

KAJIAN RETROFIT BANGUNAN SEBAGAI UPAYA MEREDUKSI KONSUMSI ENERGI OPERASIONAL

Studi Kasus : Campus Centre (CC) Barat ITB

Christy Vidiyanti

Program Studi Teknik Arsitektur
Universitas Mercu Buana, Jakarta
e-mail: christy.vidiyanti@gmail.com

ABSTRACT

Production of electric energy in Indonesia is largely still using fossil fuels which are non-renewable energy. Thus increasing energy consumption will also contribute to impact on the depletion of fossil energy reserves. The building sector as one of the users of energy consumption, also participated responsible for operational energy consumption. Architects as one who coined an important role in determining the energy consumption in a building, this is because the design of the building will also influence energy consumption of that building. The operational energy consumption in buildings is the use of air conditioning and artificial lighting. It certainly can be avoided by making energy conservation by utilizing as much as possible the use of natural energy for room temperature and natural lighting.

The ratio of openings (window to wall ratio (WWR)) also affect the energy use intensity (EUI) in the building. In the case study of West Campus Centre ITB building, it can be seen that the facade that has WWR value close to 100% even though it can reduce energy consumption of artificial lighting, but can increase energy consumption for air conditioning. The effort required to retrofit to reduce both the energy consumption. Retrofitting efforts can be done through the addition of shading on the building, the reduction of WWR value, or replace glazing material with low U-Value glazing.

Keyword: energy use intensity (EUI), retrofit, energy reduction, energy conservation

ABSTRAK

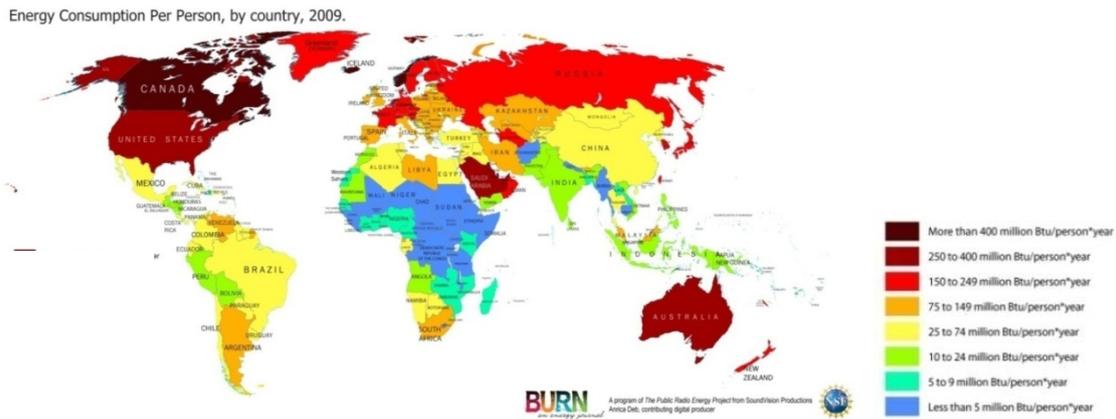
Produksi energi listrik di Indonesia sebagian besar masih menggunakan bahan bakar fosil yang merupakan energi tak terbarukan. Sehingga meningkatnya konsumsi energi akan turut pula berdampak pada menipisnya cadangan energi fosil. Sektor bangunan sebagai salah satu pemakai konsumsi energi, turut pula bertanggung jawab terhadap pemakaian energi operasionalnya. Arsitek sebagai salah satu yang memiliki peran penting dalam menentukan pemakaian energi pada suatu bangunan, hal ini dikarenakan desain suatu bangunan akan turut mempengaruhi konsumsi energinya. Konsumsi energi operasional terbesar di bangunan yaitu pada penggunaan penghawaan buatan dan pencahayaan buatan. Hal ini tentu dapat dihindari dengan melakukan konservasi energi melalui memanfaatkan semaksimal mungkin penggunaan energi alam untuk penghawaan dan pencahayaan alami.

Rasio bukaan cahaya (window to wall ratio(WWR)) turut berpengaruh terhadap intensitas penggunaan energi (EUI) di bangunan. Pada studi kasus bangunan Campus Centre Barat ITB, dapat diketahui bahwa fasade yang memiliki nilai WWR mendekati 100% meskipun dapat mengurangi konsumsi energi pencahayaan buatan, namun dapat meningkatkan konsumsi energi untuk penghawaan buatan. Untuk itu diperlukan upaya retrofit untuk mereduksi kedua konsumsi energi tersebut. Upaya retrofit dapat dilakukan melalui penambahan shading pada bangunan, pengurangan nilai rasio bukaan, atau mengganti material kaca dengan yang memiliki nilai U Value rendah.

Kata Kunci : intensitas penggunaan energi (EUI), retrofit, reduksi energi, konservasi energi

PENDAHULUAN

Penggunaan energi tak terbarukan secara berlebihan telah menyebabkan menipisnya cadangan fosil dunia. Isu ini telah banyak dikeluhkan di berbagai negara. Sebagian besar negara mengkonsumsi energi yang cukup besar, yaitu lebih besar dari 10 juta Btu/orang per tahunnya. Bahkan terdapat beberapa negara seperti Australia, Saudi Arabia, dan US yang mengkonsumsi energi antara 250-400 juta Btu/orang per tahun, dan negara Kanada sebagai negara dengan konsumsi energi terbesar yaitu diatas 400 juta Btu/orang per tahun.



Gambar 1. Konsumsi energi per orang berdasarkan negara pada tahun 2009

Sumber: <http://www.superiod.net/2013/11/physical-map-with-key/physical-world-map-with-key/>

Pada negara Indonesia, konsumsi energi terbesar adalah pada sektor industri yaitu sebesar 44,2%, kemudian diikuti oleh sektor transportasi yaitu 40,6% dan sektor bangunan yaitu sebesar 15,2%. Sangkertadi (2008) menyatakan bahwa konsumsi energi operasional terbesar di bangunan pada umumnya adalah sekitar 35% untuk pemakaian sistem penghawaan buatan dan 20% untuk pencahayaan buatan. Penggunaan penghawaan dan pencahayaan buatan ini, selain berdampak pada meningkatnya energi operasional di bangunan, namun turut pula berdampak pada kerusakan lingkungan. Hal ini dikarenakan sebagian besar energi listrik di Indonesia masih diproduksi menggunakan bahan bakar fosil yang merupakan energi tak terbarukan. Selain itu, penggunaan *fixture* penghawaan buatan dan penggunaan *fixture* lampu elektrik dapat berdampak pada emisi karbon dioksida, baik pada saat produksinya maupun pada pemakaiannya.

Meningkatnya konsumsi energi ini terutama pada penggunaan energi tak terbarukan menyebabkan menipisnya cadangan energi fosil. Isu yang sebenarnya menyebabkan permasalahan peningkatan konsumsi energi pada bangunan adalah penggunaan energi operasional bangunan yang tidak terkontrol. Hal tersebut dapat disebabkan oleh lemahnya manajemen energi pada bangunan tersebut dan dapat pula disebabkan oleh desain bangunan itu sendiri. Desain bangunan yang cenderung memiliki fasad tertutup dan masif tidak dapat memaksimalkan penggunaan energi alam terbarukan. Hal ini dapat meningkatkan penggunaan energi elektrik terutama terkait dengan masalah penghawaan mekanik dan pencahayaan buatan. Desain fasad yang tertutup namun transparan dapat mengurangi penggunaan energi pencahayaan buatan, namun dapat

meningkatkan penggunaan energi penghawaan mekanik diakrenakan bangunan cenderung menerima radiasi matahari dalam jumlah besar. Untuk itu, arsitek turut pula bertanggung jawab terhadap penggunaan energi di bangunan.

Data IMB 2014 kota Bandung menunjukkan sekitar 52.19% tipe bangunan adalah retail berukuran kecil (<5000m²), diikuti oleh kantor 30.96%(1000-2500m²), dan hotel 6.74%.(5000-10000m²). Berdasarkan data tersebut, maka jika kita ingin melakukan penghematan atau konservasi energi pada bangunan, maka ketiga tipologi bangunan tersebut merupakan objek studi yang paling baik untuk dilakukan kajian konservasi energi. Berdasarkan data tersebut maka objek studi yang dipilih adalah bangunan dengan fungsi kantor yaitu bangunan *Campus Centre Barat* Institut Teknologi Bandung. Standar Intensitas Penggunaan Energi (*Energy Use Intensity* (EUI)) untuk bangunan kantor di kota Bandung adalah sebesar 156.84 kWh/m²/tahun.

Penelitian ini membahas evaluasi penggunaan energi dari bangunan studi kasus yang kemudian akan diberikan upaya retrofit terkait dengan pengurangan penggunaan energi pada bangunan tersebut. Upaya retrofit dilakukan dengan melakukan perubahan atau penambahan elemen fasad bangunan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan desain pada fasade bangunan terhadap intensitas penggunaan energi pada bangunan.

METODOLOGI

Metode analisis yang digunakan adalah menggunakan simulasi energi dengan analisis sensitifitas. *Sensitivity Analysis* adalah studi untuk memperlihatkan variasi keluaran berdasarkan beberapa parameter masukan. Dalam konteks simulasi energi, analisis sensitifitas dilakukan dengan cara mengubah-ubah parameter untuk mengkuantifikasi kinerja bangunan dalam hal ini dilihat dari sisi penghematan energi (*energy savings*). Langkah yang dilakukan adalah mengevaluasi penggunaan energi pada bangunan eksisting dengan cara merekonstruksi massa konseptualnya, kemudian dilakukan perubahan atau penambahan elemen fasad kemudian dilakukan analisis terhadap penggunaan energinya.

Bangunan yang akan dijadikan objek simulasi adalah *Campus Centre Barat*. Bangunan ini terdiri dari 3 lantai dengan luas lantai sekitar 1.471 m². Bangunan ini dipilih menjadi objek simulasi karena bangunan ini memiliki konsep bangunan yang berbeda dengan bangunan yang berada di kompleks ITB yang merupakan bangunan vernakular. Pada periode 2001-2010, terdapat perubahan yang signifikan dari perkembangan arsitektur kampus ITB ditandai dengan dibangunnya suatu fasilitas yang memberikan wacana baru arsitektur kampus di kota Bandung yaitu *Campus Centre* ITB. Bangunan CC Barat ini merupakan bangunan modern dengan menggunakan selubung bangunan berupa sistem kaca tunggal berupa *curtain wall*. Sistem penghawaan pada ruangan menggunakan sistem penghawaan alami pada lantai 1 dan lantai 2 dan sistem penghawaan mekanik berupa penggunaan AC Split pada lantai 3 yang merupakan kantor Logistik ITB.

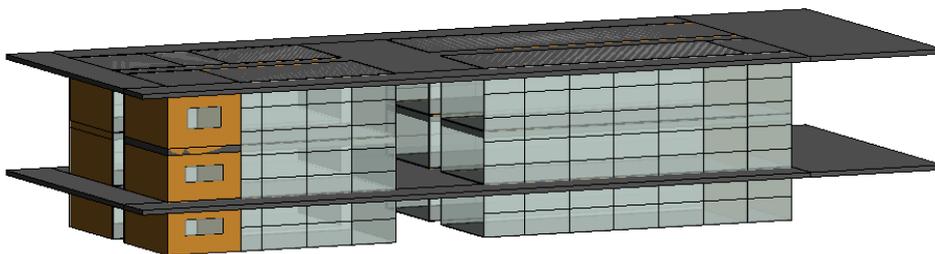
Penggunaan sistem curtain wall pada fasad bangunan ini menghasilkan nilai transparansi bangunan yang besar menimbulkan anggapan bahwa energi yang digunakan untuk operasional bangunan sangat besar.



Gambar 2. Campus Centre Barat, ITB, Bandung

HASIL DAN PEMBAHASAN

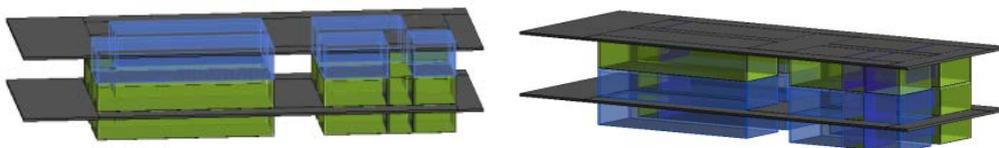
Model baseline CC Barat ini sebisa mungkin mengikuti bangunan pada aslinya. Model CC Barat menggunakan 3 jenis dinding, yaitu dinding masif *lightweight construction - low insulation*, dinding dengan nilai WWR (*window to wall ratio*) sebesar 15%, dan dinding dengan sistem *curtain wall* dengan nilai WWR (*window to wall ratio*) sebesar 95%. Pada lantai digunakan material yang memiliki tebal yang cukup sebagai representasi dari balok. Untuk penzoningan ruang, sebisa mungkin dapat merepresentasikan kondisi di CC Barat.



Gambar 3. Model *baseline* CC Barat ITB pada Autodesk Revit

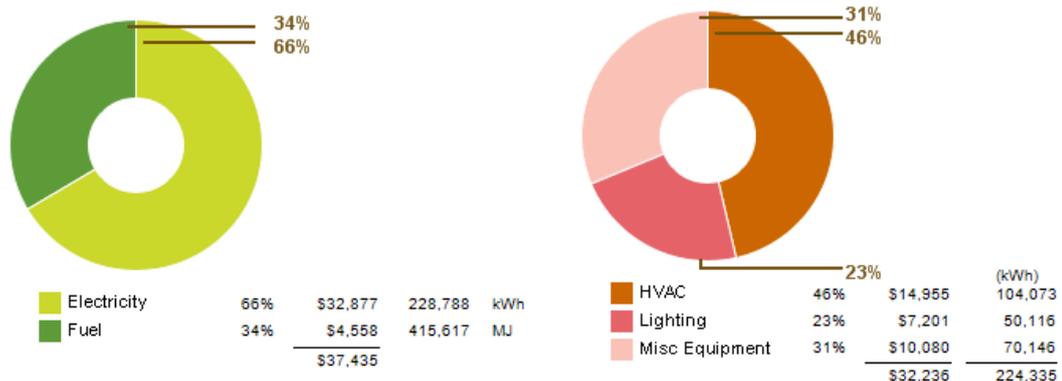


Gambar 4. Zoning Properties CC Barat ITB
(Zoning untuk tangga dan toilet menggunakan ventilasi natural)



Gambar 5. Zoning Properties CC Barat ITB pada Autodesk Revit
(Zoning untuk kantor per lantai. Kiri: Lantai 3 menggunakan AC Split untuk pendinginan. Kanan: Lantai 1 dan 2 menggunakan ventilasi alami)

Setelah dilakukan simulasi terhadap kondisi bangunan menggunakan *Autodesk Revit* dan *Autodesk Green Building Studio*, ditemukan bahwa dugaan awal bangunan bahwa anggapan bangunan ini menggunakan energi yang besar tidak terbukti benar. Standar *Energy Use Intensity* (EUI) untuk bangunan kantor di kota Bandung adalah sebesar 156.84 kWh/m²/tahun. Hasil simulasi menunjukkan nilai EUI bangunan eksisting CC Barat adalah sebesar 155 kWh/m²/tahun. Dengan nilai EUI demikian, dapat dikatakan kinerja energi gedung CC Barat ITB sudah cukup baik, namun mendekati batas standar.



Annual Energy Use/Cost

Energy Use Electricity

Gambar 6. Diagram penggunaan energi pada bangunan eksisting CC Barat

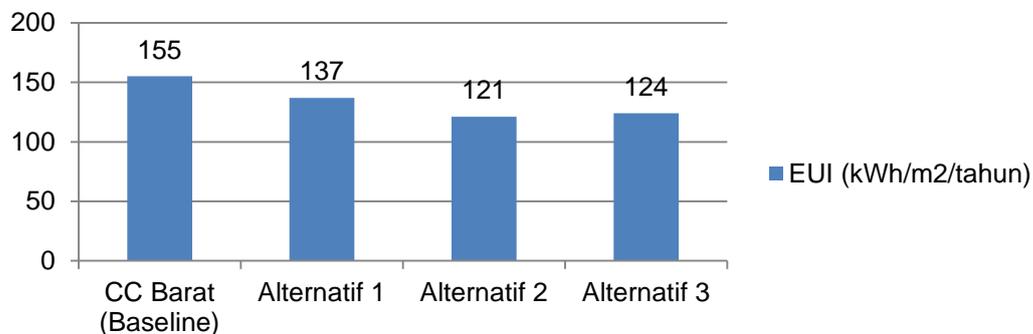
Diagram diatas menunjukkan penggunaan energi pada bangunan ini 66% berupa energi listrik yang digunakan untuk penghawaan buatan dan pencahayaan bangunan serta peralatan mekanik. Bangunan ini terbilang memiliki energi yang cukup besar pada penggunaan AC yaitu sebesar 46% dari total penggunaan energi listrik. Meskipun bangunan ini menggunakan AC hanya pada 1 lantai sedangkan pada dua lantainya hanya menggunakan ventilasi alami, namun bangunan ini memiliki nilai EUI yang mendekati batas standar. Untuk itu, perlu dilakukan retrofit bangunan untuk mengurangi penggunaan energi tersebut. Akan diusulkan 3 alternatif perbaikan desain, untuk mengurangi penggunaan energi tersebut.

Alternatif desain dilakukan dengan melakukan perubahan pada rasio bukaan (WWR), lebar teritisan, dan jenis material pada kaca. Alternatif desain ini dilakukan dengan harapan bahwa tidak perlu terdapat banyak perubahan yang signifikan sehingga hanya diperlukan biaya yang minim untuk retrofit bangunan. Alternatif pertama, pada fasade diberikan teritisan dengan lebar 1 meter. Alternatif kedua, pada fasade diberikan teritisan dengan lebar 1.5 meter dan menurunkan WWR bangunan dari 95% menjadi 60%. Alternatif ketiga, mengganti konstruksi glazing yang semula *Single Pane Clear – No Coating*, menjadi *Double Pane Clear – High Performance, LowE, High Tvis, Low SHGC*. Perbandingan analisis kinerja energi dari bangunan eksisting dan ketiga alternatif yang diusulkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan kinerja energi Gedung CC Barat ITB

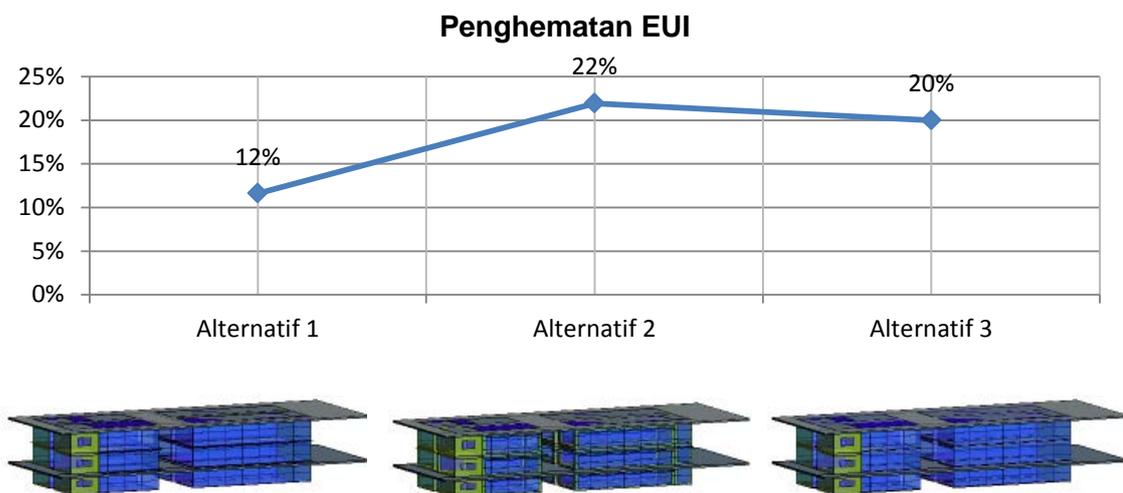
Kasus	CC Barat ITB (Eksisting)	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
				
Luas Lantai	1.471	1.471	1.471	1.471
Jumlah Lantai	3	3	3	3
% Area Ber-AC	30%	30%	30%	30%
WWR	0.95	0.95	0.60	0.95
Schedule	12 h / 5 d	12 h / 5 d	12 h / 5 d	12 h / 5 d
Lebar Shading	-	1 m	1.5 m	-
Tipe Kaca Jendela	Singe Pane Clear - No Coating	Singe Pane Clear - No Coating	Singe Pane Clear - No Coating	Double Pane Clear – High Performance LowE, high Tvis, low SHGC
SHGC	0.81	0.81	0.81	0.27
U Value	6.18	6.18	6.18	1.63
Tipe Dinding	Lightweight Construction - Low Insulation	Lightweight Construction - Low Insulation	Lightweight Construction - Low Insulation	Lightweight Construction - Low Insulation
U-Value Dinding	1.38	1.38	1.38	1.38
Tipe Atap	Typical Insulation - Cool Roof	Typical Insulation - Cool Roof	Typical Insulation - Cool Roof	Typical Insulation - Cool Roof
U-Value Atap	21.99	21.99	21.99	21.99
Biaya Energi Tahunan (\$)	32.877	28.898	25.554	26.244
EUI (kWh/m2/tahun)	155	137	121	124

Perbandingan EUI gedung CC Barat ITB



Gambar 7. Perbandingan intensitas penggunaan energi pada gedung CC Barat dan alternatifnya

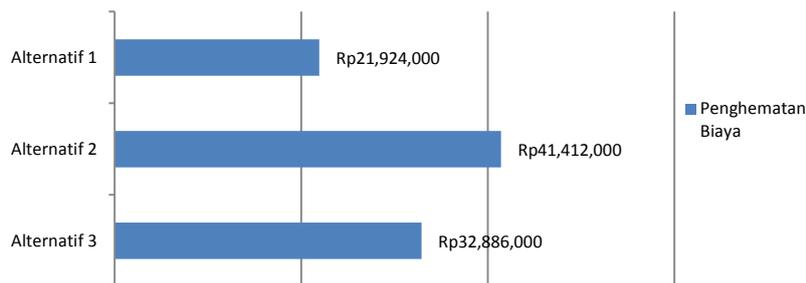
Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 7, diketahui bahwa seluruh alternatif dapat memenuhi standar EUI kota Bandung, dan alternatif yang diusulkan terbukti dapat mengurangi penggunaan energi pada bangunan CC Barat. Pada tabel dan bagan di atas terlihat bahwa dengan perubahan desain yang tepat, maka penggunaan energi dapat dikurangi. Nilai EUI yang paling kecil adalah 121 kWh/m²/tahun yang diperoleh alternatif kedua. Pada alternatif 1, penambahan lebar teritis atap dengan lebar 100 cm dapat mempengaruhi kinerja energi menjadi lebih baik yaitu dapat menurunkan EUI sebesar 18 kWh/m²/tahun atau dapat melakukan penghematan sebesar 12%. Pengurangan WWR dan penambahan lebar teritis ternyata mampu mengurangi penggunaan energi yang cukup signifikan seperti pada alternatif 2 yang mampu menurunkan EUI sebesar 34 kWh/m²/tahun atau dapat melakukan penghematan sebesar 22%. Namun tanpa melakukan perubahan WWR dan penambahan teritis, pengurangan energi juga mampu dipenuhi dengan mengganti jenis material kaca seperti pada alternatif 3 yang memakai jenis kaca *Double Pane Clear – High Performance LowE, high Tvis, low SHGC*. Pada alternatif 3 penggunaan energi mampu dikurangi sebesar 27 kWh/m²/tahun atau dapat melakukan penghematan sebesar 20%.



Gambar 8. Penghematan EUI usulan desain alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3 terhadap EUI model baseline

Melalui desain retrofit yang diusulkan, penggunaan energi dapat diturunkan. Selain berdampak pada upaya pengurangan penggunaan energi, upaya retrofit ini turut pula berpengaruh terhadap turunnya biaya operasional bangunan. Berdasarkan penyesuaian biaya listrik Agustus 2015, biaya listrik per kWh adalah Rp 1.218 per KWH untuk daya listrik golongan tegangan menengah (PLN, 2015). Penghematan biaya penggunaan energi yang dapat diperoleh dapat diamati pada Gambar 9.

Penghematan Biaya Penggunaan Energi/m²



Gambar 9. Perbandingan penghematan biaya penggunaan energi pada alternatif retrofit yang diusulkan

KESIMPULAN DAN SARAN

Bangunan *Campus Centre Barat ITB*, memiliki nilai *Energy Use Intensity* (EUI) sebesar 155 kWh/m²/tahun mendekati batas standar untuk penggunaan energi bangunan kantor di kota Bandung yaitu sebesar 156.84 kWh/m²/tahun. Upaya retrofit pada bangunan eksisting berupa penambahan teritisan, pengurangan nilai WWR, dan penggantian material kaca dengan kaca hemat energi terbukti mampu menghemat penggunaan energi pada bangunan tersebut sebesar 12 – 22 % dengan penghematan biaya operasional sebesar 21 juta – 41 juta rupiah. Penghematan dengan nilai di atas 20% dapat dicapai dengan dua alternatif, yaitu dengan menambah teritisan dan mengurangi WWR atau dapat dengan mengganti material kaca yang memiliki *U Value* kecil.

Penelitian ini masih memerlukan beberapa analisis lanjutan pada penelitian selanjutnya yaitu berupa kesesuaian alternatif retrofit bangunan dengan desain bangunan eksisting dan besarnya biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan retrofit tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Bristol City Council. 2006. *Sustainable Building Design and Construction*. Bristol Local Development Framework.

Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.
<http://www.konservasienergiindonesia.info/energy>

Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2011. *Alasan Efisiensi Energi Harus Dilakukan*. Diambil dalam

<http://www.ebtke.esdm.go.id/id/energi/konservasi-energi/256-alasan-efisiensi-energi-harus-dilakukan.html>, Ditulis pada Kamis, 28 April 2011 08:45.

Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009. *Konservasi Energi*.

Priatman, Jimmy. 2002. "Energy-efficient Architecture" Paradigma dan Manifestasi Arsitektur Hijau. Jurnal DIMENSI Vol. 30, No. 2, Desember 2002: 167 – 175.

Sangkertadi, Prof.Dr.Ir. 2008. *Arsitektur Bioklimatik: Hemat Energi, Nyaman, dan Ramah Lingkungan*. Pidato ilmiah pengukuhan guru besar Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Diambil dalam

[https://www.academia.edu/4375717/ Arsitektur Bioklimatik](https://www.academia.edu/4375717/Arsitektur_Bioklimatik).

Tim Masterplan Fisik dan Infrastruktur Multi Kampus Institut Teknologi Bandung. 2010. *Master Plan Fisik dan Infrastruktur Multi Kampus, Kampus Ganeshha Institut Teknologi Bandung (Dokumen Versi #1)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Sumber Gambar:

<http://www.superiod.net/2013/11/physical-map-with-key/physical-world-map-with-key/>