

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

5.1.1. Kondisi Kenyamanan Termal di Pasar Rahmat

Pengukuran kenyamanan termal di lapangan dilakukan pada 2 interval waktu, pagi hari (jam 7.00) dan siang hari (jam 12.00) selama 3 kali pengukuran: tanggal 4 April 2021, 14 April 2021, dan 19 Mei 2021. Evaluasi kondisi kenyamanan termal di Pasar Rahmat menggunakan standar SNI 03-6572-2001.

Hasil pengukuran pada pagi hari menunjukkan kondisi hangat nyaman dengan rentang temperatur efektif $26^{\circ}\text{C} - 26,8^{\circ}\text{C}$ pada kedua pengukuran di bulan April. Satu waktu pengukuran lainnya yang dilakukan pada bulan Mei menunjukkan kondisi kenyamanan termal yang di luar batas nyaman dengan rentang temperatur efektif $27,7^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pengukuran pada siang hari menunjukkan kondisi yang tidak nyaman pada ketiga tanggal pengukuran dengan rentang suhu temperatur efektif $27,7^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$.

Faktor kenyamanan termal lainnya seperti kelembapan relatif (RH) dan kecepatan udara (AV) juga belum memenuhi standar PMK No.17 tentang pasar sehat. Rata-rata kelembapan di Pasar Rahmat sebesar 76,2%-80% RH di pagi hari dan 62,76%-65% RH di siang hari, lebih lembap dibanding standar yang berlaku (40%-60%RH). Sementara itu, rata-rata kecepatan udara di Pasar Rahmat berada pada rentang 0 m/s-0,07 m/s sehingga belum memenuhi standar kecepatan udara berdasarkan kriteria pasar sehat (0,1 m/s-0,15 m/s).

Secara keseluruhan sebagian besar pengukuran kenyamanan termal di Pasar Rahmat menunjukkan hasil yang belum memenuhi standar. Maka dari itu, perlu beberapa usaha optimasi untuk menurunkan nilai temperatur efektif hingga dapat mencapai standar kenyamanan termal yang ideal.

5.1.2. Pengaruh Bentuk Ruangan, Desain Ventilasi, dan Material Atap Terhadap Kenyamanan Termal di Pasar Rahmat

Pasar Rahmat merupakan bangunan pasar rakyat dengan bentuk yang memanjang dari selatan ke utara tapak dan berorientasi ke arat timur-barat. Pasar ini terdiri dari tiga

lantai dengan zonasi fungsi yang berbeda-beda. Lantai 1 terdiri dari tiga area: area pangan kering, pangan basah, dan area sembako. Lantai 2 terletak di sisi timur bangunan sedangkan lantai 3 sejajar secara vertikal dengan lantai 1.

Variabel yang diteliti di ketiga lantai yaitu bentuk ruangan, desain ventilasi, dan material atap. Setiap lantai memiliki ruangan berbentuk persegi panjang berukuran 85,6m x 14m dengan ketinggian yang berbeda-beda. Desain ventilasi pasar berupa lubang bukaan udara yang terletak di beberapa titik, yaitu sisi selatan bangunan, bagian atas kios sisi barat lantai 1, dan bagian atas kios lantai 3 di sisi barat dan timur. Sedangkan variabel material atap yang dibahas di penelitian ini adalah seng gelombang yang terletak di lantai 3 dan area lorong sirkulasi sisi timur lantai 2.

Dari hasil pengukuran lapangan dan simulasi terdapat beberapa fenomena yang terjadi pada keseluruhan bangunan. Adanya bukaan ventilasi dan pancaran radiasi dari material bangunan sekitar berpengaruh pada perbedaan suhu pada ruangan pasar dengan bentuk memanjang. Sisi selatan Pasar Rahmat yang memiliki bukaan ventilasi menunjukkan temperatur yang lebih rendah 0,3 – 0,5 °C dibanding sisi utara yang tidak memiliki bukaan ventilasi dan berdempetan dengan bangunan tetangga. Hal tersebut diperkuat dengan simulasi pergerakan udara yang mendeteksi kecepatan angin lebih besar berada di sisi selatan sehingga dapat memberikan proses penyejukan.

Pengaruh ketinggian ruangan terlihat pada pengukuran lapangan di pagi hari yang menunjukkan lantai 3 sebagai ruangan paling tinggi memiliki nilai temperatur efektif paling nyaman akibat terjadinya daya apung udara (Boutet,1987). Sedangkan pengaruh desain ventilasi dan material atap terlihat pada pengukuran lapangan pada siang hari. Hal tersebut terlihat dari tingkat temperatur efektif tertinggi ada di lantai 3 sebagai ruangan yang menerima radiasi dari material atap dan memiliki luasan bukaan ventilasi yang paling sedikit. Hal tersebut diperkuat saat simulasi Ecotect Analysis yang menunjukkan temperatur di lantai 2 lebih rendah dibanding lantai 3 karena area selasar lantai 2 merupakan ruangan semi terbuka sehingga radiasi dari material atap tidak akan terperangkap dalam ruangan.

Secara keseluruhan, desain ventilasi masih belum optimal karena kurang mempertimbangkan kondisi iklim mikro dan aktivitas pasar. Di lantai 2 dan lantai 3 tidak terdapat bukaan yang menyikapi arah angin sehingga pada siang hari nilai temperatur efektif pada kedua lantai tersebut lebih tinggi dari lantai 1. Pada lantai 1 terdapat ventilasi

yang menyikapi arah angin namun perletakkannya jauh dari ketinggian tubuh manusia. Hal ini cukup disayangkan mengingat bentuk ruangan sudah memanjang tegak lurus dengan arah datangnya angin kawasan, yang kecepatannya dapat diterima dengan nyaman.

Selain fenomena yang terjadi pada keseluruhan bangunan, setiap lantai di Pasar Rahmat memiliki fenomena termal yang berbeda. Urutan kondisi termal di lantai 1 mulai dari yang terbaik adalah: area pangan kering, area pangan basah, dan area sembako. Area pangan kering memiliki temperatur dan kelembapan udara terendah karena dekat dengan bukaan ventilasi di fasad bagian selatan. Hal ini didukung hasil simulasi yang menunjukkan adanya kecepatan udara yang lebih tinggi di area tersebut dibandingkan kecepatan udara di area pangan basah, sehingga efek pendinginan lebih besar. Kelembapan udara yang relatif tinggi di area pangan basah disebabkan karena kurangnya sirkulasi udara pada area yang memiliki kadar uap air tinggi akibat penguapan bahan dagangan basah (daging, ikan, sayur) di area tersebut. Adapun area dengan temperatur dan kelembapan tertinggi justru terjadi di area sembako, karena lorong sirkulasi di sisi timur dilingkupi barang dagangan dari berbagai sisi, sehingga ruang menjadi sangat tertutup. Udara lembap dan panas mudah terperangkap dan menimbulkan rasa gerah.

Pada lantai 2, pengukuran di lapangan menunjukkan kenaikan suhu sebesar $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ di sisi utara terhadap sisi selatan. Hal tersebut disebabkan oleh pancaran radiasi dari bangunan di sekitar, terbukti dari terbacanya kecepatan angin yang lebih besar di sisi utara saat simulasi namun pengukuran lapangan tetap menunjukkan kenaikan temperatur di sisi utara. Terdeteksinya turbulensi secepat $0,7\text{ m/s}$ di sisi utara saat melakukan pengukuran lapangan dan simulasi juga tidak menyebabkan efek pendinginan di area tersebut, terlihat dari temperatur yang tetap meningkat di sisi utara. Apabila tidak terjadi turbulensi dan kecepatan angin di sisi utara sama/lebih kecil terhadap sisi selatan, maka pancaran radiasi dari bangunan tetangga dapat menghasilkan perbedaan suhu yang lebih signifikan. Selain itu, simulasi pergerakan udara di lantai 2 menunjukkan absennya aliran udara di kios dagang akibat tidak ada lubang ventilasi yang menerima udara dari inlet pada bagian atas kios lantai 1. Hal tersebut menyebabkan udara di kios dagang menjadi panas, yang kemudian ditunjukkan melalui kenaikan temperatur pancaran sebesar $0,5 - 0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ di area kios terhadap area selasar saat simulasi Ecotect.

Pada lantai 3, bentuk ruangan yang tipis dan memanjang serta penataan kios yang linear membentuk lorong angin, terlihat dari terdeteksinya aliran udara pada saat pengukuran lapangan.

5.1.3. Optimasi Desain Ventilasi dan Material Atap di Pasar Rahmat

a. Optimasi Desain Ventilasi

Perbaikan desain ventilasi di Pasar Rahmat dilakukan dengan menambahkan bukaan ventilasi di kios-kios dagang sehingga mendukung terjadinya *cross ventilation*. Ukuran bukaan ventilasi mengikuti standar PMK No.17 yaitu 20% dari luasan lantai, sedangkan letaknya dibuat sejajar dengan level aktivitas jual-beli (100cm dari lantai). Bentuk ruangan yang tipis serta arah datang angin yang tegak lurus dengan sisi memanjang bangunan berpotensi untuk memaksimalkan pergerakan udara setelah optimasi. Hal tersebut dibuktikan dari hasil simulasi penambahan bukaan ventilasi yang menunjukkan terdeteksinya aliran udara secepat 0,7 – 1,3 m/s dengan pola pertukaran/*crossing* yang terjadi di seluruh bagian bangunan. Pengukuran temperatur efektif dengan kecepatan udara (AV) hasil optimasi tersebut menunjukkan penurunan temperatur efektif pada sampel terpanas (29 °C) menjadi 28 °C.

b. Optimasi Material Atap

Perbaikan pada material atap bertujuan untuk mengurangi tingkat radiasi yang disebabkan material penutup atap eksisting, yaitu atap seng gelombang. Perbaikan dilakukan dengan menambah insulasi aluminium foil tipe *bubble* di bawah penutup atap eksisting. Simulasi hasil optimasi menunjukkan penurunan temperatur pancaran sebesar 0,5 – 4,62 °C pada area yang terhubung langsung dengan material penutup atap. Pengukuran temperatur efektif menggunakan nilai temperatur pancaran/GT hasil optimasi menunjukkan penurunan temperatur efektif sebesar 2,5 – 2,8 °C pada lantai 2 dan 3 menjadi tingkat temperatur efektif yang memenuhi standar kenyamanan termal (26,2 – 26,5 °C).

5.2. Saran

5.2.1. Saran bagi Perancang dan/atau Pengelola Pasar Rakyat

Setelah melakukan penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perancang dan/atau pengelola untuk meningkatkan kenyamanan termal di pasar rakyat.

Pertama, menggunakan bentuk ruangan yang memanjang dan tipis bermanfaat untuk efisiensi fungsi dan aktivitas, namun perlu dilengkapi dengan desain ventilasi yang mengakomodasi sisi memanjang tersebut. Pertimbangan lainnya seperti radiasi dari

bangunan sekitar juga perlu diperhatikan untuk menghindari perbedaan suhu pada kedua ujung ruangan yang memanjang.

Kedua, desain bukaan ventilasi sebaiknya berorientasi pada arah angin dan berada di level aktivitas pasar. Letak bukaan ventilasi sebaiknya diprioritaskan di ruang kerja pedagang sebagai pengguna yang paling lama berada di pasar. Hal ini berlaku apabila angin yang akan masuk ke dalam ruangan masih dalam standar kecepatan yang ideal, yaitu maksimal 1,5 m/s menurut Frick, Heinz (2006).

Penggunaan material atap sebaiknya tidak memberikan pancaran radiasi yang terlampau besar ke ruang dalam. Apabila ruang aktivitas berhubungan langsung dengan penutup atap yang mudah menghantarkan panas, penambahan lapisan insulasi pada material penutup atap perlu dilakukan untuk menurunkan tingkat temperatur pancaran dan memberikan kenyamanan lebih bagi pengguna.

5.2.2. Saran bagi Penelitian Berikutnya

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan teknis sehingga terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan masukan bagi penelitian terkait kenyamanan termal berikutnya.

Pertama, penelitian ini menggunakan alat pengukur suhu udara kering, kecepatan angin, dan kelembapan udara yang sederhana yaitu Kasuntest KT 300 Digital 3in1 Anemometer. Untuk analisis kenyamanan termal yang lebih komprehensif dapat menggunakan WBGT meter. Dengan demikian, data WBT dan GT dapat menjadi sumber pembahasan terkait kadar air di udara serta tingkat radiasi pada objek studi.

Kedua, alat untuk mengukur kecepatan angin berupa *windmill anemometer* memiliki ketelitian yang rendah sehingga terdapat banyak titik yang tidak terdeteksi kecepatan udaranya. Jenis anemometer lainnya yang lebih presisi misalnya *hot-wire anemometer* yang dapat mendeteksi kecepatan angin melalui perubahan suhu pada kawat panas.

Ketiga, penggunaan *software* Autodesk Flow Design untuk objek yang besar/kompleks membutuhkan kapasitas *hardware* tertentu agar simulasi bisa dijalankan dengan mengikuti persyaratan simulasi yang valid. Apabila dilakukan reduksi/penyederhanaan harus dipastikan bahwa hasil simulasi masih sesuai dengan kondisi lapangan. Meskipun demikian, *software* Autodesk Flow Design relatif sederhana untuk dipelajari dan penggunaannya praktis. Alternatif *software* lainnya yang lebih

mumpuni yaitu Autodesk CFD yang memiliki *setting* simulasi dengan ketelitian lebih tinggi.



DAFTAR PUSTAKA

- Frick, Heinz. (2006). *Arsitektur Ekologis*. Yogyakarta: Kanisius
- Lippsmeier, George. (1997). *Bangunan Tropis*. Jakarta: Erlangga
- Lechner, Norbert. (2007). *Heating, Cooling, Lighting*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Koenigsberger, T.G. Ingersoll, Alan Mayhew, and S.V. Szokolay. (1973). *Manual of Tropical Housing and Building Part one: Climatic Design*. New Delhi: Orient Longman.
- Mangunwijaya, Y. (1980). *Pasal-Pasal Pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta: Gramedia.
- SNI 8152:2015 (2015). *Pasar Rakyat*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- SNI 03-6572-2001 (2001). *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- PMK No.17 Tahun 2020 (2020). *Pasar Sehat*. Jakarta: KKRI
- CIBSE. (1997). *Natural ventilation in non-domestic buildings, CIBSE Applications Manual AM10:1997*, USA.
- ASHRAE. (1989). *Handbook of Fundamental Chapter 8" Physiological Principles, Comfort, and Health ASHRAE*. USA
- Butera, Federico & Aste, Niccolò & Adhikari, Rajendra. (2015). *Sustainable Building Design for Tropical Climates*. USA: UN-Habitat
- Mediastika, Christina. (2005). *Ventilasi Alami pada Gedung Don Bosko UAJY*. Yogyakarta: Gelora Aksara Utama
- Laksitoadi, Baskoro. (2008). *Kenyamanan Termis Gedung Olahraga Ditinjau Dari Aliran Udara*. Depok: Universitas Indonesia.
- Rianty, Hapsa. (2007). *Tingkat Kenyamanan Termal Ditinjau Dari Orientasi Bangunan Pada Ruang Tamu Rumah Tinggal Sederhana Tipe 50 Perumahan Nusa Tamanlora Indah*. Makassar: Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- Putra, Willy. (2009). *Ventilasi Alami Untuk Hunian Berdempetan Di Daerah Beriklim Panas Lembap*. Depok: Universitas Indonesia.
- Ishak, Yunianti. (2018). *Pengaruh Sistem Distribusi Udara Terhadap Kualitas Udara Dalam Ruang*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Latifah, Perdana, Prasetya, Siahaan. (2013). *Kajian Kenyamanan Termal Pada Bangunan Student Center ITENAS Bandung*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Rahmad. (2013). *Walikota Resmikan Penggunaan Pasar Rahmat*. Diakses tanggal 10 April 2021, dari <https://kaltim.antaranews.com/berita/11357/walikota-resmikan-penggunaan-pasar-rahmat>