM terlihat adanya pergerakan suhu udara dari mulut kipas *supply* menuju saluran *exhaust* akibat kecepatan aliran udara sebesar 2,1 m/s. Besarnya distribusi suhu udara ini pada mulut saluran *supply* sebesar 30,25°C dan besarnya suhu udara pada mulut kipas *exhaust* sebesar 31,67°C.
3. Pengujian terhadap model bangunan *Student Center* dengan kecepatan aliran udara akibat kipas 2750 RPM cukup mampu menggerakkan udara di area lapangan. Besarnya kecepatan aliran udara di tengah lapangan berkisar 0,3-1,5 m/s, namun pada area penonton kipas *supply* dapat mempengaruhi distribusi suhu udara di area penonton. Penyebaran suhu udara yang tidak merata pada area penonton dipengaruhi oleh arah datangnya aliran udara akibat kipas *supply*.

6.2.Saran

Saran penulis untuk penelitian ini adalah

- Agar dilakukan penelitian terhadap variasi sudut datang untuk saluran *supply* dan variasi perbandingan antara luasan saluran *supply* dan saluran *exhaust*, agar dapat diketahui kecepatan aliran udara yang maksimum.
- Perlu dilakukan simulasi numerik CFD lebih lanjut, untuk kipas dibuat simulasi yang dapat bergerak agar dapat diperoleh kecepatan kipas yang maksimum
- Perlu dilakukannya pengujian fisik untuk memperoleh gambaran kecepatan kipas pada saluran sehingga diperoleh hasil perbandingan dengan metode simulasi komputer.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arief, L. M. (2014, November 28). Tahapan Perancangan Sistem Ventilasi Lokal. p. 14.
2. Ayman, E. (2000). Climatic design for low cost housing in Egypt Case of the Youth Housing Project in El-Obour City. *AEE Architecture, Energy* .
3. Burdick, A. (2011). *Advanced Strategy Guideline: Air Distribution Basics and Duct Design*. United State: IBACOS, Inc.
4. Cheng, M., R.Hwang dan T.Lin. (2008). Field Experiments on Thermal Comfort Requirements for Campus Dormitories in Taiwan. *AGE, Indoor built environment* , 191-202.
5. Fairey, P. (2014). Vent Right and Then? Mechanical Ventilation, Dehumidification and Energy Use in Humid Climates. *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings* .
6. Fanger. (1972). *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering*. New York.: McGraw-Hill.
7. Frick dan Heinz. (2008). *Ilmu Fisika*. Yogyakarta: Kanisius.
8. Givoni. (1976). *Man Climate and Architecture*. London: Applied Science Publishers Ltd.
9. Ho, C.J. dan C.C.Lin. (2006). Experiments on Natural Convection Heat Transfer of a Nanofluid in a Square Enclosure. *Proceedings of The 13th International Heat Transfer Conference* .
10. Lee, S.C. dan M.Chang. (2000). Indoor and Outdoor Air Quality Investigation at Schools in Hong Kong. *PERGAMON Journal* , .
11. Lippmeier. (1994). *Bangunan Tropis. Edisi ke-2*. Jakarta: Erlangga.
12. Marzuki, A. (2012). Audit Energi pada Bangunan Gedung Direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero. *Vokasi* , 186.
13. Moore, F. (1993). *Environmental Control Systems*. McGraw-Hill Inc.

14. Novita, E. (2007). Adaptasi Fisiologis Terhadap Latihan Di Suhu Lingkungan Panas Dan Dingin. *Poperti UNY*.
15. Prianto, E. a. (2001). A Case Study of Traditional Dwelling in Urban Living Quarter in Tropical Humid Region. *CERMA Laboratory Ecole d'Architecture de Nantes Rue Massenet*, 19.
16. Puspitasari. (2013). *Analisa Supply Aliran Udara Terhadap Variabel Suhu, Tekanan Dan Kecepatan Udara Pada Kamar Mesin Kapal Tanker 6500 Dwt Menggunakan Computational Fluid Dynamics*. Surabaya: ITS.
17. Sangkertadi. (2006). 1999. *Dimensi Teknik Arsitektur Vol. 27*, , 60.
18. Satwiko, P. (2004). *Fisika Bangunan I*. Yogyakarta: Andi.
19. Snyder, J. C. (1989). *Introduction to Architecture*. Jakarta: Erlangga.
20. Szokolay. (1980). *Manual of Tropical Housing and Building*.
21. Talarosha, B. (2005). Menciptakan Kenyamanan Thermal. *Jurnal Sistem Teknik Industri Volume 6* , 150.
22. Utomo, B. (2007). Sistem ventilasi Dalam Kapal. *TEKNIK – Vol. 28 No. 1* , 81.
23. Widiyananto, E. (2014, Agustus 4). Tinjauan Fisika Bangunan Penyebab Perasaan Gerah Manusia Pada Sebuah Ruang. p. 6.

LAMPIRAN

1. Perhitungan Kapasitas Saluran Udara

Kapasitas (Q) suatu pipa saluran udara menunjukkan banyaknya udara yang mengalir melalui pipa tersebut selama tiap satuan waktu. Kapasitas tersebut tergantung dari luas bidang penampang pipa tersebut dengan kecepatan udara mengalir melaluinya, untuk menghitung kapasitas saluran udara digunakan rumus :

$$Q = A \times V$$

Keterangan :

Q = kapasitas pipa saluran udara dinyatakan dalam satuan volume (m³) untuk tiap detik atau jam

A = luas bidang penampang saluran udara dalam satuan m².

V = kecepatan aliran udara melalui pipa saluran udara dalam satuan m per detik.

A. Kapasitas supply udara

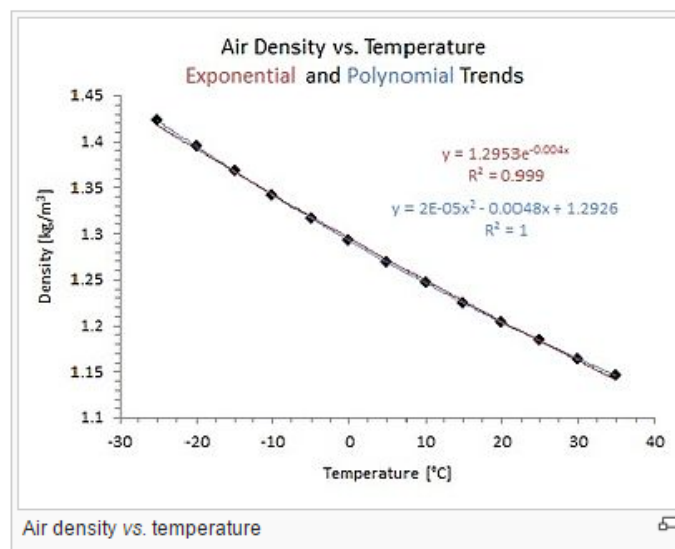
Pada saluran *supply* udara yang di masukkan kedalam ruangan mempergunakan kipas, maka akan terjadi desakan pada saluran udara. Proses ini mengakibatkan terjadinya perbedaan kepadatan udara di dalam saluran (γ_i) dan kepadatan udara diluar bangunan.

Perbedaan kepadatan udara ini akan mempengaruhi kecepatan. Dari rumusan dasar mengenai kapasitas pipa saluran tersebut maka rumusan kecepatan aliran pada saluran menjadi

$$Q = A \times V \times Y_o/Y_i$$

Tabel kepadatan udara untuk berbagai tingkatan temperatur
Sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/Density_of_air (2 januari 2015)

T (°C)	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35
ρ (kg/m ³)	1,42	1,39	1,36	1,34	1,31	1,29	1,26	1,24	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14
3)	3	5	8	2	6	3	9	7	5	4	4	4	6



Grafik kepadatan udara untuk berbagai tingkatan temperatur
Sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/Density_of_air (2 januari 2015)

Dari pengamatan hasil simulasi ditemukan kecepatan aliran udara pada saluran ventilasi, besarnya nilai kecepatan dapat dilihat pada tabel berikut:

No.	Kecepatan Kipas (RPM)	V m/s
1	2230	10,5
2	2350	12,5
3	2750	15,5

Berikut contoh Perhitungan untuk kecepatan kipas 2750 RPM

- Luas penampang saluran = $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 900 \text{ cm} = 0,09 \text{ m}^2$
- Kecepatan aliran udara dalam kipas 2750 RPM = 15,5 m/s
- Kepadatan udara dalam saluran pada suhu $30,85^\circ\text{C} = 1,152 \text{ kg/m}^3$
- Kepadatan udara dalam ruang pada suhu $30^\circ\text{C} = 1,164 \text{ kg/m}^3$ tabel 1
- Volume model studi = $702,21 \text{ m}^3$

Dari nilai tersebut diatas maka kapasitas aliran udara yang berada dalam saluran menjadi:

$$\begin{aligned} \Rightarrow Q &= A \times V \times Y_o/Y_i \\ \Rightarrow Q &= 0,09 \text{ m}^2 \times 15,5 \text{ m/s} \times 1,152/1,164 \\ \Rightarrow Q &= 1,38 \text{ m}^3 / \text{s} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan debit aliran udara maka diperoleh nilai pertukaran udara (ACH) per jam adalah sebagai berikut:

$$\text{ACH} = (Q/V) \times 3600$$

$$\text{ACH} = (1,38 / 702,21) \times 3600$$

$$= 9,767 \text{ ACH}$$

Hasil perhitungan untuk kecepatan kipas 2230 RPM, 2350 RPM, dan 2750 RPM dapat dilihat pada tabel berikut.

No.	Kecepatan Kipas (RPM)	Q m ³ /s	ACH
1	2230	0,94	4,795
2	2350	1,11	5,708
3	2750	1,38	9,767

2. Perhitungan Kehilangan Tekanan

Untuk menghitung besarnya nilai kehilangan tekanan pada saluran digunakan persamaan (3), persamaan tersebut adalah:

$$H_f = a \frac{V^b}{Q^c}$$

dimana,

H_f = Kehilangan tekanan akibat gesekan (dalam WC)

V = Kecepatan aliran dalam *duct* (fpm)

Q = Debit udara (cfm) (lihat lampiran 1)

a, b, c = *constant* (untuk saluran aluminium tabel 2.1)

$a = 0,0425$, $b = 0,465$, $c = 0,602$

Contoh perhitungan untuk kehilangan tekanan pada saluran akibat kecepatan kipas 2230 RPM

Dari perhitungan kapasitas aliran udara pada lampiran 2, diperoleh hasil debit aliran udara dan kecepatan udara, nilai untuk kecepatan aliran udara dan debit aliran dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Kecepatan Kipas (RPM)	V (m /s)	V (fpm)	Q (m ³ /s)	Q (cfm)
2230	10,5	2066,93	0.94	1991,75
2350	12,5	2460,63	1.11	2351,96
2750	15,5	3051,18	1.38	2924,05

Kehilangan tenaga pada saluran dengan kecepatan kipas 2230 RPM adalah sebagai berikut

$$H_f = a \frac{v^b}{Q^c} = 0,0425 \frac{2066,93^{0,465}}{1991,75^{0,602}} =$$

$$0,0425 \frac{34,8}{96,85} = 0,0152 \text{ in WC} = 0.00055 \text{ Psi}$$