

INTISARI

Ventilasi alami menjadi strategi pasif berkelanjutan yang memiliki potensi menarik untuk mengurangi masifnya konsumsi energi khususnya beban pendinginan pada bangunan dengan tingkat okupansi yang berfluktuasi, seperti masjid. Studi ini mengevaluasi bagaimana performa pada variasi rasio bukaan masuk dan keluar dengan menggunakan berbagai skema, yang disimulasikan melalui *Computational Fluid Dynamics* (CFD) melalui OpenFOAM (plugin Butterfly di Grasshopper). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa ventilasi terhadap kecepatan angin dalam kondisi isothermal, berdasarkan profil angin perkotaan. Simulasi ini mengkaji lima rasio bukaan masuk-keluar (1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5), dua konfigurasi bukaan masuk (tunggal vs. ganda) sebagai inti objek penelitian, kemudian ditambah dengan variasi skema lain berupa luas lantai (5×10, 10×10, 15×10, 20×10, 25×10 m), ketinggian bangunan (3, 4, 5 m), dan Orientasi Arah Angin (0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°) untuk mendapatkan skema ideal yang bisa diterapkan pada bangunan masjid. Hasil menunjukkan bahwa rasio bukaan 1:3 memberikan keseimbangan optimal antara efisiensi aliran udara dan stabilitas termal, khususnya terhadap efek radiasi matahari. Konfigurasi bukaan masuk tunggal menghasilkan kecepatan udara yang lebih tinggi pada ketinggian berdiri (1,1 m). Peningkatan ketinggian bangunan meningkatkan aliran udara karena berkurangnya hambatan di permukaan tanah, sementara denah lantai yang memanjang (lebih dari 10 m) mengalami stagnasi aliran di zona tengah serta 0°-15° merupakan sudut yang paling optimal karena angin cenderung tersebar secara merata sepanjang *inlet* ke *outlet*. Temuan ini menekankan bahwa ventilasi alami yang optimal pada masjid mestinya selain peran esensial dari rasio bukaan, integrasi proporsi ruang, konfigurasi bukaan masuk, dan arah datangnya angin juga punya dampak krusial. Wawasan ini berkontribusi pada desain masjid yang responsif terhadap iklim, khususnya di lingkungan perkotaan yang padat, sehingga mendukung kondisi dalam ruang yang hemat energi dan nyaman selama ibadah berjamaah.

Kata Kunci: Ventilasi Alami, Rasio *Inlet* dan *Outlet*, Masjid, Simulasi CFD

ABSTRACT

Natural ventilation is a sustainable passive strategy with promising potential to reduce the massive energy consumption, particularly cooling loads, in buildings with fluctuating occupancy levels, such as mosques. This study evaluates the performance of varying inlet-to-outlet opening ratios using multiple schemes, simulated through Computational Fluid Dynamics (CFD) via OpenFOAM (Butterfly plugin in Grasshopper). The research aims to evaluate ventilation performance in terms of wind speed under isothermal conditions, based on urban wind profiles. The simulation explores five inlet-outlet opening ratios (1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5), two inlet configurations (single vs. double) as the core focus, supplemented by other scheme variations including floor area (5×10, 10×10, 15×10, 20×10, 25×10 m), building height (3, 4, 5 m), and wind direction orientation (0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°) to determine the ideal configuration applicable to mosque buildings. Results show that a 1:3 opening ratio offers the optimal balance between airflow efficiency and thermal stability, especially with respect to solar radiation effects. A single inlet configuration generates higher airspeed at standing height (1.1 m). Increasing building height enhances airflow due to reduced ground-level resistance, while elongated floor plans (over 10 m) experience flow stagnation in the central zone. Furthermore, 0°-15° proves to be the most optimal wind angle as it facilitates evenly distributed airflow from inlet to outlet. These findings underscore that optimal natural ventilation in mosques relies not only on the essential role of opening ratios but also on the integration of space proportions, inlet configuration, and wind direction, all of which have critical impacts. This insight contributes to climate-responsive mosque design, particularly in densely urbanized environments, promoting energy-efficient and comfortable indoor conditions during congregational worship.

Keywords: Natural Ventilation, Inlet and Outlet Ratio, Mosque, CFD Simulation