

**SKRIPSI**

**KAJIAN PENERAPAN SISTEM PANEL SURYA PADA  
BANGUNAN APARTEMEN X SEBAGAI UPAYA  
KONSERVASI ENERGI**



**CINDY DESITA**

**NPM : 6101801115**

**PEMBIMBING**

**Dr. Eng. Mia Wimala, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2022**

# SKRIPSI

## KAJIAN PENERAPAN SISTEM PANEL SURYA PADA BANGUNAN APARTEMEN X SEBAGAI UPAYA KONSERVASI ENERGI



**CINDY DESITA**

**NPM : 6101801115**

**PEMBIMBING:** Dr. Eng. Mia Wimala, S.T., M.T

**PENGUJI 1:** Yohanes Lim Dwi Adianto, Ir., M.T.

**PENGUJI 2:** Andreas Franskie Van Roy, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
**BANDUNG**  
**JANUARI**  
**2022**

# PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Cindy Desita

NPM : 6101801115

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi\*) dengan judul:

**“Kajian Penerapan Sistem Panel Surya pada Bangunan Apartemen X sebagai Upaya Konservasi Energi”** adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Bandung, 21 Januari 2022



Cindy Desita

---

# KAJIAN PENERAPAN SISTEM PANEL SURYA PADA BANGUNAN APARTEMEN X SEBAGAI UPAYA KONSERVASI ENERGI

Cindy Desita  
NPM: 6101801115

Pembimbing: Dr. Eng. Mia Wimala, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2022  
ABSTRAK

Energi yang dihasilkan oleh pembangkit listrik menghasilkan emisi yang menyumbang sebagian besar Gas Rumah Kaca di atmosfer yang dinilai mengakibatkan pemanasan global saat ini. Salah satu upaya untuk mengurangi emisi akibat konsumsi energi listrik adalah penerapan *renewable energy* pada sistem listrik sebuah bangunan. Apartemen X yang berlokasi di Jakarta Selatan memiliki pertimbangan dalam penerapan energi terbarukan untuk mendukung upaya konservasi energi dan penurunan emisi gas rumah kaca di Indonesia. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah merancang sistem panel surya yang dapat diterapkan pada area *rooftop* dari bangunan, memastikan apakah rangka dan beban dari panel surya tersebut dapat ditopang oleh struktur eksisting dari bangunan Apartemen X, dan melakukan analisis kelayakan finansial dari sistem panel surya yang telah dirancang tersebut. Tahapan perencanaan dilakukan diawali dengan analisis bayangan, analisis sistem kelistrikan dan menghitung efisiensi dari daya yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perancangan panel surya pada kawasan Apartemen X dimungkinkan untuk dipasang pada area *rooftop* dengan total panel sebanyak 177 modul dengan daya 300 WP ditopang dengan rangka hollow dan IWF sebagai penopangnya. Perkiraan daya yang dapat dihasilkan oleh sistem panel surya secara keseluruhan adalah sebesar 72,139,29 kWh per tahunnya. Analisis kelayakan finansial yang dilakukan menghasilkan nilai yang layak untuk diterapkan untuk saat ini, karena didapati nilai *Net Present Value* (NPV) yang positif dan *payback period* yang kurang umur dari panel surya itu sendiri.

*Kata kunci* : GRK; emisi; energi terbarukan; panel surya; bangunan eksisting; kelayakan

# **STUDY OF APPLICATION OF SOLAR PANEL SYSTEM IN APARTMENT X BUILDING AS ENERGY CONSERVATION**

**Cindy Desita  
NPM: 6101801115**

**Advisor: Dr. Eng. Mia Wimala, S.T., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL  
ENGINEERING  
(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARY 2022  
ABSTRACT**

The energy produced by power plants produces emissions that account for most of the Greenhouse Gases in the atmosphere which are considered to be causing global warming today. One of the efforts to reduce emissions due to consumption of energy is the application of renewable energy in the electrical system of a building. This study is conducted on Apartment X located in South Jakarta, it has considerations in the application of renewable energy to support energy conservation efforts in order to reduce greenhouse gas emissions in Indonesia. This research is carried out to design a solar panel system that can be made on the rooftop area of the building and determine whether the frame and load of the solar panels can be supported by the existing structure of X Apartment, then an analysis is carried out on the feasibility of the financial aspects of the solar panel system that has been installed and designed. The planning stage starts with shadow analysis, electrical system analysis and calculating the efficiency of the power generated. The result of this research is the design of solar panels in the Apartment X area which allows it to be installed in the rooftop area with a total of 177 panels with hollow frame and IWF as a support and the estimated power that can be generated by the solar panel system as a whole is 72,139,29 kWh. The feasibility analysis on the financial aspect that was carried out resulted in a value that was feasible to be applied at this time, because it was found a positive Net Present Value (NPV) and a payback period that less than the age of the solar panel itself.

*Keywords : GHG; emissions; renewable energy; solar panel; existing building; feasibility*

## PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kajian Penerapan Sistem Panel Surya pada Bangunan Apartemen X sebagai Upaya Konservasi Energi”. Penyusunan dan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis sangat bersyukur karena adapun ditemukan beberapa hambatan serta permasalahan namun berkat dukungan, kritik dan saran dari berbagai pihak skripsi ini dapat rampung. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. **Dr. Eng. Mia Wimala, S.T., M.T.**, selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing dan meluangkan waktu untuk berdiskusi dan memberikan arahan dengan baik.
2. Segenap dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, khususnya dosen di Bidang Ilmu Manajemen Proyek Konstruksi yang telah memberikan ilmu selama menempuh Pendidikan Sarjana di Universitas Katolik Parahyangan.
3. Orang tua serta saudara yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Jannuar Jeremy, S. T., selaku senior yang selalu memberikan bantuan dalam melakukan penelitian.
5. Pihak Apartemen X atas kesediaan dan bantuannya untuk membantu mendapatkan data yang digunakan untuk keperluan penyusunan skripsi ini.
6. Stefan Oktavianus, Stevanus James dan Stefan Wimayo serta seluruh teman-teman Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2018 lainnya atas kebersamaannya selama masa perkuliahan luring.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang terkait dalam penyusunan skripsi ini sehingga dapat terselesaikan tepat waktu.



Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis memohon maaf apabila dalam proses penyusunan terdapat satu atau lain hal yang tidak tepat atau kurang berkenan. Selain itu, penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna bagi setiap pihak yang membacanya.

Bandung, Januari 2022



Cindy Desita  
6101801115



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISTILAH DAN DEFINISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1-1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1-1
1.2. Rumusan Masalah.....	1-4
1.3. Tujuan Penulisan.....	1-4
1.4. Pembatasan Masalah.....	1-4
1.5. Sistematika Penulisan.....	1-5
<b>BAB 2 DASAR TEORI.....</b>	<b>2-1</b>
2.1. Pemanasan Global.....	2-1
2.1.1. Terjadinya Pemanasan Global.....	2-1
2.1.2. Energi dan Emisi.....	2-2
2.1.3. Usaha Pengurangan Pemanasan Global.....	2-3
2.2. Panel surya .....	2-4
2.2.1. Photovoltaic Cell.....	2-7
2.2.2. Perencanaan Pemasangan Panel surya .....	2-9
2.2.3. Gerakan Harian Matahari dan Radiasi Matahari.....	2-12
2.2.4. Komponen Penunjang Panel Surya .....	2-13
2.3. Permodelan dan Perhitungan Sistem Panel Surya .....	2-15
2.3.1. Penyinaran Panel Surya.....	2-15
2.3.2. Pengecekan Kekuatan Struktur Bangunan .....	2-15
2.4. Komponen Finansial .....	2-16



2.5. Analisis Kelayakan Finansial.....	2-19
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>3-1</b>
3.1. Metode Penelitian.....	3-1
3.2. Diagram Alir Penelitian .....	3-1
<b>BAB 4 HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>4-5</b>
4.1. Hasil Observasi Objek Penelitian.....	4-5
4.1.1. Kedudukan Bangunan .....	4-5
4.1.2. Data Bangunan .....	4-6
4.1.3. Kondisi Eksisting Atap Bangunan .....	4-6
4.1.4. Sistem Kelistrikan Bangunan.....	4-8
4.2. Perancangan Sistem Panel Surya .....	4-9
4.2.1. Analisis Bayangan.....	4-11
4.2.2. Analisis Radiasi Matahari .....	4-12
4.2.3. Analisis Temperatur .....	4-13
4.2.4. Penentuan Spesifikasi Panel Surya .....	4-14
4.3. Analisis Kekuatan Struktur Bangunan Eksisting .....	4-16
4.4. Analisis Efisiensi Daya yang Dihasilkan .....	4-20
4.5. Analisis Kelayakan Finansial.....	4-23
4.5.1. Perhitungan Investasi Panel Surya.....	4-23
4.5.2. Faktor yang Mempengaruhi Kelayakan Finansial .....	4-25
4.5.3. Pertimbangan Kelayakan Finansial.....	4-28
4.6. Pertimbangan Pihak Building Management.....	4-30
4.6.1. Regulasi Pendukung Penerapan Energi Baru Terbarukan .....	4-32
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>5-1</b>
5.1. Kesimpulan .....	5-1
5.2. Saran.....	5-2
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>i</b>

## DAFTAR ISTILAH DAN DEFINISI

**Emisi** – pemancaran cahaya, panas, atau elektron dari suatu permukaan benda padat atau cair; pancaran (KBBI).

**GRK** – Gas Rumah Kaca yang terdiri dari gas-gas yang dapat menangkap atau menyerap panas matahari.

**Inframerah** – radiasi gelombang elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang antara 700 nm hingga 1 mm yang dapat merambat tanpa medium sekalipun.

**Building Management** – bagian pemeliharaan dan pengelolaan gedung agar gedung dapat beroperasi dan berfungsi dengan baik serta memiliki performansi penuh untuk pengguna gedung (*tenant*) (LMD, 2010).

**Milenial** – golongan usia yang memiliki rentang tahun kelahiran 1980 hingga 1995 yang ‘melek’ terhadap perkembangan teknologi (glints.com).

**Gen Z** – golongan usia yang memiliki rentang tahun kelahiran 1995 hingga 2010 yang memiliki karakter bergantung kepada internet.

**TOD** – Transit Oriented Development merupakan pengembangan yang meintegrasikan desain ruang kota untuk menyatukan orang, kegiatan, bangunan dan ruang public melalui konektivitas yang mudah seperti berjalan kaki atau bersepeda serta dekat dengan pelayanan angkutan umum yang sangat baik ke seluruh bagian kota (BPTJ).

**kWh** – Kilo Watt Hour merupakan satuan dari penggunaan daya listrik

**Sinking Fund** – simpanan yang dipegang oleh pengelola dari sebuah bangunan yang akan digunakan untuk pemeliharaan dan operasional bangunan tersebut. (Prospeku, 2021)

**Services Charges** – biaya yang dikenakan kepada penghuni sebuah bangunan hunian yang menjadi satu dengan biaya tertentu dalam operasional sebuah bangunan hunian.

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b>	Perkiraan Proyeksi Pertumbuhan Produksi Listrik Indonesia .....	2-2
<b>Gambar 2. 2</b>	Emisi dari Pembangkit Listrik di Indonesia .....	2-3
<b>Gambar 2. 3</b>	Piramida Energi .....	2-3
<b>Gambar 2. 4</b>	Ilustrasi <i>Photovoltaic Cell</i> .....	2-7
<b>Gambar 2. 5</b>	Ilustrasi Perbedaan Modul dan Panel Surya .....	2-8
<b>Gambar 2. 6</b>	Gambaran Perbendaan Tipe Panel Surya .....	2-9
<b>Gambar 2. 7</b>	Skema Alur Analisa Lokasi Pemasangan Panel Surya.....	2-11
<b>Gambar 2. 8</b>	Ilustrasi Bayangan Pohon dan Bayangan Bangunan .....	2-12
<b>Gambar 2. 9</b>	Ilustrasi Dampak Bayangan terhadap Kinerja Produksi Listrik ..	2-12
<b>Gambar 2. 10</b>	Situs web NASA.....	2-13
<b>Gambar 3. 1</b>	Skala Warna Rasio Keamanan.....	3-3
<b>Gambar 3. 2</b>	Diagram Alir Metode Penelitian.....	3-4
<b>Gambar 4. 1</b>	Lokasi Apartemen X.....	4-6
<b>Gambar 4. 2</b>	Kondisi Eksisting Rooftop Apartemen.....	4-7
<b>Gambar 4. 3</b>	Jaringan Listrik Tegangan Menengah ke Rendah .....	4-8
<b>Gambar 4. 4</b>	Denah Atap Tipikal (Tower B).....	4-10
<b>Gambar 4. 5</b>	Area Penempatan Panel Surya.....	4-11
<b>Gambar 4. 6</b>	Model 3D dari Apartemen X (07.00 WIB).....	4-11
<b>Gambar 4. 7</b>	Area Penempatan Panel Surya.....	4-12
<b>Gambar 4. 8</b>	Grafik Radiasi Matahari per jam .....	4-13
<b>Gambar 4. 9</b>	Model Struktur Bangunan Eksisting dan Rangka Panel Surya ...	4-16
<b>Gambar 4. 10</b>	Pengecekan Kekuatan Struktur Utama (3D View).....	4-17
<b>Gambar 4. 11</b>	Pengecekan Kekuatan Rangka Panel Surya (3D View).....	4-18
<b>Gambar 4. 12</b>	Rangka Panel Surya ( <i>Plan View</i> ).....	4-19

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Contoh Penerapan Konsep Piramida Energi .....	2-4
<b>Tabel 2. 2</b> Rangkuman Keunggulan dan Kekurangan Sistem Panel Surya.....	2-6
<b>Tabel 2. 3</b> Keunggulan dan Kerugian Jenis Sel Surya .....	2-8
<b>Tabel 2. 4</b> Pertimbangan Bentuk Atap dalam Pemasangan Panel Surya .....	2-11
<b>Tabel 2. 5</b> Komponen pada Sistem Panel Surya.....	2-13
<b>Tabel 2. 6</b> Parameter Kelayakan Finansial .....	2-21
<b>Tabel 4. 1</b> Alternatif Jaringan Listrik Panel Surya .....	4-9
<b>Tabel 4. 2</b> Data Durasi Penyinaran Matahari Harian .....	4-13
<b>Tabel 4. 3</b> Kehilangan Daya Akibat Kenaikan Temperatur .....	4-14
<b>Tabel 4. 4</b> Spesifikasi Panel Surya .....	4-14
<b>Tabel 4. 5</b> Jumlah Modul Panel Surya.....	4-15
<b>Tabel 4. 6</b> Berat Modul Surya .....	4-16
<b>Tabel 4. 7</b> Jenis Beban pada Struktur Eksisting .....	4-17
<b>Tabel 4. 8</b> Kombinasi Pembebanan .....	4-17
<b>Tabel 4. 9</b> Spesifikasi Modul Surya dan Inverter .....	4-20
<b>Tabel 4. 10</b> Kehilangan Daya pada Variasi Modul Surya.....	4-21
<b>Tabel 4. 11</b> Tegangan dan Arus Rangkaian Panel Surya .....	4-21
<b>Tabel 4. 12</b> Perkiraan Daya yang Dihasilkan (Januari) .....	4-22
<b>Tabel 4. 13</b> Total Perkiraan Daya yang Dihasilkan.....	4-22
<b>Tabel 4. 14</b> Biaya Investasi Panel Surya .....	4-24
<b>Tabel 4. 15</b> Biaya Operasional Panel Surya .....	4-25
<b>Tabel 4. 16</b> Biaya Penghematan Listrik .....	4-25
<b>Tabel 4. 17</b> Nilai Depresiasi Panel Surya.....	4-26
<b>Tabel 4. 18</b> Biaya Iuran kepada Penghuni.....	4-27
<b>Tabel 4. 19</b> Skema Pendanaan (Pinjaman Bank) .....	4-28
<b>Tabel 4. 20</b> Perbandingan Hasil Skema <i>Cashflow</i> .....	4-29

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Sistem Kelistrikan Bangunan Apartemen

Lampiran 2 Denah Site Plan Kawasan Apartemen X

Lampiran 3 Perhitungan Daya Panel Surya

Lampiran 4 Spesifikasi Panel Surya

Lampiran 5 Data Struktur Apartemen X

Lampiran 6 Capex, Opex, Skema Pendanaan & Depresiasi Panel Surya

Lampiran 7 Skema Cashflow Kelayakan Finansial



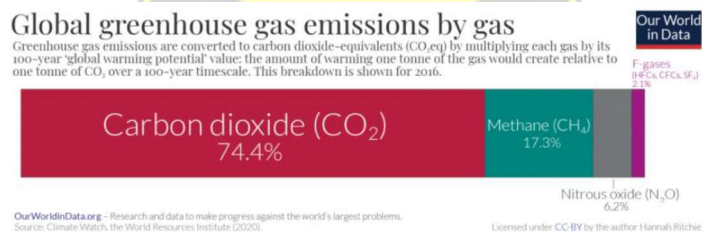


# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

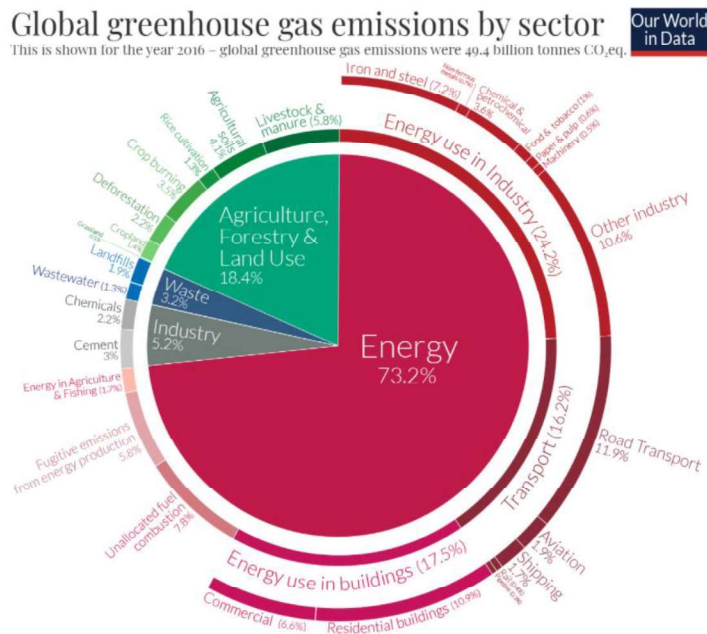
Pemanasan global atau dikenal dengan istilah *global warming* dinyatakan telah terjadi sejak tahun 2000-an atau sejak revolusi industri berkembang. Penyebab terjadinya pemanasan global adalah ketidakseimbangan ekosistem di bumi yang mengakibatkan terjadinya proses peningkatan suhu rata-rata atmosfer (Utina, 2007). Peningkatan suhu rata-rata tersebut diakibatkan oleh meningkatnya kadar emisi Gas Rumah Kaca (GRK) seperti karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), dinitro oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) dan sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) di atmosfer. Terdapat beberapa sektor kegiatan yang menghasilkan emisi GRK adalah energi, produksi industri, *waste* (sampah) dan *agricultural* (kehutanan). Berdasarkan data (Gambar 1. 2) pada tahun 2016 persentase emisi terbesar dihasilkan oleh sektor energi yaitu 73.2% dari keseluruhan gas emisi dunia, dan sebesar 17.5% dari sektor energi dihasilkan oleh penggunaan energi di bangunan gedung dengan persentase 10.9% pada *residential building* (tempat tinggal) (Ritchie, 2020). Emisi GRK yang dihasilkan pada gedung hunian 85.4% berasal dari kegiatan operasional dan *maintenance*, seperti akibat aktivitas penghuni dan konsumsi energi untuk perawatan (Peng, 2016). Persentase emisi GRK tersebut dapat menggambarkan penggunaan energi akibat kegiatan operasional dan *maintenance* pada bangunan.



**Gambar 1. 1** Persentase Emisi Gas Rumah Kaca

(sumber : Our World in Data)





**Gambar 1. 2** Persentase Sektor Penghasil Gas Emisi

(sumber : Our World in Data)

Jumlah penduduk Indonesia sebanyak 270,20 juta jiwa dengan 53,81% merupakan generasi Gen Z (24-39 tahun) dan Milenial (8-23 tahun) (Jayani, 2021). Generasi Gen Z dan Milenial memiliki kecenderungan untuk tinggal di apartemen (Wiradharma et al., 2020), dengan jumlah penduduk Kota Jakarta yang kini terdiri atas 11.204.714 jiwa diasumsikan bahwa sekitar 6.029.256 jiwa kemungkinan akan tinggal di hunian apartemen pada tahun 2021 (*Badan Resmi Statistik*, 2017). Energi yang dikonsumsi oleh penduduk Jakarta adalah sebesar 2.925 kWh/kapita dan menunjukkan potensi kenaikan setiap tahunnya (Kusnandar, 2019). Kemudian untuk bangunan hunian yang terdiri atas perumahan atau apartemen, di Kota Jakarta memiliki pasokan jumlah unit apartemen sebanyak 184.431 unit (2016), 203.702 unit (2017) dan 228.000 unit (2018), yang kemudian diperkirakan akan mengalami penambahan sebesar 49.200 unit di tahun 2023 apabila diterapkan konsep *transit oriented development* (TOD) (*Badan Resmi Statistik*, 2017). Dari data tersebut serta perkiraan kenaikan jumlah unit apartemen dalam beberapa tahun kedepan menunjukkan bahwa hunian di Kota Jakarta akan terus bertambah yang sebanding dengan konsumsi energi yang dihasilkan oleh kegiatan konstruksi dan operasional bangunan.

Perkiraan tingkat pemakaian energi yang semakin meningkat setiap tahunnya perlu pemantauan. Hal tersebut dikarenakan negara Indonesia sebagian besar masih bergantung seluruhnya pada kepada energi yang tidak dapat diperbaharui, seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam (Adzikri et al., 2017). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan sektor energi menggunakan energi yang terbarukan. Dalam piramida energi terdapat kategori *renewable energy* (Azahra, 2018). *Renewable energy* adalah pendekatan yang memanfaatkan sumber energi alternatif (tenaga surya, biomassa, *biofuel*) sebagai pengganti sumber energi yang digunakan. Salah satu alternatifnya adalah *solar cell* atau dikenal dengan panel surya yang memanfaatkan cahaya dan panas yang dihasilkan matahari untuk dikonversikan menjadi tenaga listrik.

Panel surya menjadi pilihan yang baik karena sumber energinya mudah didapatkan dan tak terbatas, hal ini mengingat karena kondisi Indonesia berada pada koordinat 95°-141° BT (Bujur Timur) dan 6° LU (Lintang Utara) hingga 11° LS (Lintang Selatan) yang selalu terpapar sinar matahari. Penggunaan tenaga matahari tidak menghasilkan emisi yang besar apabila dibandingkan dengan menggunakan batu bara atau gas alam yang perlu proses pembakaran. Selain itu, penempatan panel surya lebih fleksibel karena dapat ditempatkan dimana saja, selama memiliki area yang cukup, sehingga keuntungan tersebut yang menjadi pertimbangan untuk mulai mengembangkan pemakaian panel surya pada bangunan (Hasanah et al., 2019).

Salah satu apartemen di Kota Jakarta, Apartemen X yang dibangun sejak tahun 2009 dan selesai pada tahun 2012 dan sudah beroperasi sejak tahun 2013 yang berlokasi di Jakarta Selatan. Apartemen X memiliki 3 tower dengan jumlah lantai sebanyak 18, 22 dan 26, dengan jumlah kapasitas unit sebanyak 379 unit. Konsumsi energi Apartemen X pada tahun 2020 sebesar 4.665.700 kWh, yang bilamana dikonversikan secara kasar biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 5.885.802.452 (per Desember-2020). Dengan tujuan untuk mengoptimalkan keuntungan dari kegiatan operasional pihak *building management* memiliki rencana untuk menggunakan panel surya sebagai salah satu alternatif dari sumber energi bangunan apartemen. Hal tersebut dapat menjadi permulaan yang baik bagi Apartemen X untuk mendukung penggunaan energi terbarukan pada Kota Jakarta.

Penggunaan panel surya diharapkan dapat mengurangi konsumsi energi dan biaya dari kegiatan operasional yang dilakukan oleh Apartemen X. Diharapkan dari alternatif penerapan sistem panel surya dapat menghasilkan konsumsi energi yang lebih rendah dan dapat menjadi salah satu investasi properti.

## 1.2. Rumusan Masalah

Pada bangunan Apartemen X terdapat permasalahan mengenai konsumsi energi yang menjadi perhatian bagi pihak management building. Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang disampaikan, maka berikut merupakan rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Bagaimana analisis perancangan sistem panel surya pada bangunan Apartemen X sebagai upaya konservasi energi?
2. Berapa potensi besaran efisiensi atas penerapan panel surya?
3. Bagaimana kelayakan penggunaan panel surya pada bangunan Apartemen X?

## 1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan menganalisis penggunaan panel surya pada struktur bangunan Apartemen X sebagai upaya konservasi energi.
2. Menghitung potensi besaran efisiensi atas penerapan panel surya pada bangunan Apartemen X.
3. Menganalisis kelayakan penggunaan panel surya pada bangunan Apartemen X.

## 1.4. Pembatasan Masalah

Cakupan mengenai penerapan sistem panel surya terhadap penggunaan energi perlu dibatasi, maka ruang lingkup serta batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data konsumsi energi menggunakan data 2020 yang diperoleh langsung dari *building management*.
2. Data sekunder menggunakan data angin milik BMKG dan data radiasi matahari milik NASA.

3. Analisis struktur dilakukan pada bagian atap dan kolom lantai paling atas.
4. Analisis struktur dilakukan tanpa memperhitungkan beban gempa.
5. Analisis kelayakan dilakukan pada aspek finansial.
6. Analisis finansial menggunakan nilai JIBOR (*Jakarta Interbank Offered Rate*) untuk bunga pinjaman bank.
7. Kenaikan tarif dasar listrik menggunakan asumsi nilai inflasi tahun 2020.

### 1.5. Sistematika Penulisan

Skripsi ini dibagi menjadi 5 (lima) bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

#### BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah serta sistematika penulisan.

#### BAB 2 : DASAR TEORI

Bab ini berisi teori-teori dan penjelasan yang mendukung dan menjadi dasar penelitian mengenai pemanasan global, analisis perhitungan konsumsi energi dan sistem panel surya serta perhitungan mengenai kelayakan finansial.

#### BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai prosedur dari penelitian, sumber dan teknik pengumpulan data, serta tahapan pengolahan data.

#### BAB 4 : ANALISIS DATA & PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai tahapan-tahapan mengolah data dengan metode perhitungan dan hasil dari implementasi alternatif yang diteliti. Diantaranya adalah perancangan sistem panel surya, pengecekan kekuatan struktur serta efisiensi dari sistem panel surya yang dirancang dan bagaimana hasil apabila sistem panel surya tersebut direalisasikan.

#### BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari seluruh rangkaian penelitian dan dari analisis yang sudah dilakukan, serta saran-saran terkait untuk penelitian lebih lanjut.

