

BAB VI KESIMPULAN PENELITIAN

Kesimpulan

Pada bab ini akan dipaparkan kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan, sehingga hasil tersebut dapat digunakan sebagai parameter dalam mengukur performa bangunan dan kaitannya dalam hal konservasi energi.

Setidaknya ada beberapa kriteria yang harus diteliti untuk menakar performa bangunan dengan orientasi konservasi energi. Hal yang utama untuk diperhatikan adalah kenyamanan manusia yang tinggal didalamnya. Akan tidak ada artinya jika energi yang dibutuhkan ditekan seminim mungkin tetapi manusia tidak merasa betah tinggal didalamnya. Ada dua macam kenyamanan yang berpengaruh terhadap manusia, yaitu kenyamanan termal dan kenyamanan visual. Hendaknya perancangan bangunan selalu memfokuskan diri kepada kedua faktor manusia ini.

Kenyamanan termal dalam bangunan dipengaruhi oleh faktor fisik dan psikis lingkungan dan manusia. Salah satu faktor penentu yang diteliti pada karya ilmiah ini adalah aliran udara, radiasi matahari, dan kebutuhan beban pendinginan ruang dalam. Kecepatan angin pada bangunan berventilasi alami di daerah tropis dapat membantu mengkompensasi suhu panas yang diderita manusia melalui proses konveksi yang disebut *bodily cooling*. Selain itu aliran udara yang lancar akan sangat berguna untuk menukar udara dalam ruang dengan udara luar yang lebih segar (*flushing*). Radiasi matahari akan mempengaruhi tingkat MRT (*Mean Radiant Temperature*) dalam ruangan, ruang terekspos sinar matahari akan menerima radiasi lebih banyak dan mengakibatkan suhu dalam ruang meningkat. Pada akhirnya seluruh mekanisme pertukaran kalor dalam bangunan tersebut mempengaruhi besarnya beban pendinginan (*cooling loads*) yang dibutuhkan dalam ruangan untuk mencapai kenyamanan termal.

Kenyamanan visual ikut berperan penting menentukan kualitas performa bangunan. Pemanfaatan cahaya langit untuk menerangi ruang dalam dapat menjadi pedang bermata dua yang disisi lain berpotensi meningkatkan beban pendinginan pada ruang ber-AC. Penggunaan lampu hemat energi dan penyebaran titik lampu

yang tepat guna akan berdampak signifikan terhadap konsumsi energi bangunan saat tidak tersedia cahaya matahari.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kedua faktor kenyamanan manusia dalam bangunan tersebut terpenuhi pada studi kasus Gedung Perpustakaan UAJY. Metode simulasi yang diperkuat dengan pengukuran lapangan menjadi alat bantu penakar performansi bangunan tersebut dalam hal pencahayaan dan penghawaan dalam ruang-ruangnya.

Hasil simulasi penghawaan alami dalam bangunan eksisting menunjukkan bahwa inlet angin searah permukaan normal bukaan bangunan memiliki distribusi udara paling baik didalam bangunan, terlihat dari hasil simulasi angin arah Utara dan Selatan. Inlet angin miring terhadap bukaan bangunan memiliki efek bervariasi, umumnya hanya memberikan aliran memadai pada bagian berhadapan langsung dengan arah datang angin dan menyebabkan bagian bangunan yang berlawanan minim aliran, perbedaan tekanan yang terjadi tidak menyebabkan cukup aliran karena jarak tempuh menjadi berkali lipat lebih jauh. Sedangkan skenario terburuk yang diperlihatkan melalui simulasi adalah inlet pada sisi barat dan timur, bisa dimengerti karena angin hanya lewat saja didepan bukaan bangunan karena arah datangnya yang tegak lurus permukaan normal bukaan (miring 90 derajat bukaan).

Perhitungan beban pendinginan dilakukan dengan tiga metode berbeda untuk mengetahui tingkat keakuratan masing-masing metode, yaitu metode kalkulasi manual yang didapatkan dari konsultan terpercaya, metode simulasi dengan *Daikin Psychrometric Chart dan Ecotect v5.5*. Ruang yang diteliti diambil dengan karakter dan kontribusi konsumsi energi yang berbeda. Ruang tengah beratrium empat lantai dipilih karena signifikansinya dalam hal konsumsi energi sedangkan ruang komputer di basement dipilih untuk membandingkan distribusi udara dan perhitungan beban pendinginan dengan adanya peralatan elektronik. Hasil komparasi yang diperoleh adalah simulasi *Ecotect* memiliki nilai sedikit lebih rendah daripada perhitungan manual. Hal tersebut disebabkan karena proses kalkulasi manual menggunakan angka-angka asumsi untuk beban tak terduga (internal dan peralatan) sampai dengan 30% yang menyebabkan terjadinya sedikit perbedaan hasil. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk mengurangi deviasi tersebut. Untuk saat ini nilai error dari simulasi *Ecotect v5.5* dengan perhitungan manual adalah sebesar **2.4%**. Sedangkan perkiraan kebutuhan pendinginan pada ruang atrium oleh *Daikin*

Psychrometric Chart kurang dapat dipercaya karena memiliki sifat distribusi suhu berbeda dengan ruang tertutup. Sebaliknya jika digunakan untuk menghitung asumsi kebutuhan pada ruang tertutup tunggal, software ini mampu merefleksikannya dengan cukup baik.

Untuk mengetahui pola distribusi udara dingin dari unit AC pada ruang beratrium dilakukan simulasi distribusi udara dingin yang memasukkan unsur waktu transient. Kesimpulan yang didapatkan adalah keberadaan atrium pada bangunan berpenghawaan buatan berpotensi merugikan baik dalam hal penghematan energi maupun distribusinya. Selain itu perletakan furnitur juga menentukan pola aliran distribusi udara yang kurang baik.

Secara umum distribusi cahaya alami sangat buruk terjadi di dalam bangunan. Penghindaran silau dengan memasang jendela rayban ber-VT rendah berdampak pada kurangnya intensitas cahaya pada tengah ruangan. Penataan furniture yang tidak mengindahkan kaidah distribusi cahaya luar semakin memperburuk keadaan. Cahaya masuk langsung diblok oleh rak-rak buku yang diletakkan memanjang sumbu barat-timur. Angka reflektan pada furnitur rak buku beserta buku-buku didalamnya rendah dan sifatnya menyerap sebagian besar cahaya yang datang karena merupakan furnitur lama yang sudah usang dan berwarna gelap.

Secara perencanaan bangunan, desain pencahayaan buatan sudah cukup baik. Fungsi perpustakaan dengan perlengkapan perabot tersebut telah diantisipasi sebelumnya dengan instalasi lampu tersebar dengan lumen secukupnya. Akan tetapi pada operasionalnya, prediksi perancangan menjadi meleset karena kebutuhan ruang yang kurang diakomodir dengan baik. Kurangnya luasan ruang menyebabkan furnitur terutama rak-rak buku disusun serapat mungkin dan tidak mengindahkan letak lampu yang ada. Konsekwensinya sebaran cahaya lampu tidak mampu menjangkau seluruh bagian penting area karena tertutup oleh adanya rak-rak buku tinggi yang rapat. Sifat buku yang menyerap cahaya dan rak yang telah dimakan usia sehingga berwarna kusam makin mengurangi kualitas pencahayaan buatan dalam ruang.

Hasil perhitungan kalor yang diterima kulit bangunan dari radiasi matahari (OTTV) menunjukkan bahwa Gedung Perpustakaan UAJY tergolong bangunan hemat energi dengan angka 36 W/m^2 . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa secara bentuk bangunan, pemilihan material dan rasio bukaannya telah diperhitungkan untuk mencapai bangunan yang ramah lingkungan.

Hasil-hasil analisis dari simulasi-simulasi yang telah dilakukan diatas kemudian diolah untuk mencoba mencari solusi desainnya. Solusi desain diusahakan realistis dan tidak melibatkan perubahan radikal yang elementer pada desain bangunan awal. Eksperimen-eksperimen simulasi terlebih dahulu dilakukan secara intensif untuk menemukan pemecahan terbaik dari berbagai alternatif.

Aplikasi wingwalls untuk meningkatkan kualitas ventilasi pada kedua sisi dinding bangunan banyak mengubah pola distribusi udara dalam ruangan. Letak wingwalls pada sisi *windward* maupun dengan sudut arah datang angin 90 derajat terbukti efektif mengalirkan udara masuk dan juga keluar dari dalam ruangan. Lompatan perbedaan tekanan positif dan negatifnya mampu mendorong dan menghisap angin secara baik. Terlihat pada sebagian besar kasus di ruang koleksi lantai satu dan dua serta ruang kantor di lantai tiga yang meningkat tingkat aliran udaranya dengan pola teratur. Disisi lain letak wingwalls pada sisi *leeward* seperti pada kasus arah angin tenggara dan barat daya di ruang kantor lantai tiga, tidak dapat berfungsi seperti yang diharapkan. Perilakunya menjadi sama seperti bukaan biasa tanpa dapat menciptakan perbedaan tekanan positif dan negatif yang diperlukan untuk mengalirkan udara. Meskipun demikian, aplikasi elemen sirip vertikal eksterior (*wingwalls*) mampu meningkatkan kualitas distribusi udara alami dalam ruangan pada skenario terburuk inlet pada sisi barat dan timur. Kemampuannya dalam memanipulasi perbedaan tekanan udara pada sisi dinding yang sama sangat bermanfaat untuk mengundang udara masuk dan terdistribusi sedemikian hingga tersedot keluar lagi. Hal tersebut secara efektif meningkatkan tingkat pertukaran udara alami yang segar di pagi hari dalam bangunan.

Eksperimen yang dilakukan dalam upaya meningkatkan kualitas distribusi dan kuantitas iluminasi pencahayaan alami memberikan hasil yang memuaskan. Secara umum pola distribusi cahaya alami telah meningkat pesat. Rerata tingkat iluminasi meningkat sampai dengan 200% terutama pada lantai basement. Strategi yang telah

disusun pada konsep pencahayaan alami terbukti berhasil meningkatkan dan menyebarkan intensitas cahaya yang diperlukan bagi ruang dalam gedung perpustakaan. Pemakaian dua jenis jendela tipe view (asahi rayban 40%) dan light source (clear clerestory glass) efektif mengakibatkan distribusi merata pada bidang kerja 80 cm. Jendela rayban ber-VT rendah berdampak positif untuk mengurangi silau, terbukti dengan timbulnya gradasi tingkat iluminasi yang halus terjadi disekitar area jendela eksterior. Penempatan jendela clerestory tinggi dengan *light shelf* membantu cahaya matahari mampu masuk sampai tengah bangunan walau sedikit terhalang rak-rak buku. Penataan furniture yang memperhatikan kaidah distribusi cahaya luar dan peningkatan angka reflektan menjadi 50% dari rak-rak yang dicat ulang semakin memperbaiki kualitas sebaran cahaya alami.

Khusus pada basement, strategi pemerataan distribusi cahaya matahari dalam bangunan dengan pemasangan *light pipe* dan *skylight* tersembunyi terbukti mampu meningkatkan rerata tingkat iluminasi pada bidang kerja sampai dengan 600%.

Hasil simulasi pengembangan desain pencahayaan buatan menunjukkan perubahan positif yang terjadi dalam hal efisiensi energi dari cahaya lampu yang efektif menyinari dan menyebarkan cahayanya pada bidang kerja. Sedikit perubahan pada penataan perabot rak buku dan peremajaan rak buku dengan cat yang lebih muda mampu meningkatkan rerata iluminasi hingga 30% disamping menjaga sebaran cahaya seefektif mungkin.

Pengembangan desain yang telah dilakukan sejauh ini tidak dapat menurunkan konsumsi energi beban pendinginan secara signifikan, hanya dapat menghemat sekitar 10-15% saja. Kemungkinan hal ini terjadi karena perubahan-perubahan yang dilakukan adalah termasuk kategori perubahan minor tanpa harus merombak bangunan eksisting. Akan tetapi dari hasil simulasi pengembangan didapatkan kualitas pemanfaatan potensi pasif desain yang jauh meningkat. Kualitas inilah yang tidak dapat diukur secara kuantitas nyata tetapi memiliki efek yang besar untuk mendukung kenyamanan penghuni sesuai dengan tujuan awal penelitian.

Peningkatan performa bangunan dalam hal desain pasif telah dapat memberikan manfaat baik secara kualitas maupun kuantitas. Eksperimen

penghawaan dan pencahayaan alami maupun buatan menunjukkan peningkatan kualitas yang signifikan tanpa mengabaikan kepentingan konservasi energinya.

Saran

Melalui penelitian ini maka dapat disimpulkan saran penelitian, yaitu:

1. Dapat dilakukan penelitian lanjutan yang lebih menekankan hanya pada penghawaan atau pencahayaan saja, alami atau buatan saja, bahkan mungkin termalnya saja. Sehingga penelitian dapat lebih mengerucut dan hasilnya pun dapat lebih mendalam.
2. Penelitian kaitannya dengan konservasi energi dapat difokuskan pada penggunaan peralatan lampu atau AC tertentu, seperti lampu LED atau model T5 saja, atau AC tipe VRV (*Variable Refrigerant Volume*) yang sedang populer karena besarnya penghematan energi yang dapat dicapai. Melalui penelitian tersebut diharapkan mengetahui penggunaan secara optimal lampu dan AC tersebut.
3. Penelitian ini memberikan peluang bagi penelitian lainnya untuk mengembangkan desain ramah lingkungan secara lebih inovatif.
4. Penggunaan hasil penelitian ini dapat diterapkan dengan pertimbangan – pertimbangan mendasar lebih secara metodologi dan tujuannya yang ingin dicapai. Sehingga bukan hanya memanfaatkan simulasi sebagai alat bantu saja, melainkan mampu mengkombinasikannya dan meningkatkannya menjadi alat pengambil keputusan yang terpercaya dengan data aktual yang komprehensif.