

## METODE SIMULASI DALAM OPTIMALISASI KINERJA TERMAL RUMAH VERNAKULAR DI DAERAH DATARAN RENDAH

**Hidayatus Sibyan<sup>1)</sup>, Muhamat Fuat Asnawi<sup>2)</sup>**

<sup>1,2)</sup> Universitas Sains Al-Qur'an Jawa Tengah di Wonosobo

<sup>1)</sup> Email: [hsibyan@unsiq.ac.id](mailto:hsibyan@unsiq.ac.id)

### INFO ARTIKEL

#### Riwayat Artikel:

Diterima : 20 Juli 2018

Disetujui : 28 Juli 2018

#### Kata Kunci:

simulasi, revit, rumah lokal, pantai

### ABSTRAK

Energi menjadi permasalahan krusial yang selalu dicari solusi penyelesaiannya dalam semua bidang. Bidang Teknik Informatika atau komputer sangat berkaitan erat dengan bidang lain seperti adanya software komputer untuk mensimulasikan kinerja bangunan dalam melakukan penghematan energi.

Metode simulasi dengan penggunaan software komputer untuk bangunan banyak berkembang. Salah satu metode yang senantiasa berkembang adalah Program Revit. Penelitian ini akan melihat optimalisasi kinerja termal bangunan dengan menggunakan Software Revit.

Target khusus penelitian ini adalah membandingkan kinerja termal rumah tinggal lokal tersebut dengan metode simulasi khususnya dalam penghematan energi. Penelitian akan mengambil fokus rumah lokal di daerah dataran rendah (pantai). Penelitian akan menggunakan variabel iklim yaitu suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan suhu radiasi matahari rata-rata. Sebelum masuk ke metode simulasi, dilakukan survey lapangan untuk mengetahui data-data variabel iklim yang riil.

Data rumah tinggal dan hasil pengukuran akan dimasukkan ke dalam software simulasi. Hasil simulasi analisa energi Rumah tinggal dengan penggunaan total energi tahunan terkecil (total EUI) adalah rumah Bapak Pujiono rumah tinggal ber dinding kayu dengan total EUI sebesar 727 MJ/sm/yr. Penggunaan energi listrik tahunan (Electricity EUI) 168 kWh/sm/yr dengan biaya sekitar \$10.08 (Rp134.033.65). Penggunaan energi bahan bakar tahunan (Fuel EUI) 123 MJ/sm/yr dengan biaya sekitar \$13.53 (Rp179.908.27)

### ARTICLE INFO

#### Article History

Received : July 20, 2018

Accepted : July 28, 2018

#### Key Words :

simulation, revit, local house, beach

### ABSTRACT

*Energy becomes a crucial problem that is always sought solutions in all areas. The field of Information Engineering or computer is closely related to other fields such as the existence of computer software to simulate the performance of buildings in making energy savings.*

*The simulation method with the use of computer software for buildings is growing a lot. One of the most evolving methods is the Revit Program. This study will look at optimizing the thermal performance of buildings by using Software Revit.*

*The specific target of this research is to compare the thermal performance of the local residence with the simulation method, especially in energy saving. The research will take the focus of local homes in lowland areas (beaches). The study will use climate variables such as air temperature, air humidity, wind speed and average solar radiation temperature. Before entering the simulation method, field survey is conducted to find out the real climatic variables data.*

*Housing data and measurement results will be incorporated into the simulation software. The results of the energy analysis simulation The residential house with the smallest total annual energy usage (total EUI) is the house of Mr. Pujiono a wooden dwelling house with a total EUI of 727 MJ / sm / yr. The use of electric energy per year (Electricity EUI) 168 kWh / sm / yr at a cost of about \$ 10.08 (Rp134.033.65). Fuel EUI utilization of 123 MJ / sm / yr at a cost of approximately \$ 13.53 (Rp179.908.27)*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia terletak di daerah tropis yang identik dengan suhu udara panas. Berkaitan dengan bangunan, iklim yang panas akan mengakibatkan pemborosan energi dengan adanya penggunaan alat buatan untuk pendinginan bangunan. Pendinginan bangunan dilakukan karena bangunan tidak mampu menciptakan kenyamanan termal bagi penghuninya. Penelitian tentang bagaimana cara menghasilkan bangunan yang mampu menciptakan kenyamanan termal telah banyak dilakukan namun belum ada yang mampu untuk merumuskan secara generalisasi. Hal yang dianggap generalisasi adalah bangunan vernakular diyakini mampu menciptakan kenyamanan termal karena adanya proses *trial and error* yang telah dilakukan selama berpuluh tahun yang lalu (Yang, et al, 2013).

Penelitian tentang kenyamanan termal dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya adalah studi lapangan, laboratorium maupun dengan simulasi menggunakan software komputer. Metode yang dianggap paling tepat dalam memprediksi penghematan energi adalah metode simulasi. Data-data variabel iklim yang digunakan untuk simulasi seringkali didapat dari data sekunder. Namun, lebih akurat apabila data-data variabel iklim tersebut diambil dulu dengan melakukan studi lapangan secara langsung karena data sekunder iklim yang dihasilkan kadangkala diukur dari tempat yang agak jauh dari lokasi penelitian mengingat perbedaan variasi iklim antara suatu tempat dengan tempat membutuhkan penyelesaian desain bangunan yang berbeda (I Putu, 2014).

Metode simulasi saat ini berkembang dengan pesat dan mampu mengolah data secara komprehensif. Pengolahan data secara komprehensif dengan menggunakan software komputer dikenal dengan nama *Building Information Modeling* (BIM). Beberapa metode simulasi yang digunakan dalam menganalisis kinerja termal yaitu Ecotect, Revit, Energy Plus, Sefaira. Metode

tersebut mempunyai kelemahan dan kelebihan masing-masing. Salah satu metode yang senantiasa berkembang adalah Program Revit. Penelitian ini akan melihat optimalisasi kinerja termal bangunan dengan menggunakan Revit khususnya dalam bidang penghematan energi.

Optimalisasi kinerja termal bangunan khususnya di daerah tropis dataran rendah perlu terus dikembangkan terutama pencarian rumah tinggal vernakular yang hemat energi. Dengan ditemukannya karakter rumah tinggal vernakular yang hemat energi akan menjadi acuan dalam merencanakan bangunan baru yang hemat energi. Daerah tropis dataran tinggi di Indonesia yang mempunyai suhu udara panas terletak di daerah pantai. Pada daerah pantai rumah tinggal vernakular yang terlihat dominan adalah rumah tinggal berdinding kayu dan berdinding batu bata ekspos. Kedua rumah tinggal vernakular ini perlu diteliti aspek penghematan energinya dengan metode simulasi agar dapat diketahui rumah tinggal vernakular (lokal) yang paling hemat energi.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk menganalisis profil energi dari rumah tinggal vernakular di daerah tropis dataran rendah
- b. Untuk menganalisis kinerja termal rumah vernakular di daerah tropis dataran rendah dengan menggunakan metode simulasi
- c. Untuk menganalisis perbandingan kinerja termal rumah tinggal vernakular sehingga ditemukan rumah tinggal yang paling nyaman dan hemat energi

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Metode Simulasi dalam Kinerja Termal

Building Information Modeling (BIM) merupakan pengembangan metode simulasi. Selain BIM adalah penggunaan OOPM (*Object-Oriented Physical Modeling*). BIM dan OOPM dianggap mempunyai hasil penelitian yang sama untuk menganalisa kinerja bangunan

termal (Jeong & Kim, 2016). Dalam bidang arsitektur, metode simulasi digunakan untuk mencari kinerja termal. Kinerja termal bangunan dikenal dengan kenyamanan termal pasif. Kinerja termal atau kenyamanan termal pasif diukur dengan menggunakan selubung bangunan. Penelitian tentang selubung bangunan telah dilakukan banyak peneliti diantaranya penelitian tentang fasade dua kulit (*Double Skin Facade/DSF*). Penelitian ini merupakan review teori tentang aplikasi Teknologi DSF. Penelitian ini mereview tentang parameter dalam Teknologi DSF untuk bangunan berventilasi alami. Parameter tersebut yaitu perilaku angin, penyerapan panas, material berglazur, tinggi fasade dan area terbuka (Barbosa & Kenneth, 2014)

Penelitian lain yaitu penelitian kinerja energi dari ventilasi alami sebagai metode pendinginan pasif di daerah negara dengan suhu sedang dengan studi kasus di Denmark. Menggunakan metode simulasi program aliran angin. Hasil yang didapat adalah bahwa ventilasi alami merupakan pendinginan pasif yang dapat menghemat energi sebesar 90% dibanding dengan ventilasi buatan (Perez & Østergaard, 2014).

Metode simulasi dapat diterapkan pada segala jenis bangunan baik modern maupun vernakular. Pada penelitian kenyamanan termal bangunan tradisional Yazd Rasoulia di Iran juga menggunakan metode simulasi dan dihasilkan standar kenyamanan termal bangunan (Asadi, et, al, 2016). Penelitian bangunan tradisional yang lain juga dilakukan di Eropa dan Amerika dan dihasilkan standar adaptasi bangunan berventilasi alami (Reyna, 2015). Penggunaan metode simulasi pada penelitian hampir selalu dihubungkan dengan kinerja energi bangunan dan kinerja termal bangunan. Kaitan kedua aspek tersebut menghasilkan jaringan dalam menciptakan penghematan energi yang dihubungkan dengan panas (Khayatian, et, al, 2016).

## 2.2. Software Revit sebagai salah satu metode simulasi

Software Revit merupakan aplikasi yang lebih dari sekedar aplikasi 3D modeling. Aplikasi ini dapat membuat model bangunan secara virtual yang mirip dengan membangun bangunan yang sesungguhnya. Aplikasi ini dapat mengambil data apapun yang dibutuhkan dari model tersebut seperti denah, tampak, potongan, dan sebagainya. Aplikasi ini juga dapat menampilkan perspektif 3D, color fill, detailed drawing, raytraced image (rendering). Software ini juga mendukung penggunaan aplikasi analisis seperti analisis green Building, analisis struktur, heat load, dan sebagainya (Sanjaya, 2017).

Aplikasi Revit dikembangkan si sistem operasi Microsoft Windows, dengan fungsi sebagai pembuat model bangunan oleh Autodesk yang memungkinkan digunakan untuk pemodelan 2D dan 3D. Modeling ini adalah Computer Aided Design (CAD) yang menggunakan objek 3D untuk mewakili bentuk fisik bangunan sesungguhnya termasuk dinding dan pintu. Dalam tambahannya database Revit untuk penggunaan dalam proyek dapat berisi informasi dalam berbagai tahapan pembangunan, dari konsep, konstruksi dan dekomisioning. Yang kadang juga di sebut sebagai 4D CAD dengan waktu sebagai dimensi ke empat. Revit terlokalisir ke dalam beberapa bahasa, termasuk Jerman, Perancis, Italia, Spanyol, Ceko, Polandia, Hungaria dan Rusia (Cipta, 2017).

Hasil revit adalah adanya audit energi yang meliputi total beban pendinginan untuk semua ruang di gedung. Ini termasuk konduksi, ventilasi, pipa dan keuntungan saluran, dan banyak masuk akal dan laten. Musiman beban pendinginan yang masuk akal titik tinggi untuk bangunan, Kapasitas pendinginan maksimal diperlukan, ditentukan oleh jumlah puncak beban pendinginan untuk zona dalam gedung. Ini mengakui bahwa beban puncak dapat terjadi pada waktu

yang berbeda tergantung pada kondisi, seperti lokasi zona dalam gedung (menghadap ke utara vs selatan menghadap).

**3. METODE**

**3.1. Lokasi Penelitian**

Lokasi Penelitian ini di Kabupaten Demak, Jawa Tengah yang mewakili dataran rendah beriklim tropis panas.

**3.2. Rancangan Penelitian**

Penelitian menggunakan metodekuantitatif melalui pengukuran di lapangan dan analisa menggunakan metode simulasi Revit.

Penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan pengukuran suhu udara, kelembaban udara, suhu radiasi matahari rata-rata, kecepatan angin di dalam dan diluar rumah, pada rumah-rumah yang menjadi objek penelitian (Hermawan, 2015).
- b. Jumlah rumah yang disurvei sebanyak 20 rumah yang terdiri dari 10 rumah berdinding kayu dan 10 rumah berdinding batu bata ekspos
- c. Melakukan pengamatan di lapangan selama 20 (dua puluh) hari selama 15 jam dari pukul 06.00 hingga 21.00 (jam efektif) dengan mengukur variabel iklim setiap 1 (satu) jam sekali dengan meletakkan alat ukur di dalam maupun di luar rumah.
- d. Menganalisis data dengan memasukkan hasil pengukuran per rumah ke dalam Revit
- e. Hasil dari analisis data akan ditemukan rumah tinggal yang memiliki kinerja termal paling baik

**3.3. Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan lembar observasi serta alat ukur untuk pengambilan data kuantitatif. Adapun alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah termometer, higrometer dan anemometer. Data akan dimasukkan ke dalam program simulasi Revit.

**3.4. Teknik Analisis Data**

Analisis data menggunakan program revit yang mengarah pada

penghematan energi. Hasil dari analisa revit akan didiskusikan dengan penelitian yang sejenis dan akan diambil kesimpulan tentang kinerja termal dan penghematan energi.

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian mengambil subjek bangunan rumah tinggal berdasarkan material yang digunakan yaitu bata ekspose dan kayu. Subjek penelitian diambil dari daerah pesisir “pantai wetan” yaitu wilayah Demak. Dari setiap daerah diambil 5 sampel rumah tinggal dengan material bata ekspose dan 5 sampel rumah tinggal dengan material kayu.

Data data dan parameter yang dibutuhkan dalam simulasi ini selain didapat langsung dari model bangunan, juga terdapat beberapa asumsi yang diambil. Hal ini dikarenakan kurangnya data yang didapat dari survey lapangan. Adapun asumsi asumsi yang digunakan telah merujuk kepada standar yang berlaku, dalam hal ini adalah ASHRAE. Beberapa parameter juga menggunakan setingan default dari Revit sendiri.

Hasil simulasi terdiri dari beberapa variable disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Berikut akan ditampilkan beberapa hasil simulasi dan analisa energi.

**4.1. Hasil Simulasi dan Analisa Energi**

**a. Building Performance Factors**

Report ini menyajikan faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi energi pada model analisis. Data diperoleh berdasarkan stasiun cuaca pada lokasi proyek. Beberapa parameter menggunakan seting default revit.

**Building Performance Factors**

Location:	Bonang, Indonesia
Weather Station:	1467769
Outdoor Temperature:	Max: 37°C/Min: 17°C
Floor Area:	101 m <sup>2</sup>
Exterior Wall Area:	153 m <sup>2</sup>
Average Lighting Power:	6.46 W / m <sup>2</sup>
People:	3 people
Exterior Window Ratio:	0.00
Electrical Cost:	\$0.06 / kWh
Fuel Cost:	\$0.11 / Therm

**Gambar 1. Building Performance Factors Rumah Bapak Abdul Ghofur**

Dari hasil analisa diatas dapat kita ketahui perbedaan yang cukup signifikan yaitu rata-rata suhu udara luar (Outdoor Temperature), dimana suhu udara luar maksimal 31° C dan suhu minimal 24° C,

sedangkan di Bonang Demak suhu maksimal 37° C dan suhu minimal 17° C.

b. Energy Use Intensity

Report ini memberikan informasi tentang penggunaan energi per luas lantai satuan. Data parameter yang digunakan merupakan seting default dari revit.

**Energy Use Intensity**

Electricity EUI:	174 kWh / sm / yr
Fuel EUI:	120 MJ / sm / yr
Total EUI:	747 MJ / sm / yr

Gambar 2. Energy use intensity Rumah Bapak Sarlan

**Energy Use Intensity**

Electricity EUI:	266 kWh / sm / yr
Fuel EUI:	160 MJ / sm / yr
Total EUI:	1,116 MJ / sm / yr

Gambar 3. Energy use intensity Rumah Bapak Kaharyanto

Dari hasil analisa diatas dapat kita ketahui penggunaan energi terbesar adalah rumah milik bapak Kaharyanto 1.116 MJ/sm/yr dan penggunaan energi terkecil adalah rumah milik bapak Sarlan 747 MJ/sm/yr.

c. Life Cycle Energy Use/Cost

Report ini menyajikan rangkuman perkiraan penggunaan energi dan biaya selama umur bangunan, dengan asumsi masa hidup 30 tahun. Parameter biaya penggunaan energi yang digunakan merupakan seting default dari revit.

**Life Cycle Energy Use/Cost**

Life Cycle Electricity Use:	539,206 kWh
Life Cycle Fuel Use:	336,068 MJ
Life Cycle Energy Cost:	\$15,831

\*30-year life and 6.1% discount rate for costs

Gambar 4. Life Cycle Energy Use/Cost Rumah Bapak Supani

**Life Cycle Energy Use/Cost**

Life Cycle Electricity Use:	343,724 kWh
Life Cycle Fuel Use:	206,934 MJ
Life Cycle Energy Cost:	\$10,088

\*30-year life and 6.1% discount rate for costs

Gambar 5. Life Cycle Energy Use/Cost Rumah Bapak Kaharyanto

Dari hasil simulasi diatas dapat diketahui biaya penggunaan energi terbesar adalah rumah milik bapak Supani

\$15.831 jika dirupiahkan sekitar Rp210.505.650 dalam waktu 30 tahun dan terkecil adalah rumah milik bapak Kaharyanto \$10.088 atau sekitar Rp134.347.883.

d. Renewable Energy Potential

Report ini menampilkan perkiraan potensi energi listrik yang dapat dihasilkan oleh model analisis menggunakan panel surya dan turbin angin. Analisa ini berdasarkan berdasarkan data Weather Station pada lokasi proyek. Parameter menggunakan seting default revit.

**Renewable Energy Potential**

Roof Mounted PV System (Low efficiency):	10,892 kWh / yr
Roof Mounted PV System (Medium efficiency):	21,784 kWh / yr
Roof Mounted PV System (High efficiency):	32,676 kWh / yr
Single 15' Wind Turbine Potential:	415 kWh / yr

\*PV efficiencies are assumed to be 5%, 10% and 15% for low, medium and high efficiency systems

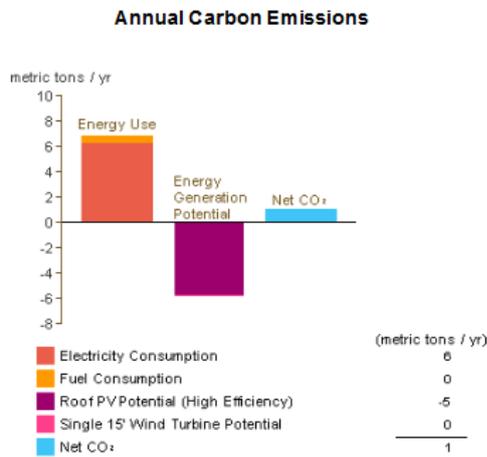
Gambar 6. Renewable Energy Potential Rumah Bapak Abdul Ghofur

Rumah yang paling berpotensi untuk menerapkan sitem PV adalah rumah milik bapak Abdul Ghofur yang apabila digunakan PV Sistem dengan kualitas tinggi (High Efficiency) akan menghasilkan energi 32.676 kWh/yr.

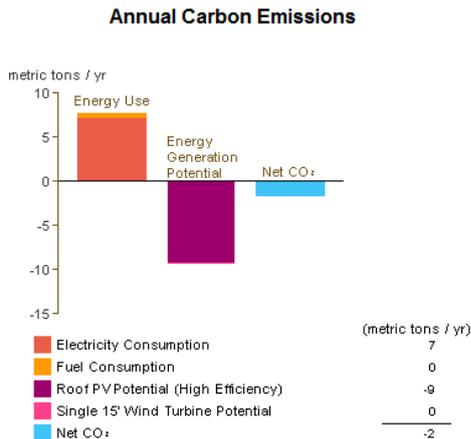
e. Annual Carbon Emissions

Dalam result ini menampilkan grafik yang merangkum perkiraan emisi CO2 yang terkait dengan konsumsi energi untuk model dianalisis.

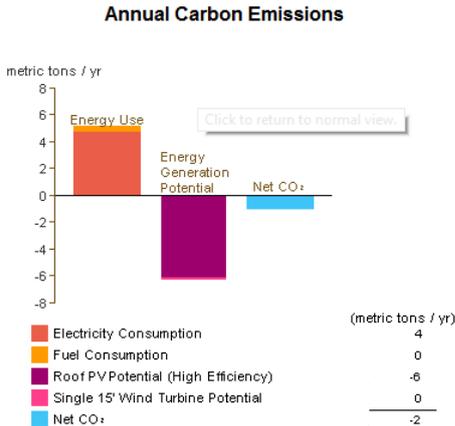
Emisi data untuk sebuah proyek didasarkan pada penggunaan bahan bakar di lokasi dan sumber bahan bakar untuk listrik di wilayah tersebut. Misalnya, proyek yang berlokasi di wilayah dengan pembangkit listrik bertenaga batu bara memiliki emisi CO2 yang lebih tinggi per kilowatt-jam konsumsi listrik dari proyek yang sama terletak di wilayah di mana pembangkit listrik yang didukung oleh pembangkit listrik tenaga air.



Gambar 7. Annual Carbon Emissions Rumah Bapak Sarlan



Gambar 8. Annual Carbon Emissions Rumah Bapak Ahmad Zaenuddin



Gambar 9. Annual Carbon Emissions Rumah Bapak Kaharyanto

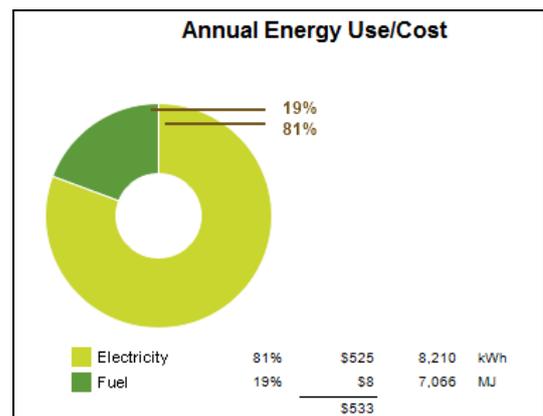
Total emisi CO<sub>2</sub> didapat dari Energy Use (Total penggunaan energi) – Energy Generation Potential (Total potensi energi diperbarui). Dari data hasil simulasi Cannual Carbon Emission, dapat kita ketahui rumah tinggal dengan perkiraan Net CO<sub>2</sub> terbesar adalah rumah milik bapak Sarlan, dan terkecil rumah

milik bapak Ahmad Zaenudin dan bapak Kaharyanto sama.

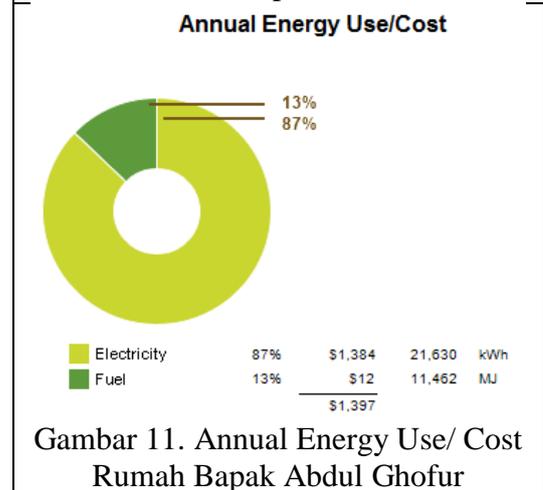
f. Annual Energy Use/Cost

Dalam result Annual Energy Use/Cost membandingkan estimasi penggunaan energi untuk bahan bakar utama dibandingkan listrik.

Biaya energi tahunan dan informasi konsumsi dapat menginformasikan perbandingan biaya energi yang dapat dijadikan pertimbangan untuk membuat keputusan desain awal sebelum membangun bangunan. Parameter biaya yang digunakan berdasarkan seting default dari revit.



Gambar 10. Annual Energy Use/ Cost Rumah Bapak Marlan



Gambar 11. Annual Energy Use/ Cost Rumah Bapak Abdul Ghufur

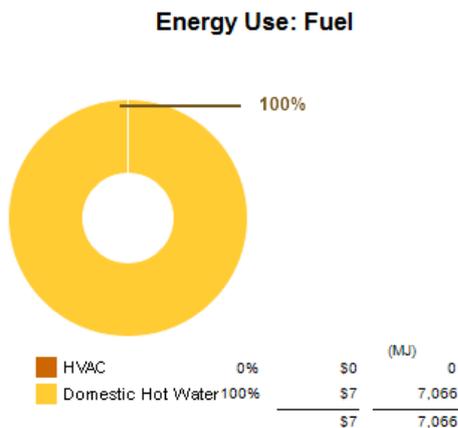
Berdasarkan data hasil simulasi di atas kita dapat mengetahui perbandingan potensi energi yang dapat kita manfaatkan dan kita aplikasikan dalam desain. Result ini juga menampilkan perkiraan total biaya tahunan konsumsi energi. Biaya energi tahunan terbesar adalah rumah milik bapak Abdul Ghafur yaitu sebesar \$1.397 atau sekitar Rp18.648.553, dan

terkecil adalah rumah milik bapak Marlan yaitu sebesar \$533 atau sekitar Rp7.115.017.

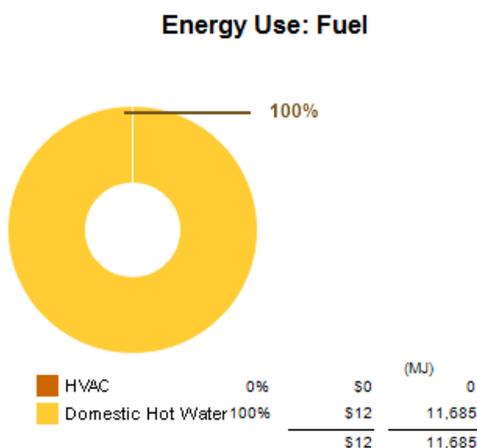
g. Energy Use : Fuel

Result ini menampilkan membandingkan estimasi penggunaan bahan bakar untuk HVAC (pemanas, ventilasi, dan pendingin udara) dan penggunaan air panas domestik. Grafik menunjukkan persentase total penggunaan bahan bakar, biaya, dan therms untuk setiap penggunaan akhir.

Parameter menggunakan seting default dari revit.



Gambar 12. Energy Use : Fuel Rumah Bapak Marlan



Gambar 13. Energy Use : Fuel Rumah Bapak Mursih

Karena kurangnya data yang ada, maka beberapa result menampilkan hasil yang sama semua yaitu hasil untuok HVAC semua bernilai 0%. Tetapi dari data di atas paling tidak kita dapat mengetahui perkiraan biaya penggunaan energi air panas domestik. Dimana biaya terbesar adalah rumah milik bapak Mursih \$11.685

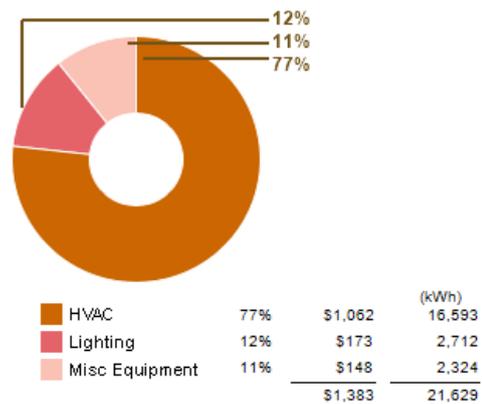
atau sekitar Rp155.983.065 dan terkecil adalah rumah milik bapak Marlan \$7.055 atau sekitar Rp94.177.195.

Pada kenyataanya tidak satupun rumah tinggal yang memanfaatkan potensi energi air panas domestik.

h. Energy Use : Electricity

Result ini menampilkan perkiraan penggunaan energi listrik untuk sistem HVAC, Lighting, dan perabot rumah lainnya dalam kurun waktu satu tahun.

Energy Use: Electricity

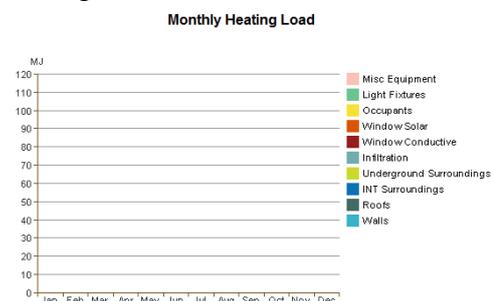


Gambar 14. Energy Use : Electricity Rumah Bapak Abdul Ghofur

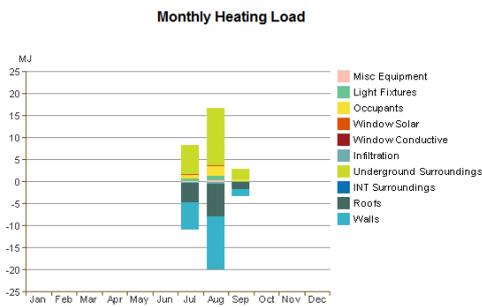
Rata-rata penggunaan terbesar energi listrik digunakan untuk sistem HVAC. Total penggunaan energi listrik terbesar adalah rumah milik bapak Abdul Ghafur 21.629 kWh dengan perbandingan penggunaan energi 12% untuk misc equipment 11% lighting dan 77% HVAC, perkiraan total biaya sebesar \$1.383 atau sekitar Rp18.461.667.

i. Monthly Heating Load

Hasil dai result ini berupa grafik, grafik ini menunjukkan beban pemanasan kumulatif pada model dianalisis untuk setiap bulan. Namun karena kurangnya parameter yang dimasukkan dalam simulasi beberapa result tidak menampilkan grafik kosong.



Gambar 15. Monthly Heating Load Rumah Bapak Marlan



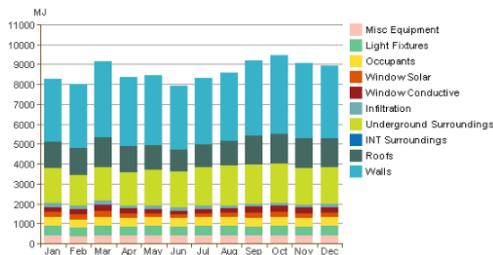
Gambar 16. Monthly Heating Load Rumah Bapak Abdul Ghofur

Dari hasil di atas, nilai negatif terbesar adalah untuk wall, Oleh karena itu, hilangnya panas dari konduksi melalui dinding merupakan permintaan bulanan tunggal terbesar untuk panas. Meskipun result di atas belum sempurna, setidaknya kita dapat mengetahui sedikit kelemahan dari model analisis dan dapat kita jadikan pertimbangan untuk memperbaikinya.

j. Monthly Cooling Loads

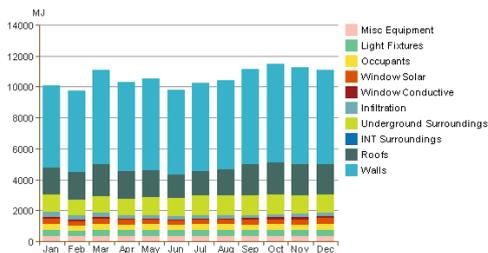
Result ini menunjukkan beban pendinginan kumulatif pada proyek untuk setiap bulan.

Monthly Cooling Load



Gambar 17. Monthly Cooling Loads Rumah Bapak Sarlan

Monthly Cooling Load



Gambar 18. Monthly Cooling Loads Rumah Bapak Bonah

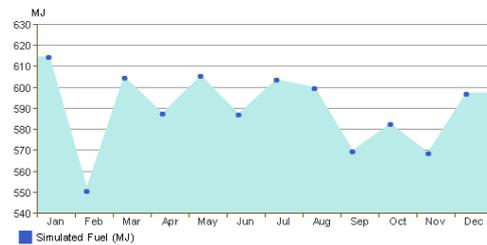
Dalam grafik di atas, rata-rata beban pendinginan kumulatif terbesar terjadi

pada bulan Oktober, dengan kontribusi terbesar dari Dinding.

k. Monthly Fuel Consumptions

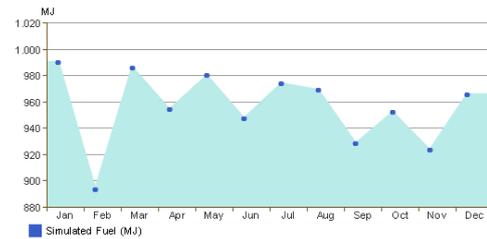
Grafik ini menampilkan estimasi penggunaan bahan bakar proyek berdasarkan bulan.

Monthly Fuel Consumption



Gambar 19. Monthly Fuel Consumptions Rumah Bapak Marlan

Monthly Fuel Consumption



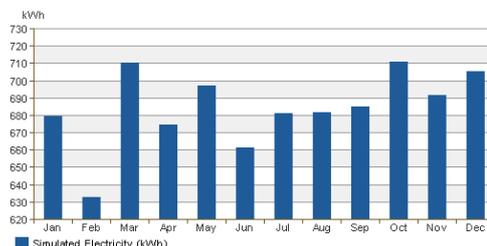
Gambar 20 Monthly Fuel Consumptions Rumah Bapak Abdul Ghofur

Secara keseluruhan penggunaan bahan bakar terbesar adalah pada bulan Januari dan terkecil pada bulan Februari.

l. Monthly Electricity Consumption

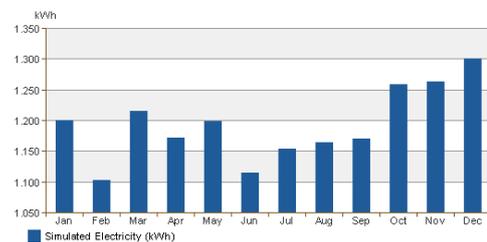
Grafik ini menampilkan estimasi penggunaan listrik proyek berdasarkan bulan.

Monthly Electricity Consumption



Gambar 21. Monthly Electricity Consumption Rumah Bapak Marlan

Monthly Electricity Consumption

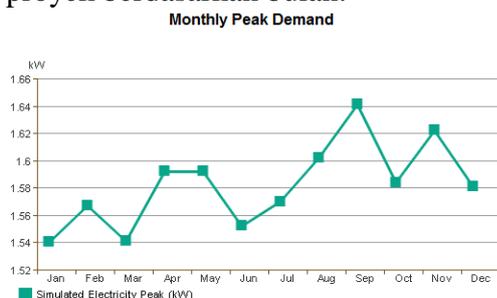


**Gambar 22. Monthly Electricity Consumption Rumah Bapak Supardi**

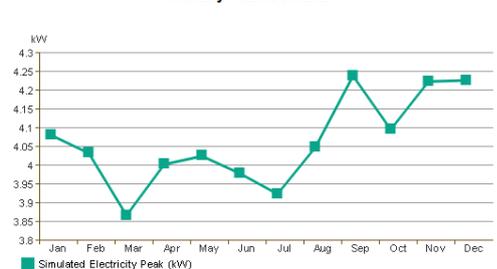
Penggunaan listrik terbesar ada pada bulan Oktober, dan terkecil pada bulan Februari. Untuk penggunaan listrik rumah tinggal di daerah Bonang Demak terbesar pada bulan Desember dan terkecil pada bulan Februari.

**m. Monthly Peak Demand**

Grafik ini menampilkan diperkirakan permintaan puncak listrik proyek berdasarkan bulan.



**Gambar 23. Monthly Peak Demand Rumah Bapak Marlan**

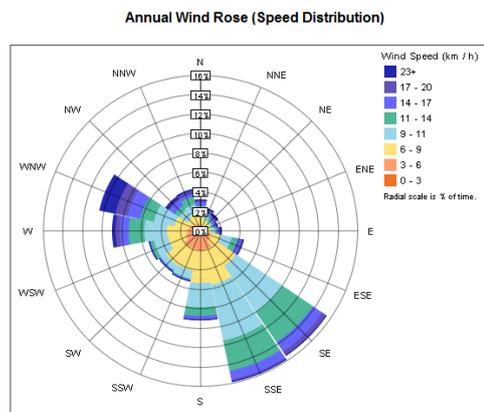


**Gambar 24. Monthly Peak Demand Rumah Bapak Abdul Ghofur**

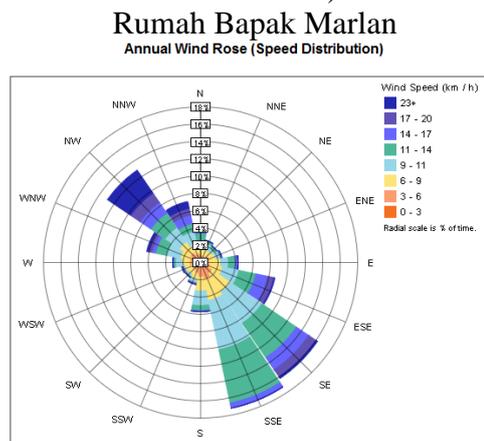
Secara keseluruhan puncak penggunaan energi listrik terbesar adalah pada bulan September, dan terkecil pada bulan Maret.

**n. Annual Wind Rose (Speed Distribution)**

Grafik ini menampilkan kecepatan angin dan arah angin.



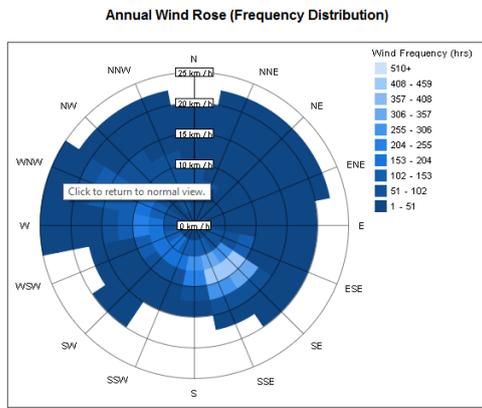
**Gambar 25. Annual Wind Rose (Speed Distribution) Rumah Bapak Marlan**



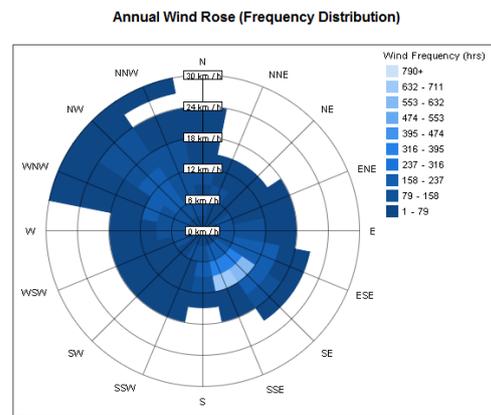
**Gambar 26. Annual Wind Rose (Speed Distribution) Rumah Bapak Abdul Ghofur**

**o. Annual Wind Rose (Frequency distribution)**

Grafik ini menunjukkan data yang sama seperti angin Speed Distribution, kecuali skala radial sekarang mewakili kecepatan angin daripada persen dari waktu. Juga, segmen berwarna setiap spoke mewakili jam daripada kecepatan angin.;



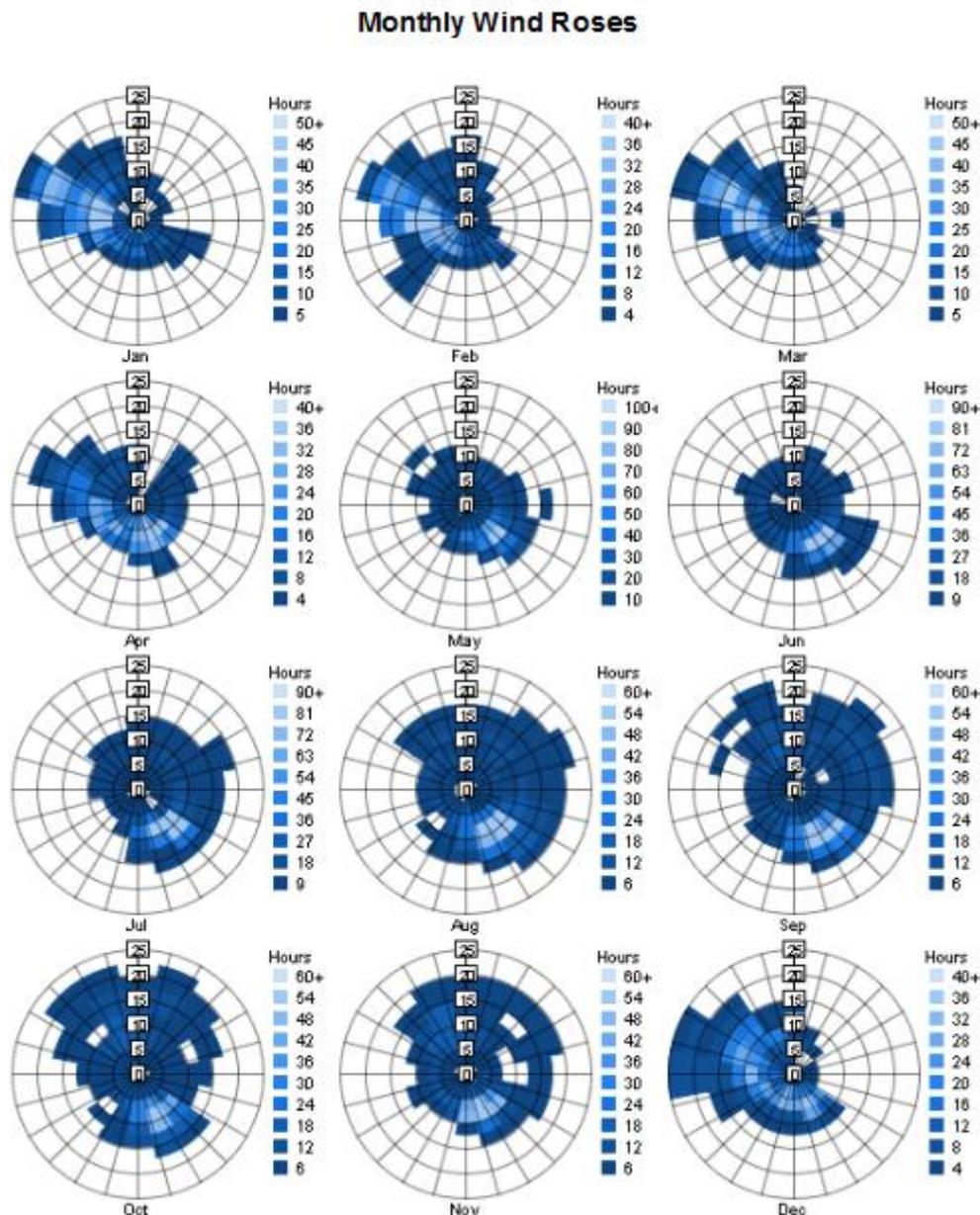
Gambar 27. Annual Wind Rose (Frequency Distribution) Rumah Bapak Bonah



Gambar 28. Annual Wind Rose (Frequency Distribution) Rumah Bapak Supardi

p. Monthly Wind Roses

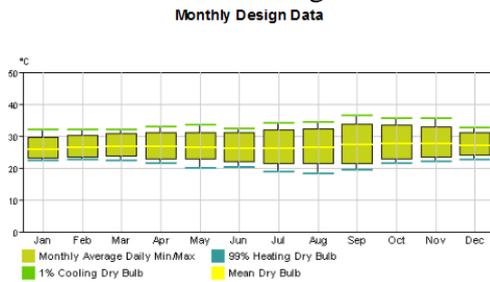
Grafik berikut menunjukkan distribusi frekuensi untuk setiap bulan dalam setahun.



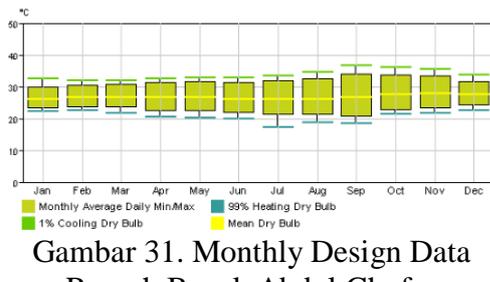
Gambar 29. Grafik frekuensi angin bulanan daerah Demak.

q. Monthly Design Data

Grafik ini memberikan data tentang kondisi desain luar ruangan.



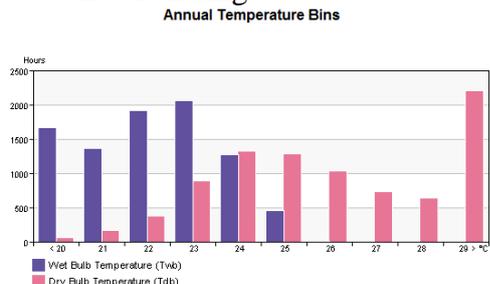
Gambar 30. Monthly Design Data Rumah Bapak Marlan



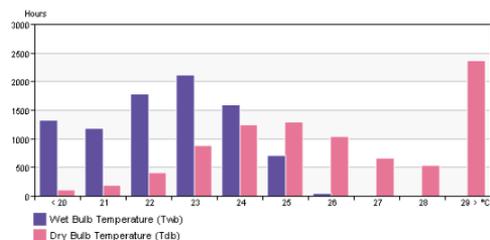
Gambar 31. Monthly Design Data Rumah Bapak Abdul Ghofur

r. Annual Temperature Bins

Grafik ini menampilkan jumlah jam per tahun kisaran suhunya basah dan bola kering.



Gambar 32. Annual Temperature Bins Rumah Bapak Bonah

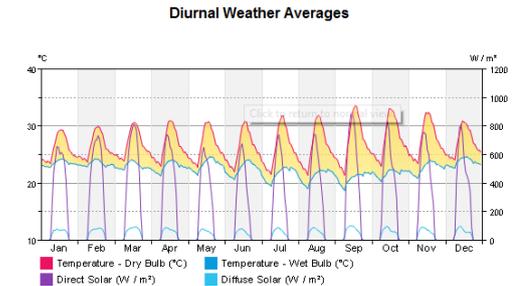


Gambar 33. Annual Temperature Bins Rumah Bapak Supardi

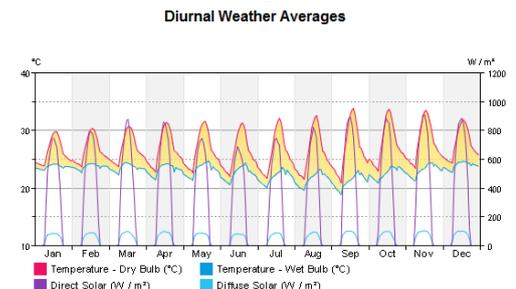
s. Diurnal Weather Averages

Grafik ini memperkirakan rata-rata tahunan untuk suhu dan radiasi matahari.

Sumbu y di sebelah kiri adalah suhu, dan sumbu y di sebelah kanan adalah radiasi matahari di BTU per jam per daerah.



Gambar 34. Diurnal Weather Averages Rumah Bapak Bonah

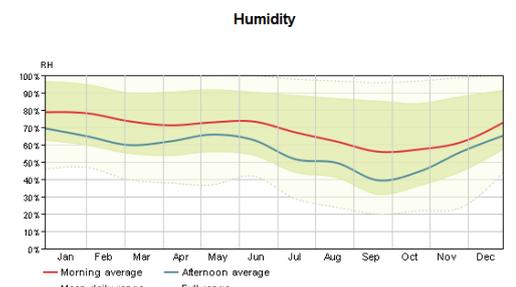


Gambar 35. Diurnal Weather Averages Rumah Bapak Supardi

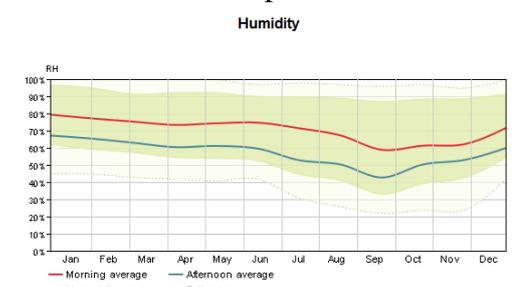
Dilihat dari grafik di atas dapat dilihat kondisi terekstrim adalah pada bulan September.

t. Humidity

Grafik ini menunjukkan kisaran tahunan kelembaban relatif.



Gambar 36. Humidity Rumah Bapak Sarlan



Gambar 37. Humidity Rumah Bapak Ahmad Zaenuddin

Kelembaban tertinggi berada pada bulan Januari, sedangkan kelembaban terendah berada pada bulan September.

Hasil penelitian kenyamanan termal lain dengan statistik juga akan memperlihatkan penghematan energi dengan mendapatkan model statistik (Hermawan et al, 2017). Penghematan energi juga dapat dikaji dengan penelitian kualitatif sehingga perlu dilakukan penggabungan antara penelitian simulasi yang berdasarkan pendekatan kuantitatif maupun kualitatif (Hermawan, 2017).

4.2. Hasil Simulasi dan Analisa Beban Termal

Perhitungan cooling load dari suatu ruangan yang akan dikondisikan udaranya merupakan tahapan yang diperlukan agar diperoleh tingkat kenyamanan yang diinginkan. Panas yang diperoleh ruangan dapat berasal dari beban eksternal, beban internal, infiltrasi dan ventilasi. Untuk menjaga temperatur dan kelembaban udara ruangan pada keadaan yang nyaman maka panas harus dikeluarkan dari ruangan. Jumlah panas yang dikeluarkan tersebut dinamakan cooling load.

Hasil/result dari analisa beban Thermal ini tersaji dalam bentuk tabel, dengan beberapa komponen. Beberapa komponen seperti, perabot rumah tangga, alat-alat elektronik dan sebagainya tidak dimasukan, karena kurangnya data yang ada. Pengkondisian udara yang digunakan desetting menggunakan sistem split ventilasi alami untuk semu rumah tinggal.

Building Summary	
<b>Inputs</b>	
Building Type	Multi Family
Area (m <sup>2</sup> )	117
Volume (m <sup>3</sup> )	462.10
<b>Calculated Results</b>	
Peak Cooling Total Load (W)	3,637
Peak Cooling Month and Hour	November 17:00
Peak Cooling Sensible Load (W)	2,904
Peak Cooling Latent Load (W)	733
Maximum Cooling Capacity (W)	4,244
Peak Cooling Airflow (L/s)	192.3
Peak Heating Load (W)	32
Peak Heating Airflow (L/s)	2.2
<b>Checks</b>	
Cooling Load Density (W/m <sup>2</sup> )	31.18
Cooling Flow Density (L/s/m <sup>2</sup> )	1.65
Cooling Flow / Load (L/s/kW)	52.88
Cooling Area / Load (m <sup>2</sup> /kW)	32.07
Heating Load Density (W/m <sup>2</sup> )	0.28
Heating Flow Density (L/s/m <sup>2</sup> )	0.02

Rumah Bapak Abdul Ghofur

Building Summary	
<b>Inputs</b>	
Building Type	Multi Family
Area (m <sup>2</sup> )	60
Volume (m <sup>3</sup> )	237.23
<b>Calculated Results</b>	
Peak Cooling Total Load (W)	7,141
Peak Cooling Month and Hour	December 18:00
Peak Cooling Sensible Load (W)	6,584
Peak Cooling Latent Load (W)	557
Maximum Cooling Capacity (W)	9,428
Peak Cooling Airflow (L/s)	479.2
Peak Heating Load (W)	81
Peak Heating Airflow (L/s)	4.1
<b>Checks</b>	
Cooling Load Density (W/m <sup>2</sup> )	119.79
Cooling Flow Density (L/s/m <sup>2</sup> )	8.04
Cooling Flow / Load (L/s/kW)	67.11
Cooling Area / Load (m <sup>2</sup> /kW)	8.35
Heating Load Density (W/m <sup>2</sup> )	1.02
Heating Flow Density (L/s/m <sup>2</sup> )	0.07

Rumah Bapak Mursih

Hasil simulasi menggunakan software Revit ini, menampilkan nilai cooling load total (*Peak Cooling Total Load*) dari setiap rumah dengan pengkondisian udara menggunakan sistem Split(s) dengan ventilasi alami (*Split System(s) with Natural Ventilation*). Sehingga setelah kita ketahui perkiraan jumlah panas yang dikeluarkan pada setiap ruang rumah, kita akan mengetahui gambaran tentang bagaimana perlakuan atau strategi desain yang efektif untuk mendapatkan ruang yang nyaman.

Dari hasil simulasi diatas, dapat kita ketahui nilai cooling load terbesar adalah rumah tinggal milik Bapak Mursih yaitu 7.141 W, yang merupakan rumah tinggal berdinding batu bata ekspose. Dan rumah tinggal dengan total cooling load terkecil adalah rumah tinggal milik bapak Abdul Ghofur yaitu 3.637W, yang berada di Demak.

Besar nilai total cooling load menunjukkan jumlah panas yang harus dikeluarkan dari tiap bangunan rumah tinggal. Maka semakin besar nilai cooling load semakin banyak hal yang perlu dievaluasi dalam desain rumah tersebut.

Sebagai analisa kita lihat desain dari rumah Bapak Abdul Ghofur dan Bapak Mursih.

4.3. Pendekatan Green Building

Untuk membuat analisa atau rating Green Building, dari 20 rumah yang dianalisa penulis memilih 1 sampel rumah dengan pertimbangan Total Energy Using Intensity (EUI)terkecil/termurah. Jenis rumah yang dapat dilakukan penilaian adalah rumah tinggal single landed, yaitu rumah hunian tunggal yang terbangun melekat di atas tanah, baik itu berbentuk desain rumah baru maupun rumah terbangun.

Dari 20 rumah teranalisis, penulis memilih rumah tinggal milik Bapak Pujiono rumah tinggal berdinding kayu yang terletak di Demak.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kajian simulasi beban thermal (Heating and Cooling) dan analisa energi

(Energy Analysis) rumah tinggal berdinding batu bata ekspose dan berdinding kayu menggunakan software Revit maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Rumah tinggal dengan penggunaan total energi tahunan terkecil (total EUI) adalah rumah Bapak Pujiono rumah tinggal berdinding kayu dengan total EUI sebesar 727 MJ/sm/yr. Penggunaan energi listrik tahunan (Electricity EUI) 168 kWh/sm/yr dengan biaya sekitar \$10.08 (Rp134.033.65). Penggunaan energi bahan bakar tahunan (Fuel EUI) 123 MJ/sm/yr dengan biaya sekitar \$13.53 (Rp179.908.27)
- b. Rumah tinggal dengan total cooling load terendah adalah rumah Ibu Nur Solekhah rumah tinggal berdinding kayu dengan jumlah cooling load 2.179 W. Besarnya nilai cooling load mengindikasikan besarnya panas yang harus dikeluarkan dari ruangan, sehingga semakin kecil nilai cooling load maka semakin dingin ruangan. Sehingga ruangan terasa lebih nyaman.
- c. Suhu udara (Outdoor Temperature) pantai maksimal 37° C dan suhu minimal 17° C.

## 5.2.Saran

- a. Mendesain bangunan rumah tinggal yang memenuhi kategori rumah ramah lingkungan (green house) salah satunya dengan menggunakan kategori rumah hunian GREESHIP Indonesia. GREENSHIP Rumah Hunian Tunggal terdiri atas 6 kategori yaitu:
  - 1) Tepat Guna Lahan (Appropriate Site Development).
  - 2) Efisiensi dan Konservasi Energi (Energy Efficiency and Conservation).
  - 3) Konservasi Air (Water Conservation).
  - 4) Siklus dan Sumber Material (Material Resource And Cycle).
  - 5) Kesehatan dan Kenyamanan dalam Ruang ( Indoor Health and Comfort).

- b. Manajemen Lingkungan Bangunan (Building Environment Management).
- c. Rumah tinggal di daerah panas sebaiknya mengurangi bukaan atau jendela kaca yang menghadap ke cahaya sore.
- d. Memaksimalkan penggunaan cross ventilation untuk menjaga suhu ruangan agar tetap dingin.

## 6. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kemenristekdikti atas pembiayaan penelitian ini melalui Hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun Anggaran 2018 dengan Nomor Kontrak: 008/LP3M-UNSIQ/PDP/2018.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Asadi, S., Fakhari, M., & Sendi, M. (2016). A study on the thermal behavior of traditional residential buildings: Rasoulia house case study. *Journal of Building Engineering*, 7, 334–342. <http://doi.org/10.1016/j.job.2016.07.012>
- Barbosa, S., & Kenneth, I. (2014). Perspectives of double skin façades for naturally ventilated buildings : A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*
- Cipta, Komang, 2017, Autodesk Revit, <https://student.unud.ac.id/komangcipta/news/36629>, diakses pada 3 Februari 2017
- Eddy I.S. 2012. Kenyamanan Termal Indoor Pada Bangunan Di Daerah Beriklim Tropis Lembab. *Journal Indonesian Green Technology Journal*.Vol. 1 No. 1, Hal.13-19.
- Hermawan and Prianto, E., 2017, Thermal evaluation for exposed stone house with quantitative and qualitative approach in mountainous area, Wonosobo, Indonesia, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 99 (2017) 012017, pp.1-10. doi :10.1088/1755-1315/99/1/012017
- Hermawan, Prianto, E., and Setyowati, E., 2015, Thermal comfort of wood-wall house in coastal and mountainous region in tropical area. *Procedia Engineering*

- 125 pp.725-731 (2015).  
doi:10.1016/j.proeng.2015.11.114
- Hermawan, Prianto, E., Setyowati, E., and Sunaryo, 2017, The comparison of vernacular residences' thermal comfort in coastal with that in mountainous regions of tropical areas, AIP Conference Proceedings 1903, 080001 (2017), pp. 080001-1 - 080001-8.  
<https://doi.org/10.1063/1.5011589>
- I Putu, Z.A, 2014. Ragam Arsitektur Berdasar Iklim dan Tempat. Bali: Universitas Udayana.
- Jeong, W. S., & Kim, K. H. (2016). A performance evaluation of the BIM-based object-oriented physical modeling technique for building thermal simulations: A comparative case study. *Sustainability (Switzerland)*, 8(7), 1–27.  
<http://doi.org/10.3390/su8070648>
- Khayatian, F., Sarto, L., & Dall'O', G. (2016). Application of neural networks for evaluating energy performance certificates of residential buildings. *Energy and Buildings*, 125, 45–54.  
<http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.04.067>
- Perez, I. O., & Østergaard, P. A. (2014). Potential of natural ventilation in temperate countries – A case study of Denmark. *Applied Energy*, 520–530.
- Reyna, L. (2015). Casa Pasiva: House Standards in the Dominican Republic. Retrieved from <http://scholarworks.rit.edu/theses/8953/>
- Sanjaya, Prana, 2017, mengenal revit architecture,  
<http://www.tentangcad.com/2008/06/mengenal-revit-architecture/> diakses pada 23 Januari 2017
- Yang, L., Yan, H., Xu, Y., & Lam, J. C. (2013). Residential Thermal Environment In Cold Climates At High Altitudes And Building Energy Use Implications. *Energy and Buildings Journal* .