

Simulasi Kecepatan Angin dengan CFD Untuk Mengetahui Tingkat Kenyamanan Thermal Masjid Narotama

Natalia Damastuti¹, Ronny Durrotun Nasihien²

Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Narotama¹, Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Narotama²

¹natalia.damastuti@narotama.ac.id, ²ronny.durrotun@narotama.ac.id

Abstrak

Kenyamanan ruangan ditentukan oleh beberapa aspek diantaranya adalah kecepatan angin. Bangunan masjid Universitas Narotama menggunakan ventilasi alami dimana suhu udara dapat panas disiang hari dan dingin dimalam hari atau angin dapat mengalir dengan kencang. kondisi demikian akan menyebabkan setiap penghuninya merasa tidak nyaman. Suatu simulasi dengan menggunakan *Computational Fluid Dynamics (CFD)* membantu mendapatkan profil aliran fluida yang ditinjau dari aspek kecepatan angin yang melalui lantai 2 dan lantai 3. Pengukuran dilakukan pada pagi dan siang hari, sebanyak 121 titik pengukuran pada lantai 2 dan 66 titik pengukuran pada lantai 3. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kecepatan angin yang melalui lantai 2 dan lantai 3 masih belum memenuhi standar kenyamanan maupun kesehatan ruangan, hal ini terbukti dengan adanya turbulensi di wilayah tengah bangunan akibat desain bukaan angin yang terlalu lebar.

Kata kunci : Angin, Simulasi, CFD (*Computational Fluid Dynamics*), Masjid

Abstract

Comfort room is determined by several aspects including wind-flow. Narotama University mosque uses natural ventilation where the air temperature can be hot during the day and cold at night or the wind can flow fast. such conditions will cause every one to feel uncomfortable. A simulation using *Computational Fluid Dynamics (CFD)* helps to obtain a fluid flow profile in terms of wind velocity through the 2nd and 3rd floor. Measurements of wind-flows of space performed in the morning and afternoon, as many as 121 measuring points on the 2nd and 66th floor measuring points on the floor 3. Simulation results show that the wind-flow through the 2nd and 3rd floor still within the comfort limit and health of the room, this is evidenced by the turbulence in the middle of the building due to the design of the wind aperture is too wide.

Keywords: wind-flows, Simulation, CFD (*Computational Fluid Dynamics*), the Mosque

1. Pendahuluan

Angin merupakan udara yang bergerak. Udara dapat bergerak karena adanya perbedaan tekanan dan perbedaan suhu (P. Satwiko, 2008). Udara luar yang sehat, bebas dari bau, debu dan polusi merupakan syarat awal dalam mendapatkan kenyamanan ruangan dari sebuah hunian. Udara yang kotor harus diganti dengan udara bersih, oleh karena itu diperlukan sebuah ventilasi agar udara tetap sehat dan terasa nyaman (Eliseo Bustamante, et al, 2015). Terdapat beberapa aspek dalam tahapan mendesain bangunan baru diantaranya adalah peninjauan terhadap pengaruh kecepatan angin dan bahaya angin yang akan ditimbulkan (Wendy Janssen, 2013). Ventilasi akan mempengaruhi pola pergerakan angin. Terdapat dua jenis ventilasi untuk pergerakan udara yaitu ventilasi alami dan ventilasi buatan. Ventilasi alami tidak melibatkan mesin pengkondisian udara sedangkan ventilasi buatan melibatkan suatu mesin untuk mengkondisikan

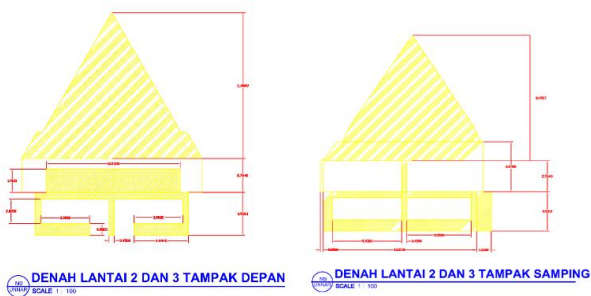
temperature dan kelembaban didalam ruangan. Infiltrasi udara dengan menggunakan ventilasi alami dapat digunakan untuk meningkatkan kenyamanan thermal pada ruang-ruang dalam bangunan (Eliseo Bustamante, et al, 2015) (M. Webb, 2013). Keefektifan ventilasi dalam suatu sistem tata udara dipengaruhi oleh beberapa variable, diantaranya adalah suhu, dan pergantian udara perjam (ACH), semakin besar potensi kekotoran udara disuatu ruangan, semakin tinggi nilai ACH (N. H. Al-Khalidy, 2011). Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. 261 tahun 1998 tentang persyaratan kesehatan lingkungan kecepatan angin yang dikehendaki berkisar antara 0.15 – 0.25 m/s (M. Kesehatan, 1998).

Universitas Narotama memiliki sebuah bangunan masjid yang terletak ditengah-tengah lokasi gedung perkuliahan. Bangunan masjid dengan 3 lantai tersebut didesain dengan menggunakan sistem tata udara alami dengan bukaan lebar disekeliling bangunan. Dengan design tersebut terkadang angin

yang masuk ke dalam bangunan masjid cukup kencang dan suhu udara juga akan mengikuti paparan sinar matahari secara langsung. Dinamika fluida komputasional, biasanya disingkat CFD, adalah cabang mekanika fluida yang menggunakan metode numerik dan algoritma untuk memecahkan dan menganalisa masalah yang melibatkan aliran fluida (Khalid Setia, et al, 2014) (Wendy Janssen, et al, 2013). Dengan menggunakan CFD akan memberikan potensi aliran udara yang terjadi di sebuah bangunan. Dalam penelitian ini CFD digunakan untuk mendapatkan profil kecepatan angin dari bangunan masjid narotama sehingga dapat diketahui nilai dari kenyamanan bangunan.

2. Metode Penelitian

Penelitian kuantitatif dilakukan untuk mendapatkan nilai kecepatan angin di dalam ruang masjid. Parameter yang digunakan adalah kecepatan angin yang didapat dari suatu pengukuran fisis. Kecepatan udara dan temperatur merupakan aspek dari kenyamanan thermal (M. Webb, 2013). Simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan perangkat lunak Fluent ditujukan untuk mendapatkan profil kecepatan angin pada bangunan. Pengukuran dalam penelitian ini dilakukan di lantai 2 dan lantai 3 dengan periode waktu yang berbeda dan mengabaikan faktor bangunan dan vegetasi disekitarnya. Pengukuran geometri dilakukan untuk mendapatkan desain dalam bentuk 3 dimensi seperti tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Denah Bangunan Masjid

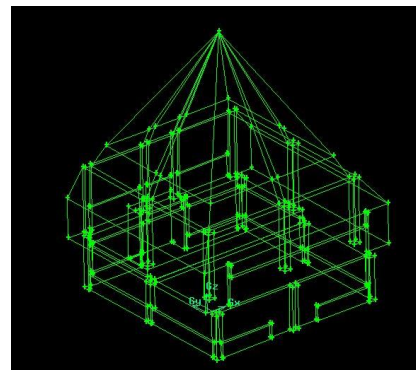
Pengukuran fisis pada lantai 2 dibagi menjadi 121 kotak pengukuran dengan panjang 1,005 m dan lebar 1,0436 m dan lantai 3 dibagi menjadi 66 kotak pengukuran dengan panjang persegi 1,36 m dan lebar persegi 1,19 m. Nilai pengukuran kecepatan angin ditujukan sebagai kondisi batas pada saat simulasi menggunakan perangkat lunak. Simulasi CFD dilakukan dengan menggunakan desain *steady* dengan beberapa tahapan.

• Pre-Processing

Pembuatan geometri dilakukan dengan menggunakan *software* Gambit yang selanjutnya dipindahkan ke dalam ANSYS untuk dilakukan proses *meshing* dengan membagi geometri ke dalam bagian-bagian elemen kecil kontrol volume seperti dalam gambar 2. Pada tiap-tiap elemen ini nantinya akan dilakukan perhitungan. Hasil *meshing* dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Hasil *Meshing*

Nodes	177625
Elements	937567
Maximum Skewness	0.94



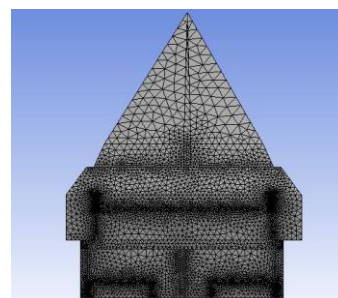
Gambar 2. Hasil pembuatan geometri

Nilai *maximum skewness* pada table 1 diatas menunjukkan standar kualitas *meshing*. Nilai *maximum skewness* yang dihasilkan pada tahap *meshing* ini masuk pada kriteria *Acceptable* berdasarkan standar ANSYS. Berikut merupakan standar *skewness* dari ANSYS

Skewness mesh metrics spectrum					
Excellent	Very good	Good	Acceptable	Bad	Unacceptable
0-0.25	0.25-0.50	0.50-0.80	0.80-0.94	0.95-0.97	0.98-1.00

Gambar 3. Standard *skewness*

Sedangkan kontur hasil *meshing* dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Kontur hasil *meshing*

• *Processing*

Processing dilakukan untuk menentukan kondisi batas simulasi. Berikut merupakan kondisi batas yang diinisiasikan pada *software*.

Tabel 2. Kondisi batas simulasi

Kondisi Batas	Keterangan	
	Tipe	Velocity Inlet
Inlet	Kecepatan Udara	Data Pengukuran
	Temperatur	Data Pengukuran
	Dinding Tube	Type
Outlet	Type	Outflow

Sedangkan untuk kondisi material yang digunakan sesuai dengan material tembok bata seperti yang tertera pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 3. Kondisi Material

Properties	Nilai
Densitas	1482kg/m ³
Specific Heat	821 J/kg.K
Thermal Conductivity	0.45W/m.K

Model viskositas yang digunakan pada aliran ini adalah *standard K-epsilon*. Model ini digunakan karena akurat dalam perhitungan aliran fluida yang melibatkan *swirl flow*, lapisan batas yang memiliki gradien tekanan besar, separasi, dan resirkulasi. Kondisi batas dinding, atap dan lantai diasumsikan *impermeabel* dan memiliki temperatur konstan. Setelah semua data dan parameter kondisi batas dimasukkan maka dilakukan proses *initialize condition*. Proses ini dilakukan dengan metode *standard initialize condition* dan dikomputasi dari sisi *inlet* untuk mengetahui nilai parameter awal. Kemudian selanjutnya dilakukan proses iterasi pada simulasi desain. Proses iterasi ini dilakukan sampai dicapai titik konvergen.

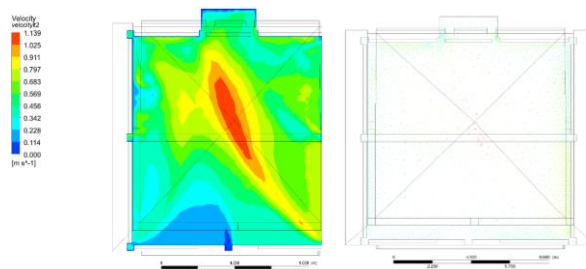
• *Post-Processing*.

Selanjutnya pada proses *post processing* dilakukan pengambilan data berupa kontur. Kontur yang diambil adalah vektor dan distribusi kecepatan angin.

3. Hasil dan Pembahasan

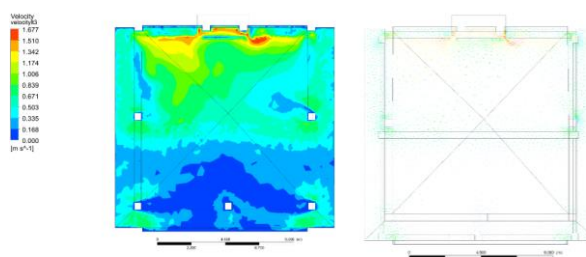
Analisa kenyamanan ruang masjid tidak hanya dilakukan melalui nilai yang didapat, tetapi juga dianalisa dari kontur dan grafik vektor dari kecepatan angin. Hasil simulasi ditampilkan dalam

beberapa kontur kecepatan angin yang terjadi pada suatu luasan *plane horizontal* di dalam bangunan. *Plane horizontal* tersebut diletakkan di lantai dua dan tiga pada ketinggian 140cm dari lantai. Penentuan letak ketinggian plane ini disesuaikan agar sama seperti kondisi yang dialami manusia saat berada di dalam masjid.



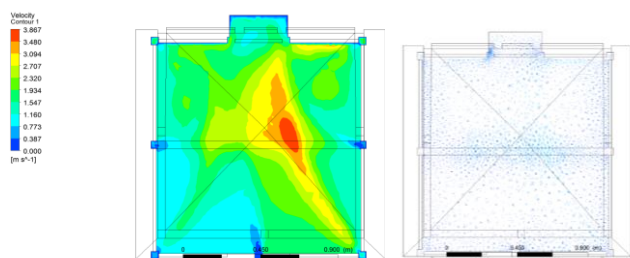
Gambar 5. Kontur Vektor dan Distribusi Kecepatan Angin di Lantai Dua pada Pagi Hari

Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa kecepatan angin berada pada range 0-1.13m/s. Kecepatan paling tinggi berada pada tengah bangunan dikarenakan adanya pertemuan diantara ketiga arah mata angin (Timur, Utara, Selatan) sehingga turbulensi pada daerah itu meningkat. Hal ini akan meningkatkan kecepatan pada daerah tersebut juga



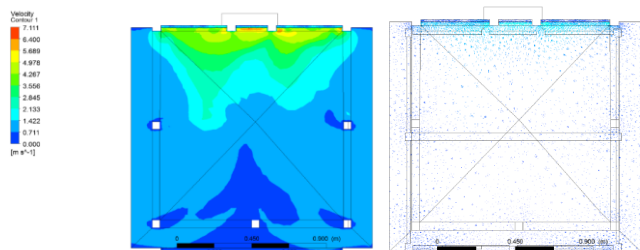
Gambar 6. Kontur Vektor dan Distribusi Kecepatan Angin di Lantai Tiga pada Pagi Hari

Gambar 6 menampilkan kecepatan maksimal dicapai pada 1.67m/s. Kecepatan paling tinggi berada pada titik barat bangunan. Hal ini dikarenakan adanya *outlet* pada bagian barat sehingga seluruh aliran udara saling bertemu pada titik tersebut dan menjadikan turbulensi alirannya meningkat. Berdasarkan kontur pada Gambar 7, terlihat bahwa kecepatan di lantai dua pada siang hari berada pada range 0-3.867m/s. Kecepatan paling tinggi berada pada titik tengah bangunan lantai dua. Hal ini dikarenakan pada titik tersebut udara akan bertemu dari tiga arah mata angin. Hal ini akan menimbulkan peningkatan turbulensi aliran pada titik tersebut yang berakibat pada meningkatnya kecepatan udara



Gambar 7. Kontur Vektor dan Distribusi Kecepatan Angin di Lantai Dua Siang Hari

Berdasarkan kontur pada Gambar 8 terlihat bahwa kecepatan maksimal dicapai pada 7.1m/s. Kecepatan paling tinggi berada pada titik barat bangunan. Hal ini dikarenakan adanya outlet pada bagian barat sehingga seluruh aliran udara saling bertemu pada titik tersebut dan menjadikan turbulensi dan kecepatan alirannya meningkat.



Gambar 8. Kontur Vektor dan Distribusi Kecepatan Angin di lantai dua pada siang hari

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisa yang telah dilakukan, didapatkan suatu kesimpulan bahwa profil distribusi kecepatan angin di dalam bangunan masjid pada pagi hari berkisar 0-1.13m/s untuk lantai 2 dan maksimal 1.67m/s pada lantai 3. Sedangkan kecepatan angin yang terjadi pada siang hari untuk lantai 2 berkisar antara 0-3.867m/s, pada lantai 3 kecepatan angin mencapai 7.1m/s. Hal ini menandakan bahwa kenyamanan termal pada bangunan masjid ini belum dapat tercapai secara maksimal dikarenakan masih memiliki nilai yang tinggi dibanding dengan standar yang telah ditentukan 0.15 – 0.25 m/s.

Daftar Pustaka:

P. Satwiko, Fisika Bangunan, Yogyakarta: ANDI Yogyakarta, 2008.

Eliseo Bustamante, Fernando-Juan García-Diego, "Measurement and Numerical Simulation of Air Velocity in a Tunnel-Ventilated Broiler House," *sustainability* ISSN 2071-1050, pp. 2066-2085, 2015.

M. Webb1, "BUILDING ENERGY AND CFD SIMULATION TO VERIFY THERMAL COMFORT IN UNDER FLOOR AIR DISTRIBUTION (UFAD) DESIGN," dalam *13th Conference of International Building Performance Simulation Association, Chambéry, France,, Chambéry, France,, 2013.*

S. N. Indonesia, Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi & Pengkondisian Udara pada bangunan Gedung, Badan Standarisasi Nasional, 2001.

N. H. Al-Khalidy, "Application of Computational Fluid Dynamics to Adress Environment & Building Design Challenges," *Recent Advances in Applied Mathematics, Modelling & Simulation*, no. ISBN :978-960-474-398-8, 2011.

Khalid Setia, Neveen Hamzah, M.A.Mohammed, "CFD Meodelling as a tool for Assessing Outdoor Thermal Comfort Conditions in Urban Setting in Hot Arid Climates," *Journal of Information Technology and Contruction*, June, 2014.

Wendy Janssen, Bert Blocken, Twan van Hooff, "Use of CFD Simulations To Improve The Pedestrian Wind Comfort Around a High-Rise Building in a Complex Urban Area," dalam *13th Conference of International Building PErformance Simulation Association, Chambery, France, 2013.*

Jin, M., Zuo, W., and Chen, Q. , "Simulating Natural Ventilation in and Around Buildings by Fast Fluid Dynamics," *Numerical Heat Transfer, Part A: Applications*, pp. 273-289, 2013.

M. Kesehatan, "Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja," Indonesia, 1998.