

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam upaya mencapai kenyamanan termal bangunan, semua material komponen bangunan (lantai, dinding, atap dan komponen pelengkapannya), bentuk massa bangunan, dan orientasi bangunan terhadap matahari, masing-masing memiliki kontribusi. Semua itu pada akhirnya akan berdampak terhadap bagaimana perilakunya dalam menghadapi iklim setempat. Dalam hal ini faktor iklim yang berperan penting antara lain ialah karakter radiasi matahari, kecepatan angin rata-rata, suhu, kelembaban, dan curah hujan. Dampak yang paling signifikan akan terjadi pada permukaan bangunan yang paling banyak terekspos sinar matahari, sehingga hasilnya akan berbeda pada jenis bangunan yang berbeda. Sebagai contoh, pada bangunan berlantai banyak, selubung bangunan vertikal atau dinding terluarnya akan cenderung lebih diperhatikan untuk meninjau kenyamanan termalnya. Sedangkan pada bangunan bentang lebar dan *landed* seperti perumahan, atap menjadi aspek penting dalam menentukan kenyamanan termal bangunannya.

Seperti yang telah diutarakan di atas, atap sebagai komponen penutup bangunan rumah, khususnya di daerah tropis, merupakan permukaan bangunan yang paling banyak terekspos oleh radiasi sinar matahari.¹ Begitu juga di Indonesia, karena Indonesia termasuk region klimatik *hot-humid* yang berkarakter radiasi tinggi (80% per tahun), *Relative Humidity* yang tinggi (60%-80%), presipitasi tinggi (150 cm/thn), namun velositas angin yang tak stabil (di perkotaan sering 0 m/dtk atau terlalu besar, >30 m/dtk)². Oleh sebab itu perannya harus dioptimalkan dalam membendung radiasi panas matahari agar kenyamanan termal ruangan di bawahnya dapat tercapai. Untuk itu, pemilihan material penutup atap dan konstruksi yang tepat menjadi penting dalam mengoptimalkan perannya dalam membendung dan mengangkut panas.

¹ Lippsmeier, George. *Bangunan Tropis*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 1994

² Soegijanto, "Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab ditinjau dari aspek fisika bangunan" hal:8-9, thn 2000

Seiring dengan peningkatan angka pertumbuhan penduduk, kebutuhan pembangunan perumahan di kota-kota besar di Indonesia seperti Kota Depok semakin pesat. Salah satu perumahan yang gencar di bangun adalah real estate. Perumahan yang cenderung dirancang dengan bentuk yang seragam ini rata-rata menggunakan plafond. Pada penelitian ini bangunan perumahan real estate yang akan diteliti adalah yang menggunakan penutup atap dari bahan genteng keramik dan genteng *metal sheet*, serta plafond dari material gipsum. Tiap material atap maupun plafond masing-masing memiliki nilai transmitansi yang spesifik, yang pada akhirnya semua akan berdampak pada nilai RTTV (*Roof Thermal Transmittance Value*), atau nilai perpindahan panas pada atap.

RTTV adalah salah satu paket kebijakan pemerintah RI dalam bidang konservasi energi pada atap, yang telah dimulai sejak tahun 1993. Sedangkan untuk selubung/dinding bangunan, parameter perhitungannya menggunakan OTTV (*Overall Thermal Transmittance Value*), yaitu nilai perpindahan panas menyeluruh pada dinding bangunan. Hal ini mengacu pada peraturan SNI T -14 - 1993 - 03, yaitu mengenai peraturan teknis konservasi energi pada bangunan. Indikator keberhasilan pencapaian konservasi energi ialah apabila nilai OTTV maupun RTTV $\leq 45 \text{ W/m}^2$.

Dari penelitian yang pernah dilakukan oleh Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) bahwa bila konservasi energi betul-betul bisa dijalankan, maka paling tidak akan mengurangi konsumsi penggunaan BBM (Bahan Bakar Minyak) yang merupakan bahan bakar fosil sebanyak 20-30 persen, di mana angka tersebut sangat signifikan bisa mengurangi penggunaannya secara besar-besaran. Hal ini juga akan membawa dampak positif bagi masyarakat luas, yaitu berupa perbaikan di sisi kualitas lingkungan. Muaranya tentu masyarakat akan terjaga kesehatannya.

Bila dirinci secara item per item, maka potensi konservasi energi itu nantinya bisa diterapkan pada sektor-sektor tertentu sehingga mengurangi ketergantungan masyarakat pada BBM³. Untuk sektor industri bisa menyerap konservasi sebanyak 15-30 persen, bidang transportasi sebesar 25 persen, rumah tangga dan komersial sebanyak 10-30 persen. Untuk negara sebesar Indonesia tentu saja konservasi pada seluruh aspek aktivitas ekonomi negara itu akan sangat berarti pada penghematan biaya pengelolaan negara. Lingkungan pun secara otomatis akan tertolong dengan alamiah.

³ Dito Ganinduto, *Diperlukan UU Konservasi Energi*, Suara Karya edisi 11 Juli 2005 (www.els.bappenas.go.id/.../Diperlukan%20UU%20Konservasi%20Energi-SK.htm, diakses pada tanggal 30 desember 2009)

Harga minyak yang saat ini sangat tinggi, yaitu berada di atas 60 dolar per barel, tentu bisa dijadikan momentum yang sangat bagus untuk segera memulai langkah menuju ke pola konservasi energi. Indikator lain lagi yang bisa dijadikan tonggak sebagai dampak tingginya harga minyak adalah subsidi BBM yang juga menjadi beban negara, sehingga memberatkan APBN(Anggaran Pendapatan Belanja Negara). Ini diperparah oleh terjadinya kelangkaan BBM serta sulitnya mendapatkan pasokan listrik.

Sebenarnya, Indonesia bukan pionir untuk melakukan hal ini, karena sudah banyak negara yang sukses melakukan konservasi energi, sehingga kualitas hidup mereka berubah drastis ke arah yang lebih baik. Indonesia harus belajar pada negara-negara Eropa Barat di mana mereka dulunya menjadikan kenaikan harga minyak dunia sebagai pendorong untuk memulai program-program konservasi energi mereka.

Yang tidak kalah penting untuk menuju pada pelaksanaan konservasi energi itu adalah perlunya terlebih dahulu menyiapkan Undang-undang Konservasi Energi. Undang-undang tersebut lazim dibuat oleh negara-negara industri, dan bahkan oleh beberapa negara yang sedang berkembang. Beberapa peraturan perundangan yang pernah dibuat berkenaan dengan konservasi energi misalnya Inpres No. 9/1982 dan Keppres No.43/1991. Itu semua perlu dilakukan penyempurnaan agar masalah konservasi energi bisa berjalan sebagaimana mestinya. Demikian juga dengan Rencana Induk Konservasi Energi (RIKEN) tahun 1994 yang sampai saat ini belum sempat diterapkan juga membutuhkan penyempurnaan bagi pelaksanaannya.

Beberapa penelitian sejenis mengenai konservasi energi pada atap, yaitu makalah oleh Jimmy Priatman mengenai konsep dan strategi perancangan bangunan di Indonesia. Makalahnya membahas mengenai konsep dan strategi perancangan yang sadar energi pada bangunan rumah tinggal dan gedung komersial⁴. Penelitian lainnya mengenai atap rumah yaitu penelitian oleh Richard Ansley, yaitu mengenai insulasi panas atap yang tepat pada bangunan rumah di Australia, sehingga tetap mencapai kenyamanan termal pada musim panas.⁵ Dalam penelitiannya, penulis menyimpulkan bahwa variabel yang mempengaruhi kenyamanan termal adalah insulasi pada atap, seperti aluminium foil, warna atap, dan shading pada bangunan. Penelitian atap yang membahas tentang perpindahan panas pada atap di kawasan *hot-arid* oleh Abdullatif Ben-Nakhi, mengkaji tentang perilaku perpindahan panas pada atap dak beton yang

⁴ Priatman, Jimmy, "Energy Conscious Design" *Konsepsi Dan Strategi Perancangan Bangunan di Indonesia* (<http://www.puslit.petra.ac.id/journals/architecture> diakses pada tanggal 2 Desember 2009)

⁵ <http://www.sciencedirect.com/science> diakses pada tanggal 12 Juni 2009

merupakan konstruksi berat⁶. Penelitian tentang atap yang lainnya ialah tentang atap *double skin* oleh Biwole, yaitu mengkaji tentang konveksi alami yang terjadi pada atap untuk konteks iklim intermediate⁷.

1.2 Permasalahan

Konservasi energi sebagai sebuah pilar manajemen energi belum mendapat tempat yang memadai di Indonesia.⁸ Hal ini dipengaruhi oleh pandangan sebagian masyarakat bahwa tanah air Indonesia ini memiliki kekayaan yang berlimpah, dengan berbagai sumber daya energi. Akibatnya, muncul suatu pemikiran bahwa penggunaan energi secara hemat, bukanlah merupakan suatu keharusan, karena Indonesia masih banyak cadangan energi. Padahal kekayaan yang dimiliki oleh Indonesia suatu saat akan habis. Demikian RIKEN tahun 1994, penerapannya sampai saat ini belum dilakukan.

Senada dengan hal tersebut, penerapan aturan teknis konservasi energi yang salah satu isinya mengenai aturan perpindahan panas melalui atap (RTTV), penerapannya juga belum memadai. Hal ini tidak sejalan dengan isu pemanasan global yang seharusnya semakin menuntut para perancang lingkung-bangun untuk merancang bangunan yang sadar energi. Begitu pula pada bangunan perumahan yang semakin gencar perkembangannya. Maka dari itu, prosedur RTTV atau nilai perpindahan panas melalui atap bangunan ini perlu dilakukan agar penerapan konsep konservasi energi di Indonesia dapat dioptimalkan.

Nilai RTTV ditentukan oleh beberapa variabel yang signifikan, diantaranya adalah material atap tak tembus cahaya yang menentukan nilai transmitansi, dan luas bidang atap yang tembus cahaya (*skylight*). Atap perumahan sebagian besar menggunakan konstruksi atap pelana. Atap ini paling sering dipakai karena biayanya yang relatif paling murah dan pemeliharaannya pun mudah. Kebocoran lebih mudah dideteksi, karena biasanya hanya terjadi pada bubungan yang merupakan satu-satunya

⁶ Ibid.

⁷ Ibid.

⁸ Menurut Shalahuddin Hasan dalam artikelnya *energy audit dan management* (www.shalahuddin-hasan.blogspot.com/.../audit-energi-di-gedung-1.html diakses pada tgl 15 Desember 2009)

sambungan pada atap ini.⁹ Penutup atap genteng keramik merupakan salah satu penutup atap yang banyak digunakan pada bangunan perumahan. Pada beberapa kawasan bahkan telah mengadopsi atap *metal sheet*, karena lebih ringan dan mudah dalam pemasangannya.¹⁰ Tetapi selama ini di Indonesia belum pernah dilakukan peninjauan jenis penutup atap perumahan terhadap nilai RTTV. Belum terdapat penelitian yang menilai atap perumahan di Indonesia, khususnya untuk jenis atap genteng keramik dan *metal sheet*, terhadap pemenuhan aspek konservasi energi, yaitu tidak melebihi nilai 45 W/m^2 .

1.3 Pertanyaan Penelitian

Dari pernyataan di atas, penulis mengidentifikasi pertanyaan penelitian, yaitu:

1. Jenis atap yang manakah di antara atap *metal sheet* tanpa insulasi, genteng keramik tanpa insulasi, dan genteng keramik dengan insulasi, yang memenuhi nilai RTTV di bawah 45 W/m^2 ?
2. Faktor apa yang harus diperhatikan agar nilai RTTV tidak melebihi 45 W/m^2 ?

1.4 Batasan penelitian

Lingkup Penelitian

Penelitian ini mengkaji performa atap studi kasus terhadap nilai RTTV. Nilai RTTV yang memenuhi aturan konservasi energi ialah apabila tidak melebihi 45 W/m^2 . Objek yang akan diteliti adalah ruang di antara plafond dan atap. Dalam penelitian ini dibatasi pada jenis penutup atap genteng *metal sheet* tanpa insulasi, genteng keramik, baik yang menggunakan insulasi maupun tidak, semuanya menggunakan plafond berbahan *gypsum* dan bentuk atap pelana. Orientasi bangunan yang dipilih yaitu yang menghadap timur-barat, hal ini bertujuan agar radiasi yang dihitung pada saat jam

⁹ <http://sipil-inside.blogspot.com/2009/09/atap-bangunan.html> diakses pada tanggal 30 Desember 2009

¹⁰ www.iklanwebid.com/.../specialist-galvalume-rangka-atap.html, diakses pada tanggal 14 Desember 2009

terpanas dapat mencapai nilai maksimal, sehingga nilai RTTV maksimum dapat diidentifikasi.

Lingkup Studi Kasus

Lokasi studi kasus yang dipilih adalah perumahan real estate menengah ke bawah di Kota Depok, yaitu Perumahan Deptan Atsiri Permai Baru di Jalan Cipayung dan Perumahan Mutiara Darussalam di Jalan Pitara.

Lingkup Materi Pengukuran

Objek pengukuran adalah perhitungan RTTV terhadap variabel atap bangunan studi kasus. Dalam hal ini variabel yang terlibat adalah transmitansi atap (*U-value*), luas permukaan atap, baik yang tembus cahaya maupun tidak, serta faktor radiasi matahari (SF). Faktor eksternal seperti lingkungan dan lokasi yang melibatkan angin dan penurunan suhu, yang tidak terdapat pada variabel RTTV, tidak ditinjau lebih lanjut pada penelitian ini. Untuk memperoleh bukti empiris, pengukuran fluktuasi suhu yang terjadi pada ruang antara atap dan plafond dilakukan, kemudian hasilnya dievaluasi dan di analisa, apakah sudah memenuhi persyaratan konservasi energi.

1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui material atap yang memenuhi nilai RTTV di bawah 45 W/m^2 , yaitu di antara atap *metal sheet* tanpa insulasi, genteng keramik tanpa insulasi, dan genteng keramik dengan insulasi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui atap yang paling memenuhi kriteria konservasi energi, yang artinya akan hemat energi bila menggunakan sistem pengkondisian udara.

Manfaat Penelitian

Bagi akademik atau keilmuan di bidang arsitektur bermanfaat untuk mengetahui bagaimana merancang atap yang memenuhi kriteria konservasi energi pada bangunan. Bagi industri bermanfaat untuk menjadi acuan dalam merancang produk penutup atap yang memiliki nilai transmitansi yang memenuhi persyaratan konservasi energi, sebagaimana yang telah ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional. Sedangkan bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai solusi yang ideal dalam

memilih jenis penutup atap bangunan perumahan. Karena atap yang ideal tidak hanya mampu memberikan kenyamanan termal yang lebih baik, tetapi juga mampu menekan beban pendinginan bila rumah akan dilengkapi dengan sistem pengkondisian udara.

1.6 Asumsi yang digunakan

Dalam memenuhi persyaratan teknis konservasi energi pada bangunan, perhitungan nilai total perpindahan panas pada atap atau RTTV menjadi penting, karena atap bangunan perumahan merupakan permukaan bangunan yang paling banyak terekspos sinar matahari. Hal ini bertujuan agar jumlah panas yang terhantar melalui atap akibat konduksi panas menuju bangunan dapat diminimalisir.

Tiap jenis penutup atap, baik yang dilengkapi dengan insulasi maupun tidak, masing-masing memiliki kontribusi terhadap RTTV. Dalam hal ini yang menjadi variabel penentu utama adalah nilai transmitansi atau *U-value*. Semakin besar nilai *U-value* atap, maka nilai RTTV akan semakin besar pula. Artinya perpindahan panas yang terjadi pada atap akan semakin besar. Hal ini mengindikasikan bahwa pada jam terpanas yaitu sekitar pukul 14.00, panas yang masuk ke dalam bangunan melalui atap menghasilkan panas maksimal. Hasilnya akan berfluktuasi mengikuti nilai radiasi matahari pada saat pengukuran. Sehingga variabel yang juga berperan penting di sini adalah *SF(Solar Factor)*, yang akan menentukan nilai RTTV pada saat radiasi maksimum dan minimum.

Sebagai hipotesis, penulis menduga bahwa pada kondisi jam terpanas (jam 14.00), penutup atap genteng *metal sheet* tanpa insulasi yang memiliki nilai transmitansi lebih besar dari pada genteng keramik dengan insulasi akan cenderung menghasilkan nilai RTTV yang melebihi nilai standar yang ditentukan, yaitu $\leq 45 \text{ W/m}^2$. Artinya dalam hal ini bila bangunan dengan atap *metal sheet* tanpa insulasi menggunakan sistem pengkondisian udara, maka akan boros energi.

1.7 Tinjauan Kepustakaan

Teori yang digunakan dalam penelitian ini adalah yang berkaitan dengan termal bangunan, yaitu:

1. Teori *heat transfer* yaitu mengenai perpindahan panas, dalam hal ini meliputi teori tentang iklim, elemen iklim, iklim perkotaan, kuantitas termal, dan perhitungan nilai perpindahan panas menyeluruh pada atap atau RTTV. Hal ini digunakan sebagai landasan teori perhitungan perpindahan panas pada atap.
2. Teori mengenai radiasi, yaitu perhitungan jumlah radiasi pada bidang datar dan miring. Hal ini diperlukan untuk menghitung besarnya radiasi pada bidang atap, yang menjadi salah satu variabel dalam rumus RTTV.

1.8 Metode Penelitian

Untuk menjawab permasalahan di atas, pendekatan awal yang dilakukan adalah survei lapangan. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive*, yaitu dengan cara mengambil sampel yang representatif. Pemilihan sampel yang mewakili ini didasari oleh alasan karena atap sampel memenuhi variabel yang terdapat pada rumus RTTV. Faktor lokasi, lingkungan (vegetasi), ventilasi yang tidak menjadi variabel perhitungan RTTV, tidak ditinjau lebih lanjut dalam penelitian ini. Dari dua kawasan perumahan di Depok, diambil tiga sampel rumah yang mewakili, yaitu yang menggunakan atap genteng *metal sheet* tanpa insulasi di Perumahan Deptan Atsiri Permai Baru, sedangkan yang menggunakan genteng keramik tanpa insulasi dan dengan insulasi berada di kawasan Perumahan Mutiara Darussalam. Kemudian dilakukan pengukuran fluktuasi suhu ruang di antara atap dan plafondnya.

Metode kuantitatif dilakukan pada saat mengevaluasi jenis penutup atap terhadap rumus RTTV. Pada tahap ini variabel yang dimasukkan ke dalam rumus RTTV adalah luas permukaan atap, nilai transmitansi atap atau *U-value*, dan faktor radiasi sinar matahari atau *solar factor* (SF). Kemudian membuat simulasi tipologi bangunan dengan menggunakan *software* komputer yaitu *Autodesk Ecotect v5.60*. Pengujian yang berbasis *Ecotect* ini dilakukan untuk mengetahui *thermal gradient* bangunan pada jam terpanas yaitu pukul 14.00, sehingga membantu dalam identifikasi

fluktuasi panas yang terjadi. Tahap berikutnya adalah mencari solusi usulan desain agar nilai RTTV dapat tercapai $< 45 \text{ W/m}^2$.

1.9 Urutan Penulisan

Urutan penulisan meliputi:

Bab Pertama

Memaparkan pendahuluan yang mencakup, latar belakang permasalahan, permasalahan, identifikasi masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan alur pikir.

Bab Kedua

Memaparkan kajian teoretik, dimana dipaparkan teori-teori yang berkaitan dengan *thermal* dan RTTV, di antaranya yaitu iklim, elemen iklim, kuantitas termal, perhitungan RTTV, dan perhitungan radiasi matahari.

Bab Ketiga

Memaparkan metode penelitian yang terdiri dari: variable penelitian, teknis penelitian, prosedur penelitian, teknik pengumpulan data serta alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.

Bab Keempat

Memaparkan proses pengujian pengukuran, dan kalkulasi RTTV. Kemudian data dianalisa berdasarkan input data faktor radiasi matahari, sehingga ditemukan nilai RTTV pada saat *solar factor* maksimum dan minimum. Kemudian berdasarkan hasil pengukuran di lapangan berupa fluktuasi suhu pada ruang antara atap dan plafond, data dibandingkan dan dianalisa. Kemudian menyajikan solusi usulan desain.

Bab Kelima

Berisi kesimpulan mengenai atap yang ideal yang mampu menjawab nilai RTTV di bawah 45 W/m^2 , sehingga aspek kenyamanan bangunan dan konservasi energi dapat tercapai optimal.

1.10 Alur Pikir

