

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dan dianalisis pada bab sebelumnya, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah :

- a. Pengaruh Penggunaan SPSM pada PPUGM Terhadap Penghematan Energi Pendingin

Tabel 6.1. Tabel Perbandingan Hasil Simulasi Penggunaan Energi Bangunan Eksisting

Hasil Simulasi	Menggunakan Peneduh Eksternal	Tanpa Peneduh Eksternal	Selisih
<i>U-Value</i> rata-rata selubung bangunan	3.49	3.49	0
Perolehan panas matahari (MWh/a)	62224.3	73168.6	10944.3
Energi pendingin netto (kWh/m ² a)	272.14	274.49	2,35
<i>Cooling demand</i> /tahun (kWh)	1051667	1060729	9062
Konsumsi Energi Listrik/tahun (kWh)	1100393	1109455	990938
IKE/tahun (kWh)	278.58	280.87	2.29

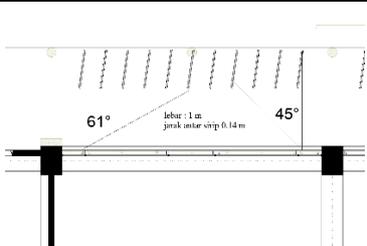
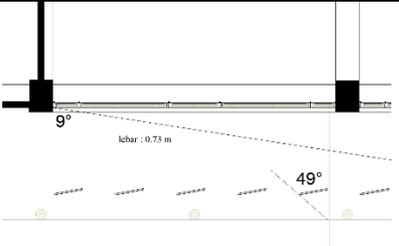
Secara garis besar SPSM berfungsi untuk menangkal sinar matahari dengan memberikan pembayangan pada bangunan. SPSM umumnya diletakan pada sisi bangunan yang memiliki jendela dan atau bukaan ventilasi untuk melindunginya dari sinar matahari langsung. Penggunaan SPSM juga dapat mengurangi perolehan panas bangunan karena SPSM akan menghalangi radiasi matahari sebelum mencapai selubung bangunan. Hasil simulasi energi model bangunan eksisting dengan SPSM menunjukkan konsumsi energi yang lebih rendah dibandingkan model bangunan tanpa SPSM. Adanya perbedaan konsumsi energi tersebut memperlihatkan pengaruh penggunaan SPSM dalam mengendalikan perolehan panas bangunan. Selisih perolehan panas bangunan sebesar 10944.3 MWh/a dapat menurunkan kebutuhan energi pendingin sebesar 2,35 kWh/m²a.

- b. Bagaimana modifikasi SPSM yang efektif terhadap penghematan energi pendingin untuk meningkatkan penilaian Greenship?

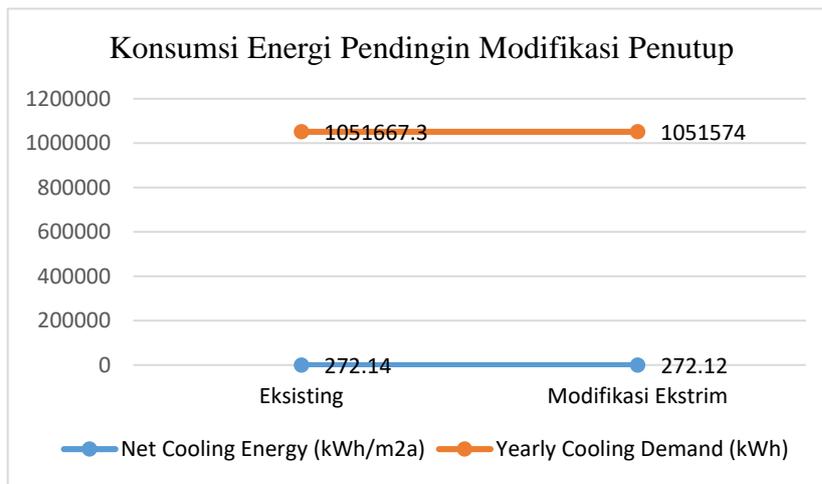
Hasil simulasi modifikasi SPSM tidak menunjukkan penurunan konsumsi energi pendingin. Hal tersebut disebabkan oleh keadaan iklim kota Yogyakarta yang memiliki suhu dan kelembaban yang tinggi namun kecepatan anginnya cenderung rendah, hal ini menyebabkan terperangkapnya panas diantara sirip-sirip tersebut. Panas yang terperangkap dan diserap oleh sirip kemudian akan diteruskan ke dalam bangunan. Dari beberapa modifikasi yang telah dilakukan, hanya modifikasi dengan sirip penutup yang berhasil mengurangi konsumsi energi bangunan.

Pada modifikasi ini sirip vertikal dirancang dengan kemiringan sedemikian rupa untuk menutupi permukaan jendela pada beberapa bagian bangunan sehingga luas permukaan jendela yang terpapar cahaya matahari berkurang. Pada modifikasi ini sirip vertikal dirancang dengan kemiringan sedemikian rupa untuk menutupi permukaan jendela pada beberapa bagian bangunan sehingga luas permukaan jendela yang terpapar cahaya matahari berkurang.

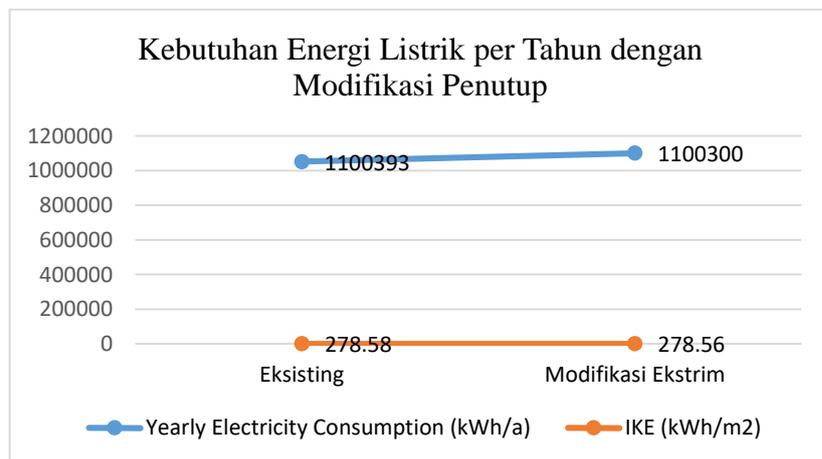
Tabel 6.2. Modifikasi dengan Sirip Penutup

Kode	Modifikasi Penutup Utara	Modifikasi Penutup Selatan
Denah		
Perspektif		
HSA	61° - 45°	9° - 49°

VSA	-	-
Dimensi Sirip Vertikal	Lebar : 1 m Jarak antar sirip : 0.5 m	Lebar : 0.73 m Jarak antar sirip : 1.41 m
Dimensi Sirip Horizontal	Lebar : - Jarak antar sirip : -	Lebar : - Jarak antar sirip : -



Gambar 6.1. Hasil Simulasi Konsumsi Energi Pendingin dengan Modifikasi Sirip Penutup



Gambar 6.2. Hasil Simulasi Kebutuhan Energi Listrik per tahun dengan Modifikasi Sirip Penutup

Modifikasi yang dilakukan menggunakan sirip penutup berhasil menurunkan IKE bangunan sebesar 0.2 kWh/m², tetapi IKE bangunan belum termasuk efektif sehingga belum mendapatkan poin pada penilaian Greenship. Modifikasi ini memiliki sirip yang lebih lebar dengan jarak antar sirip lebih rapat sehingga panas matahari dapat dikurangi, tetapi dengan kerapatan dan lebar sirip demikian *view*

dari dalam ke luar bangunan menjadi terhalang. Penurunan kebutuhan energi yang sangat sedikit menunjukkan bahwa modifikasi ini tidak efektif untuk diterapkan pada bangunan.

- c. Bagaimana pengaruh penggunaan pendinginan pasif melalui modifikasi material kaca pada PPUGM terhadap penghematan energi pendingin?

Hasil simulasi model dengan modifikasi material kaca pada jendela bangunan menghasilkan penurunan kebutuhan energi pendingin yang cukup terlihat. Berikut adalah tabel yang merangkum perbandingan penghematan energi pendingin dari modifikasi material kaca :

Tabel 6.3. Tabel Perbandingan Kebutuhan Energi Pendingin dengan Modifikasi Kaca

Selisih dengan Eksisting	MK-1	MK-2	MK-3	MK-4	MK-5	MK-6	MK-7
U-Value Selubung Bangunan	0	0.12	0.13	0.12	0.13	0.18	0.19
Net. Cooling Energy (kWh/m ² a)	0.82	1,6	1.69	2.39	2.49	3.3	3.39
Yearly Cooling Demand (kWh)	3195	6190	6190	9249	9619	12750	13120
Yearly Electricity Consumption (kWh/a)	3195	6190	6190	9249	9619	12750	13120
IKE (kWh/m ²)	0.81	1.58	1.66	2.34	2.44	3.23	3.32

Penurunan kebutuhan energi pendingin bangunan dipengaruhi oleh *u-value* material kaca yang digunakan. Semakin kecil *u-value* material semakin baik sifat termalnya sehingga kinerja selubung bangunan dalam mengendalikan panas juga meningkat. Penghematan energi maksimal dicapai menggunakan kaca ganda low-e berisi argon (MK-7) memperlihatkan perubahan pada *u-value* sebesar 0.19. Meningkatnya kinerja selubung bangunan membantu penurunan konsumsi energi pendingin netto sebanyak 3,39 kWh/m²a.

Kebutuhan energi pendingin per tahun menurun sebesar 13120 kWh. Penurunan konsumsi energi pendingin juga berpengaruh terhadap penurunan IKE

listrik bangunan. IKE listrik berkurang sebesar 3.32 kWh/m² menjadi 275.26 kWh/m². Modifikasi MK-7 menghasilkan penghematan energi sebesar 2% dari energi awal walaupun IKE bangunan belum mencapai angka yang efisien sehingga tidak mendapatkan poin pada penilaian Greenship.

d. Bagaimana pengaruh kombinasi modifikasi SPSM dan material kaca pada PPUGM terhadap penghematan energi pendingin bangunan?

Secara umum, masalah perolehan panas bangunan dapat dikurangi hanya dengan mengganti material kaca pada jendela. Penghematan energi tertinggi sebesar 2% dapat dicapai menggunakan kaca ganda low-e yang diisi argon (MK-7), sedangkan modifikasi peneduh eksternal hanya dapat menghasilkan penghematan energi dibawah 1% dengan modifikasi sirip penutup (S-6). Memilih material kaca dengan u-value yang semakin kecil akan meningkatkan kinerja selubung bangunan.

Modifikasi yang dilakukan pada peneduh eksternal dan material kaca pada jendela tidak menunjukkan penurunan konsumsi energi pendingin yang signifikan, hal ini disebabkan oleh keadaan iklim kota Yogyakarta yang memiliki suhu dan kelembaban yang tinggi namun kecepatan anginnya cenderung rendah, sehingga menyebabkan terperangkapnya udara panas. Teori penghematan energi dengan strategi pendinginan pasif tidak dapat diterapkan pada kota-kota pesisir dengan iklim ekstrim, maka dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk menemukan strategi pasif lain yang lebih efektif.

6.2. Saran

Penghematan energi pada PPUGM lebih efektif dengan mengganti material kaca pada jendela bangunan, walaupun modifikasi tersebut belum dapat meningkatkan penilaian Greenship. Berikut rekomendasi material kaca yang dapat digunakan untuk PPUGM :

Tabel 6.4 Tabel Urutan Modifikasi Kaca Terbaik

Modifikasi Kaca dengan Penghematan Energi Terbesar		Penurunan Energi dari Eksisting	IKE (kWh/m ²)	Pertimbangan
1	Kaca Ganda Low-e Berisi Argon	2%	275.26	Kelebihan : Penghematan energi lebih besar Kekurangan :

				Mahal, cahaya matahari yang masuk berkurang
2	Kaca Ganda Low-e Berisi Udara	2%	275.35	Kelebihan : Penghematan energi lebih besar Kekurangan : Mahal, cahaya matahari yang masuk berkurang
3.	Kaca Ganda Berwarna Berisi Argon	1%	276.14	Kelebihan : Pengerjaan mudah, ekonomis Kekurangan : Pantulan warna dapat mengganggu aktivitas membaca
4.	Kaca Ganda Berwarna Berisi Udara	1%	276.24	Kelebihan : Pengerjaan mudah, ekonomis Kekurangan : Pantulan warna dapat mengganggu aktivitas membaca
5.	Kaca Ganda Bening Berisi Argon	0.5 %	276.92	Kelebihan : Pengerjaan mudah, ekonomis Kekurangan : Penghematan energi sangat sedikit
6.	Kaca Ganda Bening Berisi Udara	0.5 %	277	Kelebihan : Pengerjaan mudah, ekonomis Kekurangan : Penghematan energi sangat sedikit
7.	Kaca Tunggal Berwarna	0.4 %	277.77	Kelebihan : Pengerjaan mudah, ekonomis Kekurangan : Penghematan energi sangat sedikit

GLOSARIUM

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya pemakaian energi dalam bangunan per m².

Konduktansi termal adalah kemampuan material untuk mentransfer panas per satuan waktu.

Pendinginan pasif adalah pendekatan desain bangunan yang berfokus pada kontrol penguatan panas dan pembuangan panas di gedung untuk meningkatkan kenyamanan termal dalam ruangan dengan konsumsi energi yang rendah atau tidak ada sama sekali.

Resistansi termal adalah kemampuan material untuk menghambat perpindahan panas

Transmisi panas adalah perpindahan panas dari sebuah lingkungan yang bersuhu lebih tinggi ke lingkungan yang bersuhu lebih rendah. Transmisi panas terjadi melalui proses konduksi, konveksi, dan radiasi.

Sifat termal bahan adalah kemampuan sebuah material untuk menerima, melepaskan, atau meneruskan panas.

DAFTAR PUSTAKA

Literatur

Ariosto, Timothy. (2013). Evaluation of the Energy Performance of Glazing Systems and Fenestration Retrofit Solutions. Tesis tidak diterbitkan, Pennsylvania : The Pennsylvania State University.

Geetha, N.B, Velraj, R. (2012). *Passive Cooling Methods for Energy Efficient Buildings with and without Thermal Energy Storage – A Review*. Tesis tidak diterbitkan. Chennai, India : Anna University.

Hans, Oliver. (2006). *Static Shading Devices in Office Architecture – Theory, Shape and Potential*. Tesis tidak diterbitkan. Jerman : University of Wuppertal

Karyono, Tri Karso (2010). *Arsitektur dan Kota Tropis Dunia Ketiga : Suatu Bahasan tentang Indonesia*, PT Raja Grafindo, Jakarta.

Lippsmeier, Georg (1994), *Tropenbau Building in The Tropics, Bagnunan Tropis* (terj.), Jakarta : Erlangga.

Olgyay, V. & Olgyay, A. (1957) *Solar Control and Shading Devices*. Princenton, UK : Princenton University Press.

Olgyay, Victor. (1963). *Design with Climate*. Princenton, UK : Princenton University Press.

Szokolay, Steven V. (1996). *Solar Geometry*. Brisbane, Australia : The University of Queensland.

Talarosha, Basaria (2009). *Menciptakan Kenyamanan Termal Dalam Bangunan*. Universitas Sumatera Utara.

Wangsaputra, Shiddiq. (2012). *Pemanfaatan Program Eco Designer Untuk Optimasi Energi AC pada Bangunan Hotel*. Tesis tidak diterbitkan. Bandung : Universitas Katolik Parahyangan.

Pacific Gas and Electric Company. (1997). *Energy-Efficient Window Galzing Systems for Commercial Facilities*.

Paduan Penggunaan Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol.1 Selubung Bangunan , 2012

Paduan Penggunaan Bangunan Gedung Hijau Jakarta Vol.2 Sistem Pengkondisian Udara & Ventilasi , 2012

Internet

Cornell University Library. (2014). Diakses tanggal 16 April 2018 , dari <https://chinapreservationtutorial.library.cornell.edu/content/passive-climate-control>

Permadi, Ariel. (n.d.). Kaca Insulasi. Diakses tanggal 16 April 2018, dari <http://kaca-aluminium-composite-panel.blogspot.co.id/2013/09/insulated-glass-kaca-insulasi.html>

Thermal Properties of Materials (2017). Diakses tanggal 3April 2018, dari <https://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/thermal-properties-materials>

U Values of Typival Building Methods (2000). Diakses tanggal 3 April 2018, dari https://www.diydata.com/information/u_values/u_values.php