

SKRIPSI 52

**INTEGRASI PANEL SURYA *THIN-FILM* SEBAGAI
SUMBER ENERGI ALTERNATIF TERBARUKAN
PADA FASAD HUNIAN KELAS ATAS
NIRVANA APARTMENT JAKARTA SELATAN**



**NAMA: RAYMOND TIMOTHY
NPM: 6111801159**

PEMBIMBING: IR. AMIRANI RITVA SANTOSO, M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 143/SK/BAN-
PT/AK-ISK/PT/IV/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN
Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

**BANDUNG
2022**

SKRIPSI 52

**INTEGRATION OF THIN-FILM SOLAR PANELS AS
RENEWABLE ALTERNATIVE ENERGY SOURCE
ON THE FACADE OF THE ELITE RESIDENCE OF
NIRVANA APARTMENT SOUTH JAKARTA**



**NAMA: RAYMOND TIMOTHY
NPM: 6111801159**

PEMBIMBING: IR. AMIRANI RITVA SANTOSO, M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 143/SK/BAN-
PT/AK-ISK/PT/IV/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN
Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

**BANDUNG
2022**

SKRIPSI 52

**INTEGRASI PANEL SURYA *THIN-FILM* SEBAGAI
SUMBER ENERGI ALTERNATIF TERBARUKAN
PADA FASAD HUNIAN KELAS ATAS
NIRVANA APARTMENT JAKARTA SELATAN**



**NAMA: RAYMOND TIMOTHY
NPM: 6111801159**

PEMBIMBING:

IR. AMIRANI RITVA SANTOSO, M.T.

PENGUJI:

**IR. MIRA DEWI PANGESTU, M.T.
DR. NANCY YUSNITA, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR**

Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 143/SK/BAN-PT/AK-ISK/PT/IV/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021

**BANDUNG
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI
(Declaration of Authorship)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Raymond Timothy
NPM : 6111801159
Alamat : Villa Melati Mas U6/19, Tangerang Selatan
Judul Skripsi : Integrasi Panel Surya *Thin-film* Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan Pada Fasad Hunian Kelas Atas Nirvana Apartment Jakarta Selatan

Dengan ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa:

1. Skripsi ini sepenuhnya adalah hasil karya saya pribadi dan di dalam proses penyusunannya telah tunduk dan menjunjung Kode Etik Penelitian yang berlaku secara umum maupun yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.
2. Jika dikemudian hari ditemukan dan terbukti bahwa isi di dalam skripsi ini, baik sebagian maupun keseluruhan terdapat penyimpangan-penyimpangan dari Kode Etik Penelitian antara lain seperti tindakan merekayasa atau memalsukan data atau tindakan sejenisnya, tindakan plagiarisme atau autoplagarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, 30 Juni 2022



Raymond Timothy

Abstrak

INTEGRASI PANEL SURYA *THIN-FILM* SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF TERBARUKAN PADA FASAD HUNIAN KELAS ATAS NIRVANA APARTMENT JAKARTA SELATAN

Oleh
Raymond Timothy
NPM: 6111801159

Indonesia sebagai negara yang terletak di garis khatulistiwa memiliki potensi besar memaksimalkan energi matahari melalui penerapan panel surya. Dalam rangka menyediakan cakupan permukaan panel surya yang lebih luas, integrasi panel surya pada sisi fasad bangunan, terutama pada bangunan tinggi, berpotensi mampu menghasilkan listrik sebagai sumber energi alternatif yang terbarukan. Perkembangan teknologi panel surya *thin-film* juga memungkinkan panel surya untuk dapat diintegrasikan secara lebih menyatu dengan elemen fasad lainnya. Namun, potensi tersebut belum sepenuhnya dapat direalisasikan secara maksimal di Indonesia.

Tujuan dari penelitian ini yaitu memaparkan studi untuk mengetahui potensi serta kendala integrasi panel surya terkhusus pada fasad dengan objek studi Nirvana Apartment, sebagai salah satu apartemen kelas atas di Jakarta, mewadahi penghuni dengan pendapatan perkapita tinggi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Data diperoleh melalui observasi lapangan serta simulasi Autodesk Revit plugin Insights.

Diperoleh kesimpulan bahwa penerapan teknologi panel surya *Thin-film* Cadmium Telluride (CdTe) pada fasad core lift timur dan barat serta *Thin-film Amorphous Silicon Glass Transparent Solar Panel* menggantikan panel kaca pada railing balkon Nirvana Apartment sebagai sumber energi alternatif dapat menghasilkan listrik selama periode satu tahun yang terhitung besar, yaitu 108.891 kWh atau setara dengan Rp 157 juta penghematan listrik pada tahun pertamanya. Namun secara keseluruhan, penerapan panel surya terkhusus pada fasad Nirvana Apartment dinilai belum sepenuhnya efektif, terutama dari sudut pandang ekonomi, karena hanya mampu memenuhi 5% dari estimasi total kebutuhan keseluruhan unit kamar apartemen dalam satu tahun. Hal tersebut disebabkan oleh tingginya estimasi konsumsi listrik Nirvana Apartment sebagai hunian kelas atas serta terbatasnya permukaan bangunan yang dapat diintegrasikan dengan panel surya berdasarkan desain fasad yang sudah ada, yaitu hanya 10,9% dari keseluruhan luas permukaan fasad bangunan.

Kata-kata kunci: Panel Surya, Energi Terbarukan, Fasad, *Thin-film*, Apartemen, Indonesia

Abstract

INTEGRATION OF THIN-FILM SOLAR PANELS AS RENEWABLE ALTERNATIVE ENERGY SOURCE ON THE FASADE OF THE ELITE RESIDENCE OF NIRVANA APARTMENT SOUTH JAKARTA

by

Raymond Timothy
NPM: 6111801159

As a country which located near the equator, Indonesia has great potential to maximize solar energy through the application of solar panels. In order to provide a wider surface coverage, solar panel integration on the building's facade, especially in high-rise buildings, has the potential to be utilized productively to generate electricity as a renewable alternative energy source. The development of thin-film solar panel technology also allows solar panels to be integrated more closely with other facade elements. However, this potential has not been fully realized in Indonesia.

The purpose of this study is to describe the potential and constraints of integrating solar panels, especially on the facade with the object of study, Nirvana Apartment, as one of the elite apartments in Jakarta which accommodate residents with high per capita income. This study uses an experimental method with a quantitative approach. The data were obtained through field observations and simulations of Autodesk Revit plugin Insights.

It was concluded that the application of Thin-film Cadmium Telluride (CdTe) solar panel technology on the east and west elevator core and Thin-film Amorphous Silicon Glass Transparent Solar Panel replacing the glass panels on the balcony railings of Nirvana Apartment can generate large amount of electricity as an alternative energy source for a period of one year, which is 108,891 kWh or equivalent to Rp. 157 million in electricity savings in the first year. However, the overall application of solar panels on the facade of the Nirvana Apartment is considered not to be fully effective, especially from an economic point of view, because it has only been able to meet 5% of its estimated electricity need for the entire apartment unit in one year. This is due to the high estimated electricity consumption of Nirvana Apartment as an elite apartment and the limited building surface that can be integrated with solar panels based on the existing facade design, which is limited only to 10.9% of the total surface area of the building's facade.

Keywords: *Solar Panel, Renewable Energy, Facade, Thin-film, Apartment, Indonesia*

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi yang tidak dipublikasikan ini, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI dan tata cara yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.

Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh skripsi haruslah seijin Rektor Universitas Katolik Parahyangan.



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir Program Studi Sarjana Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan. Selama proses penelitian berlangsung, penulis mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan, dan saran. Untuk itu rasa terima kasih sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada:

- Dosen pembimbing, Ir. Amirani Ritva Santoso, M.T. atas saran, pengarahan, dan masukan yang telah diberikan selama proses pembuatan skripsi.
- Dosen penguji, Ir. Mira Dewi Pangestu, M.T. dan Dr. Nancy Yusnita, S.T., M.T., atas masukan dan bimbingan yang diberikan.
- Orang tua yang telah memberikan dukungan selama proses pengerjaan skripsi
- Rekan-rekan regu KBI TM 3, atas masukan serta kerjasamanya selama kegiatan asistensi



Tangerang, 30 Juni 2022


Raymond Timothy

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.7. Kerangka Penelitian.....	7
1.8. Skematika Penulisan.....	8
BAB 2 DASAR INTEGRASI PANEL SURYA PADA APARTEMEN.....	9
2.1. Apartemen.....	9
2.1.1. Definisi Apartemen.....	9
2.1.2. Tipologi Apartemen.....	9
2.1.3. Karakteristik Penghuni Apartemen.....	11
2.1.4. IKE (Intensitas Konsumsi Energi) Listrik Apartemen.....	11
2.2. Pertimbangan Penerapan Panel Surya Terintegrasi Pada Fasad.....	12
2.2.1. Ketentuan Teknikal (Technical Requirements).....	12
2.2.2. Ketentuan Estetika (Aesthetical Requirements).....	16
2.2.3. Ketentuan Ekonomi (Economical Requirements).....	17
2.2.4. Ketentuan Sosial (Social Requirements).....	17
2.3. Tinjauan Umum Teknologi Panel Surya.....	18
2.3.1. Komponen Utama Panel Surya.....	18
2.3.2. Perkembangan Teknologi Panel Surya.....	18
2.3.3. Perkembangan Teknologi Panel Surya <i>Thin-film</i>	20

BAB 3 METODA PENELITIAN.....	29
3.1. Jenis Penelitian	29
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
3.3. Teknik Pengumpulan Data.....	30
3.4. Variabel Penelitian.....	34
3.5. Batasan Penelitian.....	34
3.6. Tahap Analisis Data dan Pengumpulan Data.....	35
3.7. Tahap Penarikan Kesimpulan	35
BAB 4 HASIL PENELITIAN PENERAPAN PANEL SURYA TERINTEGRASI PADA FASAD BANGUNAN NIRVANA APARTMENT	37
4.1. Batasan Penerapan Panel Surya Berdasarkan Karakteristik Bangunan dan Lingkungan	37
4.1.1. Batasan Tipologi Bangunan.....	37
4.1.2. Batasan Penerapan Panel Surya Oleh Massa Sekitar Bangunan	38
4.1.3. Batasan Penerapan Panel Surya Oleh Vegetasi Sekitar Bangunan..	39
4.2. Hasil Simulasi Insolasi Matahari Menggunakan Autodesk Revit Dengan Plugin Insight.....	41
4.2.1. Fluktuasi Insolasi Matahari Per Bulan Selama Satu Tahun.....	42
4.2.2. Hasil Simulasi Insolasi Matahari Pada Sisi Utara Bangunan	44
4.2.3. Hasil Simulasi Insolasi Matahari Pada Sisi Timur Bangunan	46
4.2.4. Hasil Simulasi Insolasi Matahari Pada Sisi Selatan Bangunan	48
4.2.5. Hasil Simulasi Insolasi Matahari Pada Sisi Barat Bangunan	50
4.3. Pengaruh Sudut Kemiringan Bidang Terhadap Insolasi Yang Diterima ...	52
4.4. Fisibilitas Instalasi Panel Surya Berdasarkan Insolasi Matahari Yang Diterima Setiap Sisi	55
4.5. Penerapan Panel Surya Dalam Bangunan Berdasarkan Simulasi dan Analisis	57
4.5.1. Penerapan Panel Surya Pada Sisi Core Lift Timur dan Barat.....	57
4.5.2. Penerapan Panel Surya Pada Balkon Unit Apartemen	60
4.6. Efektivitas Penerapan Panel Surya Pada Fasad Nirvana Apartment	63
4.6.1. Estimasi Konsumsi Listrik Apartemen Berdasarkan Luas Unit	63
4.6.2. Efektivitas Penerapan Panel Surya Berdasarkan Penggunaan Luas Permukaan Fasad Bangunan.....	63
4.6.3. Efektivitas Penerapan Panel Surya Berdasarkan Konsumsi Listrik Tahunan	64

4.6.4. Efektivitas Penerapan Panel Surya Berdasarkan Konsumsi Listrik Elevator, Listrik dan Stop Kontak, atau HVAC Bangunan	64
4.6.5. Efektivitas Penghematan Biaya Listrik Tahunan Berdasarkan Kuantitas Listrik yang Dapat Diproduksi	65
4.6.6. Pembahasan Potensi dan Kendala Penerapan Panel Surya Pada Fasad Nirvana Apartment	65
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1. Kesimpulan	71
5.2. Saran	73
GLOSARIUM.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN.....	78



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Massa Bangunan Nirvana Apartment Jakarta Selatan	2
Gambar 1.2 Tampilan Bangunan Nirvana Apartment	4
Gambar 1.3 Rencana Blok Nirvana Apartment	5
Gambar 1. 4 Denah Tipikal Unit Nirvana Apartment.....	6
Gambar 1. 5 Denah Tipikal Unit Nirvana Apartment.....	6
Gambar 1. 6 Kerangka Penelitian	7
Gambar 2. 1 Pengguna Energi Signifikan di Gedung Komersial	12
Gambar 2. 2 Ilustrasi Pergerakan Semu Matahari	13
Gambar 2. 3 Ilustrasi Pergerakan Semu Matahari di Indonesia.....	13
Gambar 2. 4 Panel Surya Monokristalin (kiri) dan Polikristalin (kanan)	19
Gambar 2. 5 Panel Surya <i>Thin-film</i>	19
Gambar 2. 6 Perbandingan susunan atom.....	20
Gambar 2. 7 Struktur lapisan Solar Cell CdTe	21
Gambar 2.8 Modul First Solar Series 6.....	22
Gambar 2.9 Konektor Modul (kiri) Metode Instalasi (kanan).....	22
Gambar 2.10 Preseden hasil instalasi panel surya CdTe First Solar pada fasad.....	22
Gambar 2.11 Ilustrasi Panel Surya Amorf pada substrat material polimer.....	23
Gambar 2.12 Figur skematik P-i-N Junction	23
Gambar 2.13 Panel Surya Onyx Solar 636BN.....	25
Gambar 2.14 Connector panel surya tipe Edge Junction Box	25
Gambar 2.15 Edge Junction Box Onyx Solar.....	26
Gambar 2.16 Panel surya thin film silikon amorf pada railing di Shanghai	26
Gambar 2.17 Kaca panel surya pada bus stop di Zaragoza, Spanyol.....	27
Gambar 2.18 Photovoltaic Skylight.....	27
Gambar 3.1 Tampilan Nirvana Apartment	29
Gambar 3.2 Aplikasi Autodesk.....	30
Gambar 3. 3 Diagram mata angin	30
Gambar 3.4 Program Tab Revit 2020	31
Gambar 3.5 Peta Stasiun Cuaca sesuai Autodesk Revit	31
Gambar 3.6 Panel utama revit.....	31
Gambar 3.7 Pengaturan notasi	33
Gambar 3.8 Spektrum Visible Color sebagai patokan indikator warna.....	33

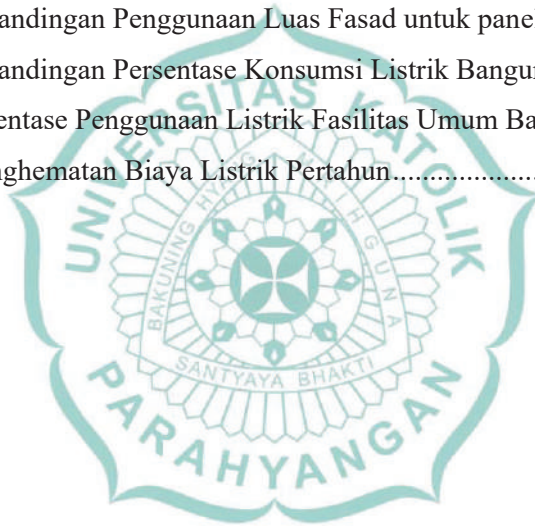
Gambar 4.1 Ilustrasi radius massa bangunan tinggi sekitar	38
Gambar 4.2 Apartment Kemang Jaya	38
Gambar 4.3 Kemang Village	39
Gambar 4.4 Peletakan Vegetasi Besar	39
Gambar 4.5 Vegetasi Tapak sisi selatan (kiri) dan barat daya (kanan).....	40
Gambar 4.6 Vegetasi Tapak Sisi Utara	40
Gambar 4.7 Ilustrasi ketinggian minimum instalasi solar panel	40
Gambar 4.8 Grafik pergerakan matahari dalam 1 tahun	41
Gambar 4.9 Isometri Hasil Simulasi Insolasi matahari tahunan pada bangunan	41
Gambar 4.10 Grafik fluktuasi insolasi matahari	42
Gambar 4.11 Ilustrasi pembagian durasi pencahayaan pada sisi utara dan selatan	43
Gambar 4.12 Hasil simulasi insolasi matahari pada sisi barat	44
Gambar 4.13 Profil Balkon Sisi Utara	45
Gambar 4.14 Balkon apartemen.....	45
Gambar 4.15 Perspektif Tampilan Bangunan Sisi Utara	45
Gambar 4.16 Hasil Simulasi Insolasi Matahari Tahunan Sisi Timur.....	46
Gambar 4.17 Perbesaran gambar ilustrasi insolasi matahari tahunan pada sisi timur	46
Gambar 4.18 Perbesaran ilustrasi insolasi matahari sisi timur	47
Gambar 4.19 Perspektif tampilan bangunan sisi timur	47
Gambar 4.20 Ilustrasi Insolasi Matahari Sisi Selatan	48
Gambar 4.21 Insolasi Matahari pada bagian tertentu sisi selatan	48
Gambar 4.22 Detail Ilustrasi insolasi matahari sisi selatan.....	49
Gambar 4.23 Perpektif Tampilan Bangunan Sisi Selatan	49
Gambar 4.24 Ilustrasi Insolasi Matahari Tahunan Sisi Timur	50
Gambar 4.25 Ilustrasi Insolasi Matahari Tahunan Sisi Timur	51
Gambar 4.26 Ilustrasi Insolasi Matahari Tahunan Sisi Timur	51
Gambar 4. 27 Perspektif Tampilan Bangunan Sisi Barat	51
Gambar 4.28 Notasi sudut panel surya	52
Gambar 4.29 Grafik Insolasi setiap bidang kemiringan sudut 0-90 derajat selama 1 tahun per meter persegi.....	54
Gambar 4.30 Grafik akumulasi kuantitas insolasi matahari yang diterima bidang berdasarkan luas permukaan yang dapat digunakan	54
Gambar 4.31 Gagasan penerapan Thin Film Cadmium Telluride Solar Panel	57

Gambar 4. 32 Metode instalasi panel surya	58
Gambar 4. 33 Ilustrasi Peletakan Panel Surya CdTe Pada Core Lift.....	58
Gambar 4. 34 Letak Instalasi Panel Surya Pada Panel Kaca Railing Balkon	60
Gambar 4. 35 Ilustrasi Lokasi Peletakan Panel Surya Pada Railing.....	60
Gambar 4. 36 Posisi Instalasi Panel Surya Transparent a-Si	61
Gambar 4. 37 Teknik instalasi berdasarkan spesifikasi produk.....	61
Gambar 4. 38 Perbandingan Energi yang dapat dihasilkan panel surya	66
Gambar 4.39 Konsumsi Listrik Per Kapita Indonesia	69



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Akumulasi Mechanism Loss Pertahun.....	16
Tabel 3. 1 Tabel metode simulasi menggunakan Autodesk Revit Plugin Insight.....	32
Tabel 3. 2 Tabel Tahapan Penelitian.....	35
Tabel 4. 1 Tabel fluktuasi insolasi matahari rata rata harian setiap bulannya pada setiap sisi bangunan sepanjang tahun berdasarkan simulasi Autodesk Insight	42
Tabel 4. 2 Tabel hasil simulasi variasi sudut kemiringan	52
Tabel 4. 3 Estimasi Skema Payback Period.....	56
Tabel 4. 4 Tabel Produksi Energi Listrik Pada Sisi Barat Dan Timur	59
Tabel 4. 5 Tabel Kalkulasi Energi Listrik yang Dihasilkan.....	62
Tabel 4. 6 Tabel Kalkulasi konsumsi listrik berdasarkan luas unit apartemen	63
Tabel 4. 7 Tabel Perbandingan Penggunaan Luas Fasad untuk panel surya.....	63
Tabel 4. 8 Tabel Perbandingan Persentase Konsumsi Listrik Bangunan.....	64
Tabel 4. 9 Tabel Persentase Penggunaan Listrik Fasilitas Umum Bangunan	64
Tabel 4. 10 Tabel Penghematan Biaya Listrik Pertahun.....	65



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Brosur Spesifikasi Panel Surya CdTe First Solar Series 6	78
Lampiran 2 Brosur Spesifikasi Panel Surya CdTe First Solar Series 6	79
Lampiran 3 Brosur Spesifikasi Panel Surya a-Si Onyx Solar.....	80
Lampiran 4 Brosur Spesifikasi Panel Surya a-Si Onyx Solar.....	81
Lampiran 5 Denah Arsitektural Lantai Dasar Nirvana Apartment	82
Lampiran 6 Denah Tipikal Unit Kamar Nirvana Apartment	82
Lampiran 7 Denah Tipikal Unit Kamar Nirvana Apartment	82
Lampiran 8 Tampak Depan Nirvana Apartment.....	83
Lampiran 9 Tampak Samping Nirvana Apartment.....	83
Lampiran 10 Model Tiga Dimensi Autodesk Revit.....	84
Lampiran 11. Tabel Skema Break Even Point (BEP) Pada Sisi Utara Bangunan Nirvana Apartment Jakarta Selatan.....	85
Lampiran 12. Tabel Skema Break Even Point (BEP) Pada Sisi Selatan Bangunan Nirvana Apartment Jakarta Selatan	85
Lampiran 13. Tabel Skema Break Even Point (BEP) Pada Sisi Barat Bangunan Nirvana Apartment Jakarta Selatan.....	86
Lampiran 14. Tabel Skema Break Even Point (BEP) Pada Sisi Timur Bangunan Nirvana Apartment Jakarta Selatan.....	86

GLOSARIUM

Building-Integrated Photovoltaics (BIPV):

Teknologi yang mengintegrasikan elemen panel surya ke dalam bangunan untuk menghasilkan listrik

Break Even Point (BEP):

Titik keseimbangan hasil dari pendapatan dan modal yang dikeluarkan, sehingga tidak terjadi kerugian atau keuntungan.

Insolasi:

Radiasi matahari yang tiba di permukaan bumi per satuan luas dan waktu.

Radiasi:

Setiap proses di mana energi bergerak tanpa melalui media atau melalui ruang, dan akhirnya diserap oleh benda lain.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Berdasarkan data Perusahaan Listrik Negara (PLN) tahun 2019, tercatat konsumsi listrik tertinggi di Jakarta berdasarkan pengelompokan pelanggan dicapai oleh sektor rumah tangga dengan tingkat konsumsi hingga 13,2 gigawat atau sekitar 20% dari total konsumsi listrik Jakarta per tahunnya. Pertimbangan lainnya dari aspek keberlanjutan serta persediaan cadangan energi fosil yang terus menipis memunculkan urgensi adanya inovasi baru dalam sektor energi terbarukan sebagai sumber energi alternatif di Indonesia.

Indonesia sebagai negara yang terletak di garis khatulistiwa pada dasarnya juga memiliki potensi besar dalam memaksimalkan energi surya sebagai sumber energi terbarukan. Sinar matahari dapat diterima secara optimal hampir pada seluruh bagian Indonesia sepanjang tahunnya sehingga berpotensi tinggi mampu menghasilkan listrik secara konsisten dalam jangka waktu yang relatif panjang. Dalam kondisi puncak atau posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan panel surya di Indonesia seluas satu meter persegi akan mampu mencapai 900 hingga 1000 Watt (Jatmiko, 2011). Asosiasi Energi Surya Indonesia (AESI) menyatakan, hingga Maret 2021, pertumbuhan angka sel surya di Indonesia mencapai 486,49% dalam kurun waktu 3 tahun.

Peran panel surya dalam menghadirkan sumber energi terbarukan semakin meningkat didukung oleh perkembangan teknologi panel surya *thin-film* yang membuka peluang pengaplikasian pada bangunan yang beragam, baik pada bidang massif hingga transparan. Pengembangan teknologi *Thin-film* memungkinkan metode produksi yang efisien dengan limbah bahan lebih minim, biaya yang lebih terjangkau, serta waktu pengembalian energi yang lebih menguntungkan. Teknologi *Thin-film* kini juga sudah matang untuk diproduksi secara massal beserta standarisasi mesin-mesin produksi yang dibutuhkan, sehingga berpotensi seiring berjalannya waktu, teknologi panel surya *Thin-film* akan memiliki LCOE (*Level Cost of Electricity*) yang lebih murah dibandingkan panel surya *crystalline* (Powalla, 2018).

Dalam rangka menyediakan cakupan permukaan yang lebih luas, penerapan panel surya terintegrasi pada sisi fasad bangunan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber

energi alternatif terbarukan. Penerapan panel surya pada fasad menjadi opsi yang menarik untuk diterapkan mengingat semakin tinggi sebuah bangunan, semakin luas pula permukaan fasad yang dimiliki yang dapat dipergunakan untuk peletakan panel surya, sehingga fasad bangunan berpeluang untuk dapat digunakan sebagai elemen bangunan yang produktif menghasilkan listrik serta berkontribusi mengurangi emisi karbon oleh bangunan.

1.2. Perumusan Masalah

Terlepas dari potensi geografis, perkembangan teknologi panel surya, serta kebutuhan listrik yang terus meningkat, penerapan panel surya terintegrasi pada fasad bangunan saat ini belum dapat direalisasikan secara maksimal di Indonesia. Penerapannya seringkali dibatasi oleh persepsi masyarakat yang masih tabu akan penerapan panel surya serta kesulitan dalam memenuhi tuntutan dari segi desain, teknis, serta ekonomi. Minimnya studi yang mengkaji penerapan panel surya, terutama pada sisi fasad, juga menghambat penerapan panel surya yang lebih luas pada fasad bangunan di Indonesia.

Penelitian ini ditujukan untuk memaparkan kajian lebih lanjut mengenai potensi penerapan panel surya pada fasad bangunan serta kendala yang membatasi perkembangannya di Indonesia. Untuk memberikan solusi yang relevan, penelitian ini difokuskan untuk meneliti bangunan di Jakarta sebagai kawasan yang dinilai memiliki tingkat konsumsi listrik dan pendapatan perkapita tertinggi di Indonesia.



Gambar 1.1 Massa Bangunan Nirvana Apartment Jakarta Selatan
Sumber: Archdaily

Objek studi yang diangkat dalam penelitian ini yaitu Nirvana Apartment, sebagai salah satu apartemen eksklusif di Jakarta yang tergolong hunian vertikal kelas atas, mewadahi penghuni dengan pendapatan perkapita tinggi dengan tingkat konsumsi listrik yang tinggi pula. Melalui kajian penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif

pada Nirvana Apartment dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mengurangi emisi karbon secara tepat sasaran di Jakarta.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang sebagai berikut, maka pertanyaan penelitian yang muncul antara lain:

1. Bagaimana potensi penerapan panel surya yang terintegrasi dengan letak geografis serta desain fasad Nirvana Apartment?
2. Bagaimana potensi penerapan teknologi panel surya *thin-film* pada bangunan Nirvana Apartment?
3. Bagaimana efektivitas terkait integrasi panel surya pada fasad Nirvana Apartment sebagai sumber energi alternatif terbarukan?

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Memaparkan gagasan integrasi panel surya pada fasad Nirvana Apartment berdasarkan letak dan kondisi geografis terintegrasi dengan karakteristik arsitektural bangunan.
2. Menjabarkan eksplorasi teknologi panel surya *thin-film* yang telah dikembangkan.
3. Memaparkan efektivitas integrasi panel surya pada fasad bangunan sebagai sumber energi alternatif terbarukan pada Nirvana Apartment.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan manfaat secara keilmuan dan praktis sebagai berikut:

a. Kontribusi Keilmuan/Akademik:

- Memaparkan pengetahuan mengenai pertimbangan dalam mengintegrasikan panel surya pada fasad bangunan tipologi apartemen.
- Memperkaya pengetahuan terkait perkembangan teknologi panel surya *thin-film*.
- Meningkatkan eksistensi serta kesadaran akan urgensi penerapan panel surya sebagai sumber energi terbarukan.

b. Kontribusi Praktis:

- Memberikan usulan penerapan teknologi panel surya *thin-film* pada fasad Nirvana Apartment sesuai letak geografis dan karakteristik arsitektural bangunan berdasarkan kajian dan simulasi.
- Memaparkan potensi serta kendala penerapan panel surya pada bangunan Nirvana Apartment.

1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pembahasan sebagai berikut:

1.6.1 Lingkup Penelitian

Lingkup pembahasan penelitian ini meneliti potensi serta kendala penerapan panel surya pada fasad bangunan Nirvana Apartment dengan mempertimbangkan efektivitas, efisiensi, serta integrasi tampilan panel surya dengan bangunan eksisting.

1.6.2 Lingkup Objek Studi

Objek studi yang diangkat adalah Nirvana Apartment, Jakarta Selatan, berdasarkan pertimbangan upaya meningkatkan eksistensi BIPV untuk bangunan hunian kelas atas.



Gambar 1.2 Tampilan Bangunan Nirvana Apartment
Sumber: prime360.id

Nama Bangunan	: Nirvana Apartment
Arsitek	: Aboday Architects
Tipe Bangunan	: Apartemen
Lokasi Bangunan	: Jl. Kemang Raya No.72, RT.11/RW.2, Bangka, Kec. Mampang Prpt., Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 12730
Tinggi Bangunan	: 17 Lantai + 2 Lantai Basement (B1 dan B2)
Total Unit Tersedia	: 56 Unit Kamar
Tahun Peresmian	: 2009

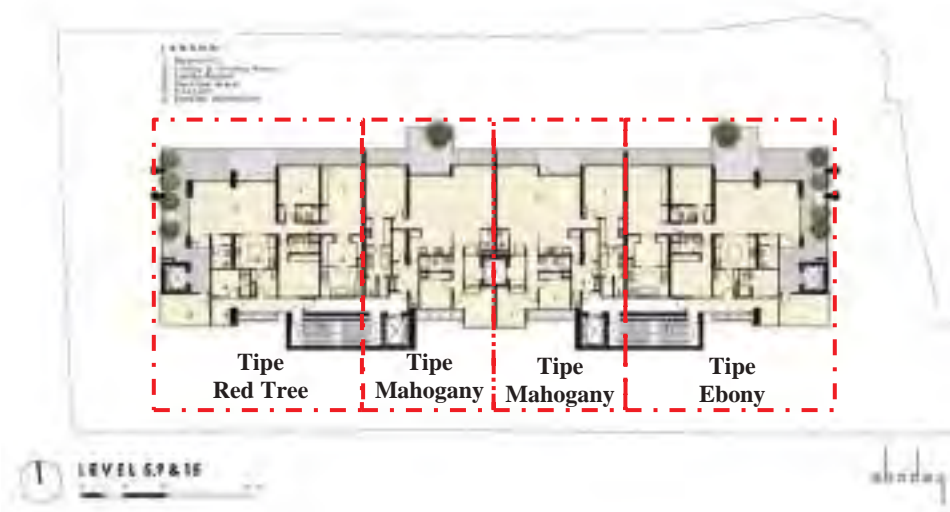


Gambar 1.3 Rencana Blok Nirvana Apartment
Sumber: Google Earth, 2022

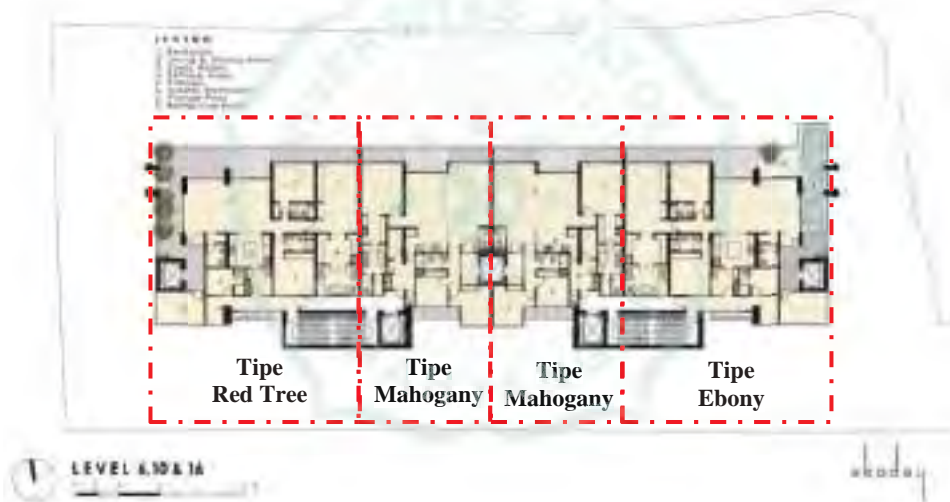
Nirvana Apartment menyediakan berbagai fasilitas yang lengkap dan mewah. Terdapat ruang serbaguna, kolam renang, taman bermain anak, lapangan tenis dan basket, sauna, *jogging track*, pusat kebugaran, serta lift pribadi untuk setiap penghuninya dengan sistem keamanan 24 jam yang sudah dilengkapi dengan CCTV.

Nirvana Apartment merupakan apartment milik perseorangan yang dihuni mayoritas oleh keluarga yang tergolong dalam kelas sosio-ekonomi tinggi. Nirvana Apartment menyediakan 56 unit kamar yang keseluruhannya merupakan jenis apartemen 3 *Bedroom*. Unit kamar terbagi atas 4 tipe berdasarkan luas tipe unit antara lain:

- **Tipe Mahogany** : 198 m²; terdapat 28 unit
Terdapat 3 kamar tidur, 3 kamar mandi, 1 kamar pembantu, 1 kamar mandi pembantu, ruang tamu, dapur, balkon memanjang menghadap arah utara.
- **Tipe Red Tree** : 303 m²; terdapat 13 unit
Terdapat 3 kamar tidur, 3 kamar mandi, 1 kamar pembantu, 1 kamar mandi pembantu, ruang tamu, dapur, dan *study room*.
- **Tipe Ebony** : 303 m²; terdapat 13 unit
Terdapat 3 kamar tidur, 3 kamar mandi, 1 kamar pembantu, 1 kamar mandi pembantu, ruang tamu, dapur, *study room*, *private pool*.
- **Penthouse** : 545 m²; terdapat 2 unit
Terdapat 3 kamar tidur, 5 kamar mandi (1 powder room), 1 kamar pembantu, 1 kamar mandi pembantu, ruang tamu, dapur, *study room*, balkon unit menghadap utara, rooftop private pool.



Gambar 1. 4 Denah Tipikal Unit Nirvana Apartment
Sumber: Archdaily



Gambar 1. 5 Denah Tipikal Unit Nirvana Apartment
Sumber: Archdaily

1.7. Kerangka Penelitian



Gambar 1. 6 Kerangka Penelitian

1.8. Skematika Penulisan

BAB I – PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisikan latar belakang penelitian yang meliputi latar belakang pemilihan topik serta objek penelitian, perumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, dan manfaat

BAB II – DASAR INTEGRASI PANEL SURYA PADA APARTEMEN

Bab ini merupakan penjabaran mengenai definisi, tipologi, dan karakteristik penghuni apartemen, tinjauan umum panel surya mengenai komponen utama panel surya, perkembangan teknologi panel surya, masa depan perkembangan panel surya, perkembangan panel surya *thin-film*, dan faktor-faktor teknis yang mempengaruhi efisiensi panel surya, serta potensi, strategi dan pertimbangan penerapan panel surya.

BAB III – METODE PENELITIAN

Bab ini menjabarkan mengenai jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, serta teknik pengumpulan data, variabel dalam penelitian, batasan penelitian, serta tahapan analisis dan teknik penarikan kesimpulan.

BAB IV – HASIL PENELITIAN PENERAPAN PANEL SURYA TERINTEGRASI PADA FASAD BANGUNAN NIRVANA APARTMENT

Bab ini berisikan hasil analisis tipologi, massa dan vegetasi sekitar bangunan, analisis simulasi insolasi matahari menggunakan software Autodesk Revit dengan Plugin Insight, analisis pengaruh sudut kemiringan terhadap insolasi yang diterima, analisis fisibilitas, penerapan panel surya pada bangunan, serta analisis efektivitas penerapan panel surya pada fasad bangunan Nirvana Apartment.

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran berdasarkan analisis yang sudah dilaksanakan terkait pemasangan panel surya pada fasad Nirvana Apartment