

BAB 2

KAJIAN TEORI

2.1 Konservasi Energi

Konservasi merupakan manajemen pemanfaatan biosfer oleh manusia yang memberikan keuntungan besar dan dapat di perbaharui untuk generasi-generasi di masa yang akan datang (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 1980). Sedangkan energi diartikan sebagai tenaga atau daya kekuatan untuk berbuat sesuatu. Sehingga konservasi energi sendiri didefinisikan sebagai kegiatan pemanfaatan energi secara efisien dan jelas tanpa mengurangi penggunaan energi yang benar-benar diperlukan untuk menunjang pembangunan nasional. Penggunaan energi yang tepat sesuai kebutuhan akan menurunkan biaya energi yang dikeluarkan (hemat energi, hemat biaya).

Energi yang dimaksudkan dalam penjelasan ini adalah jenis energi yang diperdagangkan. Pengertian energi primer pada dasarnya akan relatif sama dengan perjalanan waktu dan perkembangan teknologi. Untuk saat ini energi primer merupakan energi yang bersumber dari minyak bumi (fossil fuels): batu bara, minyak dan gas alam., serta sumber terbarukan seperti matahari (photovoltaic), tenaga air, panas bumi dan nuklir. Sedangkan energi yang dibangkitkan dalam tubuh manusia sebagai hasil oksidasi makanan tidak termasuk dalam pengertian energi yang akan dibahas dalam penelitian ini. Selain dibedakan menjadi energi terbarukan (renewable energy) dan sumber energi tak terbarukan (non-renewable energy) menurut sumber terjadinya. Penyebutan tak terbarukan sebenarnya tidak benar-benar seperti demikian. Namun karena dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk berputarnya siklus energi sampai pada titik awal, energi itu disebut sebagai yang tak terbarukan atau tepatnya yang tak terbarukan dengan segera. Selain tak terbarukan, kesadaran manusia akan terjadinya krisis energi sekalipun datang dengan amat terlambat, telah mengarahkan manusia untuk mencari sumber energi lain dari alam disekitarnya. Pencarian ini tertuju pada sumber energi yang memerlukan waktu perbaharuan lebih singkat dan saat ini tersedia sangat melimpah. Sumber-sumber energi pilihan ini disebut sumber energi terbarukan (Mediastika, 2013)

Penghematan atau pengefisiensi energi dapat dilakukan dengan dua cara, yakni secara aktif dan pasif. Perancangan pasif merupakan cara penghematan energi melalui pemanfaatan energi matahari secara pasif, yaitu tanpa mengkonversikan energi matahari

menjadi energi listrik. Rancangan pasif lebih mengandalkan kemampuan arsitek bagaimana rancangan bangunan dengan sendirinya mampu “mengantisipasi” permasalahan iklim luar. Perancangan pasif di wilayah tropis basah seperti Indonesia umumnya dilakukan untuk mengupayakan bagaimana pemanasan bangunan karena radiasi matahari dapat dicegah, tanpa harus mengorbankan kebutuhan penerangan alami. Sinar matahari yang terdiri atas cahaya dan panas hanya akan dimanfaatkan komponen cahayanya dan menepis panasnya. Pada rancangan aktif misalnya penggunaan solar sel, energi matahari dikonversi menjadi energi listrik sel solar, kemudian energi listrik inilah yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan bangunan. Dalam perancangan secara aktif, secara simultan arsitek juga harus menerapkan strategi perancangan secara pasif. Tanpa penerapan strategi perancangan pasif, penggunaan energi dalam bangunan akan tetap tinggi apabila tingkat kenyamanan thermal dan visual harus dicapai (Karyono, 2011).

Penggunaan peralatan untuk pemanasan, pendinginan, pengudaraan dan kontrol kelembaban meningkatkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk menciptakan kenyamanan ruang dalam bangunan. Sementara itu (Taylor and Francis Group, 2007) dalam bukunya *Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy* juga menyatakan bahwa penggunaan energi dari bangunan di dominasi oleh pengaruh iklim karena panas yang diperoleh dari konduksi langsung dari sumber panas atau infiltrasi/ekfiltrasi udara melalui permukaan bangunan mencapai 50-80% dari energi yang dikonsumsi. Bangunan yang direncanakan dengan baik, rancangan jendela dan ventilasi yang memadai dan ragam penghematan energi lainnya dapat menurunkan penggunaan energi dengan cukup signifikan. Peluang untuk mempertinggi efisiensi energi adalah pada fase konstruksi yaitu dengan menempatkan dan mengorientasikan bangunan dengan memperhatikan alam, seperti sinar matahari, angin, naungan bumi/bayang-bayang bumi. Ada tiga sasaran yang seharusnya dipenuhi oleh suatu karya arsitektur (Handayani, 2010). Pertama bahwa bangunan harus merupakan produk dari suatu kerja seni (*work of art*). Kedua bahwa bangunan harus mampu memberikan kenyamanan (baik psikis maupun fisik) kepada penghuninya. Dan yang terakhir, bahwa bangunan hemat terhadap pemakaian energy. Bangunan yang gagal menjadi produk “*work of art*” sulit mendapatkan tempat dalam catatan sejarah arsitektur. Bangunan yang gagal mewisdomahi akatifitas pemakainya dengan nyaman, akan dirombak atau ditambah dan dikurangi agar bangunan tersebut menjadi nyaman. Sedangkan bangunan yang gagal menghemat dalam pemakaian energy akan menjadi mahal secara operasional, apalagi jika hal ini dikaitkan dengan masalah

penipisan cadangan minyak bumi sebagai sumber utama energy untuk bangunan dewasa ini (Karyono, 2011).

Office of Technology Assesment (OTA), 1992) tentang Building Energy Efficiency menyatakan bahwa penggunaan energi pada bangunan di masa yang akan datang akan dikemudikan oleh perubahan teknologi, Penggunaan energi juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi, perubahan jumlah anggota keluarga, perubahan gaya hidup dan pola migrasi/perpindahan penduduk.

Bangunan direncanakan dengan baik, rancangan jendela dan ventilasi yang memadai dan ragam penghematan energi lainnya dapat menurunkan penggunaan energi dengan cukup signifikan. Peluang untuk mempertinggi efisiensi energi adalah pada fase konstruksi yaitu dengan menempatkan dan mengorientasikan bangunan dengan memperhatikan kondisi alam, seperti sinar matahari, angin, naungan bumi/bayang-bayang bumi.

2.2 Selubung Bangunan

Selubung bangunan terdiri dari komponen tak tembus cahaya (misalnya dinding) dan sistem fenestrasi atau komponen tembus cahaya (misalnya jendela) yang memisahkan interior bangunan dari lingkungan luar. Selubung bangunan memberikan perlindungan terhadap pengaruh lingkungan luar yang tidak dikehendaki seperti panas, radiasi, angin, hujan, kebisingan dan polusi (Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, 2012).

Dalam standar selubung bangunan baik yang memakai standar ASHRAE maupun standar SNI, ada beberapa istilah yang perlu diketahui dalam melakukan perancangan, mengoperasikan, memelihara, memeriksa dan menguji suatu selubung bangunan.

1. Beda temperatur ekuivalen

Beda temperatur yang diakibatkan oleh efek radiasi matahari dan temperature udara luar, sehingga menimbulkan aliran panas total ke dalam bangunan.

2. Faktor radiasi matahari

Laju rata-rata setiap jam dari radiasi matahari pada selang waktu tertentu yang sampai pada suatu permukaan.

3. Fenetrasi Bukaan atau lubang cahaya di dalam bangunan yang mentransmisikan cahaya termasuk di sini adalah bahan yang tembus cahaya

seperti kaca atau plastik, peralatan peneduh luar atau dalam dan system peneduh lainnya.

4. Nilai perpindahan termal menyeluruh (OTTV)

Suatu nilai yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk selubung bangunan pada bangunan yang dikondisikan.

5. Nilai perpindahan termal atap (RTTV)

Nilai perpindahan termal menyeluruh untuk atap yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan penutup atap yang dilengkapi dengan lubang cahaya atap.

6. Kriteria peneduh

Angka perbandingan antara perolehan panas radiasi matahari melalui lubang-lubang cahaya terhadap perolehan kalor radiasi matahari yang melalui kaca bening setebal 3 mm yang tidak terlindung.

7. Selubung bangunan

Adalah elemen bangunan yang melingkupi bangunan seperti dinding dan atap bangunan di mana sebagian besar energi termal berpindah lewat elemen tersebut.

8. Transmittansi termal yang selanjutnya disebut nilai U

Adalah jumlah panas yang mengalir lewat satu satuan luas bagian bangunan, pada kondisi mantap, per satuan waktu, per satuan beda temperatur udara yang terdapat di tiap permukaan bagian bangunan tersebut.

Selubung bangunan untuk Indonesia (daerah tropis) mempunyai karakteristik tersendiri dan mempunyai SNI tahun 2011 berjudul Konservasi Energi Pada Selubung Bangunan. Dalam SNI tersebut terdapat beberapa kriteria khusus yaitu :

- Standar SNI selubung bangunan tahun 2011 berlaku untuk komponen dinding (termasuk jendela) dan atap pada bangunan yang dikondisikan. Bangunan yang dikondisikan umumnya menggunakan Air Conditioning (AC/tata udara), oleh karena itu semakin kecil perpindahan panas kedalam bangunan maka akan memperkecil beban pendingin sehingga akan menghemat energi.
- Berdasarkan SNI tersebut ditetapkan perolehan panas radiasi matahari total untuk dinding dan atap tidak boleh melebihi harga perpindahan panas menyeluruh (OTTV) yaitu 45 Watt/m². Meskipun untuk negara-negara ASEAN lain tahun 2003 menetapkan OTTV adalah 20 Watt/m²

Tabel 1.1 OTTV di Negara ASEAN

Sumber: (Winarto, 2007)

Tahun	OTTV (Overall Thermal Transfer Value)(W/m ²)	
	Indonesia	Sing, Mal, Thai, Phil
2000-2001	45	45
2001-2002	40	35
2002-2003	≥35	≤20

Dari benchmark OTTV di atas maka selubung bangunan di Indonesia masih mempunyai potensi yang cukup besar berkaitan langsung dengan penghematan energi (semakin kecil OTTV maka semakin hemat daya tata udara sehingga secara keseluruhan gedung akan lebih hemat).

2.3 OTTV

Teori OTTV (SNI 03-6389 2000) (overall thermal transfer value) adalah angka yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk selubung bangunan yang dikondisikan. Selubung bangunan yang dimaksudkan adalah elemen bangunan yang menyelubungi bangunan gedung, yaitu dinding luar dan atap tembus atau yang tidak tembus cahaya dimana sebagian besar energi termal berpindah melalui elemen tersebut. Untuk membatasi perolehan panas akibat radiasi matahari lewat selubung bangunan, maka ditentukan nilai perpindahan termal menyeluruh untuk selubung bangunan tidak melebihi 45 watt/m².

Nilai OTTV untuk setiap bidang dinding luar bangunan gedung dengan orientasi tertentu, dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$OTTV = a.[(U_w \times (1 - WWR)] \times TDE_k + (SC \times WWR \times SF) + (U_f \times WWR \times DT)$$

2.3.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai OTTV

Faktor-faktor yang mempengaruhi OTTV merupakan variabel yang berperan penting dan langsung didalam formulasi penghitungan besar nilai OTTV. Adapun variabel tersebut akan dijelaskan satu persatu sebagai berikut.

1. Absorbansi radiasi matahari

Nilai penyerapan energi termal akibat radiasi matahari pada suatu bahan dan yang ditentukan pula oleh warna bahan tersebut. Nilai absorbansi radiasi

matahari (α) untuk beberapa jenis permukaan dinding tak tembus cahaya dapat dilihat pada tabel 1.2 dan 1.3

Tabel 1.2 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk dinding luar dan atap tak tembus cahaya

Sumber: SNI 03-6389-2000

Cat permukaan dinding luar	a
Hitam merata	0.95
Pernis hitam	0.92
Abu-abu tua	0.91
Pernis biru tua	0.91
Cat minyak hitam	0.9
Coklat tua	0.88
Abu-abu/ biru tua	0.88
Biru/hijau tua	0.88
Coklat medium	0.84
Pernis hijau	0.79
Hijau Medium	0.59
Kuning medium	0.58
Hijau/biru medium	0.57
Hijau muda	0.47
Putih semi kilap	0.3
Putih kilap	0.25
Perak	0.25
Pernis putih	0.21

Tabel 1.3 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk cat permukaan dinding luar

Sumber: SNI 03-6389-2000

Bahan dinding luar	a
Beton berat	0.91
Bata merah	0.89
Beton ringan	0.86
Kayu permukaan halus	0.78
beton bekas	0.61
Ubin putih	0.58
bata kuning tua	0.56
atap putih	0.5
Seng putih	0.26
Bata gelazur putih	0.25
Lembaran alumunium yang dikilapkan	0.12

2. Beda temperatur ekuivalen (Equivalent Temperature Difference = TDEK) beda antara temperatur ruangan dan temperatur dinding luar atau atap yang diakibatkan oleh efek radiasi matahari dan temperatur udara luar untuk keadaan yang dianggap quasistatik yang menimbulkan aliran kalor melalui dinding atau atap, yang ekuivalen dengan aliran kalor sesungguhnya.

Beda temperatur ekuivalen (TDEK) dipengaruhi oleh :

- tipe, massa dan densitas konstruksi.
- intensitas radiasi dan lamanya penyinaran.
- lokasi dan orientasi bangunan.
- kondisi perancangan.

Untuk menyederhanakan perhitungan OTTV, nilai TDEK untuk berbagai tipe konstruksi tercantum pada tabel 1.4.

Tabel 1.4 Beda temperatur ekuivalen untuk dinding

Sumber: SNI 03-6389-2000

Berat/satuan luas (kg/m ²)	TDEK
Kurang dari 125	15
126-195	12
Lebih dari 195	10

3. Faktor radiasi matahari (Solar Factor = SF) laju rata-rata setiap jam dari radiasi matahari pada selang waktu tertentu yang sampai pada suatu permukaan. Faktor radiasi matahari dihitung antara jam 07.00 sampai dengan jam 18.00. Untuk bidang vertikal pada berbagai orientasi dapat dilihat pada tabel 1.4.

Tabel 1.5 Faktor radiasi matahari (SF, W/m²) untuk berbagai orientasi.

Sumber: SNI 03-6389-2000

Orientasi	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL
	130	113	112	97	97	176	243	211

Keterangan :

Rata-rata untuk seluruh orientasi SF = 147

U = utara

TL = timur laut

T = timur

TG = tenggara

S = selatan

BD = barat daya

B = barat

BL = barat laut

4. Fenestrasi

Bukaan pada selubung bangunan. Fenestrasi dapat berlaku sebagai hubungan fisik dan/atau visual ke bagian luar gedung, serta menjadi jalan masuk radiasi matahari. Fenestrasi dapat dibuat tetap atau dibuat dapat dibuka.

5. Koefisien peneduh (Shading Coefficient = SC)

Angka perbandingan antara perolehan kalor melalui fenestrasi, dengan atau tanpa peneduh, dengan perolehan kalor melalui kaca biasa/bening setebal 3 mm tanpa peneduh yang ditempatkan pada fenestrasi yang sama. Elemen bangunan yang menyelubungi bangunan gedung, yaitu dinding dan atap tembus atau yang tidak tembus cahaya dimana sebagian besar energi termal berpindah melalui elemen tersebut. Koefisien peneduh tiap sistem fenestrasi dapat diperoleh dengan cara mengalikan besaran sc kaca dengan SC efektif dari kelengkapan peneduh luar, sehingga persamaannya menjadi:

$$SC = SC_k \times SCE_f$$

dimana :

SC = koefisien peneduh sistem fenestrasi.

SC_k = koefisien peneduh kaca.

SCE_f = koefisien peneduh efektif alat peneduh.

Angka koefisien peneduh kaca didasarkan atas nilai yang dicantumkan oleh pabrik pembuatnya, yang ditentukan berdasarkan sudut datang 45° terhadap

garis normal.berdasarkan data pabrik pembuat adalah $S_{Ck} = 0,5$. Pengaruh tirai dan atau korden di dalam bangunan gedung, khususnya untuk perhitungan OTTV, tidak termasuk yang diperhitungkan.

6. Luas permukaan selubung bangunan

Luas permukaan selubung bangunan terutama pada pemahaman WWR (Wall to Window Ratio) sangat berperan dalam penghitungan OTTV karenaberkaitan dengan besarnya luas paparan radiasi panas yang diterima pada bangunan.