

# OPTIMASI REDESAIN SELUBUNG BANGUNAN KAMPUS DENGAN PENDEKATAN ARSITEKTUR HIJAU (Studi Kasus : Universitas Borobudur di Kalimalang Jakarta)

## REDESIGN OPTIMIZATION OF CAMPUS BUILDING ENVELOPE WITH A GREEN ARCHITECTURE APPROACH (Case Study : Borobudur University Jakarta)

Aryani Widyakusuma; Aprio Muhajirin Zainoeddin  
Universitas Borobudur

[aryaniwidyakusuma@borobudur.ac.id](mailto:aryaniwidyakusuma@borobudur.ac.id) ; [aprio.muhezain@gmail.com](mailto:aprio.muhezain@gmail.com)

### ABSTRACT

*The application of the concept of Green Architecture in public buildings in the world has become a policy in overcoming environmental problems. The public building that will be redesigned in the field of education is the Borobudur Kalimalang University Campus. The campus is a place for educational services where students need thermal and visual comfort for the sake of a comfortable learning process. Where the location of the Borobudur University Campus is surrounded by industrial, trade, agricultural, housing and residential areas which are quite dense. Therefore, it can lead to air pollution, congestion, crime, and other environmental problems. To overcome this and meet the convenience of studying for students so that the redesign is carried out by applying the criteria for the Green Architecture concept on the Borobudur campus in the form of: (1) Saving energy, (2) Working with Climate, (3) Respect for the site, (4) Respect for users, (5) Limiting new resources, (6) Holistic. In this journal, it will be discussed how the application of the criteria for the Green Architecture concept into educational buildings for the realization of thermal and visual needs for students.*

*Keywords: Green architecture, Education, Campus*

### ABSTRAK

Penerapan konsep Arsitektur Hijau pada bangunan-bangunan publik di dunia telah menjadi suatu kebijakan dalam mengatasi masalah lingkungan. Bangunan publik yang akan di redesain dalam bidang Pendidikan yaitu Kampus Universitas Borobudur Kalimalang. Kampus merupakan tempat pelayanan Pendidikan dimana mahasiswa membutuhkan kenyamanan thermal maupun visual demi kelangsungan proses pembelajaran yang nyaman. Dimana lokasi Kampus Universitas Borobudur dikelilingi oleh kawasan industri, perdagangan, pertanian, perumahan dan permukiman penduduk yang cukup padat. Oleh karena itu, dapat saja menimbulkan adanya polusi udara, kemacetan, kriminalitas, serta masalah lingkungan lainnya. Untuk mengatasi hal tersebut dan memenuhi kenyamanan dalam menuntut ilmu bagi para mahasiswa sehingga redesain dilakukan dengan menerapkan kriteria konsep Arsitektur Hijau pada kampus Borobudur berupa: (1) Hemat energi, (2) Working with Climate, (3) Respect for site, (4) Respect for user, (5) Limiting new resources, (6) Holistic. Dalam jurnal ini akan dibahas bagaimana penerapan dari kriteria konsep Arsitektur Hijau ke dalam bangunan Pendidikan demi terwujudnya kebutuhan thermal dan visual bagi para mahasiswa.

Kata Kunci : Arsitektur hijau, Pendidikan, Kampus,

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Keberlanjutan bersifat komprehensif karena itu subjek yang kompleks. Ini sangat penting bagi semua karena berhubungan dengan kelangsungan hidup spesies manusia dan hampir setiap makhluk hidup di planet ini. Arsitektur yang berkelanjutan dan ramah lingkungan adalah salah satu tujuan utama yang manusia untuk menciptakan kehidupan yang lebih baik telah dijadikan sebagai model utama untuk semua aktivitas mereka. Untuk alasan ini, bergerak menuju arsitektur yang lebih hijau adalah tujuan utama arsitektur masa kini yang dipikirkan dengan matang (Mahdavi et al., 2014). Kerusakan alam menjadi salah satu bencana besar bagi dunia, tidak terkecuali seperti pemanasan global, pembuangan limbah, polusi dan lain-lain. Keseimbangan antara lingkungan dan sekitarnya juga merupakan hal yang sangat penting, mengingat generasi penerus kita semua akan menikmati keindahan serta kekayaan alamnya. Namun, dari kita semua semakin sedikit yang peduli tentang hal tersebut. Banyak penyebab yang membuat alam kita rusak, sebut saja seperti didirikannya bangunan tanpa melihat lingkungan sekitarnya, yang hanya mementingkan fungsi serta estetika tanpa melihat pohon-pohon yang tumbuh di area tersebut.

Indonesia merupakan negara yang sangat sensitif dengan terkenanya bencana alam dan buatan, banyak orang-orang yang tidak peduli mengapa hal ini terjadi. Hal ini disebabkan banyaknya pemakaian kaca yang berlebih serta tidak memikirkan iklim. Bukan hanya itu, terkadang orang-orang lebih mementingkan berdirinya sebuah bangunan dibanding pohon. Berdasarkan permasalahan, tentu harus ada solusi untuk menghentikannya, setidaknya mengurangi kontribusi bangunan dalam merusak lingkungan. Salah satu caranya adalah mengoptimasi bangunan atau retrofit bangunan eksisting dengan penerapan konsep arsitektur hijau.

Arsitektur hijau merupakan sebuah konsep dimana bangunan yang akan didirikan harus memiliki kriteria yang mendukung alam sekitar, dengan memiliki beberapa prinsip seperti dapat memanfaatkan energi, berusaha untuk menghindari sumber daya yang beresiko, dapat memenuhi kebutuhan terhadap pemilik bangunan, ramah lingkungan serta harus menyesuaikan dengan iklim setempat.

Sebagai contoh bangunan yang akan diteliti merupakan bangunan universitas atau bangunan pendidikan, universitas merupakan sebuah bangunan bersifat publik yang bertujuan untuk memfasilitasi proses belajar bagi mahasiswa dan mengajar bagi dosen atau pengajar serta bekerja untuk tata usaha universitas. Karena bersifat publik bangunan universitas harus meminimalisir energi buatan, sehingga pencahayaan maupun penghawaan alami lebih terasa dampaknya oleh pengguna ruang. Bangunan universitas juga harus nyaman berdasarkan kenyamanan thermal yang dipengaruhi oleh selubung bangunan, oleh karena itu selubung bangunan sangat berperan langsung terhadap dalam dan luar dari bangunan.

## **1.2. Permasalahan**

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dijabarkan sebelumnya oleh penulis, maka dapat disimpulkan perumusan masalah dibagi menjadi dua masalah utama yaitu :

1. Apakah selubung bangunan berdampak terhadap perubahan iklim dan masalah kenyamanan pengguna ruang.
2. Bagaimana desain selubung bangunan yang hemat energi dan berkelanjutan.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan permasalahan yang telah dijabarkan di atas, maka dapat disimpulkan Tujuan Kajian yaitu :

1. Untuk mengetahui dan memahami aspek arsitektur hijau
2. Mengetahui desain selubung bangunan yang hemat energi dan berkelanjutan berdasarkan teori arsitektur hijau.

## **1.4. Ruang Lingkup**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas maka ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada apakah selubung bangunan dapat berdampak terhadap perubahan iklim dan masalah kenyamanan pengguna ruang lalu bagaimanakah desain selubung bangunan yang hemat energi dan berkelanjutan.

## **II. Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian gabungan (mixed methods) antara metode penelitian kuantitatif dan metode penelitian kualitatif. Penggunaan metode penelitian gabungan (mixed methods) dilakukan secara bersamaan dengan tujuan untuk saling melengkapi gambaran hasil studi mengenai fenomena yang diteliti dan untuk memperkuat analisis penelitian. Penelitian ini secara komprehensif akan melakukan pengukuran dan analisis terhadap aspek-aspek untuk mengukur indeks arsitektur hijau. Sehingga penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Tolak ukur dalam penentuan indeks arsitektur hijau pada kampung adat yaitu mengadopsi pengukuran sistem rating GREENSHIP dari GBCI yang dimodifikasi berdasarkan kebutuhan yang terkait pada aspek penelitian. Penelitian ini juga melakukan observasi langsung untuk melakukan review terhadap berbagai dokumen dan foto-foto yang ada. Dalam hal ini peneliti menggunakan metode penelitian kualitatif. Pendekatan penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif, yaitu menggambarkan fenomena aktual yang ditemukan pada saat pengumpulan data dan menganalisisnya, setelah itu mengevaluasi hasil temuan di lapangan. Sejalan dengan itu, peneliti akan menganalisis implementasi konsep arsitektur hijau yaitu pada lingkungan bangunan di kampus Universitas Borobudur Kalimalang.

## **III. Hasil Penelitian**

### **3.1. Data Objek Bangunan**

Bangunan Universitas Borobudur merupakan bangunan pendidikan yang terletak di Kota Jakarta Timur, dengan gambaran umum sebagai berikut:

#### **1. Letak Lahan**

Kompleks bangunan universitas borobudur berada di Jl. Raya Kalimalang No.1, RT.9/RW.4, Cipinang Melayu, Kec. Makasar, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13620. Batas utara dari tapak merupakan Jl. Raya Kalimalang, batas timur dari tapak merupakan kantor kelurahan Cipinang Melayu, batas selatan dari tapak merupakan permukiman dan batas barat dari tapak merupakan permukiman.



Gambar 4.1, Citra Satelit Lokasi Universitas Borobudur.

## 2. Data Fisik

### a. Lokasi Bangunan

Jl. Raya Kalimalang No.1, RT.9/RW.4, Cipinang Melayu, Kec. Makasar, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13620.

### b. Data Fisik Tapak

- Permukaan tanah dilokasi adalah datar dan berbatu.
- Terletak di Jl. Raya Kalimalang No.1, RT.9/RW.4, Cipinang Melayu.
- Fasilitas sarana prasarana kota pendukung memadai.
- Kondisi lingkungan terhadap traffic akan terganggu (Stagnant) apabila tidak direncanakan dengan baik.

### c. Aksesibilitas

- Lahan mudah dengan kendaraan umum maupun kendaraan pribadi.
- Lokasi lahan berada di kawasan yang dapat ditempuh dari semua arah dan dapat dicapai dengan waktu yang relatif singkat.

## 3. Kondisi Lahan

- a. Ketersediaan jaringan jalan dari dan ke lahan lokasi yang memadai dan baik, dan jaringan infrastruktur kawasan lahan lokasi dengan sangat baik.
- b. Ketersediaan jaringan air bersih dan sanitasi yang telah tersedia di kawasan.
- c. Ketersediaan jaringan listrik, air bersih/PDAM dan gas.
- d. Ketersediaan jaringan telepon dan internet.

## IV. PEMBAHASAN

### 4.1. Konsep Fasade *Energy Efficient*

#### 4.1.1. Rancangan bentukan fasade bangunan gedung

Penerapan konsep arsitektur hemat energi pada desain bangunan dengan kaedah rancangan pasif untuk mengurangi pemakaian energi pada operasional bangunan diterapkan pada beberapa aspek rancangan, yaitu :

#### 1. Orientasi bangunan

Karena bangunan eksisting Sisi pendek bangunan dihadapkan pada arah utara-selatan sehingga sisi yang panjang menghadap barat-timur menyebabkan bangunan menyerap sinar matahari berlebih saat siang dan sore hari. Orientasi bangunan bisa dimanfaatkan untuk *Photovoltaic Panel* yang dipasang

pada fasad bangunan yang menghadap Barat-Timur yang bisa digunakan sebagai naungan dan sumber daya energi untuk bangunan.

## 2. Fasad Bangunan

Terhadap kaitannya dengan rancangan yang tanggap iklim setempat dan hemat energi maka fasade bangunan yang menghadap barat-timur desain berbeda dengan fasade yang menghadap utara-selatan terutama dari rasio bukaannya yang lebih kecil/sedikit untuk meminimalkan radiasi panas yang diterima bangunan. Untuk mengurangi panas matahari maka pada bukaan fasade utara dan selatan menggunakan teritisasi (shading) dan kaca ganda atau double glazing terhadap sinar matahari, dikarenakan matahari cenderung berada di bagian utara dan selatan sisi hadap bangunan. Sedangkan pada fasade utara-selatan yang terkena paparan sinar matahari sepanjang hari menggunakan kombinasi sirip vertikal dan horizontal, karena matahari cenderung bergerak menyinari sisi bangunan tersebut sepanjang hari. Sedangkan pada bentuk fasade yang sesuai dengan karakteristik bangunan hemat energi yang ingin dicapai pada penerapan warna dingin pada fasade bangunan yaitu seperti warna putih sebagai warna netral dan warna *stainless* sebagai warna sejuk untuk aksentuasi di bagian fasade bangunan yang mencerminkan bangunan sejuk terhadap lingkungan sekitar dan warna yang dapat memantulkan radiasi panas matahari.

### 4.1.2. Material fasade bangunan gedung

Dalam pemilihan warna pada bangunan disesuaikan dengan bangunan hemat energi, dinding bangunan menggunakan teknologi yang mampu menjawab akan kebutuhan penghematan energi yang dapat mereduksi panas sehingga dapat menghemat energi, sebelum dikembangkan dengan memaksimalkan penggunaan material terbarukan dan material daur ulang. Semakin banyak kita menggunakan material daur ulang dan material terbarukan di dalam membangun suatu bangunan maka semakin membawa efek yang positif pada teknologi bangunan yang memampuni untuk melakukan penghematan energi. Pemilihan material kulit luar bangunan tidak hanya faktor sinar matahari, faktor air hujan dan angin juga perlu menjadi pertimbangan karena faktor air juga dapat menimbulkan efek jamur, lumut pada kulit bangunan, bahkan akan terjadi pelapukan pada kulit bangunan.

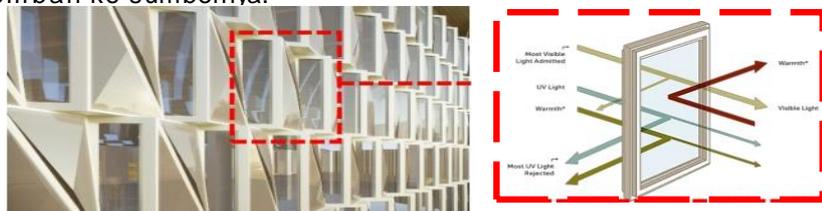
## 4.2. Konsep Fasad Gedung Universitas Borobudur

### 4.2.1 Konsep elemen fasade

Sebuah bangunan harus memiliki komposisi yang menarik dan juga berkelanjutan secara umur bangunan dan daya tahannya. bentuk fasade sebagai komposisi yang mempertimbangkan kepada efisiensi dan pemanfaatan energi tentunya menjadi suatu hal yang menarik untuk dibahas, terlebih berdasarkan analisa yang telah dilakukan terhadap bangunan universitas borobudur, perlu dilakukan beberapa perbaikan dalam suatu komposisi fasade pada bukaan (jendela dan pintu), dinding, atap dan teritisasi (shading).

### 1. Bukaan Jendela

Perletakan dan material jendela memperhatikan sorotan sinar matahari. Perletakan jendela memperhatikan garis sederhana edar matahari, sisi utara dan selatan adalah tempat potensial untuk perletakan jendela (bukaan), guna mendapatkan cahaya alami. Perletakan dan orientasi jendela pada dinding bangunan yang mengarah ke barat-timur di buat berorientasi ke arah tenggara dan barat laut untuk menghindari sorotan sinar matahari dari arah timur-barat. Dan juga diperlukan perlindungan tambahan terhadap radiasi matahari langsung. Penggunaan material pada kaca jendela menggunakan kaca *Low-E Glass*. Kaca *Low-E* diciptakan untuk meminimalkan jumlah sinar inframerah dan ultraviolet yang masuk melalui kaca jendela, tanpa meminimalkan jumlah cahaya yang masuk ke dalam bangunan. Jendela kaca *Low-E* memiliki lapisan tipis mikroskopis yang transparan dan memantulkan panas. Lapisan *Low-E* menjaga suhu di dalam ruangan tetap konsisten dengan mencerminkan suhu interior kembali ke dalam. *Low-E Glass* digunakan untuk efisiensi energi karena pembebanan suhu di dalam ruangan dapat dikurangkan karena panas sinar matahari tidak bisa masuk ke dalam bangunan. *Low-E Glass* dapat menyaring 40 hingga 70 persen panas yang biasanya ditransmisikan melalui kaca jendela standar. Ia bekerja dengan memantulkan panas kembali ke sumbernya.



Gambar 4.1, Rencana Material Kaca Bukaan Jendela.

## 2. Dinding

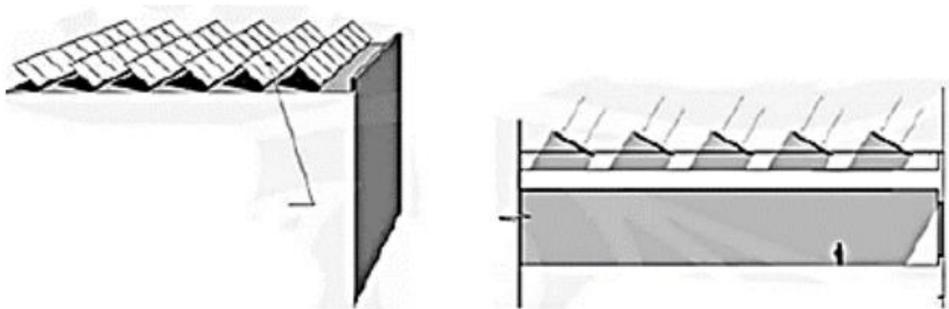
Penambahan dinding luar sebagai selubung ganda eksterior dengan pemakaian partisi tambahan pada dinding bagian luar dan penambahan spasi ruang antara dinding eksisting dengan dinding selubung ganda dengan tujuan menciptakan ruang pemisah dinding luar yang merupakan usaha membuat dinding pada bagian luar dengan selubung dinding ganda yang tidak bersentuhan langsung. Yang merupakan usaha untuk menciptakan ruangan yang nyaman. Pada dinding fasad yang menghadap ke arah utara dan selatan menggunakan material *TX-Active Concrete* yaitu material panel dinding yang berfungsi sebagai *Photocatalytic* yang merubah polusi menjadi zat garam penguat dinding yang berasal dari sifat pigmentasi dan fotokatalitik  $TiO_2$  solusi dan partikel kotoran lainnya dari kontak fisik dengan permukaan beton, menghilangkan efek fotokatalitik. Pada material ini juga terbukti bahwa permukaan bangunan lebih mudah dibersihkan dan lebih mudah di rawat. Pada dinding fasad yang menghadap barat-timur menggunakan material *TX-Active Concrete* dan *Photovoltaic Glass Panel* untuk menyerap sinar matahari dan dirubah menjadi energi listrik. *PV Glass* memungkinkan bangunan menghasilkan daya tambahan tanpa mengurangi estetika, fungsionalitas, dan pemandangan. Mereka juga memberikan kenyamanan termal dan menghindari efek rumah kaca. Tenaga PV yang dihasilkan tergolong energi bersih karena sumbernya terbarukan dan tidak menimbulkan polusi. Selain penghematan biaya energi, manfaat potensial dari penggunaan PV Glass adalah mengurangi jejak karbon dan berkontribusi pada keberlanjutan.



Gambar 4.2, Rencana Material Dinding Fasade Bangunan.

## 3. Atap

Atap direncanakan menggunakan panel surya, energi matahari yang melimpah dimanfaatkan untuk menciptakan kemandirian energi pada bangunan universitas. Salah satunya, dengan aspek desain yang dapat menempatkan solar panel di sisi bangunan yang menghadap barat, yang mendapatkan terpaan sinar matahari paling tinggi dan lama. Panel surya yang terintegrasi pada atap dikombinasikan jenis transparansi panel, warna dan bentuk berdasar sel. Kemiripan panel surya ditentukan dari posisi geografis letak bangunan, dengan pemasangan *Independent Photovoltaics rooftop array system* yang mampu mengurangi beban listrik utama bangunan.

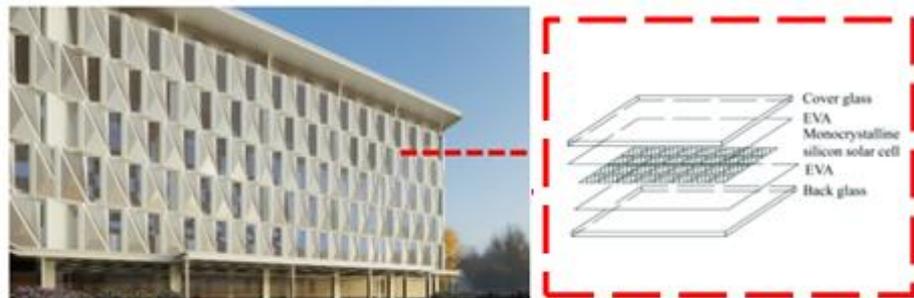


Gambar 4.3, *Independent Photovoltaics rooftop array system*.

## 4. Teritisan (Shading)

Dengan fungsi menghalangi atau memantulkan sinar matahari langsung dan panas yang dihasilkan, sistem penghalang matahari dapat mengoptimalkan sumber daya ini sebagai sistem pencahayaan alami yang terkontrol secara otomatis. Dengan memanfaatkan dinding-dinding panel secara optimal dalam menjaga dampak minimum kesilauan dan pemanasan oleh sinar matahari secara minimum untuk meningkatkan produktivitas pada interior bangunan. Sedangkan fasad bangunan dibuat terintegrasi kombinasi antara teknologi elektrikal dari solar panel dengan konstruksi bangunan. Panel fotovoltaik diletakkan di kulit

luar bangunan dengan konstruksi yang menopang kepada struktur utama bangunan. Pada sistem fotovoltaik yang akan dibuat dengan sistem listrik umum, dimana tenaga yang dihasilkan ini berupa arus searah kemudian menjadi arus bolak balik (DC) melalui inverter yang ada pada umumnya dihubungkan juga dengan listrik dari PLN. Pemasangan solar panel di fasade dipasang dengan jarak 80 cm dari kulit bangunan yang terhubung langsung dengan struktur utama bangunan dengan fungsi sebagai ruang pergerakan solar panel dari sudut kemiringan *shading* pada fasad, dimana spesifikasi penggunaan solar panel yang digunakan adalah sebesar 120wp. Untuk sudut kemiringan fotovoltaic dengan pemasangan fixed dengan sudut optimal adalah sebesar 45° terhadap vertikal. Pemasangan sistem diletakkan sejajar dengan pandangan manusia ketika duduk atau bekerja di dalam bangunan untuk mendapatkan view ke arah luar pada setiap orientasi bangunan terhadap matahari. Dengan sistem ini dapat ditentukan besar sudut kemiringan dari solar panel. Berdasarkan hal tersebut maka penggunaan energi terpakai bangunan universitas borobudur pada pengkondisian udara dan pencahayaan dalam bangunan dapat dikurangi dan lebih efisien energi karena adanya panel *photovoltaic*.



Gambar 4.4, Rencana Material Dinding Fasade Bangunan.

#### 4.2.2 Konsep komposisi fasade

Berdasarkan komposisi pada fasade bangunan, direncanakan fasade yang akan dirancang berdasarkan masing-masing fasade pada bangunan dengan penilaian bentuk, material dan warna pada fasad sebagai penilaian terhadap rancangan fasad yang akan dibuat terdapat. Seperti terlihat pada Tabel 4.1.

No.	Unsur Elemen	Penilaian	Keterangan
1.	Bentuk	Lurus dan bersusun / zig-zag.	Bentuk fasade bangunan berbentuk lurus dan bersusun yang menciptakan bentuk zigzag, alasan dibalik pemilihan bentuk ini adalah agar orientasi jendela yang menghadap timur-barat dapat dibelokkan ke arah tenggara atau barat daya.
2.	Material	Material kaca :Low-E Glass	Kaca Low-E diciptakan untuk meminimalkan jumlah sinar inframerah dan ultraviolet yang masuk melalui kaca jendela, tanpa meminimalkan jumlah cahaya yang masuk ke dalam bangunan. Jendela kaca <i>Low - E</i> memiliki lapisan tipis mikroskopis yang transparan dan memantulkan panas
		Material dinding fasade : <i>TX-Active Concrete</i>	<i>TX-Active Concrete</i> yaitu material panel dinding yang berfungsi sebagai <i>Photocatalytic</i> yang merubah polusi menjadi zat garam penguat dinding.
		Material dinding fasade : <i>Photovoltaic Glass Panel</i>	Panel fotovoltaik diletakkan di kulit luar bangunan dengan konstruksi yang menopang kepada struktur utama bangunan. Pada sistem fotovoltaik yang akan dibuat dengan sistem listrik umum, dimana tenaga yang dihasilkan ini berupa arus searah kemudian menjadi arus bolak balik (DC) melalui inverter yang ada pada umumnya dihubungkan juga dengan listrik dari PLN.

3.	Warna	Putih, Silver	Penggunaan warna dingin pada fasade bangunan gedung dengan penggunaan <i>TX-Active Concrete</i> dan <i>Photovoltaic Glass Panel</i> berwarna putih dan silver pada bangunan dengan tujuan sebagai symbol kelembutan, sejuk, nyaman pada bangunan.
----	-------	---------------	---

Tabel 4.1, Konsep Desain Fasade.

#### 4.3. DESAIN FASADE BANGUNAN

##### 4.3.1. Desain Fasade *Energy Efficient*

Dengan konsep rancangan pada fasade bangunan, dilakukan perancangan fasade yang berorientasi terhadap matahari sebagai sumber energi dan pengurangan sinar matahari langsung kedalam bangunan sebagai dampak pengurangan suhu ruangan dalam bangunan untuk mencapai kenyamanan dalam ruang pada bangunan gedung Universitas Borobudur.



Gambar 4.5, Perspektif View sesudah dan sebelum rencana redesain dengan konsep arsitektur hijau

Dihasilkan desain rancangan fasade berdasarkan hasil konsep desain yang telah dilakukan pada bangunan gedung Universitas Borobudur dengan tujuan rancangan untuk dapat mengurangi penggunaan konsumsi energi atau *Energy Efficient* pada bangunan dan melihat besaran penggunaan konsumsi energi yang dapat dikurangi pada bangunan gedung Universitas Borobudur.

##### 4.3.2. Pengaruh Potensi Penghematan Energi dan Implementasinya Terhadap *Energy Efficient*

Untuk implementasi peluang hemat energi dari gedung Universitas Borobudur dilakukan sebagai tindakan untuk dapat mengurangi konsumsi energi dalam bangunan dalam penggantian material hemat energi dan perubahan bentuk fasade bangunan dapat dijadikan sumber energi alternatif pada bangunan gedung Universitas Borobudur. Dan potensi ini berdampak positif terhadap penggunaan gedung dalam tindakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi dalam bangunan. Dimana hal tersebut dapat dilihat pada besaran konsumsi energi yang dapat dihasilkan oleh fasade tersebut dengan perubahan bentuk yang dilakukan dan penggunaan material pada bangunan gedung Universitas Borobudur.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### a. Evaluasi Akhir

Berdasarkan hasil analisa, maka didapat evaluasi akhir sebagai berikut :

1. Efisiensi energi terkait dengan desain fasade gedung Universitas Borobudur sangat dipengaruhi besaran peran desain dinding fasade dalam usaha mereduksi beban panas pancaran sinar matahari terhadap fasade, dengan luasan fasade kurang lebih sebesar 6.000 m<sup>2</sup>, dengan bukaan (pintu dan jendela) sekitar 49% dari total luasan fasade maka dibutuhkan pendingin udara dalam memenuhi kenyamanan dalam bangunan dan hal ini sangat berpengaruh penggunaan listrik. Sehingga perlu dilakukannya perubahan bentuk fasade untuk mengurangi nilai tersebut dalam pemanfaatan fasade sebagai salah satu sumber energi alternatif lain dalam pemenuhan energi listrik pada gedung Universitas Borobudur oleh PLN.
2. Penerapan desain konsep hemat energi pada fasade gedung Universitas Borobudur dilakukan dengan beberapa strategi desain, antara lain :
  - a. Menggunakan lapisan ganda fasad dapat mengurangi perbedaan suhu permukaan dinding luar dengan fungsi sebagai penghalang sinar matahari secara langsung. Sekaligus sebagai sumber energi alternatif pada penggunaan solar panel sebagai shading.
  - b. Pengurangan panas sinar matahari yang menyentuh dinding bangunan dapat direduksi dengan mengoptimalkan pemakaian tritisan dan sun shading pada orientasi yang masing-masing fasade.
  - c. *Finishing* dinding fasad sangat signifikan dalam mengurangi beban panas. Dinding bangunan pada gedung Universitas Borobudur, pilihan material warna dingin lebih menguntungkan dalam pengurangan panas ruangan dalam dibanding warna mencolok lainnya.
  - d. Penerapan desain konsep hemat energi pada fasade gedung Universitas Borobudur dilakukan dengan beberapa strategi desain, antara lain :
3. Perubahan desain dalam mengurangi besaran konsumsi energi melalui fasade dilakukan dengan strategi desain, Penggunaan solar panel pada fasade bangunan dapat membantu mengurangi ketergantungan akan sumber energi pada PLN sebesar 20 % dari kebutuhan total yang diperlukan pada bangunan.

### b. Rekomendasi

Berdasarkan hasil diagnosis yang merupakan bangunan yang telah dibangun, namun sebagai rekomendasi terhadap fasade gedung Universitas Borobudur antara lain :

1. Dengan mengubah bentuk fasade dan material fasade diharapkan dapat mengurangi pengaruh besarnya sinar matahari dan pengaruh iklim terhadap kondisi ruangan didalam bangunan.
2. Pengaruh fasade terhadap kondisi dalam ruangan tentunya menjadi hal penting terhadap kenyamanan dan fungsi bangunan, maka untuk itulah perubahan bentuk fasade ditujukan untuk menjadikan salah satu sumber energi alternatif lain sebagai usaha mengurangi konsumsi energi pada bangunan gedung Universitas Borobudur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung, Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung dan Konservasi Energi Sistem Pencahayaan Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Direktorat Pengembangan Energi. *Petunjuk teknis konservasi energi; Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi. Direktorat Jendral Pengembangan Energi.
- Latifah, Nur Laila, *Fisika Bangunan 1*. 2015. Griya Kreasi. Jakarta Timur. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 14 tahun 2012 tentang *Manajemen Energi*.