

Indexed by:



Manuscripts screening tools:



## PENGARUH APLIKASI MATERIAL FASADE BANGUNAN TERHADAP UPAYA KONSERVASI ENERGI DENGAN PENDEKATAN EVALUASI DESAIN BERBASIS BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*)

**Petra Christian**

Program Studi Teknik  
Arsitektur, Universitas Prisma,  
Kota Manado, Indonesia  
Jl. Pomurow No. 133 Tikala Baru Kota  
manado

**Steven Richard Kamurahan**

Program Studi Teknik  
Arsitektur, Universitas Prisma,  
Kota Manado, Indonesia  
Jl. Pomurow No. 133 Tikala Baru Kota  
manado

**Key words:**

*Facade Materials, Energy Evaluation, BIM Archicad*

**Doi:**

10.17509/jaz.v4i1.30181

**Cite article:**

Christian, P., dan Kamurahan, S. R. (2021). Pengaruh Aplikasi Material Fasade Bangunan Terhadap Upaya Konservasi Energi dengan Pendekatan Evaluasi Desain Berbasis BIM ( Building Information Modeling ). *Jurnal Arsitektur Zonasi*, 4(1), 73–83. <https://doi.org/doi.org/10.17509/jaz.v4i1.30181>

**Akses online:**

untuk naskah lengkap tersedia di: <https://ejournal.upi.edu/index.php/jaz/issue/archive>

<http://ejournal.upi.edu/index.php/jaz> - e-mail: [jurnal\\_zonasi@upi.edu](mailto:jurnal_zonasi@upi.edu)  
[doi.org/10.17509/jaz.v4i1.30181](https://doi.org/10.17509/jaz.v4i1.30181)

## PENGARUH APLIKASI MATERIAL FASADE BANGUNAN TERHADAP UPAYA KONSERVASI ENERGI DENGAN PENDEKATAN EVALUASI DESAIN BERBASIS BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*)

### Article History:

First draft received:  
7 Desember 2020

Revised:  
11 Januari 2021

Accepted:  
21 Januari 2021

First online:  
22 Januari 2021

Final proof received:  
Print:  
1 Februari 2021

Online  
6 Februari 2021

Jurnal Arsitektur ZONASI  
is indexed and listed in  
several databases:

**SINTA 4 (Arjuna)**  
GARUDA (Garda Rujukan Digital)  
Google Scholar  
Dimensions  
oneSearch  
BASE

### Member:

Crossref  
RJI  
APTARI  
FJA (Forum Jurna Arsitektur)  
IAI  
AJPKM

Petra Christian<sup>1</sup>

Steven Richard Kamurahan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Arsitektur Universitas Prisma, Kota Manado, Indonesia

Jl. Pomurow No. 133 Tikala Baru Kota Manado

Email : petrach12@gmail.com

kamurahan13@gmail.com

**Abstract:** *The use of artificial air conditioning (AC) and building mechanical devices today generally has a large portion of the use of electrical energy in addition to lighting needs. This encourages the importance of careful design consideration and selection of building materials, so that in addition to saving operational costs, it can also contribute to energy conservation efforts. With a building design approach based on BIM (Building Information Modeling), buildings can be designed in a virtual multidimensional way based on their components and material specifications and can simulate their material characteristics, one of which is the ability of the material to insulate heat. The higher the ability of the facade material to withstand heat, the less electrical energy is used in the building for artificial cooling (AC) units. This research case study is the Prisma University campus building in Manado City which was completed in 2018 and entered the operational period with the main function of accommodating lecture activities and supporting administrative activities. The method used in this research is building three-dimensional (3D) modeling and simulation that focuses on evaluating energy usage with certain performance criteria, namely through the Energy Evaluation feature on the Archicad R.24 software.*

**Keywords :** *Facade Materials, Energy Evaluation, BIM Archicad*

**Abstrak :** Penggunaan penghawaan udara buatan (AC) dan perangkat mekanikal bangunan saat ini umumnya memiliki porsi yang besar penggunaan energi listrik selain untuk kebutuhan pencahayaan. Hal ini mendorong pentingnya pertimbangan desain serta pemilihan material bangunan secara seksama, sehingga selain dapat menghemat biaya operasional juga dapat memberi sumbangsih dalam upaya konservasi energi. Dengan pendekatan perancangan bangunan berbasis BIM (*Building Information Modeling*), bangunan dapat didesain secara virtual multidimensi berdasarkan komponen dan spesifikasi materialnya serta dapat disimulasikan karakteristik materialnya, salah satunya dalam hal kemampuan material untuk mengisolasi panas. Semakin tinggi kemampuan material fasade menahan panas, maka semakin sedikit energi listrik yang dipakai pada bangunan untuk unit pendinginan buatan (AC). Studi kasus penelitian ini adalah gedung kampus Universitas Prisma di Kota Manado yang selesai dibangun tahun 2018 dan memasuki masa operasional dengan fungsi utama mawadahi aktivitas perkuliahan serta aktivitas administrasi penunjangnya. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah permodelan dan simulasi tiga dimensi (3D) bangunan yang difokuskan pada evaluasi penggunaan energi dengan kriteria performa tertentu, yakni melalui fitur *Evaluation Energy* pada software Archicad R.24.

**Kata Kunci :** Material Fasade, Evaluasi Energi, BIM Archicad

## 1. Pendahuluan

Dengan kondisi iklim yang panas, bangunan dituntut tetap nyaman dalam penggunaannya. Fasade bangunan ibarat selubung atau pakaian pada bangunan yang memiliki peran penting dalam menangkalkan sengatan matahari, selain bidang atap. Pada bangunan berlantai banyak luas permukaan bidang dinding jelas

akan lebih luas dari permukaan bidang atap, di mana hal ini akan menentukan seberapa besar panas akan terinduksi ke dalam bangunan. Selain upaya konservasi energi dari sudut kemampuan material fasade mengisolasi panas, setiap material memiliki tingkat konsumsi energi baik dalam proses produksinya maupun pada performa fungsinya, semakin rendah energi yang digunakan atau ditimbulkan dari penggunaannya, maka semakin baik material tersebut.

Permasalahan di atas memberi gambaran perlunya solusi berupa saran atau rekomendasi dalam pemilihan material fasade bangunan dengan pertimbangan pada upaya konservasi energi termasuk penghematan biaya operasional yang perlu disediakan. Dengan mengetahui implikasi pemilihan material fasade dengan konsekuensi pada tingkat konsumsi energi listrik yang dibutuhkan untuk penghawaan udara buatan, maka pemilihan material menjadi hal penting yang perlu dipertimbangkan dalam rangka menghemat biaya operasional bangunan serta turut berpartisipasi dalam upaya konservasi energi.

Urgensi dari penelitian ini adalah pada meningkatnya fenomena pemanasan global dan borosnya penggunaan energi listrik yang masih bergantung bersumber dari energi tak terbarukan, terutama dari bangunan-bangunan yang operasionalnya membutuhkan pasokan energi listrik yang besar terutama untuk penghawaan udara buatan (AC). Hal ini akan berdampak pada habisnya sumberdaya energi tersebut dikemudian hari, jika di tambah dengan munculnya bangunan -bangunan baru sejenisnya yang tidak mempertimbangkan upaya konservasi energi.

Sebagai salah satu gedung baru yang mulai beroperasi tahun 2018, gedung kampus Universitas Prisma di Kota Manado didesain dengan tampilan fasade tertutup dan didominasi oleh penggunaan material kaca dan ACP (alluminium composite panel) serta penggunaan penghawaan udara buatan pada sebagian besar ruangnya.



**Gambar 1. Gedung Kampus Universitas Prisma di Kota Manado**  
(sumber. Dokumentasi peneliti, 2020)

Berdasarkan rincian jumlah dan spesifikasi unit perangkat penghawaan udara buatan (AC) eksisting di gedung kampus Universitas Prisma yakni sebanyak 30 unit AC split 2 PK dan 12 unit AC standing 5 PK. Dengan estimasi penggunaan daya rata-rata perbulan dengan asumsi operasional 8 jam per hari dan 25 hari per bulan dari tabel dibawah dapat diperoleh gambaran penggunaan energi listrik dari penggunaan perangkat penghawaan udara rata-rata dalam satu tahun, yakni 225.216 KWh- 281.520 KWh atau sekitar 225,21 – 281,52 MWh.

**Tabel 1. Penggunaan energi listrik untuk penghawaan buatan (AC)**

Perangkat AC	Daya Listrik (W)	Jumlah Unit	Konsumsi daya rata-rata per unit (KWh)	Jumlah Konsumsi daya (100 %) KWh	Jumlah Konsumsi daya (80 %) KWh
AC 2 PK Panasonic Type CS-PN18SKP	1.990	30	4.776	143.280	114.624
AC 5 PK Panasonic Type CS-J45FFP8	4.800	12	11.520	138.240	110.592
Total				281.520	225.216

(sumber. Perhitungan sendiri, 2020)

Pengaruh desain bangunan pada massa operasionalnya salah satunya akan ditentukan pada pemilihan materialnya. Hal ini dipengaruhi dari kemampuan material yang dipilih dalam ketahanannya pada faktor iklim yang diterima oleh suatu bangunan. Pada hakekatnya tujuan suatu bangunan di desain kemudian dibangun

serta dimanfaatkan adalah sebagai tempat untuk berlindung sekaligus tempat beraktivitas bagi manusia. (Rosman, 2007).

Pemilihan material bangunan ditentukan oleh banyak faktor (Allen, 2015) yakni: ketersediaan material tersebut di pasaran, daya tahan material, tujuan atau fungsi bangunan, teknologi dan kemampuan pertukangan dalam aplikasinya, efisiensi dan harga material. Tak dapat dipungkiri pemilihan material juga dipengaruhi oleh karakter atau citra yang dikesankan dari material tersebut. Dewasa ini pemilihan material dipengaruhi pula oleh kesan moderen atau kekinian suatu material, sebagai contoh penggunaan material kaca, baja, dan ACP (Aluminium composite panel) pada bangunan-bangunan terutama yang berlantai banyak. (Sebestyen, 2003).

Aspek yang berpengaruh pada terjadinya kenyamanan termal (Kusumawati, 2015) adalah: a) Radiasi sinar matahari yang menghasilkan cahaya dan panas mempengaruhi persyaratan beban pendinginan dan desain pencahayaan bangunan. Hal ini dipengaruhi oleh tata letak bangunan dan material yang digunakan pada selubung bangunan; b) Suhu udara dan kelembaban relative tinggi menjadi alasan untuk menggunakan AC guna mencapai kenyamanan manusia dan lingkungan dalam ruangan yang diinginkan; c) Kelembaban relatif memiliki dampak yang besar terhadap lingkungan dalam ruangan dan kenyamanan termal. Sebagai salah satu faktor penentu dari sisi penggunaan material bangunan, Kaca yang digunakan sebagai material fasade bangunan memiliki pengaruh yang besar, dimana semakin tebal dan gelap warna kaca semakin rendah angka *solar factor* kaca, juga makin kecil penerimaan radiasi panas matahari, sebaliknya semakin tipis dan cerah warna kaca penerimaan panas yang masuk kedalam bangunan.

Untuk menunjang operasional bangunan yang nyaman diperlukan dukungan perangkat pelayanan bangunan yang didesain seefisien mungkin, sehingga penggunaan energi dalam pengoperasian bangunan dapat menekan pengeluaran biaya. (Tymkow, 2013) Penggunaan energi yang berkaitan dengan material bangunan dibagi dalam dua fase, yakni pada proses produksi dan konstruksi dan fase operasional. Pada penelitian ini akan lebih berfokus pada fase yang kedua, yakni pada fase operasionalnya, dimana akan mengambil studi kasus pada bangunan yang sedang dipakai. Penggunaan energi pada fase operasional akan berfokus pada beban pendinginan udara buatan (AC) yang memanfaatkan energi listrik sebagai sumbernya. Penggunaan energi listrik menjadi sumber utama dalam sistem pendinginan buatan atau air conditioner (AC). Dalam kaitan penelitian ini akan dihitung beban pengkondisian udara berdasarkan pemakaian normal pada ruang-ruang yang paling sering digunakan, dengan memonitor suhu ruangan ideal antara 20-28 °C.

Adanya teknologi yang mampu mensimulasikan penggunaan energi pada desain bangunan berbasis informasi komponen model bangunan atau Building Information Modeling (BIM) akan membantu penilaian penggunaan energi pada pengaplikasian material tertentu pada bangunan yang disimulasikan lewat virtual model. (Chae, 2017) Penerapan BIM sebenarnya mencakup aspek yang lebih komprehensif dari seluruh proses yang berkaitan dengan bangunan, mulai dari tahapan perencanaan, pembangunan, operasional hingga pemusnahan bangunan ketika sudah tidak lagi digunakan. (Sacks, 2018). Dalam penelitian ini penerapan BIM akan lebih berfokus pada evaluasi kinerja bangunan pada fase operasional, dengan mensimulasikan kembali bangunan tersebut dengan virtual model yang dibuat berdasarkan as-built drawing dari bangunan yang menjadi objek kasus.

Ada beberapa aspek yang dapat disimulasikan dengan pendekatan BIM yakni diantaranya : Visualisasi estetika arsitektur, struktur dan konstruksi, Suhu dan kesamaan thermal, Penggunaan dan konservasi energi (Chae, 2017). Untuk penelitian ini simulasi akan berfokus pada penggunaan dan konservasi energi dengan memanfaatkan software lisensi yang mendukung BIM, yakni Archicad *Versi 24*. Archicad sebagai salah satu pelopor software BIM merupakan perangkat lunak yang dirancang untuk mengintegrasikan permodelan dengan fitur informasi model tersebut, baik dimensi, jenis material, spesifikasi hingga harga dan produsennya. (MacKinzie, 2015). Selain berfokus pada permodelan dan informasi bangunan archicad juga memiliki fitur simulasi dinamis permodelan yakni evaluasi energi yang didukung ecodesigner star, serta *engine* kalkulasi *StruSoft's VIP-Energy* (Graphisoft, 2014). Dimana tahap evaluasi energi ini akan mengacu pada beberapa kriteria yang disediakan fitur software tersebut.

Sebagai pembandingan tingkat pengaruh penggunaan energi, digunakan indeks intensitas energi dalam panduan penghematan energi berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber daya Mineral nomer 13 tahun 2012 tentang penghematan pemakaian energi listrik yakni dibawah 195 kWh/M<sup>2</sup> (USAID Indonesia, 2014). Selanjutnya untuk mengetahui potensi penghematan energi yang dapat diterapkan pada sebuah ruangan yang tidak masuk kategori efisien dalam menggunakan listrik, maka selisih nilai IKE hasil perhitungan dengan nilai IKE standar terlebih dahulu harus dihitung. Untuk menghitung peluang penghematan yang dapat diterapkan pada sebuah ruangan dapat digunakan persamaan (Mukhlis, 2011) berikut :

$$\text{Potensi penghematan} = \frac{\Delta \text{IKE} \times \text{total area yang dikondisikan} \times \text{tarif listrik}}{12 \text{ bulan/tahun}}$$



Dari hasil permodelan yang akan dibuat serta kalkulasi evaluasi energinya, diharapkan pada objek gedung yang diteliti dapat diperoleh gambaran pengaruh desain fasade dalam penggunaan energi, apakah masih cukup efisien atau boros.

## 2. Metode Penelitian

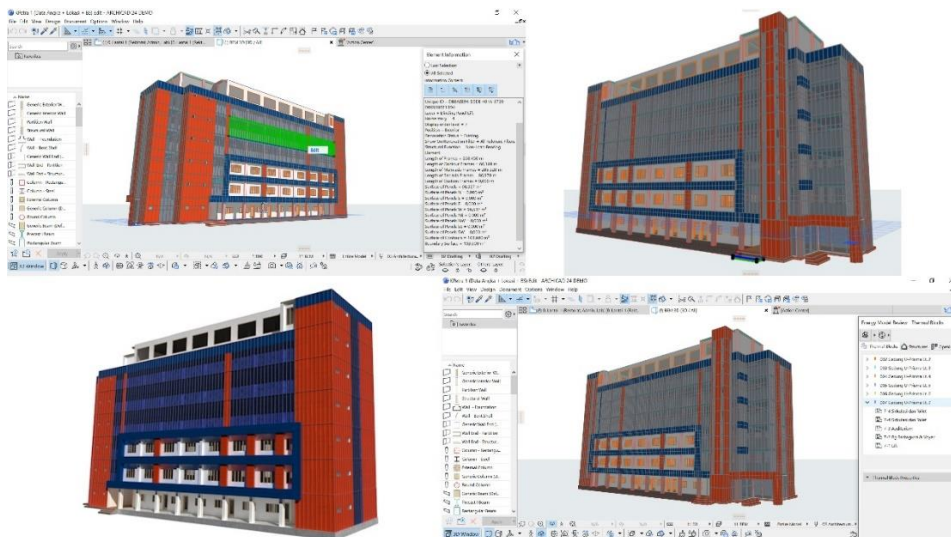
Untuk metode yang dipakai pada penelitian ini adalah metode survei dengan pengolahan data deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Teknik Pengumpulan Data dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan : (1) Data primer yaitu suatu metode pengumpulan data yang bersifat kombinasi antara metode observasi, pengukuran dan pembuatan model virtual 3D bangunan. Untuk jenis data primer dan sumbernya yang diperlukan adalah : Data terkait model 3D bangunan yang akan diteliti; Spesifikasi teknis dan rincian material fasade yang digunakan; Data pengukuran suhu ruangan, konsumsi energi dan spesifikasi alat pengkondisian udara yang digunakan pada sample ruangan yang di teliti; dan data penunjang lainnya, baik dalam bentuk informasi, foto (gambar kondisi) dan sebagainya. (2) Data Sekunder yaitu data yang dapat diperoleh melalui *teksbook/atau secara institusional*, seperti : standart, koefisien dan data teknis terkait material yang dipakai dari katalog pabrik dan sejenisnya (properti fisik); Manual book software BIM Archicad dan EcoDesainer serta literatur terkait lainnya.

Teknik Analisis dan pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis dinamis dengan perangkat EcoDesigner dari Archicad R.24, melalui tiga langkah, yakni: (1) Input data dengan menentukan properti fisik selubung bangunan yang telah dimodelkan menggunakan nilai default (yang ditetapkan untuk berbagai jenis bagian bangunan) maupun data spesifik, menyiapkan lokasi, data cuaca, jenis bangunan, dan sistem penghawaan udara buatan (AC) dari objek gedung yang diteliti; (2) Evaluasi energi melalui perangkat EcoDesigner, yang secara teritegrasi meneruskan data ke mesin kalkulasi VIP-Energy StruSoft , untuk di analisis secara dinamis; (3) Hasil analisis berupa lembar laporan dalam format PDF dan Ms. Excel yang menunjukkan hasil evaluasi selimut atau fasade bangunan, konsumsi energi dan nilai biaya, jejak karbon dan neraca energi bulanan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Modeling bangunan

Untuk melakukan kalkulasi evaluasi energi menggunakan fitur EcoDesigner, terlebih dahulu gedung yang menjadi objek penelitian harus dimodelkan kembali secara virtual dengan dengan perangkat yang telah ditentukan. Data fisik objek yang akan dimodelkan diambil melalui pengukuran dan obsevasi lapangan secara teliti dengan tujuan model yang dihasilkan mendekati wujud dan spesifikasi yang sebenarnya. Berikut adalah hasil permodelan kembali objek penelitian menggunakan software Archicad v.24.



**Gambar 2. Permodelan kembali Gedung Kampus Universitas Prisma dengan Archicad V.24  
Sumber. Pengukuran dan modeling, 2020**

Hasil permodelan ulang gedung universitas prisma yang terdiri dari 7 lantai ini telah mengkalkulasi beberapa data atribut utama yakni :

**Tabel 2. Data dan informasi model bangunan**

Atribut data/informasi model	Besaran	Satuan
Lokasi bangunan	Kota Manado	
Latitude	1° 28' 28" LU	
Longitude	124° 51' 21" BT	
Altitude (dari muka air laut)	53	m
Sumber data iklim	Strusoft server	
Luas keseluruhan bangunan	3261,00	m <sup>2</sup>
Luas efektif bangunan	3159,00	m <sup>2</sup>
Luas bidang fasade luar	5468,00	m <sup>2</sup>
Volume ruangan	10.999,00	m <sup>3</sup>
Rasio Buka/Kaca	20,95	%

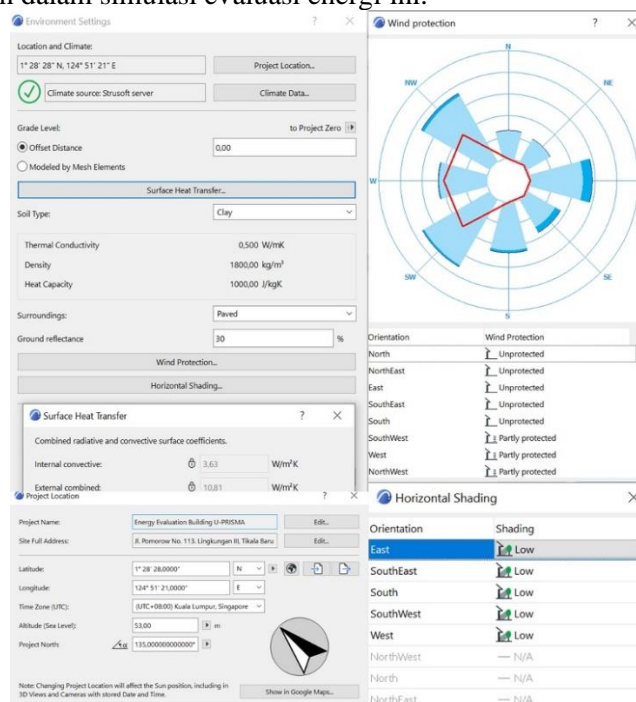
### 3.2. Evaluasi energi dengan fitur EcoDesigner

Sesuai dengan tujuan penelitian yakni mengetahui pengaruh aplikasi material fasade pada gedung kampus Universitas Prisma di Kota manado, termasuk seberapa besar penggunaan energi dalam hal ini listrik dalam operasional bangunannya, maka hasil permodelan bangunan berikut data dan informasi yang telah dibuat selanjutnya di simulasikan secara virtual dalam perangkat lunak yang telah dipilih. Perangkat lunak yang digunakan adalah fitur EcoDesigner yang teritegrasi dalam Archicad v. 24. Dalam melakukan simulasi evaluasi energi digunakan beberapa parameter dan kriteria yang meliputi:

#### a. Data dan informasi lingkungan fisik

Lokasi Bangunan berada di Jl. Pomurow Tikala Baru Kota Manado , dengan kondisi lingkungan sekitarnya tanah kosong dan beberapa bangunan serta perkerasan. Untuk kondisi tanah sekitar merupakan tanah liat dengan konduktifitas termal 0,5W/mK; kepadatan 1800 kg/m<sup>3</sup> dan kapasitas panas 1000 J/kgK. Lingkungan yang diperkeras oleh paving diasumsikanmemiliki nilai kemampuan refleksi sebesar 30%.

Untuk posisi gedung yang terproktesi sebagian dengan bangunan atau unsur vegetasi adalah di sisi barat, barat daya dan barat laut. Dari sisi yang terproteksi dari sinar matahari melalui pembayangan bangunan dan vegetasi disekitarnya dengan asumsi pembayangannya rendah karena objek bangunan lebih tinggi dari semua bangunan dan elemen alami di sekitarnya. Berikut gambar tangkapan layar untuk data dan informasi fisik lingkungan yang digunakan dalam simulasi evaluasi energi ini.



**Gambar 3. Data input untuk aspek lingkungan fisik pada fitur EcoDesigner Sumber. Simulasi, 2020**

### b. Data dan Informasi Iklim

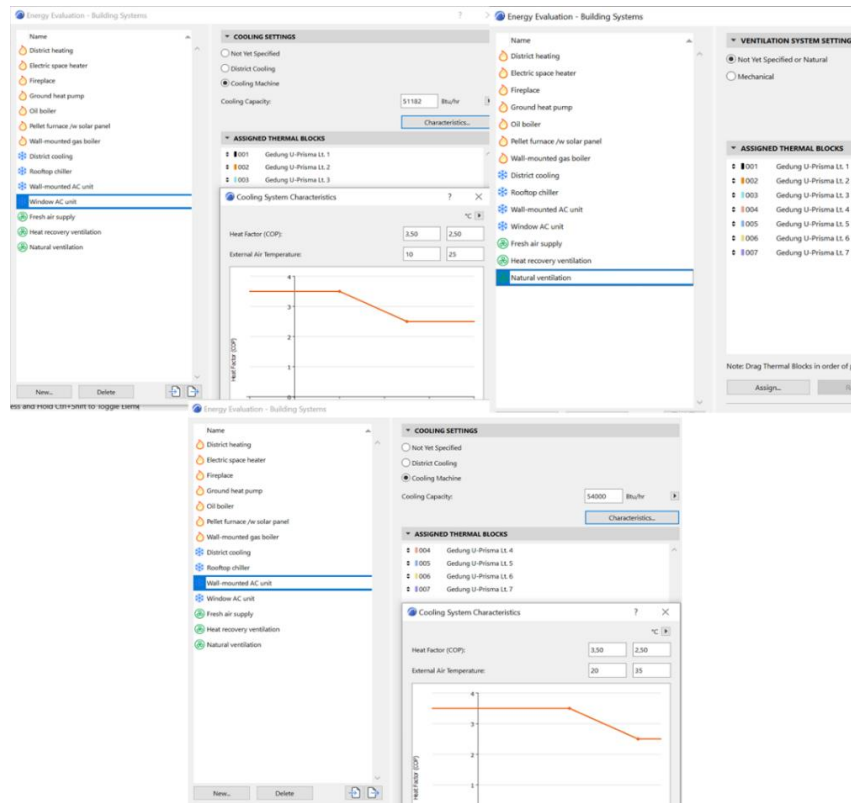
Untuk data dan informasi terkait iklim menggunakan data tersedia dalam aplikasi melalui strusoft server berupa data rekaman rata-rata tahunan yakni untuk temperatur udara sebesar 27,39 °C; kelembaban relatif 72,53 %; radiasi matahari sebesar 457,77 Wh/m<sup>2</sup> dan kecepatan angin sebesar 3,28 m/s. Berikut gambar tangkapan layar untuk data dan informasi iklim yang digunakan dalam simulasi evaluasi energi ini.



**Gambar 4. Data input untuk aspek iklim pada fitur EcoDesigner  
Sumber. Simulasi, 2020**

### c. Data dan informasi sistim bangunan

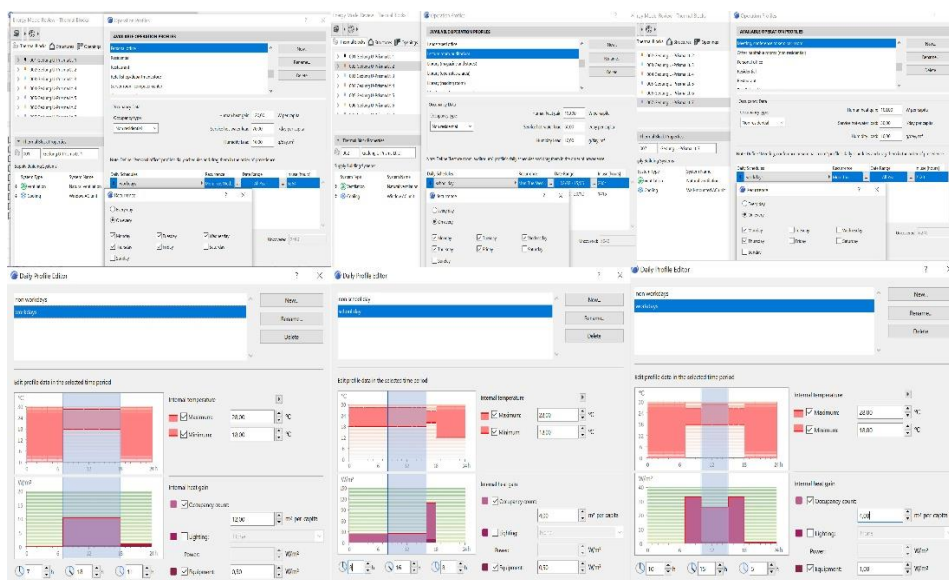
Sistim bangunan yang digunakan pada gedung yang diteliti mencakup sistim penghawaan udara buatan (AC) yang digunakan sebagai aspek yang dianggap dominan dalam penggunaan energi, khususnya energi listrik. Sistim penghawaan udara buatan (AC) yang digunakan adalah AC Split untuk lantai 1, 2 dan 3 dan AC wall standing untuk lantai 4, 5, 6 dan 7. Untuk AC Split yang digunakan memiliki spesifikasi dengan total daya 51.182 BTU/h, sedangkan AC wall standing sebesar 54.000 BTU/h. Berikut gambar tangkapan layar untuk data dan informasi sistim bangunan yang digunakan dalam simulasi evaluasi energi ini



Gambar 5. Data input untuk sistim bangunan (penghawaan alami) pada fitur EcoDesigner Sumber. Simulasi, 2020

**d. Data dan informasi profil penggunaan dan spesifikasi ruang**

Sesuai dengan fungsi atau penggunaan ruang dominan pada tiap lantai pada gedung yang di teliti lantai satu adalah untuk kegiatan administrasi dan kantor dengan rata rata 8 jam operasional, *internal heat gain* 12 m<sup>2</sup>/org, suhu rentang 18- 28 °C serta tambahan daya untuk perlengkapan sebesar 0,5 watt/m<sup>2</sup>. Untuk lantai 2, 3 4, 5, 6 adalah untuk kegiatan perkuliahan dengan rata-rata 8 jam operasional, *internal heat gain* 4 m<sup>2</sup>/org, suhu rentang 18- 28 °C serta tambahan daya untuk perlengkapan sebesar 0,5 watt/m<sup>2</sup>. Lantai 7 adalah ruang pertemuan yang hanya digunakan saat tertentu dengan asumsi 2 hari dalam seminggu selama 5 jam operasional. *internal heat gain* 4 m<sup>2</sup>/org, suhu rentang 18- 28 °C serta tambahan daya untuk perlengkapan sebesar 1 watt/m<sup>2</sup>. Berikut gambar tangkapan layar untuk data dan informasi profil penggunaan ruang yang digunakan dalam simulasi evaluasi energi ini.

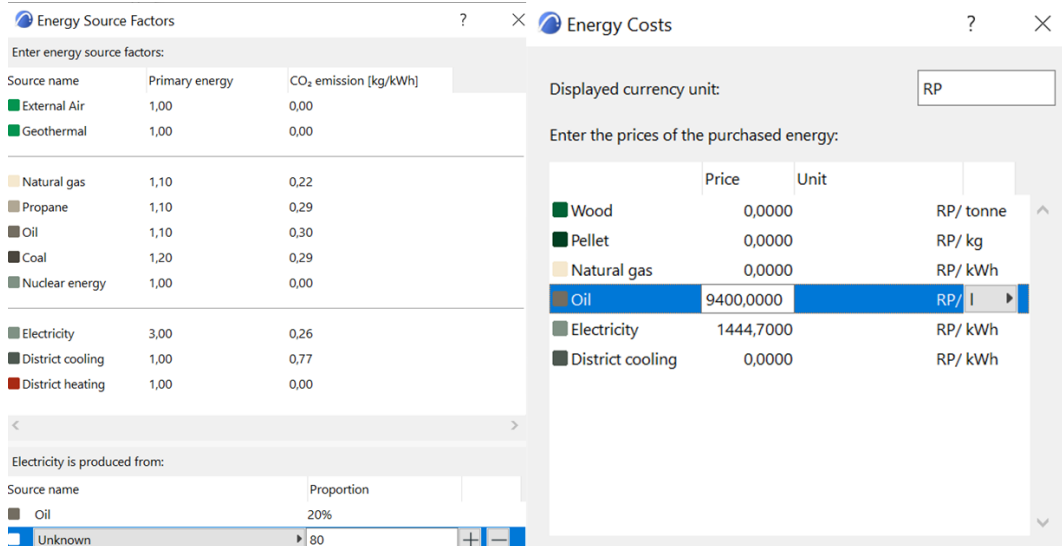


Gambar 6. Data input untuk profil penggunaan dan spesifikasi ruang pada fitur EcoDesigner Sumber. Simulasi, 2020



**e. Data dan informasi sumber energi dan biayanya**

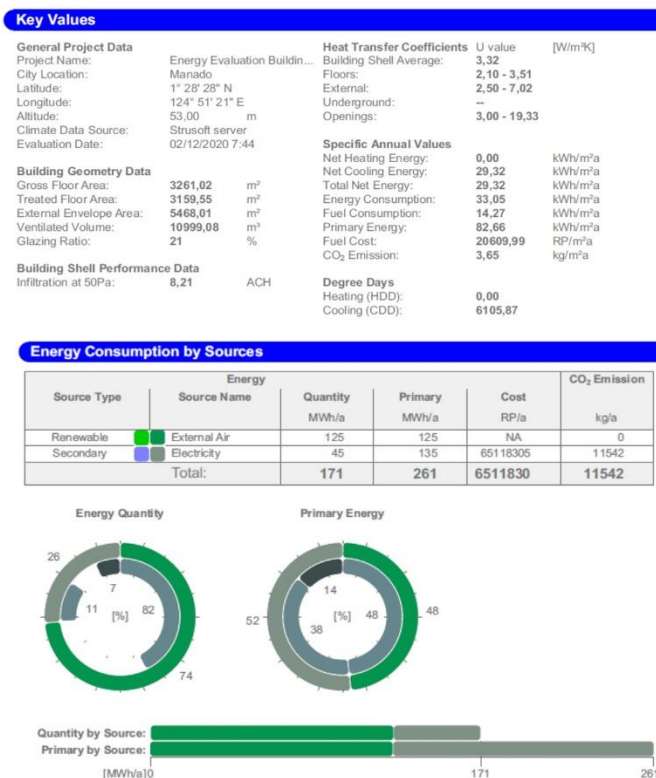
Untuk sumber energi listrik yang digunakan untuk sistim penghawaan udara buatan (AC) bersumber dari listrik PLN dengan asumsi pasokan listrik untuk Kota Manado adalah dari pembangkit Geothermal sebesar 80% dan pembangkit Diesel sebesar 20%. Harga energi listrik didasarkan pada harga harga tarif listrik dasar untuk segmen > 5000 VA sebesar Rp. 1.444,70 /KWh, sedangkan harga solar non subsidi sebesar Rp. 9.400. Berikut gambar tangkapan layar untuk data dan informasi profil sumber energi dan biaya yang digunakan dalam simulasi ini.



**Gambar 7. Data input untuk sumber energi dan biaya pada fitur EcoDesigner Sumber. Simulasi, 2020**

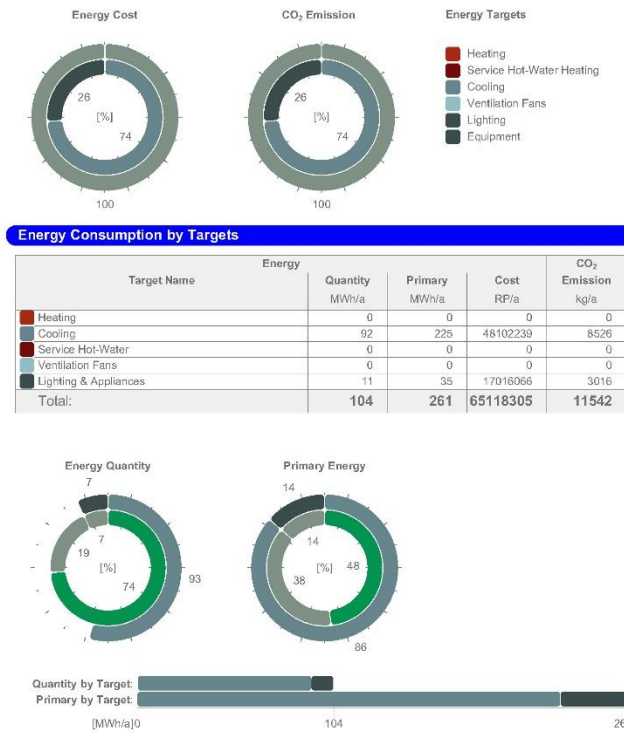
**f. Hasil simulasi evaluasi energi**

Dari hasil analisis dinamis dan simulasi evaluasi energi pada model bangunan yang telah dibuat termasuk parameter dan kriteria yang dimasukkan berikut output tangkapan layar hasil resume simulasinya :



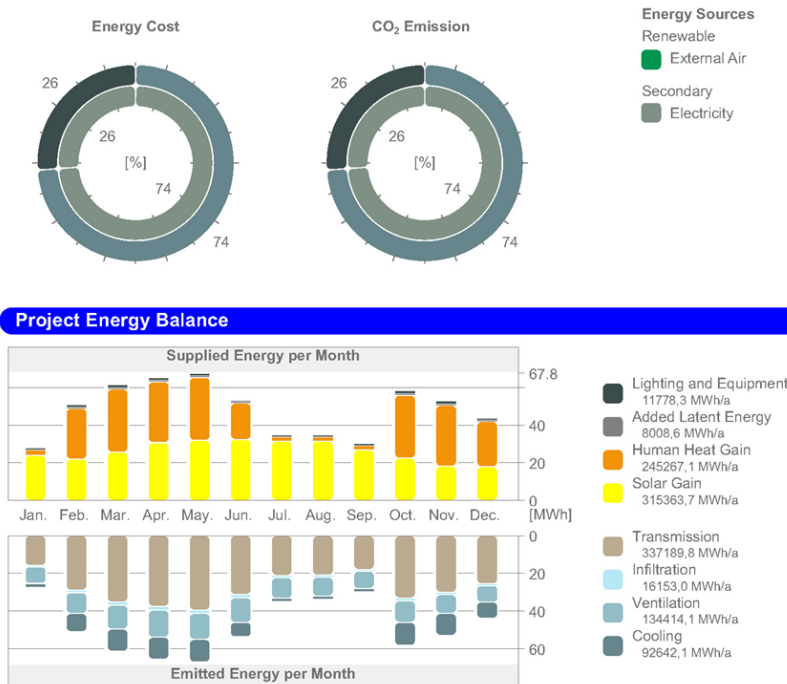
**Gambar 8. Hasil simulasi konsumsi energi berdasarkan sumbernya Sumber. Simulasi, 2020**

Berdasarkan simulasi dan perhitungan yang dihasilkan, besar konsumsi energi untuk sistim penghawaan buatan (AC) gedung rata-rata adalah 29, 32 KWh/m<sup>2</sup>. Jika dikonversikan dengan konsumsi bahan bakar maka konsumsi energinya rata-rata adalah 14,27 KWh KWh/m<sup>2</sup>, sedangkan jika dikonversikan dengan biaya bahan bakar maka kebutuhan rata-rata nya adalah Rp. 20.610 per m<sup>2</sup>. Untuk emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) rata-rata adalah sebesar 3,65 kg/m<sup>2</sup>.



**Gambar 9. Hasil simulasi konsumsi energi berdasarkan targetnya**  
Sumber. Simulasi, 2020

Dari target penggunaan energi pada gedung yang di teliti, hasil simulasi menunjukan rata-rata penggunaan utamanya sebesar 261 MWh dari komponen penghawaan udara buatan serta penerangan dan alat listik (sesuai data input profil penggunaan ruang). Estimasi biaya rata-rata yang dibutuhkan per tahun adalah Rp. 65.118.305 dan besar emisi CO<sub>2</sub> sebesar 11.542 Kg.



**Gambar 10. Hasil simulasi keseimbangan antara energi yang disupply dan energi yang dikeluarkan**  
Sumber. Simulasi, 2020

Untuk hasil simulasi keseimbangan energi tersuplai dan yang dikeluarkan, menunjukkan porsi terbesar energi tersuplai adalah pada paparan matahari sebesar 315.363,7 MWh dan energi yang diterima adalah pada transmisi energi sebesar 337.189,8 MWh. Untuk energi yang diterima pada aspek penghawaan udara buatan sebesar 92.642,1 MWh.

## Kesimpulan

Dari hasil permodelan kembali gedung yang diteliti dengan menggunakan software BIM Archicad R.24 dan simulasi evaluasi energi menggunakan EcoDesigner yang terintegrasi didalamnya, dapat disimpulkan beberapa hal yakni :

- a. Model bangunan yang dibuat sudah memiliki informasi spesifikasi material bangunan, yang tersedia dalam software, baik dari jenis material fasade utama yang dipilih sesuai spesifikasi gedung yang diteliti (kaca, aluminium komposit panel serta dinding bata yang diplester), maupun dari kinerja material tersebut dalam meredam panas yang sudah terintegrasi dalam data atribut setiap komponen bangunan yang dimodelkan sebagaimana pedoman permodelan software yang digunakan (MacKinzie, 2015)
- b. Dengan kemampuan permodelan dan simulasi yang teritegrasi tersebut, memungkinkan diperolehnya gambaran desain bangunan yang kontekstual dan dapat diketahui kinerja atau performa bangunan, khususnya dari aspek penggunaan energi.
- c. Unsur selimut bangunan atau fasade serta meterial yang digunakan menjadi salah satu faktor penentu dalam simulasi yang telah dilakukan, dimana dari hasil simulasi telah dilakukan terlah diperoleh pula gambaran performa penggunaan energi, khususnya pada aspek pendinginan udara buatan yang menggunakan energi listrik.
- d. Hasil simulasi dari permodelan kembali gedung dengan luas keseluruhan bangunan 3.261,02 M<sup>2</sup> dan luas permukaan fasade 5.468,01 M<sup>2</sup> , menunjukkan performa fasade dari aspek infiltrasi udara sebesar 8,21 ACH (*Air Change per Hour*). Hal ini menunjukkan walaupun dengan penggunaan penghawaan udara buatan, angka pergantian udara juga masih ideal, mengacu pada standart untuk ruang kuliah atau kantor, yakni sebesar 4-8 ACH (<https://www.hvacrschool.com/air-changes-confusion/>)
- e. Penggunaan energi untuk pengawaan udara buatan (AC) jika di kalkulasikan berdasarkan luas lantai bangunan maka diperoleh 29,32 kWh/M<sup>2</sup>, atau berada dibawah standart IKE untuk kategori gedung pendidikan sebesar 195 kWh/M<sup>2</sup>. (USAID Indonesia, 2014)
- f. Konsumsi energi listrik untuk penghawaan udara buatan adalah sebesar 29,32 kWh/M<sup>2</sup> untuk rata-rata setahun atau sebesar 2,44 kWh/M<sup>2</sup> untuk per bulannya. Hal ini masih tergolong sangat efisien sesuai standart pedoman pelaksanaankonservasi energi listrik dan pengawasannya di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional - Teknik Audit Energi Diknas tahun 2006
- g. Desain desain fasade yang memiliki *glazing ratio* sebesar 21 % dan total konsumsi energi 29,32 kWh/M<sup>2</sup>, maka jika dibandingkan dengan estimasi jumlah energi listrik dari sistim penghawaan udara buatan pada gedung yang diteliti, sebesar 253.368 KWh rata-rata dalam setahun, dibagi luas bangunan 3261,02 M<sup>2</sup>, maka diperoleh akumulasi konsumsi energi per meter persegi adalah 77,69 kWh/M<sup>2</sup>. Hal ini melampaui hasil simulasi yakni sebesar 37,73 %. Hal ini menunjukkan masih dimungkinkannya potensi pengehematan energi khususnya dari aspek penggunaan energi untuk sistim penghawaan udara buatan, yakni sebesar Rp. 11.511.021 per tahunnya (Mukhlis, 2011)
- h. Dengan rasio bidang kaca sebesar 21%, konskuensi terpaan panas matahari rata-rata dalam setahun adalah sebesar 315.363, 7 MWh, untuk energi yang di dikeluarkan dari aspek pendinginan udara buatan adalah sebesar 92.642,1 MWh, atau sebesar 29,37% yang diterima. Hal ini menunjukkan semakin besar rasio bidang kaca semakin besar pula energi yang dibutuhkan untuk aspek pendinginan udara buatan.

Berdasarkan beberapa kesimpulan diatas penelitian ini telah diperoleh gambaran yang jelas tentang evaluasi energi pada gedung sudah terbangun dan beroperasi, dimana desain fasade suatu bagunan baik dari konfigurasi bentuk dan tampilan, penempatan pada tapak, situasi sekitar tapak, karakteristik iklim, pemilihan material serta rasio bidang kaca, memiliki pengaruh yang kuat dalam penggunaan energi serta upaya untuk konservasinya.

## 4. Referensi

Allen, Edward. (2005). Dasar-dasar Konstruksi Bangunan Bahan-bahan dan Metodenya. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Chae, Heegeon. (2017). Architectural visualization of a BIM-based model 3D modelling and visualization. Helsinki: Metropolia University.
- Sacks, Rafael., E, Chuck., Lee, G. , Teicholz, P. (2018). BIM (Building Information Modeling) Handbook 3<sup>rd</sup> Edition. New Jersey: John Wiley & Sons Press.
- Graphisoft. (2014) EcoDesigner Star User Manual, from <http://www.graphisoft.com>
- Kusumawati, Lili., Lahji, Khotijah. (2015) Pengaruh Disain Fasade Terhadap Efisiensi Energi. Disampaikan pada Seminar Nasional Keberlanjutan Ruang Huni Masa Depan EKO-ARSITEKTUR, Jurusan Arsitektur, FTSP, Universitas Trisakti, Jakarta.
- MacKinzie, Scott H, Rendek, Adam. (2015) ArchiCAD 19 – The Definitive Guide. Birmingham : Packt publishing.
- Mukhlis, Baso (2011). Evaluasi Penggunaan Listrik Pada Bangunan Gedung di Lingkungan Universitas Tadulako. Jurnal Ilmiah Foristek Vol.1, No. 1, Maret 2011
- Rosman, Ahmad, (2007). Bahan Bangunan Sebagai Dasar Pengetahuan. Jakarta: Penerbit Bangun Cipta.
- Sebestyen. Gyula. (2003). New Architecture and Technology. New York: Architectural Press.
- Tymkow, Paul., Tassou, S., Kolokotroni, M., Jouhara, H.. (2013). Building Services Design for Energy Efficient Buildings, New York: Routledge Press.
- USAID Indonesia (2014). Panduan pengematan energi di gedung pemerintah sesuai amanat Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun 2012 tentang penghematan energi listrik, Panduan penghematan energi di gedung pemerintah sesuai amanat Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun 2012 tentang penghematan pemakaian listrik, USAID Indonesia Clean Energy Development (ICED Project. [www.iced.or.id](http://www.iced.or.id)).