

PENGARUH TIPE JENDELA TERHADAP POLA ALIRAN UDARA DALAM RUANG

Jeffrey I. Kindangen

Staf Pengajar Jurusan Teknik Arsitektur Universitas Sam Ratulangi Manado
E-mail: jkindangen@yahoo.com

ABSTRAK

Jendela sebagai sarana utama untuk mengaliri udara dari dan ke dalam bangunan harus dipilih secara teliti terutama karakteristiknya untuk kebutuhan pengendalian udara. Dalam studi ini, telah dimodelkan dua tipe jendela, putar horisontal dan gantung-atas dengan sudut inklinasi daun jendela sebesar 30, 45 dan 60 derajat, masing-masing sama untuk inlet dan outlet.

Simulasi numerik untuk aliran turbulen dua dimensi telah dilakukan untuk menganalisa aliran udara dalam bangunan akibat pengaruh tipe jendela. Dalam perbandingannya dengan model acuan, prosentasi kecepatan udara rata-rata dalam model menurun akibat kehadiran daun jendela. Besaran penurunan ini sesuai dengan posisi inklinasi daun jendela. Posisi daun jendela memegang peranan sebagai pengarah arah aliran yang sangat mempengaruhi pola aliran udara interior.

Kata kunci: Tipe jendela, Komputasi Dinamika Fluida, pola aliran udara.

ABSTRACT

Windows are of primary concern as vehicles for getting air into and out of buildings, and they must be chosen carefully for their air-controlling characteristics. In present study, we modelled two types of window: horizontal centre-pivot and top edge-hung types with 30, 45 and 60 degrees of shutter's inclinations, kept the same for inlet and outlet.

Numerical simulation used to study the turbulent airflow in two dimensions has been carried out in order to analyse the effect of windows types on interior airflow pattern. Compared to reference model, percentage of mean interior air velocity within models decreased due to shutters presence. Magnitude of interior air velocity decreases accordingly to shutter's inclination. Position of shutters has significant role as guidance of airflow direction that influence interior airflow pattern.

Keywords: *Type of windows, Computational Fluid Dynamics, airflow pattern.*

PENDAHULUAN

Jendela sebagai sarana utama untuk mengaliri udara dari dan ke dalam bangunan harus dipilih secara teliti terutama karakteristiknya untuk kebutuhan pengendalian udara. Akan tetapi, jendela hanyalah salah satu bagian dari suatu sistem pengendalian udara yang digunakan untuk mengaliri ruangan dan bahkan untuk mendinginkannya; terutama untuk mencapai kenyamanan termis (Kindangen et al, 1997).

Lokasi dan tipe jendela menentukan pola udara yang masuk ke suatu ruangan dalam bangunan. Ukuran outlet juga menentukan kecepatannya (Evans, 1979, Kindangen and Krauss, 1996). Jendela dalam bangunan diharapkan dapat menjawab beberapa masalah dan kesempatan untuk kenyamanan penghuni.

Jendela memungkinkan kita suatu pemandangan keluar (dan ke dalam), memungkinkan sinar matahari masuk ke ruangan atau untuk menghindarinya, menghalangi hujan dan debu, mengurangi transmisi panas, memungkinkan infiltrasi udara dan ventilasi. Dari segi fungsinya, jendela haruslah ringan dalam pemeliharaan, mudah digunakan dan diatas segalanya haruslah ekonomis. Disamping itu yang juga penting adalah untuk memenuhi kebutuhan pabrikaan dalam desain dan produksi terutama dalam hal pemahaman akan ventilasi melalui jendela.

TIPE JENDELA

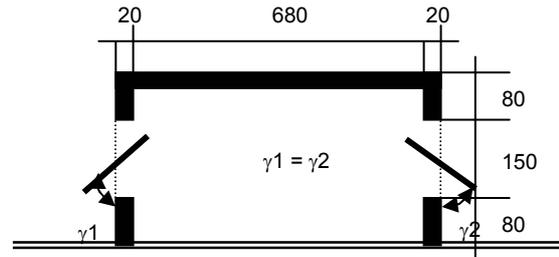
Ada banyak variasi jendela yang sering digunakan secara luas dan ada di pasaran umum. Tipe jendela dapat diklasifikasikan ke dalam satu

atau kombinasi dari beberapa tipe dasar terutama dalam hubungannya dengan pengaturan aliran udara. Jendela dapat dikelompokkan dalam empat kategori:

- Tipe putar, putar horinsontal dan vertikal
- Tipe gantung, gantung-samping, atas atau bawah
- Tipe lipat
- Tipe sorong/geser, geser secara vertikal dan horisontal

Dalam studi ini, kami memodelkan dua tipe jendela yakni tipe putar horisontal dan gantung-atas dengan masing-masing inklinasi daun jendela sebesar 30, 45 dan 60 derajat, seperti dalam Gambar 1. Kedua tipe ini dengan tipe gantung-samping merupakan tipe jendela yang sering kita jumpai dalam arsitektur bangunan di daerah kita yang beriklim tropis lembab. Tipe yang disebutkan terakhir dianggap sebagai tipe yang sama dengan bukaan sederhana, dikarenakan tipe ini seringkali dibuka dan menempel dinding (sejajar dinding) sehingga dapat dianggap sebagai suatu bukaan sederhana atau tanpa penghalang, sama seperti model acuan.

Tipe yang lain seperti tipe geser dan lipat dapat dipandang sama seperti kasus di atas; tipe putar vertikal diharapkan akan memberikan hasil yang sama dibandingkan dengan putar horisontal dalam potongan longitudinal model.



Model dengan tipe jendela putar horisontal

Gambar 1. Modelisasi tipe jendela

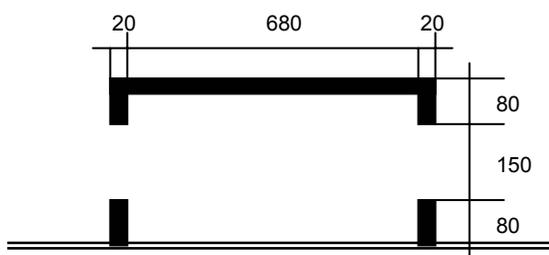
SIMULASI NUMERIK

Dari hasil penelitian sebelumnya (Kindangen and Krauss, 1996) disimpulkan bahwa hasil evaluasi pola aliran udara dengan menggunakan terowongan angin dan dengan simulasi numerik dalam hal ini menggunakan kode Komputasi Dinamika Fluida (Computational Fluid Dynamics), memberikan hasil yang sesuai. Berdasarkan studi ini memberikan jaminan untuk menggunakan simulasi numerik dalam evaluasi pola aliran udara sebagai pengganti metode yang lain yang sering digunakan seperti: pengukuran langsung dan percobaan dalam terowongan angin.

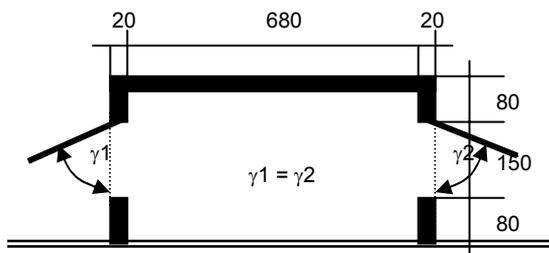
Simulasi tujuh model berikut ini dibuat untuk mempelajari pengaruh dari tipe jendela terhadap pola aliran udara. Simulasi dikerjakan dalam dua dimensi. Bangunan dengan bukaan tanpa jendela diambil sebagai suatu model acuan (MR) yang memungkinkan kita untuk membandingkannya dengan tipe lainnya. Untuk setiap model, inklinasi dari daun jendela pada daerah masuk (inlet) dan keluar (outlet) dipertahankan sama besarnya.

Simulasi numerik dengan metode volume-batas (finite-volume) seperti halnya dalam CFD sangat dipengaruhi oleh jumlah sel dalam grid. Pada umumnya semakin banyak jumlah sel semakin baik akurasi solusinya. Akurasi solusi dan biaya dalam hal perangkat keras komputer yang diperlukan dan waktu-kalkulasi tergantung pada kehalusan grid. Bentuk sel yang optimal sering tidak seragam (non-uniform): lebih halus/kecil di bagian dimana variasi besar terjadi dari titik ke titik dan membesar di daerah dengan perubahan relatif kecil. Sehingga banyak usaha untuk membuat kode Komputasi Dinamika Fluida (CFD) yang sanggup membuat bentuk sel adaptif (Versteeg and Malalasekera, 1995).

Dalam simulasi ini digunakan bentuk sel non-struktural. Dengan menggunakan suatu



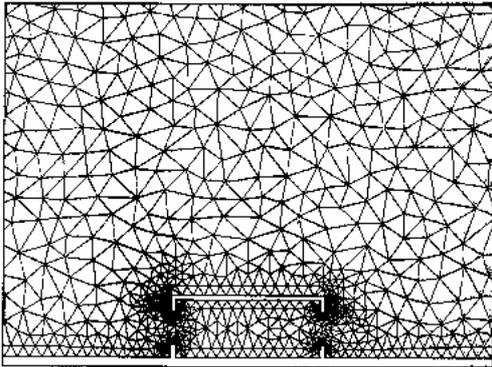
Model acuan



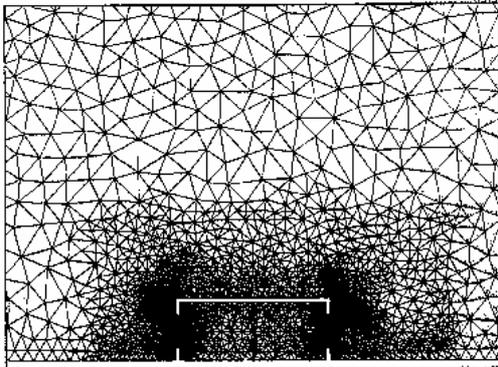
Model dengan tipe jendela gantung-atas

sistem koordinat “Body-Fitted” suatu resolusi yang detail dari model yang kompleks dan topografi di sekitarnya dapat dicapai (PreBFC, 1994, FLUENT, 1995).

Di sekitar model dimana lebih banyak aliran turbulen terjadi, distribusi selnya dibuat lebih banyak seperti ditunjukkan dalam Gambar 2 dan 3. Perangkat lunak CFD: FLUENT dengan model turbulen k-ε Grup Renormalisasi (RNG) digunakan untuk memodelkan aliran turbulen dan untuk menganalisa pola aliran udara interior.



Gambar 2. Bentuk sel yang tidak terstruktur

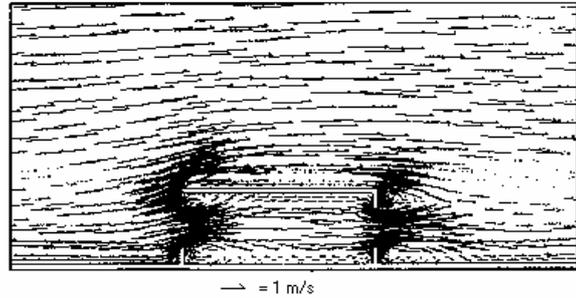


Gambar 3. Ukuran sel yang lebih kecil dan halus

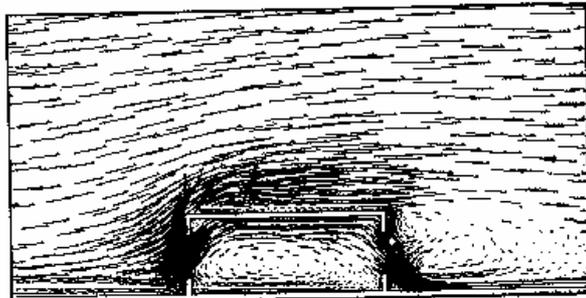
HASIL DAN DISKUSI

Gambar 4 sampai 6 menunjukkan vektor kecepatan udara sebagai hasil dari simulasi. Untuk pola aliran pada jendela gantung-atas dapat dicatat bahwa semakin besar inklinasi daun jendela semakin dekat daerah riak (*wake region*) mendekati ke bagian masuk (inlet). Inklinasi dari daun jendela di sisi depan dan belakang memegang peranan penting sebagai pengarah arah aliran. Dalam hal yang sama, jendela putar horisontal membagi inlet dalam dua bagian, sama halnya pada outlet. Pola aliran udara cenderung mengikuti garis pemisah ini. Tipe jendela putar dalam semua posisi memberikan

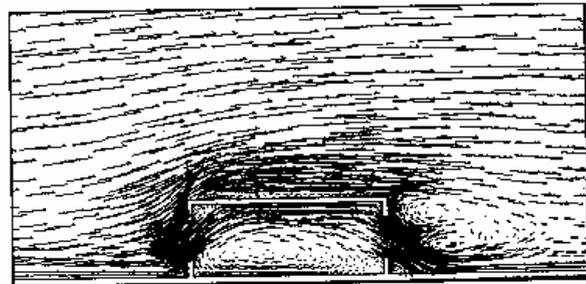
rata-rata kecepatan udara interior yang lebih kecil dibandingkan dengan jendela gantung. Ini disebabkan oleh reduksi debit udara oleh daun jendela putar pada ketinggian dimana pengukuran diambil, 1,2 meter dari muka lantai.



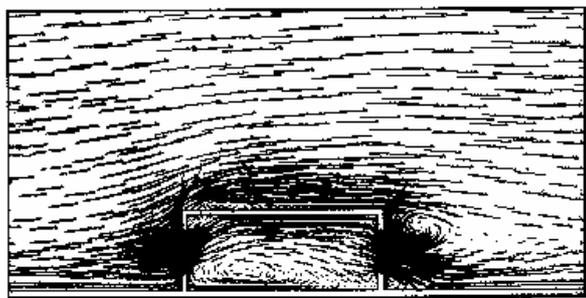
Gambar 4. Hasil simulasi: Vektor kecepatan udara pada model acuan (MR).



(a)

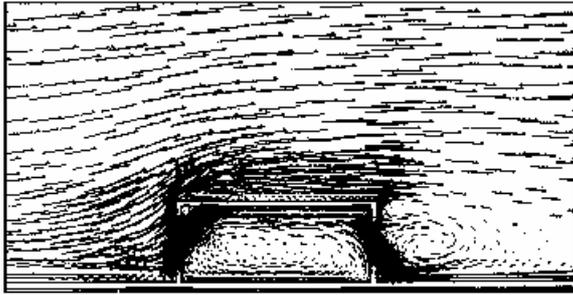


(b)

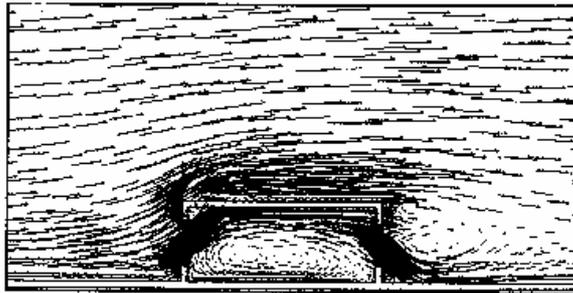


(c)

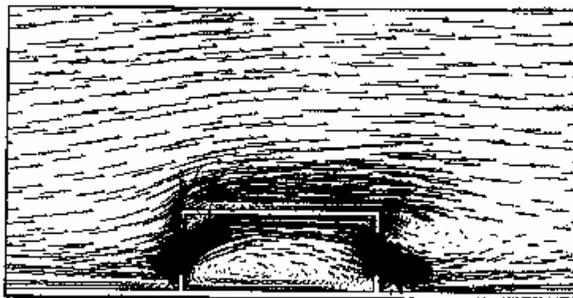
Gambar 5. a,b,c Hasil simulasi: jendela gantung atas inklinasi 30, 45 dan 60° (M1,30, M1,45, dan M1.60)



(a)



(b)

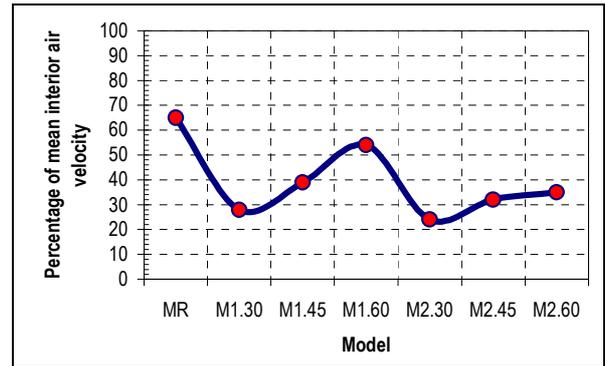


(c)

Gambar 6. a,b,c. Hasil simulasi: jendela putar horisontal inklinasi bukaan 30, 45 dan 60° (M2.30, M2.45 dan M2.60).

Gambar 7 menunjukkan rata-rata kecepatan udara dalam ruangan terhadap prosentasi dari rata-rata kecepatan udara di luar pada aliran udara bebas sebagai acuan, disini ditetapkan 5,84 m/det pada ketinggian 4 meter di atas tanah. Dalam perbandingannya dengan model acuan, kehadiran daun jendela pada beberapa bukaan pada umumnya mengurangi kontribusi kecepatan udara yang masuk ke ruangan.

Perbandingan dengan model acuan, tipe jendela gantung-atas dengan inklinasi daun jendela berturut-turut 30°, 45° dan 60° (M1.30, M1.45 dan M1.60) mengalami pengurangan kecepatan udara rata-rata sebesar 37%, 26% dan 11%.



Gambar 7. Kecepatan udara interior rata-rata sebagai prosentasi dari kecepatan rata-rata di zone bebas di luar bangunan. Perbandingan tipe jendela: M1 dan M2 terhadap model acuan (MR)

Sedangkan untuk tipe jendela putar horisontal dengan inklinasi daun jendela 30°, 45° dan 60° (M2.30, M2.45 dan M2.60) dibandingkan dengan model acuan, dicatat terjadi pengurangan kecepatan udara rata-rata sebesar 41%, 33% dan 30%. Ini berarti, tipe jendela gantung-atas menghasilkan pengurangan kecepatan udara rata-rata lebih kecil dibandingkan dengan tipe jendela putar horisontal. Hal ini dapat dimaklumi karena tipe jendela putar horisontal membagi dua kepadatan aliran dan mengurangi momentum aliran sebagai parameter yang sangat penting dalam aliran udara yang melewati bukaan besar.

KESIMPULAN

Pengaruh dari tipe jendela terhadap pola aliran udara dengan model dua dimensi telah dievaluasi. Seperti diduga sebelumnya, daun jendela mengurangi besaran kecepatan udara dan mengarahkan pola alirannya sesuai dengan posisi atau inklinasi dari daun jendela. Direkomendasikan pekerjaan selanjutnya dalam hal ini yang diperlukan yang dialamatkan pada hal inklinasi daun jendela yang berbeda-beda pada inlet dan outlet.

DAFTAR PUSTAKA

Kindangen, J.I., Krauss, G. and Depecker, P., Effects of Roof Shapes on Wind-Induced Air Motion Inside Buildings, *Building and Environment*, vol. 32, no. 1, 1997, 1-11

Evans, B.H., Energy Conservation with Natural Air Flow Through Windows, *ASHRAE Transactions*, vol. 85, part 2, 1979, 641-650

Kindangen, J.I., and Krauss, G., Investigation of Natural Ventilation with Computational Fluid Dynamics. A Comparison Study with Wind Tunnel Results, *Architectural Science Review*, vol. 39, no. 2, 1996, 113-120

Versteeg, H.K. and Malalasekera, *An Introduction to Computational Fluid Dynamics. The Finite Volume Method*, Essex: Longman Scientific & Technical, 1995

PreBFC User's Manual, New Hampshire: Fluent Inc., 1994

FLUENT version 4.3.1, Fluent User's Manual, New Hampshire: Fluent Inc., 1995