

Aliran Udara Dalam Ruang Masjid Jawa Modern Studi Kasus Masjid Babadan Yogyakarta

INDRAYADI

*Program Studi Arsitektur Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan
Politeknik Negeri Pontianak Jl. Ahmad Yani Pontianak 78124*

Abstrak: Aliran udara pada ruangan masjid sangat dibutuhkan, terutama pada saat pelaksanaan sholat Jum'at karena ketika itu terjadi akumulasi panas dan kelembapan udara yang akhirnya membuat ruangan menjadi tidak nyaman. Pada sistem ventilasi alami, untuk memperbaiki kondisi demikian biasanya dengan membuat bukaan sebesar-besarnya agar udara dapat mengalir dengan lancar. Pada penelitian ini dipilih masjid yang memiliki morfologi masjid jawa dengan tingkat keaslian yang cukup tinggi namun telah mengalami penyesuaian terutama untuk kenyamanan termal pengguna. Masjid tersebut adalah Masjid Babadan yang merupakan salah satu dari empat Masjid Pathok Negero Yogyakarta. Aliran udara pada sekitar bangunan diukur kemudian dijadikan sebagai besaran untuk simulasi Program CFD (*Computational Fluid Dynamics*). Hasil penggambaran CFD kemudian dianalisis untuk mengetahui bagian ruangan dalam masjid yang mengalami kecepatan aliran udara tinggi dan rendah serta mengetahui faktor pendukung dan kendalanya.

Kata-kata kunci: Aliran udara, masjid jawa moderen, sholat jum'at, CFD (*Computational Fluid Dynamics*)

Di daerah iklim tropis lembab seperti di Indonesia, mencapai kenyamanan termal di dalam ruang dengan ventilasi alami cukup sulit dilakukan. Hal ini disebabkan oleh karakter sehari-hari atmosfer yang berada diatas ambang nyaman yang disarankan. Persoalan utamanya adalah suhu dan kelembaban yang cenderung tinggi dan kecepatan angin yang sering rendah.

Kebutuhan akan aliran udara dalam bangunan merupakan hal yang mendasar bagi setiap pengguna bangunan. Terdapat dua cara untuk memenuhi kebutuhan aliran udara yaitu dengan cara ventilasi alami dan ventilasi buatan. Penggunaan ventilasi alami pada bangunan merupakan pilihan yang tepat, karena murah dan tidak memerlukan biaya operasional dan perawatan seperti halnya pada ventilasi buatan (AC). Selain itu ventilasi alami berguna untuk kesehatan, kenyamanan termal dan pendinginan struktur bangunan (Evans, 1980).

Masjid pada umumnya menggunakan ventilasi alami untuk menunjang kenyamanan termal dalam ruang. Untuk aktifitas sholat sehari-hari dengan jumlah jama'ah yang tidak terlalu banyak, kenyamanan termal dalam ruang masjid umumnya dapat dicapai. Tetapi pada saat pelaksanaan sholat Jum'at dengan kapasitas penuh, ruangan akan menjadi panas dan pengap, karena terjadinya akumulasi panas yang dikeluarkan oleh setiap tubuh. Untuk mengatasi hal ini biasanya digunakan kipas angin listrik agar ruangan tidak terlalu pengap. Namun upaya ini tidak banyak membantu apabila bangunan memiliki sistem ventilasi yang buruk dan hanya menambah biaya saja. Untuk meningkatkan kenyamanan termal dalam ruang cara yang paling baik adalah dengan memaksimalkan aliran udara, yaitu dengan mengupayakan bukaan pada dinding yang seluas-luasnya, bahkan pada beberapa masjid tidak memiliki dinding. Namun upaya ini menurut Satwiko dan Leksono (2000) dan Ira (2003) berbenturan dengan *privacy* dan *security*.

Bentuk masjid Jawa tidak sama dengan masjid yang didirikan oleh negara-negara Islam lainnya. Islam di Jawa mempunyai bentuk masjid tersendiri, yaitu tipe asli Jawa. Bangunan masjid tipe Jawa mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: a) denahnya berbentuk persegi (bujur sangkar), b) terletak di atas fundamen yang masif dan tinggi, c) mempunyai atap tumpang, selalu tersusun 2 sampai 5 tingkat, semakin ke atas semakin kecil, d) petunjuk ke arah kiblat ditandai dengan mihrab, e) mempunyai beranda atau serambi, kadang di muka atau di samping kanan kirinya, dan e) di luar masjid dikelilingi oleh tembok dengan gapura (GF Pijper dalam Ischak, M., 1996).

Pada penelitian ini studi kasus yang dipilih adalah masjid yang memiliki morfologi Masjid Jawa. Masjid tersebut adalah Masjid Babadan yang merupakan satu dari empat Masjid Pathok Negoro Yogyakarta yang lokasinya berada di DIY Yogyakarta. Secara morfologi masjid ini memiliki tingkat keaslian cukup tinggi, walaupun sudah mengalami perubahan namun tetap mengacu pada bentuk asli masjid Jawa. Perubahan yang terjadi terutama yang berkaitan dengan kenyamanan jamaah, seperti meninggikan dinding dan membuat jendela yang lebih besar. Hal

ini menarik untuk diteliti, terutama terhadap pola aliran udara yang dibentuk oleh morfologi bangunan.

METODE

Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan yang meliputi data angin dan data fisik. Pengukuran kecepatan dan arah angin dilakukan selama tiga hari berturut-turut untuk masing-masing lokasi. Pengambilan data dilakukan setiap satu jam. Alat yang digunakan adalah anemometer dan bendera angin yang ditempatkan pada daerah yang lapang di sekitar bangunan dengan ketinggian dua meter dari muka tanah dan di dalam bangunan dekat dengan jendela.

Data fisik yang diperlukan mencakup aspek luar bangunan (*messo*) dan aspek bangunan (*mikro*). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran dan dicatat pada kertas milimeterblok. Keluaran dari data ini adalah dalam berupa gambar dua dimensi yang menggambarkan keadaan nyata di lapangan. Aspek luar bangunan adalah bentuk geometri lingkungan dalam skala *messo* yang mencakup bentuk tapak, bangunan sekitar, pagar tembok, pohon dan vegetasi serta elemen penutup tanah. Aspek dalam bangunan meliputi bentuk geometri bangunan berikut elemen pembentuk bangunan. Setiap detail bangunan akan didata secara lengkap, terutama yang berkaitan dengan pergerakan udara, yaitu hal-hal yang membuat terjadinya perbedaan tekanan dan perbedaan suhu udara.

Data angin diolah untuk mengetahui kecepatan rata-rata pada luar dan dalam bangunan, begitu juga dengan arah angin. Data fisik digambarkan dengan program AutoCad. Data fisik dan data angin kemudian diolah menggunakan program CFD (*Computational Fluid Dynamics*) untuk mengetahui pola aliran udara. Namun sebelumnya data fisik yang ada perlu dipelajari terlebih dahulu untuk mendapatkan kemungkinan penyederhanaan bentuk yang tidak begitu berpengaruh terhadap pola aliran udara. Penyederhanaan ini diperlukan mengingat untuk pengolahan data dengan program CFD mempunyai keterbatasan terhadap bentuk yang rumit. Semakin rumit bentuk, maka semakin banyak grid yang harus dihitung program

dan semakin besar pula kemungkinan terjadinya *crash* ditengah proses (program tiba-tiba tidak berfungsi).

Terdapat tiga tahap dalam mensimulasikan aliran udara dan perpindahan panas dengan program CFD, yaitu: 1) pembuat model (*pre-processor*), yaitu bagian program untuk menyiapkan bentuk geometri model dan domain aliran menggunakan Program CFD-ACE Geom, 2) penghitung (*solver*), yaitu bagian program untuk menyelesaikan persamaan-persamaan yang terlibat dalam simulasi menggunakan Program CFD-ACE Gui, dan 3) penampil hasil (*post-processor*), yaitu bagian program untuk menyajikan hasil perhitungan secara grafis agar mudah dianalisis menggunakan Program CFD-ACE View, serta mengolah lebih lanjut hasil-hasil perhitungan.

Kecepatan angin ditentukan pada *inlet* menggunakan *boundary layer* pinggiran kota dengan ketinggian 400 meter (Aynsley dalam Satwiko, 2004), suhu udara, suhu elemen bangunan dan suhu tubuh manusia disesuaikan dengan data lapangan. Selanjutnya ditentukan angka konduktifitas (k) 0,0267 W/mK dan kerapatan 1,177 serta gravitasi sebesar $-9,8 \text{ m/detik}^2$.

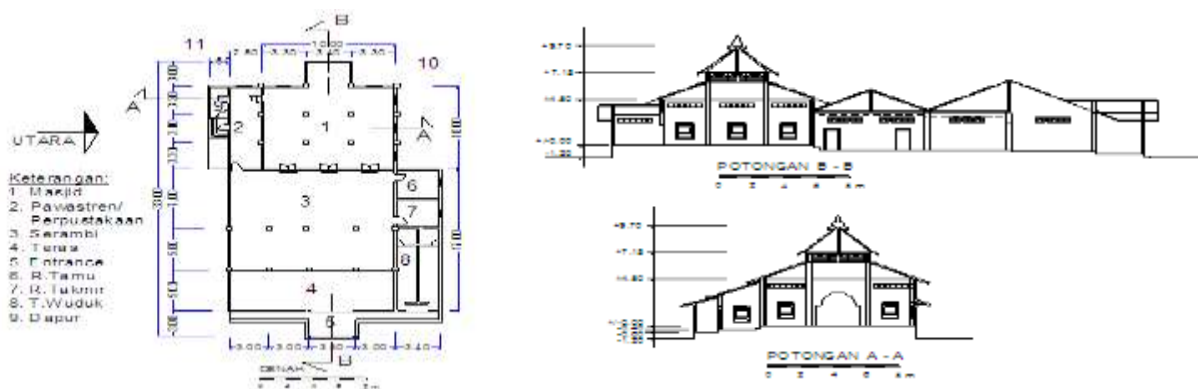
Pada aspek luar bangunan, analisis dilakukan terhadap pembentuk geometri lingkungan dan keberadaan objek-objek besar yang dapat mempengaruhi pergerakan udara di luar bangunan yang selanjutnya akan mempengaruhi potensi angin yang mengenai bangunan dan memasuki ruangan. Analisis dilakukan untuk melihat sejauhmana pengaruh tata letak, dimensi dan komposisi objek-objek besar terhadap potensi aliran udara pada masing-masing objek studi. Unit analisis dari aspek luar bangunan adalah kontur dan bentuk lahan, bangunan lain dan pagar tembok dan pohon besar dan vegetasi lainnya. Pada aspek bangunan, analisis dilakukan terhadap geometri bangunan, terutama yang berpengaruh langsung terhadap pola aliran udara, yang selanjutnya berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan termal. Unit analisis terhadap aspek bangunan adalah: *lay out* ruangan (denah), orientasi bangunan, ketinggian lantai, tipe bukaan, dimensi ruangan, atap, plafond dan susunan shaf.

Pada objek studi akan dilakukan simulasi dalam bentuk gambar dua dimensi berupa potongan horizontal (denah) setinggi 1 meter dari permukaan lantai dan potongan vertikal pada posisi yang strategis. Interpretasi dilakukan terhadap pola aliran udara, kontur kecepatan aliran udara dan kontur suhu udara, yang selanjutnya dikaitkan dengan pengaruhnya terhadap kenyamanan termal yang terjadi.

HASIL

Masjid Babadan (Masjid Ad-Darojat Babadan) merupakan pindahan dari masjid pathok negoro yang semula berada di daerah Kentungan Sleman. Pemandahan masjid ini dilakukan pada zaman penjajahan Jepang dengan cara *regol deso* yaitu memindahkan masjid sekaligus dengan warga sekitarnya. Lokasi masjid berada di tengah kota yang berpenduduk padat, dekat dengan JEC dan pusat perdagangan. Sebelah Timur merupakan perumahan padat. Sebelah Utara terdapat TK dan SD serta perumahan padat. Sebelah Selatan terdapat perumahan padat dan kebun dengan pepohonan besar. Sebelah Barat terdapat lembah yang banyak ditumbuhi pepohonan besar dengan sedikit perumahan.

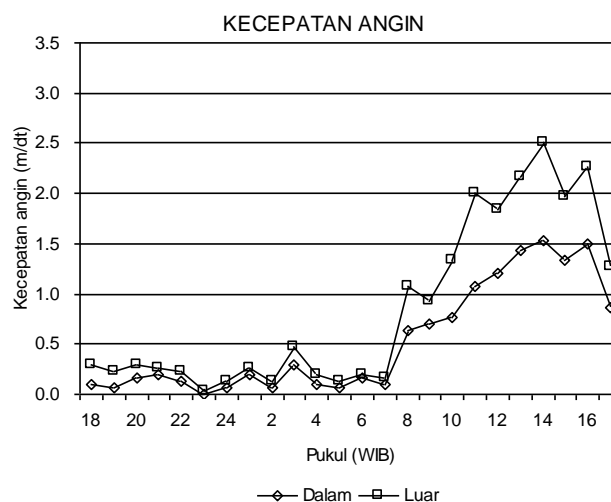
Di sebelah Barat masjid terdapat pamakaman yang merupakan pemakaman pendiri masjid dan keluarganya serta pemakaman umum. Kolam pada halaman depan sudah tidak ada lagi, sebagai gantinya dibuatkan ruang wudhu' di sisi kanan masjid bagian depan. Halaman depan masjid cukup luas yang berfungsi sebagai tempat parkir kendaraan warga sekitar dan jama'ah masjid.



Gambar 1. Denah dan Potongan Masjid Babadan

Masjid Babadan sudah sering mengalami renovasi. Selain tapak bangunan yang masih tetap berada pada posisi semula, seluruh bangunan merupakan bangunan baru. Namun arsitektur masjid secara keseluruhan tetap mengacu pada arsitektur masjid Jawa dengan arahan dari Keraton Yogyakarta dengan sentuhan modern. Dinding bangunan dibuat setinggi 4,5 meter dengan pasangan bata setebal 1/2 bata (15 cm) yang diperkuat struktur beton bertulang. Pada dinding bagian dalam terdapat pasangan batu alam setinggi 1 meter.

Jendela mengalami beberapa kali perubahan, mulai dari loster, kemudian diganti jendela jungkit dan terakhir diganti lagi dengan model swing dua daun (engsel samping) yang senantiasa terbuka dalam posisi miring mendekati dinding. Bukaannya lain pada dinding yang relatif baru yaitu adanya lobang angin (ventilasi) di bagian atas dinding mendekati plafon. Pada dinding bagian Barat terdapat dua jendela dan lobang angin pada mihrab, sebelah Selatan berbatasan dengan Pawastren terdapat satu pintu dan dua jendela, sebelah Utara terdapat tiga jendela dan pada bagian Timur terdapat tiga buah pintu dengan dua daun dan jendela jungkit dengan teralis kayu bubut. Pada celah antara atap tajug terdapat rongga yang berfungsi sebagai ventilasi dan pemasukkan cahaya pada siang hari.



Plafon pada ruang masjid dari bahan tripleks berlapis formika yang dipasang di miring mengikuti kemiringan atap di antara reng dan *usuk* (kasau) termasuk plafon tajug atas. Plafon miring juga dijumpai pada ruang serambi yang terdapat di samping kiri ruang masjid dan teras depan. Sedangkan serambi depan memiliki

plafon datar dari bahan gipsum. Peil lantai ruang masjid tingginya 120 cm dari muka tanah. Seluruh lantai difinishing dengan keramik warna putih. Pada ruang masjid selalu terbentang karpet yang berfungsi sebagai sajjadah, sedangkan pada ruang lainnya karpet atau tikar di bentangkan pada saat diperlukan saja. Untuk mencapai ruang masjid terdapat beberapa tingkatan lantai mulai dari *entrance*, teras, serambi, dan ruang masjid.

Masjid berorientasi ke Barat sehingga barisan shaf miring terhadap dinding. Pada ruang masjid terdapat 8 shaf dengan kapasitas sekitar 110 orang. Pada saat pelaksanaan sholat Jum'at ruang masjid terisi penuh sampai ke serambi, sholat Dzuhur dan Ashar sekitar 50 orang, Maghrib dan 'Isa sekitar 80 orang dan Subuh sekitar 60 orang. Jama'ah laki-laki berada di ruang masjid sedangkan jama'ah wanita di serambi depan. Bangunan memiliki potensi angin yang baik, antara lain karena posisinya berada di tengah-tengah makam dan dengan pepohonan yang rendah, sementara tapak bangunan sendiri berada di atas lembah.

Pada waktu malam aliran udara (angin) luar bergerak perlahan dengan kecepatan rata-rata 0,2m/dt dan di dalam ruangan 0,1m/dt. Pada waktu siang aliran udara luar cukup tinggi yaitu rata-rata 1,5m/dt dan di dalam ruangan 0,9m/dt. Kecepatan angin tertinggi di luar mencapai 2,5m/dt terjadi pada pukul 14.00 dan pada saat yang bersamaan di dalam ruangan 1,5m/dt. Kecepatan angin di dalam ruangan mengalami penurunan kecepatan dibanding angin luar pada waktu siang sebesar 0,6m/dt (36%). Kecilnya penurunan kecepatan ini antara lain disebabkan oleh penggunaan jendela tipe swing dua daun yang dibuka ke samping, sehingga angin dapat melewati jendela dengan maksimal. Angin mulai bergerak melebihi kecepatan rata-rata dari pukul 11.00 sampai dengan pukul 17.00. Arah angin umumnya datang dari arah Barat daya dan sebagian dari Selatan.

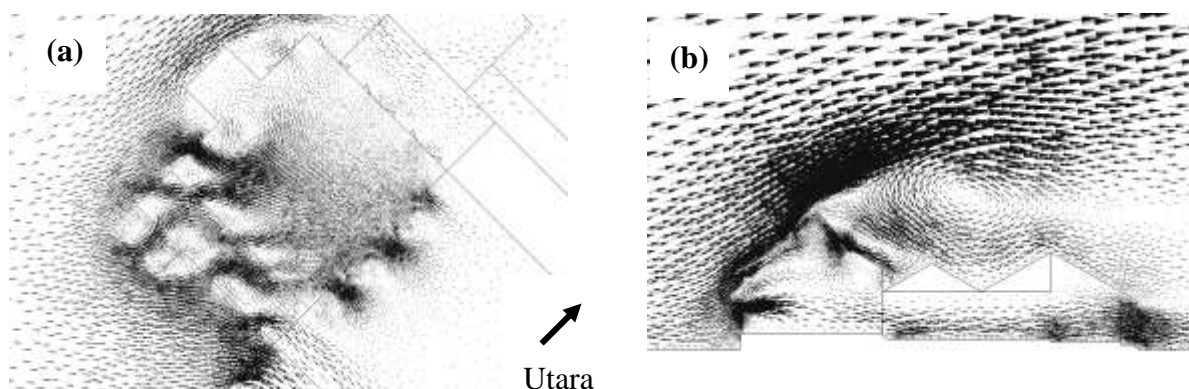
PEMBAHASAN

Pola aliran udara yang terbentuk pada denah terlihat tidak merata dan terjadi turbulensi pada daerah dekat mihrab. Pada sisi Selatan bangunan terdapat dua lapis ruang yaitu ruang pawastren dan dapur yang memiliki bukaan besar dan saling

berhadapan. Walaupun angin yang datang dalam posisi miring terhadap bangunan, namun karena jarak bukaan yang seragam angin dapat bergerak bebas ke dalam ruang masjid mengikuti pola bukaan, sehingga terbentuk pola berbelok-belok dengan turbulensi pada bagian yang tertutup dinding.

Bukaan pada dinding Barat sebelah Selatan memasukkan aliran udara dengan kencang ke dalam ruangan karena terpengaruh oleh keberadaan mihrab yang cukup besar. Selain itu pemakaian jendela tipe swing dua daun yang terbuka miring mendekati dinding berfungsi sebagai corong yang menampung angin, memperkuat aliran pada *inlet*. Orientasi bangunan yang ke arah Barat membuat angin melintasi bangunan pada posisi diagonal dari Barat Daya menuju ke serambi. Keberadaan mihrab yang besar dan tidak berjendela menyebabkan ruangan bagian Tenggara menjadi bertekanan rendah (Gambar 3a).

Dari hasil simulasi dengan menggunakan kecepatan angin luar 1,5m/dt (sesuai pengukuran lapangan) terlihat kecepatan angin pada inlet sebesar 1,0 - 1,2m/dt (Gambar 3.a), sedangkan hasil pengukuran lapangan sebesar 0,9m/dt. Kecepatan angin pada ruang masjid tidak merata antara 0,2 sampai 1,0m/dt. Angin berkecepatan tinggi terjadi pada daerah sekitar inlet menuju serambi yang memiliki bukaan lebih besar, selebihnya (bagian Tenggara ruangan) mendapat angin berkecepatan rendah.



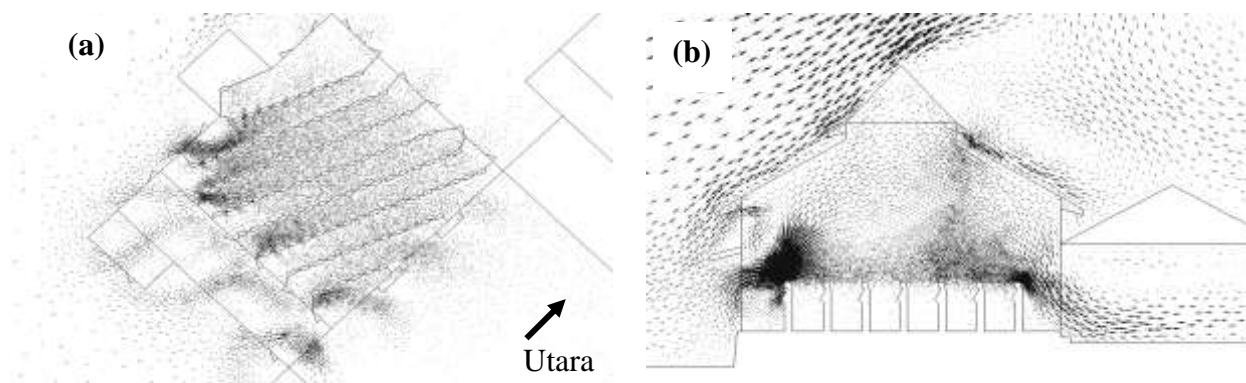
Gambar 3. Pola aliran udara kondisi kosong (a) denah (b) potongan

Bentuk atap yang miring dan dengan sudut yang patah menimbulkan penambahan kecepatan angin di atas bangunan dan membentuk bayangan angin (*eddy*) pada bagian timur bangunan. Terdapat dua perangkat angin pada inlet, yang

pertama konsol untuk jendela dan ventilasi serta kedua kaki atap untuk ventilasi atas dan celah atap. Dengan kondisi demikian menghasilkan pola aliran yang baik berupa pola linear pada ketinggian tubuh dalam ruangan sampai ke serambi. Adanya bukaan pada celah diantara atap tajug memberikan kesempatan bagi udara dalam ruangan untuk bersikulasi dengan bebas (Gambar 3b).

Pola aliran udara yang terbentuk pada denah dengan adanya barisan jama'ah tidak jauh beda dengan kondisi kosong. Hal ini terjadi karena susunan jamaah yang tidak sejajar dinding dan membentuk lorong angin dengan pola yang sejajar dengan arah angin. Udara tetap mengalir pada jalur semula, membentuk turbulensi di daerah yang tertutup dinding dan kemudian bergerak lurus dan merata ke arah serambi melewati celah di antara tubuh dan sebagian mengarah ke Utara mengikuti lorong di antara shaf (Gambar 4a).

Keberadaan jama'ah juga tidak begitu mempengaruhi kecepatan angin. Pada sebagian besar ruang masjid kecepatan angin sama dengan kondisi kosong, yaitu sebesar $0 - 0,2\text{m/dt}$, sedangkan pada inlet mencapai $0,6\text{m/dt}$. Hal ini juga disebabkan oleh susunan jamaah yang sejajar dengan datangnya angin.



Gambar 4. Pola aliran udara kondisi penuh (a) denah (b) potongan

Aliran udara pada inlet yang mengarah ke atas tidak banyak mengenai tubuh dan langsung mengarah ke plafon. Turbulensi besar pada kondisi kosong berubah menjadi turbulensi kecil pada ruang di antara barisan shaf akibat perbedaan tekanan. Selanjutnya aliran udara mengarah ke outlet dan masuk ke serambi dengan gerakan miring ke bawah sehingga menimbulkan arus bawah pada serambi. Di serambi terjadi turbulensi besar di bagian plafon yang berbentuk limas.

(Gambar 4b).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Arah Masjid Babadan yang menghadap ke Barat menyebabkan susunan shaf saat pelaksanaan sholat menyerong ke arah kanan. Angin yang datang dari arah Barat Daya menjadi hampir sejajar dengan susunan shaf sehingga tidak berpengaruh besar terhadap pola dan kecepatan angin yang terjadi. Kondisi ini membentuk lorong-lorong angin yang menggiring angin hingga mengenai seluruh jamaah. Pola aliran udara yang terbentuk pada denah terlihat tidak merata karena jarak jendela cukup jauh. Pada daerah bukaan terjadi aliran udara yang cukup kuat, sedangkan bagian yang tertutup dinding terjadi turbulensi.

Penggunaan jendela tipe swing dua daun berbentuk corong yang menampung angin, sehingga memperkuat aliran pada *inlet*. Secara umum aliran udara dalam ruang masjid Babadan sudah baik.

Saran

Untuk meningkatkan kenyamanan termal tidak hanya dengan memperhatikan aliran udara, tetapi dapat juga dengan menurunkan suhu lingkungan dan mencegah masuknya radiasi matahari ke dalam bangunan, misalnya dengan melakukan penghijauan disekitar bangunan dan penggunaan bahan bangunan anti radiasi terutama pada atap bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Boutet, T.S. (1987). *Controlling Air Movement, A Manual for Architects and Builders*. McGraw Hill Book Company, USA.
- Evans, M. (1980). *Homming, Climates and Comfort*. New York.
- Ischak, M. (1996). *Beberapa Kaidah yang Mempengaruhi Keberadaan Masjid pada Abad ke XVIII-XIX di Bagian Barat Pantai Utara Jawa Tengah*. Tesis S2 Jurusan Arsitektur UGM, Yogyakarta.
- Mangunwijaya, Y.B. (2000). *Pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta: Djambatan.
- Satwiko, P. (2004). *Fisika Bangunan I*. Edisi I. Yogyakarta: Andi.