

SKRIPSI 54

**APLIKASI PANEL SURYA
UNTUK MENDUKUNG PEMANFAATAN
ENERGI TERBARUKAN PADA FASAD BANGUNAN
GRHA UNILEVER BSD TANGERANG**



**NAMA : VEBRIELA STEVANI
NPM : 6111901176**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**
Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 1998/SK/BAN-
PT/Ak.Ppj/PT/XII/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN
Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021

**BANDUNG
2023**

SKRIPSI 54

**APLIKASI PANEL SURYA
UNTUK Mendukung Pemanfaatan
ENERGI TERBARUKAN PADA FASAD BANGUNAN
GRHA UNILEVER BSD TANGERANG**



**NAMA : VEBRIELA STEVANI
NPM : 6111901176**

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 SARJANA ARSITEKTUR**

Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 1998/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/XII/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021

**BANDUNG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI *(Declaration of Authorship)*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Vebriela Stevani
NPM : 6111901176
Alamat : Griya Inti Sentosa, Jl Griya Elok Blok O no 5, Jakarta
Judul Skripsi : Aplikasi Panel Surya untuk Mendukung Pemanfaatan Energi
Terbarukan pada Fasad Bangunan Grha Unilever BSD Tangerang

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 di kemudian 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, 6 Juli 2023



Vebriela Stevani

Abstrak

APLIKASI PANEL SURYA UNTUK Mendukung Pemanfaatan Energi Terbarukan pada Fasad Bangunan Grha Unilever BSD Tangerang

Oleh
Vebruela Stevani
NPM: 6111901176

Konsumsi energi listrik yang besar menyebabkan sumber daya alam tak terbarukan menjadi langka sehingga manusia berupaya melakukan penghematan energi dengan mengembangkan energi terbarukan. Grha Unilever terletak di *Green Office Park*, BSD, Tangerang telah mendapatkan *Platinum GreenShip Certificate* sebagai bangunan hijau oleh *Green Building Council Indonesia (GBCI)*. Grha Unilever berkomitmen untuk mencapai 100% energi listrik terbarukan pada tahun 2030 dengan terus meningkatkan kapasitas penggunaan panel surya pada atap bangunan setiap tahunnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendukung cita-cita Grha Unilever dengan memberikan usulan penggunaan panel surya pada fasad bangunan.

Panel surya atau panel fotovoltaik bekerja menangkap sinar matahari sebagai sumber energi radiasi dan merubahnya menjadi energi listrik. Panel surya dipasang dengan sistem *Building Attached PhotoVoltaics (BAPV)* sebagai elemen tambahan tanpa mengubah struktur bangunan yang sudah ada. Penelitian dilakukan menggunakan metode kuantitatif-eksperimental dengan simulasi *Rhinoceros*, *Grasshopper*, dan plugin *Ladybug*. Simulasi dilakukan untuk menemukan konfigurasi penyusunan panel surya yang paling optimal dikaitkan dengan orientasi, kemiringan panel, jarak antar panel, dan sirip pembayang eksisting fasad Grha Unilever.

Hasil simulasi menunjukkan sisi yang berpotensi sebagai penempatan panel surya adalah sisi Timur, Barat, dan Utara dengan lama penyinaran matahari per hari di atas lima jam dan insolasi matahari di atas 600 kWh/m² per tahun. Upaya untuk tidak merubah visual fasad namun, tetap ingin mempertimbangkan perolehan jumlah energi matahari, maka dihasilkan beberapa variasi dalam pemasangan panel surya. Sudut kemiringan panel 2° untuk variasi yang tidak merubah visual fasad namun akan kurang mempertimbangkan perolehan energi. Variasi ini menghasilkan energi sebesar 45,478.198 kWh/tahun atau 2.09% dari total konsumsi energi bangunan per tahun. Kemudian, sudut kemiringan panel 15° untuk variasi yang mengubah visual fasad namun mempertimbangkan perolehan energi. Variasi ini menghasilkan energi sebesar 71,020.90 kWh/tahun atau 3.27% dari total konsumsi energi bangunan per tahun. Secara arsitektural tampak panel surya akan 2x lebih lebar sirip pembayang sehingga dapat berpengaruh pada cahaya matahari yang masuk kedalam ruang dalam.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah untuk lebih dalam mempertimbangkan dari aspek arsitektural sehingga panel surya lebih terintegrasi dengan semua aspek. Mengikuti perkembangan teknologi terbaru, panel surya dan sirip pembayang dapat dirancang secara kinetik untuk memberikan hasil yang lebih optimal dan visual yang atraktif. Serta dapat memanfaatkan potensi energi terbarukan lainnya untuk mendukung target Grha Unilever.

Kata-kata kunci: panel surya, fasad, bangunan tinggi, energi terbarukan, kantor,



Abstract

SOLAR PANEL APPLICATIONS TO SUPPORT THE UTILIZATION OF RENEWABLE ENERGY ON THE FAÇADE GRHA UNILEVER BSD TANGERANG

by

Vebriela Stevani
NPM: 6111901176

The large consumption of electrical energy causes non-renewable natural resources to become scarce, so humans try to save energy by developing renewable energy. Grha Unilever, located in Green Office Park, BSD, Tangerang, managed to get a Platinum Greenship Certificate from the Green Building Council Indonesia (GBCI) as a green building. Grha Unilever is committed to achieve the target of 100% renewable electricity within 2030 by increasing the capacity to use solar panels on building roofs every year. This research aims to support the ideals of Grha Unilever by proposing the use of solar panels on building facades.

Solar panels, or photovoltaic panels, work by capturing sunlight as a source of radiant energy and converting it into electrical energy. Solar panels are installed with the Building Attached Photovoltaics (BAPV) system as an additional element without changing the existing building structure. The research was conducted using an experimental method with a quantitative approach with the help of the simulation programs Rhinoceros, Grasshopper, and the Ladybug plugin. Simulations were carried out to find the most optimal arrangement of solar panels at Grha Unilever concerning orientation, the distance between panels, and shading fins already installed on the facade.

The simulation results show East, West, and North sides have the potential for placing solar panels with a daily sunshine duration of more than 5 hours and solar insolation above 600 kWh/m² per year. Efforts to not change the visual facade but still want to consider the acquisition of the amount of solar energy, several variations are produced in the installation of solar panels. Panel tilt angle of 2° do not change the visual facade but will not consider energy gain. This variation produces energy of 45,478.198 kWh/year or 2.09% of the total building energy consumption per year. Then, the angle of the panel is 15° change the visual facade but consider energy gain. This variation produces energy of 71,020.90 kWh/year or 3.27% of the total building energy consumption per year. From an architectural point of view, it appears that the solar panel will be 2x wider with the shading fins so that it can affect the sunlight entering the interior.

Suggestions for further research are to consider more deeply from the architectural aspect so that solar panels are more integrated with all aspects. Following the technological developments, solar panels and shading fins can be designed kinetically to provide more optimal and visually attractive results. Along with being able to take advantage of other renewable energy potentials to support Grha Unilever's target.

Keywords: solar panel, facade, high-rise building, renewable energy, office

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 seizin 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 segala bimbingan, tenaga, dan waktu selama proses pengerjaan skripsi ini.
- Dosen penguji, **Dr. Nancy Yusnita Nugroho, S.T., M.T.**, dan **Ir. Mira Dewi Pangestu, M.T.**, atas masukan dan bimbingan yang diberikan.



Bandung, 6 Juli 2023

Vebriela Stevani



DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Abstract.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pertanyaan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.7 Kerangka Penelitian.....	5
1.8 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Bangunan Gedung – Perkantoran.....	8
2.1.1 Geometri Bangunan Grha Unilever	8
2.1.2 Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Perkantoran.....	11
2.2 Matahari.....	13
2.2.1 Radiasi Matahari.....	13
2.2.2 Pergerakan Matahari.....	13
2.3 Panel Surya.....	15

2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya.....	17
2.3.2 Sudut Kemiringan Panel.....	18
2.3.3 Jenis Panel Surya.....	19
2.3.4 Building Applied Photovoltaics (BAPV)	20
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2.1 Tempat Penelitian	23
3.2.2 Waktu Penelitian.....	23
3.3 Teknik Pengumpulan Data	23
3.3.1 Data Primer - Observasi Bangunan	23
3.3.2 Data Sekunder.....	23
3.4 Variabel Penelitian	33
3.4.1 Variabel Tetap	33
3.4.2 Variabel Bebas.....	33
3.5 Tahap Analisis Data	33
3.6 Tahap Penarikan Kesimpulan.....	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1. Hasil Pengamatan Objek Studi.....	37
4.1.1. Data Umum.....	37
4.1.2 Data Kondisi Tapak Sekitar Bangunan.....	40
4.1.3 Data Kondisi Fisik Bangunan.....	41
4.1.4 Simulasi Insolasi Matahari dan Durasi Jam Penyinaran Matahari Per Tahun.....	44
4.2. Hasil Simulasi Insolasi Matahari Selama Satu Tahun.....	45
4.2.1 Insolasi Matahari pada Sisi Utara	47
4.2.2 Insolasi Matahari Pada Sisi Timur.....	48

4.2.3 Insolasi Matahari pada Sisi Selatan	49
4.2.4 Insolasi Matahari pada Sisi Barat	49
4.3 Hasil Simulasi Durasi Jam Penyinaran Matahari Tahunan terhadap Fasad	50
4.3.1 Durasi Jam Penyinaran Matahari pada Sisi Utara	52
4.3.2 Durasi Jam Penyinaran Matahari pada Sisi Timur	53
4.3.3 Durasi Jam Penyinaran Matahari pada Sisi Selatan.....	54
4.3.4 Durasi Jam Penyinaran Matahari pada Sisi Barat.....	56
4.4 Rekap Hasil Simulasi Penentuan Sisi Bangunan untuk Pemasangan Panel Surya pada Fasad Grha Unilever	56
4.5 Integrasi Panel Surya dengan Fasad Grha Unilever	57
4.5.1 Detail Sirip Pembayang	59
4.5.2 Simulasi Sudut Kemiringan Panel.....	60
4.5.3 Simulasi Jarak antar Panel Surya.....	62
4.5.4 Simulasi Penghilangan Satu Sirip Pembayang di atas dan di bawah Panel	65
4.5.5 Rekap Variasi Integrasi Panel Surya dengan Sirip Pembayang.....	68
4.5.6 Konstruksi Panel Surya.....	69
4.6 Perhitungan Efektivitas Implementasi Panel Surya pada Grha Unilever	70
4.6.1 Efektivitas Penerapan Panel Surya Berdasarkan Konsumsi Listrik Tahunan	74
4.7 Aspek Arsitektural dari Hasil Pemasangan Panel Surya pada Fasad	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA.....	89
LAMPIRAN	91



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grha Unilever, BSD, Tangerang.....	2
Gambar 1.2 Poin Platinum GBCI Grha Unilever	2
Gambar 1.3 Panel Surya pada Atap Bangunan Grha Unilever.....	3
Gambar 1. 4 Kerangka Penelitian.....	5
Gambar 2. 1 Kerangka Teori.....	7
Gambar 2. 2 Perbedaan Bentuk Setiap Lantai Grha Unilever	8
Gambar 2. 3 Bentuk Massa Bangunan Grha Unilever.....	9
Gambar 2. 4 Green Pockets	9
Gambar 2. 5 Ilustrasi Sunpath Grha Unilever.....	10
Gambar 2. 6 Sirip pada Fasad.....	10
Gambar 2. 7 Potongan Perspektif Bangunan Grha Unilever	11
Gambar 2. 8 Intensitas Konsumsi Energi Gedung Perkantoran	11
Gambar 2. 9 Konsumsi Energi Grha Unilever 2016-2018	12
Gambar 2. 10 Konsumsi Energi Grha Unilever 2019-2021	12
Gambar 2. 11 Konsumsi Energi dan Total Energi yang Dihasilkan Panel Surya Grha Unilever	12
Gambar 2. 12 Ilustrasi radiasi energi matahari yang diserap dan dipantulkan oleh permukaan bumi	13
Gambar 2. 13 Garis Latitude and Longitude	14
Gambar 2. 14 Pergerakan Matahari dari Garis Khatulistiwa.....	14
Gambar 2. 15 Komponen Modul Surya.....	16
Gambar 2. 16 Prinsip Kerja Sel Surya.....	16
Gambar 2. 17 Sistem Panel surya.....	17
Gambar 2. 18 Jenis dan Efisiensi Panel Surya.....	18
Gambar 2. 19 Monocrystalline Silicon PV Module	19
Gambar 2. 20 Design of Solar Modules for Building Façades at Educational Facilities in Korea.....	21
Gambar 2. 21 Teknis Pemasangan Panel Surya pada Fasad.....	22
Gambar 2. 22 Panel Surya pada Fasad Bangunan Netherlands Energy Research Foundation Building 31	22

Gambar 3. 1 Diagram Alur Kerja Penelitian	24
Gambar 3. 2 Tampilan Model 3D pada Rhino.....	25
Gambar 3. 3 Command Grasshopper.....	25
Gambar 3. 4 Install Plugin Ladybug.....	26
Gambar 3. 5 EPW Map.....	26
Gambar 3. 6 Skrip Generasi Input EPW	27
Gambar 3. 7 Skrip Generasi Tahap 6 Simulasi Sunpatth.....	28
Gambar 3. 8 Skrip Generasi Tahap 7 Simulasi SunHours.....	29
Gambar 3. 9 Tampilan Simulasi SunHours	29
Gambar 3. 10 Skrip Generasi Keseluruhan Simulasi SunHours.....	30
Gambar 3. 11 Skrip Generasi Komponen Sky Matrix.....	31
Gambar 3. 12 Skrip Generasi Komponen Incident Radiation	31
Gambar 3. 13 Skrip Generasi Keseluruhan Simulasi Sun Radiation.....	32
Gambar 3. 14 Brep Simulasi Kemiringan Sudut Dan Jarak Antar Panel Surya	32
Gambar 4. 1 Peta lokasi Grha Unilever	37
Gambar 4. 2 Green Office Park	38
Gambar 4. 3 Void dalam Grha Unilever.....	38
Gambar 4. 4 Denah Lantai Dasar	39
Gambar 4. 5 Tinggi bangunan Grha Unilever	39
Gambar 4. 6 radius massa bangunan sekitar	40
Gambar 4. 7 Bangunan tinggi pada radius 500 m.....	40
Gambar 4. 8 Vegetasi Sekitar massa bangunan Grha Unilever	41
Gambar 4. 9 Ilustrasi ketinggian instalasi panel surya	41
Gambar 4. 10 Tampak Depan Grha Unilever	42
Gambar 4. 11 Kondisi sirip pada fasad Grha Unilever.....	42
Gambar 4. 12 Kondisi sirip fasad dilihat dari dalam ruang	43
Gambar 4. 13 Denah Grha Unilever	43
Gambar 4. 14 Pergerakan matahari dalam 1 tahun	44
Gambar 4. 15 Hasil simulasi total durasi jam penyinaran matahari (kiri) dan total insolasi matahari (kanan) per tahun.....	44
Gambar 4. 16 Grafik Insolasi Matahari Setiap Sisi Bangunan per Bulan	46
Gambar 4. 17 Hasil Simulasi Insolasi Matahari pada Sisi Utara.....	47
Gambar 4. 18 Tampak Fasad Sisi Utara	48
Gambar 4. 19 Hasil Simulasi Insolasi Matahari pada Sisi Timur.....	48

Gambar 4. 20 Tampak Fasad Sisi Timur	49
Gambar 4. 21 Hasil Simulasi Insolasi Matahari Tahunan pada Sisi Selatan	49
Gambar 4. 22 Hasil Simulasi Insolasi Matahari Tahunan pada Sisi Barat	50
Gambar 4. 23 Tampak Fasad Sisi Barat	50
Gambar 4. 24 Durasi Jam Penyinaran Matahari pada Sisi Utara Setiap Bulan	53
Gambar 4. 25 Durasi Jam Penyinaran Matahari pada Sisi Selatan Setiap Bulan ...	55
Gambar 4. 26 Detail Sirip pada Fasad (Kiri : Sisi Utara , Kanan Sisi Barat dan Timur)	59
Gambar 4. 27 Detail Sirip	59
Gambar 4. 28 Detail Sambungan Sirip	59
Gambar 4. 29 Rekap Variasi Integrasi Panel Surya dengan Sirip Pembayang Sisi Utara	68
Gambar 4. 30 Rekap Variasi Integrasi Panel Surya dengan Sirip Pembayang Sisi Timur	68
Gambar 4. 31 Rekap Variasi Integrasi Panel Surya dengan Sirip Pembayang Sisi Barat.....	69
Gambar 4. 32 Spesifikasi panel Surya.....	69
Gambar 4. 33 Konstruksi Panel Surya pada Fasad.....	70
Gambar 4. 34 Perspektif Konstruksi Panel Surya pada Fasad.....	70
Gambar 4. 35 Detail Fasad Sirip Pembayang Eksisting	75
Gambar 4. 36 Model 3D Bangunan Eksisting	76
Gambar 4. 37 Perbandingan Proporsi Lebar Panel Surya dengan Sirip Pembayang,	76
Gambar 4. 38 Detail Fasad dengan Panel Surya Sudut Kemiringan 2°	77
Gambar 4. 39 Perspektif Panel Surya Sudut Kemiringan 2°	78
Gambar 4. 40 Panel Surya Sudut Kemiringan 2° pada Sisi Utara	78
Gambar 4. 41 Panel Surya Sudut Kemiringan 2° pada Sisi Timur	79
Gambar 4. 42 Panel Surya Sudut Kemiringan 2° pada Sisi Barat	79
Gambar 4. 43 Detail Fasad dengan Panel Surya Sudut Kemiringan 15°	80
Gambar 4. 44 Perspektif Panel Surya Sudut Kemiringan 15°	80
Gambar 4. 45 Panel Surya Sudut Kemiringan 15° pada Sisi Utara	81
Gambar 4. 46 Panel Surya Sudut Kemiringan 15° pada Sisi Timur	81
Gambar 4. 47 Panel Surya Sudut Kemiringan 15° pada Sisi Barat	82
Gambar 4. 48 Ilustrasi Pembayangan yang Dihasilkan dari Panel Surya.....	82



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Penjelasan Komponen Grasshopper Tahap 5	27
Tabel 3. 2 Penjelasan Komponen Grasshopper Tahap 6 Simulasi Sunpath	28
Tabel 3. 3 Penjelasan Komponen Grasshopper Simulasi SunHours	30
Tabel 3. 4 Penjelasan Komponen Grasshopper Simulasi Sun Radiation.....	31
Tabel 3. 5 Tahap analisis Data.....	33
Tabel 4. 1 Insolasi Matahari tiap Sisi Bangunan per Bulan	46
Tabel 4. 2 Durasi Jam Penyinaran Matahari Selama Satu Tahun.....	51
Tabel 4. 3 Durasi Jam Penyinaran Matahari pada Sisi Utara	52
Tabel 4. 4 Durasi Jam Penyinaran Matahari pada Sisi Timur	54
Tabel 4. 5 Durasi Jam Penyinaran Matahari pada Sisi Selatan.....	55
Tabel 4. 6 Durasi Jam Penyinaran Matahari pada Sisi Barat.....	56
Tabel 4. 7 Peletakkan Instalasi Panel Surya	57
Tabel 4. 8 Ilustrasi Variasi Integrasi Panel Surya dengan Fasad.....	58
Tabel 4. 9 Simulasi Sudut Kemiringan Panel Surya.....	60
Tabel 4. 10 Simulasi Jarak antar Panel surya Sisi Utara.....	62
Tabel 4. 11 Simulasi Jarak antar Panel surya Sisi Timur	63
Tabel 4. 12 Simulasi Jarak antar Panel surya Sisi Barat.....	64
Tabel 4. 13 Penghilangan Satu Sirip Pembayang di atas dan di bawah Panel.....	66
Tabel 4. 14 Perhitungan Energi yang dihasilkan Panel Surya dengan Variasi Sudut Kemiringan 2°.....	71
Tabel 4. 15 Perhitungan Energi yang dihasilkan Panel Surya dengan Variasi Sudut Kemiringan 15°.....	72
Tabel 4. 16 Perbandingan Persentase Konsumsi Listrik Bangunan	74
Tabel 4. 17 Perbandingan Persentase Konsumsi Listrik Bangunan	74



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Foto Eksisting Grha Unilever	86
Lampiran 2 : Gambar Kerja Denah Grha Unilever	87
Lampiran 3: Gambar Kerja Tampak Grha Unilever	90
Lampiran 4 : Gambar Kerja Detail Sirip Pembayaran	92





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi bagi kehidupan manusia adalah bagian yang sangat penting karena hampir seluruh aktivitas membutuhkan energi, terutama pada kebutuhan energi listrik. Konsumsi energi yang besar menyebabkan kondisi sumber daya alam tak terbarukan menjadi langka dan sulit diakses dalam beberapa tahun mendatang. Berkembangnya teknologi membuat manusia terus berinovasi dalam meningkatkan efisiensi energi dengan melakukan upaya penghematan energi dan pengembangan energi terbarukan.

Indonesia selaku negara tropis yang mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun, menjadikan Indonesia sebagai negara yang berpotensi menghasilkan energi listrik secara mandiri dengan menggunakan panel surya. Energi surya merupakan sumber energi yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polusi selama proses konversi energi serta jumlahnya tidak terbatas. Umumnya panel surya diletakkan pada atap bangunan karena dapat secara maksimal terkena cahaya matahari tanpa terhalang bayangan bangunan tetangga dan pepohonan. Namun, seiring berjalannya waktu muncul sebuah inovasi penempatan panel surya pada bagian fasad bangunan, khususnya pada bangunan tinggi. Hal ini mengacu pada fasad bangunan tinggi yang memiliki bidang luas dan lebar sehingga berpotensi sebagai penempatan panel surya.

Berdasarkan pembahasan diatas, objek kajian yang dipilih adalah Grha Unilever atau *Unilever Headquarters* sebuah kantor utama dari PT. Unilever Indonesia yang terletak di *Green Office Park* BSD kawasan kantor hijau pertama di Indonesia. Bangunan ini sendiri telah berusaha mengusung konsep *Green Building* dan berhasil mendapatkan penghargaan *Platinum GreenShip Certificate* dari *Green Building Council Indonesia* (GBCI) dengan total 78 poin serta banyak penghargaan dalam bidang lingkungan lainnya.

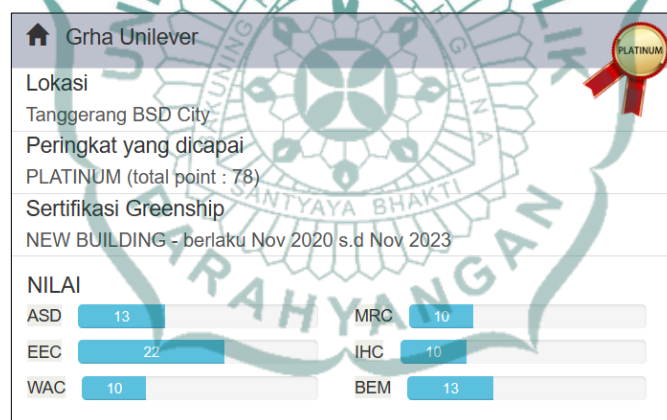
Dengan konsep ini, bangunan Grha Unilever telah memaksimalkan penggunaan pencahayaan alami dengan 57% dari total seluruh luasan bangunan mendapatkan cahaya lebih dari 300 lux, 80% pencahayaan buatan menggunakan lampu LED *Energy Saving Lamp* yang dikontrol melalui sensor gerak dan timer, penghematan 45% dari total konsumsi air melalui *rainwater harvesting*, menggunakan *chiller Variable Speed Drive* (VSD) yang dikontrol dari jarak jauh sehingga menghemat energi, biaya dan mengurangi emisi gas CO₂. Grha Unilever juga sudah memanfaatkan penggunaan panel surya pada

atap bangunan dengan sistem *on-grid*. Saat ini, Grha Unilever telah tergabung dalam anggota RE100 (100% *Renewable Energy*) yang berkomitmen untuk menggunakan 100% energi listrik terbarukan pada tahun 2030.



Gambar 1.1 Grha Unilever, BSD, Tangerang

(sumber : *Unilever's Indonesian Head Office www.wavin.com*)



Gambar 1.2 Poin Platinum GBCI Grha Unilever

(sumber : gbcindonesia.org)

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan survei yang dilakukan oleh Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) dan *United Nations Development Programme* (UNDP) pada 2019, gedung perkantoran merupakan salah satu objek dari sektor bangunan gedung dengan konsumsi energi tertinggi bersamaan dengan pusat perbelanjaan dan hotel. Sejak tahun 2019, Grha Unilever mulai menggunakan panel surya pada bagian atap bangunan dengan

kapasitas sebesar 199,7 kWp menggantikan 7% energi listrik dari PLN. Pada akhir tahun 2020, Grha Unilever melakukan penambahan kapasitas sebesar 53,1 kWp sehingga total kapasitas produksi panel surya menjadi 252,8 kWp menggantikan energi listrik PLN sebesar 10%. Setiap tahun, Grha Unilever terus meningkatkan kapasitas produksi panel surya untuk mencapai targetnya dalam 100% *renewable electricity* di tahun 2030. Hingga saat ini diestimasikan panel surya sudah menghasilkan energi sebesar 247.152 kWh/tahun atau 11,4% berdasarkan total energi yang dikonsumsi bangunan. Sampai suatu waktu, area atap pada bangunan Grha Unilever tidak dapat lagi menampung penambahan panel surya. Oleh karena itu, Grha Unilever sebagai bangunan tinggi dengan area fasad yang luas dilihat dapat menjadi potensi untuk penempatan panel surya.



Gambar 1.3 Panel Surya pada Atap Bangunan Grha Unilever
(Sumber : Youtube Ditjen EBTKE 3 Mei 2021)

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan sebelumnya, muncul beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Sisi mana dari bangunan Grha Unilever yang berpotensi mendapatkan sinar matahari untuk penempatan panel surya?
2. Bagaimana integrasi panel surya dengan sirip pembayang eksisting yang ditinjau dari aspek kemiringan panel, jarak antar panel, dan jumlah sirip pembayang?
3. Berapa total energi listrik yang dihasilkan panel surya yang terintegrasi pada fasad bangunan Grha Unilever?
4. Bagaimana hasil dari penempatan panel surya pada fasad Grha Unilever yang ditinjau dari aspek arsitektural?

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui sisi dari bangunan Grha Unilever yang berpotensi sebagai penempatan panel surya dan mengetahui jenis panel surya yang digunakan.
2. Mengetahui integrasi panel surya dengan sirip pembayang eksisting yang paling efektif mendapatkan sinar matahari dan tidak merubah visual fasad.
3. Mengetahui total hasil energi yang dihasilkan dari penerapan panel surya yang terintegrasi pada fasad bangunan Grha Unilever.
4. Mengetahui aspek arsitektural dari hasil penempatan panel surya pada fasad Grha Unilever.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk menambah pengetahuan mengenai inovasi penggunaan panel surya pada fasad bangunan. Penggunaan panel surya pada fasad bangunan diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan dari panel surya yang sudah terinstal pada atap bangunan Grha Unilever. Selain itu, untuk memperlihatkan bahwa panel surya pada fasad bangunan dapat sejalan dengan estetika arsitektur tanpa merusak atau merubah desain fasad. Diharapkan dapat menjadi daya tarik bagi masyarakat untuk mulai mengkolaborasikan penggunaan panel surya pada desain bangunan dan membantu dalam pengembangan energi terbarukan.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian akan dibatasi pada pembahasan berikut ini:

1. Lingkup pembahasan penelitian ini untuk meneliti potensi pemasangan panel surya pada fasad bangunan Grha Unilever dengan mempertimbangkan efektivitas dan integritas tampilan panel surya dengan bangunan eksisting.
2. Sisi fasad bangunan yang terkena sinar matahari maupun tidak (semua orientasi Utara, Timur, Selatan, Barat)

1.7 Kerangka Penelitian



Gambar 1. 4 Kerangka Penelitian

1.8 Sistematika Penulisan

BAB I – PENDAHULUAN

Bab 1 berisikan pendahuluan mengenai latar belakang penelitian yang meliputi latar belakang pemilihan topik, objek penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup, dan kerangka penelitian .

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 berisikan penjabaran mengenai fungsi bangunan objek studi, teori mengenai matahari, serta pengenalan fungsi, jenis dan implementasi panel surya.

BAB III – METODE PENELITIAN

Bab 3 menjelaskan mengenai jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, teknik pengumpulan data, variabel penelitian serta teknis analisis dalam menarik kesimpulan.

BAB IV – HASIL PENELITIAN

Bab 4 berisikan hasil penelitian analisis bangunan objek studi, analisis simulasi insulasi matahari untuk menentukan sisi orientasi panel surya, analisis variasi pemasangan panel surya, perhitungan hasil efektivitas penggunaan panel surya yang terinstalasi pada fasad bangunan, serta hasil pemasangan panel surya pada fasad yang ditinjau dari aspek arsitektural.

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 5 berisi kesimpulan dari hasil penelitian, serta saran berdasarkan analisis yang sudah dilaksanakan terkait pemasangan panel surya pada fasad Grha Unilever dalam mendukung komitmen 100% *renewable electricity*.