

MENGESTIMASI KOEFISIEN BUKAAN C_d PADA JENDELA BANGUNAN TINGGI DENGAN BANTUAN SIMULASI C F D

Sangkertadi
Suryono

Dosen Fakultas Teknik Jurusan Arsitektur Universitas Sam Ratulangi, Manado

ABSTRAK

Simulasi numerik dengan paket program CFD (Computational Fluid Dynamic) saat ini telah menjadi hal yang umum sebagai alat bantu dalam bidang riset mengenai aerodinamika bangunan. Studi ini, yang juga menggunakan alat bantu CFD, difokuskan pada observasi mengenai perilaku pergerakan angin yang melewati bukaan-bukaan lebar pada suatu bangunan tinggi yang dikondisikan memakai sistim penghawaan alami. Melalui metoda ini didapatkan sejumlah angka C_d (discharge coefficient) dari setiap bukaan untuk beberapa konfigurasi arsitektural. Adapun angka C_d diperlukan untuk mengestimasi besarnya debit ventilatif yang melewati bukaan-bukaan. Hasilnya secara umum menunjukkan bahwa nilai C_d tidak tergantung pada posisi ketinggian bukaan tetapi lebih dipengaruhi oleh konfigurasi arsitekturalnya.

Kata kunci: ventilasi alam, bangunan tinggi, pembukaan.

ABSTRACT

Numerical simulation with CFD (Computational Fluid Dynamic) is actually common method for the researches on building aerodynamics. This study is focused on the observation of air movement behavior through large openings of typical high rise buildings in the tropical humid environment. Some values of $C_{d_{inlet}}$ (discharge coefficient for inlet opening) of each opening for several architectural configurations are obtained. Generally the results show that the value of $C_{d_{inlet}}$ is not depend on the height of opening but it is influenced by its architectural configuration.

Keywords: natural ventilation, high rise building, large opening.

PENDAHULUAN

Kasus yang menjadi fokus pada penelitian ini terkait dengan upaya penghematan energi di bangunan tinggi, khususnya dalam rangka mencoba memanfaatkan peluang ventilasi alami untuk meningkatkan kenyamanan termis dalam ruang tanpa menggunakan perangkat mekanis seperti AC dan kipas angin. Untuk itu diperlukan pengkajian mengenai peluang debit ventilatif yang memadai sehingga dapat membantu memenuhi kondisi iklim ruang dalam yang memenuhi syarat kenyamanan termis. Selain itu juga diperlukan observasi mengenai distribusi kecepatan angin dalam ruang agar tercapai kecepatan angin yang tidak terlalu tinggi, karena dikhawatirkan dapat mengganggu suasana bekerja khususnya di gedung-gedung perkantoran.

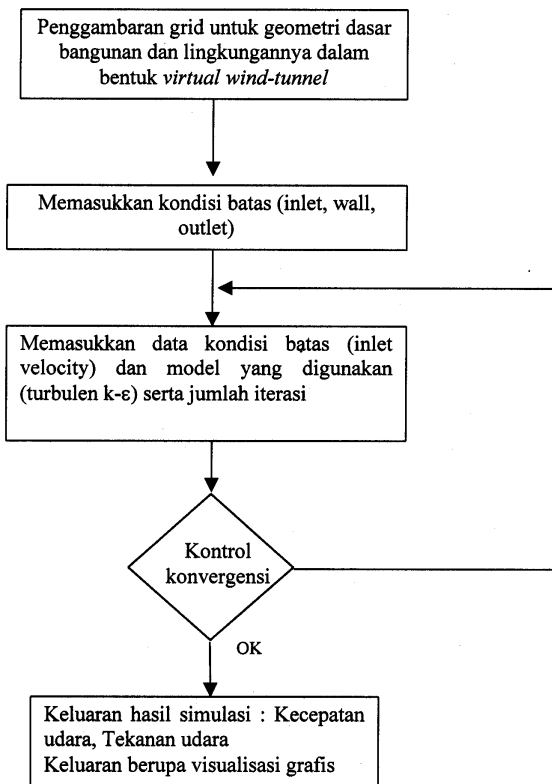
Pada perhitungan praktis mengenai debit ventilatif yang melewati bukaan-bukaan selama ini dipergunakan model yang berbasis pada persamaan bernoulli. Model tersebut memerlukan

sejumlah data masukan diantaranya adalah angka koefisien bukaan yang diistilahkan sebagai C_d (discharge coefficient) yang dalam hal ini merupakan angka koefisien sebagai pengaruh tipe aliran angin (laminer atau turbulen dengan bilangan Reynold tertentu) arah angin menuju obyek dan geometri bukaan. Melalui penelitian ini didapatkan sejumlah angka $C_{d_{inlet}}$ untuk 2 konfigurasi arsitektural dengan 2 variabel kecepatan angin referensi pada tipe bangunan kantor 10 lantai yang berkarakter bangunan tropis. Teknik yang digunakan adalah simulasi numerik yang menggunakan model berbasis persamaan Navier-stokes dengan menggunakan paket CFD-FLUENT, namun dibatasi hanya simulasi untuk 2D (2 dimensi).

METODE PENELITIAN

Metoda yang digunakan adalah teknik simulasi numerik dengan menggunakan persamaan konservasi massa dan momentum

yang berbasis pada persamaan Navier-Stokes. Sedangkan untuk model aliran turbulennya digunakan model standar k-ε. Simulasi ini menggunakan paket program standar industri FLUENT yang dapat dijalankan pada PC tipe Pentium II. Untuk mendapatkan pola aliran angin yang mendekati kenyataan, maka dibuat lebih dahulu suatu cerobong angin komputasi (*virtual* atau *numerical wind tunnel*) yang dilengkapi dengan obyek kajian berupa konfigurasi arsitektur bangunan didalamnya. Urutan simulasinya dapat dijelaskan secara umum melalui skema pada gambar 1.

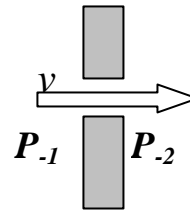


Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Penggunaan CFD Secara Umum

Sebagai kasus adalah 2 konfigurasi arsitektural untuk tipikal bangunan perkantoran 2 lantai dengan 2 variasi angka kecepatan angin referensi (5 m/s dan 10 m/s pada ketinggian 10 m). Sedangkan profil kecepatan angin untuk kondisi batas pada wind-tunnel digunakan tipe profil logaritmik dengan koefisien lingkungan yang menggambarkan keadaan di perkotaan. Ukuran 2 D virtual wind tunnel adalah tinggi 120 m dan panjang 100 m. Dalam penggambaran struktur grid dipakai sebanyak 32412 sel. Tipe grid adalah termasuk dalam kategori grid terstruktur (structured grid). Jumlah iterasi untuk mencapai kondisi konvergen (dengan pem-

batasan angka 0.01 untuk angka residu) diperlukan sebanyak sekitar 400.

Selanjutnya angka Cd diperoleh melalui pendekatan praktis sebagai berikut:



$$Q = Cd \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}}$$

$$Q = v \cdot A$$

maka :

$$Cd = \frac{1}{A} \cdot \frac{Q}{\sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}}}$$

atau :

$$Cd = \frac{v}{\sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}}}$$

dimana :

ΔP : beda tekanan antara P_1 dan P_2

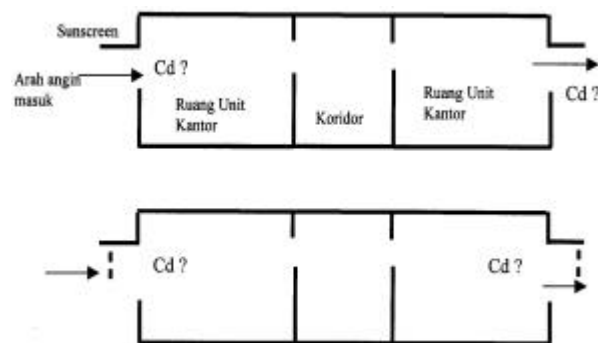
V : kecepatan udara

ρ : massa jenis udara

A : luas bukaan

Cd : discharge coefficient

Angka Cd secara teoretis selalu berada pada kisaran $0 < Cd \leq 1$. Adapun angka v dan P1 serta P2 diperoleh melalui simulasi dengan CFD.



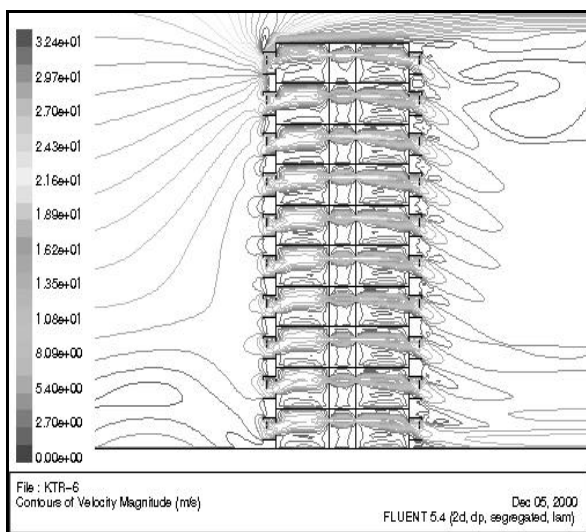
Gambar 2. Potongan Prototipe pada Dua Konfigurasi yang Dijadikan Obyek Studi

HASIL DAN PEMBAHASAN

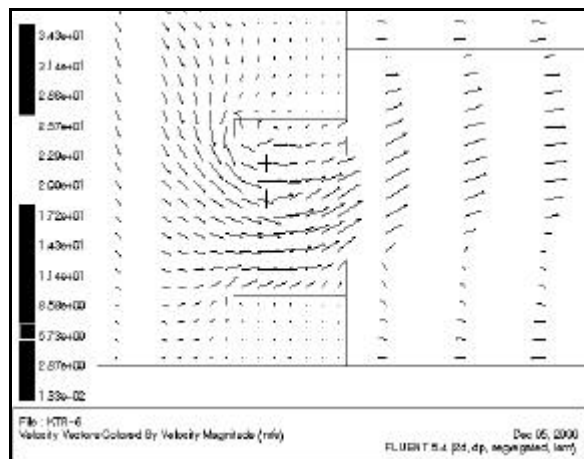
Hasil dari simulasi ini dapat divisualisasikan melalui layar monitor untuk menunjukkan variasi vektor kecepatan angin nya secara visual dapat direpresentasikan diantaranya sebagai mana ditunjukkan melalui gambar-gambar 3,4 dan 5. Nampak pada gambar-gambar tersebut terdapat kecenderungan adanya angka-angka kecepatan angin yang hampir sama pada setiap bukaan disetiap lantai masing-masing untuk kedua tipe konfigurasi.

Nampak pula ditunjukkan pola distribusi kecepatan angin didalam ruang. Kecepatan angin yang cukup tinggi berada pada posisi sekitar 2 meter dari batas ketinggian bidang kerja, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk konfigurasi yang demikian ternyata tidak terdapat adanya gangguan kecepatan angin bagi pengguna ruang.

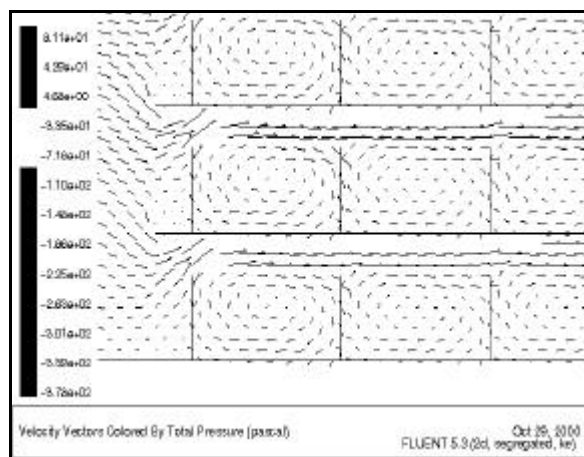
Angka Cd_{inlet} dari hasil simulasi ini ditunjukkan melalui tabel 1. Hasilnya menunjukkan bahwa ternyata perubahan atau variasi angka Cd tidak tergantung pada ketinggian maupun besar kecepatan angin referensi, tetapi lebih cenderung dipengaruhi oleh konfigurasi arsitekturnya. Misalnya beda angka Cd antara bukaan di lantai 1 dan lantai 10 adalah hanya sekitar 0.1 dan 0.2. Beda angka Cd yang sekitar 0.1 s/d 0.2 tersebut tidak mempunyai pengaruh yang signifikan pada besar debit ventilatif yang akan dihasilkan. Antara konfigurasi 1 dan konfigurasi 2 juga tidak terdapat perbedaan yang cukup penting, karena hanya berkisar antara 0.1 dan 0.2 pada setiap lantai.



Gambar 3. Kontur Isovalue Kecepatan Angin untuk Konfigurasi no. 2



Gambar 4. Detail Vektor Kecepatan Angin pada Bidang Bukaan untuk Konfigurasi no. 2.



Gambar 5. Vektor Kecepatan Angin yang juga Menunjukkan Indikasi Besarnya Tekanan Angin pada Konfigurasi no. 1.

Tabel 1. Cd untuk Bukaan pada Posisi Menghadap Angin

Posisi ketinggian bukaan pada lantai ke	Cd untuk Configuration-1		Cd untuk Configuration-2	
	Vref=5m/s	Vref=10m/s	Vref=5m/s	Vref=10m/s
1	0.6	0.6	0.8	0.7
2	0.7	0.6	0.6	0.6
3	0.6	0.7	0.6	0.5
4	0.6	0.7	0.7	0.6
5	0.8	0.6	0.8	0.7
6	0.5	0.6	0.5	0.7
7	0.6	0.5	0.7	0.6
8	0.7	0.7	0.7	0.8
9	0.7	0.7	0.8	0.7
10	0.8	0.7	0.5	0.6

Tabel 2. Cd untuk Bukaannya pada Posisi Membelakangi Angin

Posisi ketinggian bukaan pada lantai ke	Cd untuk Configuration-1		Cd untuk Configuration-2	
	Vref=5m/s	Vref=10m/s	Vref=5m/s	Vref=10m/s
1	0.7	0.7	0.8	0.8
2	0.7	0.6	0.7	0.9
3	0.8	0.8	0.7	0.8
4	0.7	0.8	0.6	0.7
5	0.8	0.7	0.6	0.7
6	0.7	0.7	0.8	0.8
7	0.7	0.7	0.8	0.8
8	0.7	0.7	0.7	0.8
9	0.7	0.7	0.7	0.7
10	0.8	0.7	0.6	0.6

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah menghasilkan angka Cd untuk dua tipe konfigurasi arsitektural yang telah menjadi tipe umum untuk diterapkan di daerah beriklim tropis lembab, yakni dengan adanya naungan penghalang sinar matahari langsung. Bentuk penghalang tersebut secara geometris mempengaruhi besarnya angka Cd. Namun angka Cd ini tidak terpengaruh oleh posisi bukaan menurut ketinggiannya.

Penggunaan teknik simulasi numerik dengan perangkat paket CFD dapat menghasilkan keluaran yang representatif untuk disajikan secara visual. Selain itu, dengan teknik ini didapat keuntungan lain berupa banyaknya keluaran dalam waktu yang relatif singkat, apabila dibandingkan dengan penggunaan teknik cerobong angin yang memakai maket berskala reduksi.

Disarankan untuk menghasilkan angka Cd yang lebih representatif dapat dikembangkan suatu simulasi untuk kasus 3 dimensi, namun harus ditunjang oleh perangkat keras (komputer) yang mempunyai kapasitas besar (misalnya tipe PC Pentium IV atau bahkan dengan super komputer)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih pada proyek URGE (program DCRG tahun 2000) atas dukungan dana untuk kegiatan penelitian ini.

Ucapan terimakasih juga diberikan pada Lab. Pendingin ITB, yang telah memberikan kemudahan dalam penggunaan CFD FLUENT.

DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE, *Handbook of Fundamentals*, ASHRAE Inc, New York, 1993.
- Aynsley, Melbourne, Vickery, *Architectural aerodynamics*, Applied Science Publisher Ltd, London, 1977.
- Fluent Inc, *FLUENT User's Guide*, Fluent Inc., 1996.
- Jones P. J., Whittle G. E., *Computational Fluid Dynamics for building air flow: Current status and capabilities*, in Building and Environment, vol 24, no.1 1992: 321-338.
- Roache P. J., *Computational Fluid Dynamics*, Hermosa Publisher, Albuquerque, New Mexico, 1982.
- Sangkertadi, Suryono, "Studi Ventilasi Alami dan Penghematan Energi pada Bangunan Tinggi", *Laporan Akhir Hasil Penelitian URGE-DCRG*, 2001.