

ANALISA ASPEK KEUANGAN PADA PERENCANAAN KLASTER BANGUNAN RUMAH TINGGAL DENGAN KONSEP EFISIENSI ENERGI

Roby¹, William², Herry³ dan Soehendro⁴

ABSTRAK : Saat ini bisnis properti di Indonesia berkembang sangat pesat, khususnya bidang perumahan. Tetapi pembangunan rumah tinggal yang dilakukan banyak investor kerap kali berorientasi pada keuntungan yang maksimum tanpa memperhatikan dampak terhadap lingkungan dalam jangka panjang. Maka, diperlukan pembangunan klaster perumahan dengan konsep efisiensi energi. Pembangunan harus disertai dengan analisis keuangan yang matang agar proyek dapat dibangun dan memiliki nilai tambah bagi pengembang. Desain rumah pada klaster ini terlebih dahulu dianalisis dengan 4 aspek yaitu perhitungan *Overall Thermal Transfer Value*, pencahayaan buatan, sistem pengkondisian udara, dan adanya sumber energi yang terbarukan. Desain rumah kemudian diperhitungkan rencana anggaran biayanya dan disimulasikan dilakukan dengan membuat sebuah *cashflow* dan dianalisis dengan NPV. Hasil analisa menunjukkan investasi yang dilakukan adalah menguntungkan untuk dilaksanakan jika disimulasikan selama 4 tahun. Keuntungan yang diperoleh pada bulan Januari 2016 adalah sebesar Rp11.278.849.952,99.

KATA KUNCI : rumah, efisiensi energi, OTTV, analisa keuangan, dan *Net Present Value*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada saat ini, bisnis properti di Indonesia berkembang pesat, khususnya dalam bidang *real estate* (perumahan). Seiring bertambahnya pertumbuhan penduduk dan meningkatnya harga tanah, kebutuhan akan rumah / tempat tinggal juga meningkat. Pembangunan *real estate* yang dilakukan banyak investor kerap kali berorientasi pada keuntungan yang maksimum tanpa memperhatikan dampak terhadap lingkungan. Desain bangunan ramah lingkungan atau *green building* menjadi salah satu cara untuk mengurangi kerusakan lingkungan. Untuk mencapainya, dibutuhkan beberapa faktor, antara lain dengan menganalisa beban panas pada selubung bangunan, pencahayaan buatan, sistem penghawaan udara dan penggunaan panel sel surya. Untuk dapat merealisasikan desain tersebut, investor memerlukan sebuah analisis pada aspek keuangan yang meliputi rencana anggaran pendapatan dan biaya pada klaster bangunan rumah tinggal, analisis dan simulasi *cashflow*, dan analisis *Net Present Value*. Analisis keuangan diperlukan untuk mengetahui besarnya investasi yang dikeluarkan dan rencana pengembalian investasi tersebut. Hal ini penting untuk diketahui oleh pemilik bisnis untuk melakukan evaluasi secara berkala terhadap bisnis tersebut agar dapat mencapai tujuan perusahaan dan untuk para investor yang menanamkan modal.

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, robyjohan93@hotmail.com

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, william88era@gmail.com

³Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, herrypin@peter.petra.ac.id

⁴Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, soehendro@peter.petra.ac.id

1.2. Rumusan Masalah

- Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana analisis aspek keuangan pada perencanaan klaster bangunan rumah tinggal dengan konsep efisiensi energi?

1.3. Tujuan Penelitian

- Merencanakan bangunan rumah tinggal hemat energi dengan mempertimbangkan aspek OTTV, pencahayaan buatan, sistem penghawaan udara dan *solar panel*.
- Merencanakan analisis aspek keuangan pada sebuah klaster bangunan rumah tinggal dengan konsep efisiensi energi.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

- Lokasi penelitian dilakukan di Perumahan Graha Natura, Sambikerep, Surabaya.
- Penelitian dilakukan berdasarkan standar penilaian GBCI untuk bangunan baru versi 1.1 bagian efisiensi energi meliputi 4 dari 7 variabel yaitu OTTV *Calculation*, *artificial lighting*, *air conditioner system* dan *on siterenewable energy*.
- Penelitian tentang OTTV menggunakan metode perhitungan berdasarkan SNI 03-6389-2000.
- Penelitian tentang pencahayaan buatan menggunakan metode perhitungan SNI 03-6575-2001.
- Penelitian tentang perhitungan beban pendinginan menggunakan metode CLCF dan CLTD.
- Penelitian tentang penggunaan *solar panel* menggunakan *Solar Home System*.
- Penelitian pada analisis aspek keuangan meliputi rencana anggaran pendapatan dan biaya, *cashflow* dan *Net Present Value*.

1.5. Manfaat Penelitian

- Bagi kalangan akademisi sebagai referensi yang dapat memperluas wawasan atau sebagai dasar penelitian dimasa depan yang relevan dengan bangunan rumah tinggal dengan konsep efisiensi energi.
- Bagi developer yang ingin mengetahui aspek apa saja yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bangunan rumah tinggal dengan konsep efisiensi energi berdasarkan aspek finansial sehingga mengetahui cara untuk menghitung nilai investasinya.
- Bagi khalayak umum agar mengerti konsep bangunan rumah tinggal dengan konsep efisiensi energi dan perhitungan keuangannya.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Overall Thermal Transfer Value Calculation

Menurut SNI 03- 6389- 2000, nilai perpindahan termal menyeluruh atau OTTV untuk setiap bidang dinding luar bangunan gedung dengan orientasi tertentu, harus dihitung melalui persamaan:

$$OTTV = \alpha \cdot [(U_w \times (1 - WWR)) \times TDEk + (SC \times WWR \times SF) + (U_f \times WWR \times \Delta T)]$$

dimana:

OTTV= nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki orientasi tertentu, W/m²

α = absorbtansi radiasi matahari

U_w = transmitansi termal dinding tak tembus cahaya (W/m² K)

WWR = perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar padaorientasiyang ditentukan

TDEk = beda temperatur ekuivalen (K)

SF = faktor radiasi matahari (W/m²)

SC = koefisien peneduh dari sistem fenestrasi

U_f = transmitansi termal fenestrasi (W/m² K)

ΔT = beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5K).

2.2. Desain Pencahayaan Buatan

Salah satu metode yang dipakai dalam menentukan kebutuhan pencahayaan adalah metode lumen yakni sesuai dengan SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung. Cara menghitung tingkat pencahayaan rata-rata adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E \text{ rata - rata} = \frac{(F_{total} \times kp \times kd)}{A}$$

dimana:

- E rata-rata = tingkat pencahayaan rata-rata
F total = fluks luminus total dari semua lampu yang menerangi bidangkerja (lumen)
A = luas bidang kerja (m²)
kp = koefisien penggunaan (*coefficient of utilization*).
kd = koefisien depresiasi/penyusutan (*light loss factor*).

2.3. Air Conditioning System

Perhitungan beban panas yang diterima oleh *Air Conditioner*, digunakan cara *rule of thumb Cooling Load Check Figures* (CLCF). Dengan metode ini, ruangan dapat didesain besar pendingin ruangan yang diperlukan. Caranya adalah dengan menentukan fungsi suatu ruangan berdasarkan klasifikasi yang ada pada tabel. Setelah itu keperluan pendingin ruangan dihitung berdasarkan luas ruangan. Menurut Rudoy (1979), perhitungan dengan cara CLTD dapat digunakan dengan rumus sebagai berikut:

$$q = U \times A \times CLTD$$

di mana:

- q = *rate of heat transfer*
U = *coefficient of transmission*
A = *area calculated from Architectural Plans*
CLTD = *the Cooling Load Temperature Difference*

2.4. Penggunaan Solar Panel

Menurut Roberts (1991), daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya merupakan hasil perkalian dari tegangan keluaran dengan banyaknya elektron yang mengalir dan besarnya arus, hubungan tersebut dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$P = V \times I$$

dimana:

- P = daya keluaran (Watt)
V = tegangan keluaran (Volt)
I = arus (Ampere).

2.5. Estimasi Biaya

Untuk melakukan estimasi secara detail, diperlukan perhitungan volume pekerjaan, biaya dan harga satuan pekerjaan.

- **Harga Satuan Pekerjaan**
Harga satuan pekerjaan adalah harga yang harus dibayar untuk menyelesaikan satu jenis pekerjaan. Harga satuan pekerjaan terdiri dari harga bahan, upah pekerja berdasarkan unit pekerjaannya.
- **Bill of Quantity**
Bill of Quantity dalam suatu proyek pada umumnya terdiri dari 3 hal utama yaitu deskripsi pekerjaan, kuantitas dan harga satuan pekerjaan. Deskripsi pekerjaan berisi pekerjaan-pekerjaan yang ada di proyek. Kuantitas terdiri dari volume dan unit yang menjelaskan banyaknya volume dari tiap-tiap item pekerjaan.

2.6. Perubahan Nilai Uang terhadap Waktu

Beberapa rumus penting yang merupakan dasar analisis keuangan pada proyek berdasarkan penggunaan bunga berganda (*interest compound*), yaitu:

- *Single payment compound amount factor*
 $(F/P, i\%, n) = (1 + i)^n$
- *Single payment present worth factor*
 $(P/F, i\%, n) = 1 / (1 + i)^n = 1 / (F/P, i\%, n)$

dimana:

P = nilai ekuivalen saat ini yang terjadi satu periode

F = nilai ekuivalen yang akan datang

i = tingkat suku bunga per periode

n = jumlah periode pembungaan

2.7. Analisis Net Present Value (NPV)

Jumlah *present value* dari *cashflow* selama waktu investasi yang telah ditentukan dikurangi dengan nilai investasi awal untuk mendapatkan hasil NPV. Menurut Wurtzebach (1994), nilai NPV dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0 \quad \text{dimana:}$$

C_t = *net cash inflow* dari waktu ke satu sampai waktu ke-n

C_0 = *initial investment*

r = *discount rate*

t = jangka waktu proyek.

Jika NPV lebih besar dari 0, maka investasi akan membawa keuntungan secara aspek finansial. Jika NPV kurang dari 0, maka investasi tidak layak untuk dilaksanakan secara aspek finansial.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada sebuah bangunan rumah tinggal yang ada di Perumahan Graha Natura, Sambikerep, Surabaya. Sedangkan lokasi tanah sebagai bahan penelitian perencanaan klaster adalah sebidang tanah di Perumahan Graha Natura seluas $\pm 5454 \text{ m}^2$.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

- Observasi dilakukan dengan mengadakan pengamatan langsung pada lokasi Perumahan Graha Natura baik bangunan rumah tinggal maupun lahan tanah kosong yang akan dipakai sebagai bahan penelitian.
- Wawancara dilakukan secara langsung dengan pihak developer mengenai bangunan rumah tinggal dan lahan tanah kosong yang akan diteliti dan distributor dari material bahan bangunan.
- Studi Literatur dilakukan dengan mempelajari teori-teori dan konsep dari sejumlah literatur baik buku, jurnal ilmiah, artikel, peraturan pemerintah, maupun informasi dari internet

3.3. Analisa Data

- Analisis Perencanaan Bangunan Rumah Tinggal dengan Konsep Efisiensi Energi:
 - Analisis *Overall Transfer Thermal Value* (SNI 03-6389-2000)
 - Analisis Kebutuhan Pencahayaan Buatan (SNI 03-6575-2001)
 - Analisis Sistem Penghawaan Udara (Cooling Load Check Figures)
 - Analisis Penggunaan *Solar Panel* (hasil listrik yang didapat dianalisa dengan *payback period*)
- Analisis Aspek Keuangan
 - Rencana Anggaran dan Biaya
 - Simulasi Cashflow dengan analisis Net Present Value

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Overall Thermal Transfer Value Calculation

Desain selubung bangunan yang memenuhi syarat menurut SNI 03-6389-2000 adalah besar OTTV yang kurang dari 45 W/m². Pada penelitian ini, besar OTTV pada kedua tipe rumah ini telah memenuhi syarat. Pada **Tabel 1**, Rumah yang menghadap ke arah Timur Laut dengan besar nilai keseluruhan OTTV sebesar 36,483 W/m². Rumah yang menghadap ke arah Barat Daya dengan nilai keseluruhan OTTV sebesar 40,886 W/m². Sehingga desain rumah dapat dikatakan sebagai rumah dengan konsep efisiensi energi.

Tabel 1. Perbandingan Nilai OTTV

Keterangan	Nilai OTTV
Rumah Menghadap Timur Laut	36,483 W/m ²
Rumah Menghadap Barat Daya	40,886 W/m ²
Ketentuan SNI 03-6389-2000	45 W/m ²

4.2. Pencahayaan Buatan

Analisis pencahayaan buatan yang digunakan dengan membandingkan 3 jenis lampu yaitu lampu LED, Lampu CF (*Compact Fluorescent*) dan lampu pijar. Dari ketiga jenis lampu tersebut, dibandingkan berdasar 3 variabel, yaitu harga lampu, umur lampu, dan daya listrik yang digunakan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perbandingan Investasi yang Dikeluarkan untuk Pencahayaan Buatan

Keterangan	Lampu LED Ex: Philips Cool Daylight	Lampu CF Ex: Phillips Essential Cool Daylight	Lampu Pijar Ex: Philips CLASSICTONE (clear)
Daya	443.5 watt/jam	663 watt / jam	3190 watt / jam
Life Hour	15000 jam	8000 jam	1000 jam
Biaya listrik per Jam	599,61 Rupiah	896,38 Rupiah	4.312,88 Rupiah
Jumlah Pembelian Lampu	1 kali	2 kali	11 kali
Investasi Lampu	3.360.000,00 Rupiah	2.366.800,00 Rupiah	2.711.500,00 Rupiah
Biaya Listrik dalam 5 tahun	6.565.751,00 Rupiah	9.815.317,00 Rupiah	47.226.036,00 Rupiah
Total biaya	9.925.751,00 Rupiah	12.182.117,20 Rupiah	49.937.536,00 Rupiah

4.3. Penghawaan Udara

Dengan menghitung keperluan pendingin ruangan untuk masing-masing kamar tidur, diperoleh hasil bahwa kebutuhan pendingin udara untuk kamar dipasang sebesar 0,5 PK untuk semua tipe ruangan pada 2 macam orientasi rumah yang berbeda sesuai pada **Tabel 3**. Pemilihan pendingin ruangan tipe split pada desain ini hanya terbatas pada produk yang ada di pasaran. Pendingin ruangan terkecil yang ada di pasaran adalah sebesar 0,5 PK maka penggunaan pendingin ruangan yang diambil lebih boros dari desain yang diperhitungkan.

Tabel 3. Perbandingan Keperluan Pendingin

Keterangan	Ruang Tidur 1	Ruang Tidur 2	Ruang Tidur Utama
CLCF Rule of Thumb	0,320 PK	0,274 PK	0,438 PK
Rumah Menghadap Timur Laut	0,406 PK	0,354 PK	0,490 PK
Rumah Menghadap Barat Daya	0,414 PK	0,361 PK	0,381 PK

4.4. Solar Panel

Penggunaan solar panel pada desain rumah ini adalah 2 buah paket *solar panel* 100 WP seharga Rp18.720.000,00. Di mana dalam sehari, solar panel dapat menghasilkan listrik sebesar 1 kWh. Dengan menghitung *payback period*-nya didapatkan pengembaliannya selama 12,4 tahun sedangkan masa pakai solar panel hanya selama 20 tahun. Jadi penggunaan solar panel jika ditinjau dalam aspek finansial kurang menguntungkan karena masa pengembaliannya yang lama, tetapi di sisi lain desain rumah tidak tergantung kepada suplai listrik PLN dan telah memenuhi syarat GBCI untuk pemasangan *on site renewable energy*.

4.5. Analisa Keuangan

Dengan menghitung rencana anggaran biaya untuk membangun satu rumah, menghitung harga tanah untuk setiap rumah dan *legal cost* yang dibebankan maka harga pokok satu rumah dapat diketahui. Setelah itu perincian untuk besar dana yang dibutuhkan untuk membuat *development cost* dan *land cost* juga dihitung pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Keterangan dan Asumsi Proyeksi Keuangan

No.	Asumsi	Nominal
1	Harga Tanah (5454 m ²)	Rp56.498.000.000,00
2	Luas Tanah	5.454 m ²
3	Harga Konstruksi Rumah	Rp667.000.000,00
4	BI Rate	7,50%
5	Inflasi	7,15%
6	Harga Pokok Rumah Juni 2015	Rp 3.705.450.000,00
7	Harga <i>Land development</i>	Rp723.000.000,00

Semua data-data di atas disimulasikan pada sebuah *cashflow* lalu dianalisis menggunakan *Net Present Value* dengan memperhatikan pengaruh *time value of money* berdasarkan bunga yang berlaku dan jangka waktu pada *cashflow*. Dari situ dapat ditentukan berapa besar keuntungan yang akan diterima atau kerugian yang dialami lewat pengeluaran dan pemasukan yang telah disimulasikan. Pada tabel di bawah, keuntungan yang diperoleh adalah sebesar Rp11.278.849.952,99 pada awal bulan Januari 2016 pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Proyeksi Net Present Value 2015-2019 ke 1 Januari 2015

Tahun	Pengeluaran	Pemasukan	Kumulatif Total
2015	Rp(60.398.157.375,39)	Rp 4.226.081.564,00	Rp(56.172.075.811,39)
2016	Rp (4.149.361.914,83)	Rp 25.356.489.381,68	Rp(34.964.948.344,54)
2017	Rp (4.195.498.224,85)	Rp 25.356.489.382,57	Rp(13.803.957.186,82)
2018	Rp (4.175.188.337,28)	Rp 25.356.489.382,26	Rp 7.377.343.858,16
2019	Rp (324.575.468,53)	Rp 4.226.081.563,36	Rp 11.278.849.952,99
Total	Rp(73.242.781.320,88)	Rp 84.521.631.273,87	Rp 11.278.849.952,99

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis melalui pengolahan data observasi, studi literatur dan wawancara mengenai analisis aspek keuangan pada perencanaan klaster bangunan rumah tinggal dengan konsep efisiensi energi, maka diambil kesimpulan:

1. Berdasarkan perencanaan bangunan rumah tinggal dengan konsep efisiensi energi yang didapat dari hasil pengolahan data:
 - a. Desain bangunan rumah tinggal pada penelitian ini memiliki nilai OTTV yang memenuhi standar SNI 03-8369-2000 yaitu kurang dari 45 W/m² yang artinya dapat dikategorikan sebagai desain yang hemat energi.

- b. Sistem pencahayaan buatan pada penelitian ini menggunakan lampu LED sehingga lebih hemat energi dan lebih ekonomis daripada jenis lampu konvensional.
 - c. Sistem penghawaan udara pada penelitian ini memiliki pendingin ruangan sebesar 0,5 PK menggunakan AC tipe split.
 - d. Penggunaan *solar panel* sebagai sumber tenaga listrik terbarukan mempunyai *payback period* 12,4 tahun dari masa pakai 20 tahun. Dalam jangka pendek kurang menguntungkan secara ekonomi, namun dalam jangka panjang membantu mengurangi beban konsumsi sumber tenaga listrik konvensional yang tidak terbarukan.
2. Berdasarkan analisis aspek keuangan, total biaya yang diperlukan untuk membuat sebuah klaster bangunan rumah tinggal dengan konsep efisiensi energi adalah Rp70.561.000.000,00, dengan kenaikan nilai *i*% (*interest rate*) sebesar 7,5% per tahun yang diolah dengan menggunakan analisa NPV dengan masa umur rencana 4 tahun maka didapatkan *profit* sebesar Rp11.278.849.952,99 yang dilihat pada awal bulan Januari 2016.

5.2. Saran

Adapun saran-saran yang didapat dari penelitian ini untuk penelitian berikutnya adalah sebagai berikut:

- 1. Sebaiknya perencanaan klaster bangunan rumah tinggal dengan konsep efisiensi energi dapat dinilai dengan tolak ukur GBCI (Green Building Council Indonesia) agar dapat mengetahui nilai *greenship* pada klaster tersebut.
- 2. Sebaiknya pada penelitian selanjutnya, analisis aspek keuangan pada perencanaan klaster bangunan rumah tinggal dapat diperdalam dengan menyertakan biaya *maintenance*, pemasukan berupa *service charge* dan simulasi *cashflow* yang lebih beragam agar lebih mendekati kondisi di lapangan.

6. DAFTAR REFERENSI

- Badan Standaradisasi Nasional. (2000). *SNI 03-6389-2000 Konservasi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*, Badan Standaradisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standaradisasi Nasional. (2001). *SNI 03-6575-2001 Tata Cara Perancangan System Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung*, Badan Standaradisasi Nasional, Jakarta
- Roberts, S. (1991). *Solar Electricity*, Prentice Hall International, United Kingdom.
- Rudoy, W. (1979). *Cooling and Heating Load Calculation Manual*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE), Pennsylvania.
- Wurtz bach, C H. (1994). *Modern Real Estate Fifth Edition*, John Wiley & Sons,inc, Canada.