

**SKRIPSI 51**

**Optimasi Perencanaan Photovoltaic Berdasarkan Lokasi,  
Orientasi dan Kemiringan pada Bangunan Kasus Studi  
Anvaya Townhouse**



**NAMA : LEONARDO VALENTINO  
NPM : 2017420087**



**PEMBIMBING: DR. IR. KAMAL A. ARIF, M.ENG.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR  
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**  
Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4339/SK/BAN-  
PT/Akred/PT/XI/2017 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN  
Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/Akred/S/IX/2021

**BANDUNG  
2022**

**SKRIPSI 51**

**Optimasi Perencanaan Photovoltaic Berdasarkan Lokasi,  
Orientasi dan Kemiringan pada Bangunan Kasus Studi  
Anvaya Townhouse**



**NAMA : LEONARDO VALENTINO  
NPM : 2017420087**

**PEMBIMBING:**



**DR. IR. KAMAL A. ARIF, M.ENG.**

**PENGUJI :**

**IR. PAULUS AGUS SUSANTO, M.T.  
LAURENTIA CARISSA, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR  
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR  
Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4339/SK/BAN-  
PT/Akred/PT/XI/2017 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN  
Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/Akred/S/IX/2021**

**BANDUNG  
2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI

### *(Declaration of Authorship)*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Leonardo Valentino  
NPM : 2017420087  
Alamat : Jl. Gedung Delapan no. 11, Arjuna, Kota Bandung, Jawa Barat  
Judul Skripsi : Optimasi Perencanaan Photovoltaic Berdasarkan Lokasi,  
Orientasi dan Kemiringan pada Bangunan Kasus Studi Anvaya  
Townhouse

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, September 2021



Leonardo Valentino



## Abstrak

### Optimasi Perencanaan *Photovoltaic* Berdasarkan Lokasi, Orientasi dan Kemiringan pada Bangunan Kasus Studi Anvaya Townhouse

Oleh  
**Leonardo Valentino**  
NPM: 2017420087

Energi matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang cukup potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Saat ini pemanfaatan energi matahari ada 2 teknologi yang pertama memanfaatkan panas matahari yang menggunakan generator dan kedua adalah sinar matahari yang dikenal sebagai photovoltaic atau sel surya. Energi yang dihasilkan photovoltaic bebas kebisingan dan tidak memancarkan polutan lokal apa pun, yang menjadikan photovoltaic pilihan yang tepat untuk dipasang pada bangunan.

Pemasangan photovoltaic yang ideal yaitu tidak terjadinya pembayangan pada panel surya dan orientasi serta kemiringan panel surya selalu menghadap matahari. Sistem sun tracking merupakan teknologi ideal untuk mendapat sinar matahari yang maksimal tetapi biaya cukup mahal dibandingkan sistem pemasangan fixed photovoltaic (photovoltaic tetap). Sistem fixed photovoltaic menjadi pilihan dalam pemasangan karena biaya lebih terjangkau dibandingkan sistem lain. Posisi ideal pada rumah diletakkan di atas atap datar dibandingkan di atas atap pelana atau perisai yang memiliki lebih dari satu bidang yang memungkinkan terjadinya pembayangan pada jam-jam tertentu. Faktanya kebanyakan atap pelana dan perisai sering dipakai di Indonesia dibandingkan atap datar. Hal tersebut menjadi tantangan untuk menentukan potensi lokasi, kemiringan dan orientasi photovoltaic pada bangunan untuk mampu menghasilkan energi listrik yang optimal.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui menentukan lokasi, kemiringan dan orientasi optimal untuk photovoltaic pada bangunan yang dapat dipasang pada atap perisai untuk menghasilkan performance ratio yang tinggi untuk menghasilkan energi listrik. Manfaat untuk perancangan bangunan atau arsitek yang ingin memasukan sistem photovoltaic kepada desain dan perencanaan bangunan untuk mengetahui penerapan photovoltaic pada bangunan maupun dalam kompleks bangunan.

Perumahan Anvaya Townhouse di Kota Bogor, Cilendek merupakan salah satu perumahan yang sedang dalam tahap pembangunan. Rumah di Anvaya Townhouse merupakan perumahan yang menggunakan photovoltaic dengan atap pelana. Data yang diambil berupa tingkat Global Irradiation bersumber dari NASA. Simulasi menggunakan Sketchup, Rhino + Ladybug + Grasshopper dan mengolah data dan menghitung menggunakan MS.Excel untuk mensimulasikan pembayangan dan bidang yang tersinari langsung oleh matahari.

**Kata-kata kunci:** *photovoltaic*, optimalisasi, peletakan, orientasi dan kemiringan, energi surya



## Abstract

### Photovoltaic Planning Optimization Based on Location, Orientation and Slope of the Anvaya Townhouse Case Study

By  
Leonardo Valentino  
NPM: 2017420087

*Solar energy is one of the renewable energy sources with potential to be developed in Indonesia. Currently, the use of solar energy has 2 technologies, the first utilizes heat using a generator and the second is sunlight, known as photovoltaic or solar cells. The energy produced by photovoltaics is free and does not emit any local pollutants, which makes photovoltaic the right choice for installation in buildings.*

*The ideal photovoltaic installation is that there is no shadow on the solar panel and the tilt and tilt of the solar panel always faces the sun. Solar tracking system is an ideal technology to get maximum sunlight but the cost is quite expensive compared to fixed photovoltaic installation system (fixed photovoltaic). Photovoltaic systems remain the choice in installation because they are more affordable than other systems. The ideal position of the house is placed on a flat roof compared to a gable roof or a shield that has more than one area that allows shadows to occur at certain hours. Often a gable and shield roof is often used in Indonesia compared to a flat roof. This is a challenge to determine the potential location, slope and orientation of photovoltaic in buildings to be able to produce optimal electrical energy.*

*This research was conducted to determine the optimal location, slope and orientation for photovoltaic in buildings that can be installed on roofs to produce a high performance ratio for generating electrical energy. Benefits for designing buildings or architects who want to incorporate photovoltaic systems into building design and planning to find out the application of photovoltaic in buildings and in building complexes.*

*Anvaya Townhouse Housing in Bogor City, Cilendek is one of the housing estates currently under construction. The house in Anvaya Townhouse is a photovoltaic housing with a gable roof. The data taken is the level of Global Irradiation sourced from NASA. Simulation using Sketchup, Rhino + Ladybug + Grasshopper and processing data and calculating using MS.Excel to simulate shading and fields exposed to direct sunlight.*

**Keywords:** *photovoltaic, optimization, laying, orientation and tilt, solar energy*





## **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.





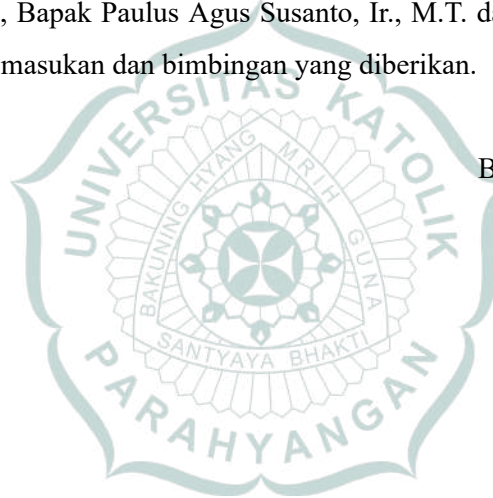
## UCAPAN TERIMA KASIH

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, Bapak Dr. Kamal A. Arif, Ir., M.Eng. atas saran, pengarahan, dan masukan yang telah diberikan serta berbagai ilmu yang berharga.
- Dosen penguji, Bapak Paulus Agus Susanto, Ir., M.T. dan Ibu Laurentia Carissa, S.T., M.T. atas masukan dan bimbingan yang diberikan.

Dan seterusnya.

Bandung, September 2021



Leonardo Valentino



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI	i
Abstrak	iii
Abstract	v
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR DIAGRAM	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pertanyaan Penelitian	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Konsep Dasar <i>Photovoltaic</i>	5
2.1.1. Sejarah <i>Photovoltaic</i>	5
2.1.2. <i>Solar Cell</i>	6
2.2. Faktor Faktor Mempengaruhi <i>Photovoltaic</i>	7
2.2.1. Kondisi Cuaca dan Matahari	7
2.2.2. Jumlah Intensitas Cahaya Matahari yang Mencapai Modul <i>Photovoltaic</i>	8

2.2.3.	Suhu Modul Photovoltaic	12
2.2.4.	Jenis Bahan Pembuatan Modul <i>Photovoltaic</i>	12
2.2.5.	Bayangan	16
2.2.6.	Kebersihan Modul Photovoltaic	19
2.3.	Sistem Komponen <i>Photovoltaic</i>	19
2.3.1.	Modul Photovoltaic	19
2.3.2.	Solar Charge Controller	20
2.3.3.	Battery	20
2.3.4.	Inverter	21
2.4.	Sistem Pemasangan PLTS	21
2.4.1.	On Grid	21
2.4.2.	Off Grid	22
2.4.3.	Hybrid	24
2.5.	Manfaat Memasang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap	25
2.6.	Perencanaan PLTS	25
2.6.1.	Menentukan Kapasitas dan Jumlah Modul	25
2.6.2.	Penerapan Transaksi Listrik PLN dengan PLTS	26
BAB III METODE PENELITIAN		29
3.1.	Jenis Penelitian	29
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.3.	Populasi dan Sampel Penelitian	29
3.3.1.	Populasi Penelitian	29
3.3.2.	Sampel Penelitian	30
3.4.	Teknik Pengumpulan Data	30
3.4.1.	Data Sekunder	30

3.4.2.	Data Primer (Data Fisik dan Data Simulasi)	30
3.5.	Software Simulasi	31
3.6.	Teknik Analisis Data	32
BAB IV HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN		33
4.1.	Hasil Pengamatan	33
4.1.1.	Lokasi	33
4.1.2.	Rencana Tapak	35
4.1.3.	Rencana Bangunan	37
4.1.4.	Tingkat Global Irradiation Horizontal	39
4.2.	Pembahasan	41
4.2.1.	Energi dan Intensitas Cahaya Matahari Didapatkan Avaya Townhouse	41
4.2.2.	Potensi Lokasi, Kemiringan dan Orientasi Photovoltaic	46
4.2.3.	Optimasi	49
4.2.4.	Analisis	55
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		57
5.1.	Kesimpulan.	57
5.2.	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN		61





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Solar Cell	6
Gambar 2. 2 Spektrum Cahaya	6
Gambar 2. 3 Spektrum Cahaya	7
Gambar 2. 4 Panel Monocrystalline	13
Gambar 2. 5 Panel Polycrystalline	14
Gambar 2. 6 Panel Thin Film	15
Gambar 2. 7 Pengaruh Bayangan Terhadap Photovoltaic	16
Gambar 2. 8 Bayangan pada Atap	17
Gambar 2. 9 Pembayangan Pohon	18
Gambar 2. 10 Pembayangan Gedung	18
Gambar 2. 11 Pembayangan Panel Surya	19
Gambar 2. 12 Solar Charge Controller	20
Gambar 2. 13 Battery	20
Gambar 2. 14 Inverter	21
Gambar 2. 15 Sistem On Grid pada Bangunan	21
Gambar 2. 16 Sistem Off Grid pada Bangunan	22
Gambar 2. 17 Sistem Hybrid pada Bangunan	24
Gambar 3. 1 Posisi Sampel Penelitian	30
Gambar 3. 2 Tampilan Software Rhinoceros	31
Gambar 3. 3 Tahapan Simulasi	32
Gambar 4. 1 Lokasi Anvaya Townhouse	33
Gambar 4. 2 Lingkungan Sekitar Anvaya Townhouse (Sumber : Analisis )	34
Gambar 4. 3Pembayangan Lingkungan Sekitar Terhadap Tapak	35
Gambar 4. 4 Radiasi Lingkungan Sekitar Terhadap Tapak	35
Gambar 4. 5	35
Gambar 4. 6 Rencana Tapak Anvaya Townhouse	36
Gambar 4. 7 Grid Anvaya Townhouse	36

Gambar 4. 8 Perspektif Eksterior Vardhana	37
Gambar 4. 9 Perspektif Eksterior Varsa	37
Gambar 4. 10 Denah lantai 1	38
Gambar 4. 11 Denah lantai 2	38
Gambar 4. 12 Denah atap	38
Gambar 4. 13 Posisi Letak Photovoltaic pada Bangunan	42
Gambar 4. 14 Pembayangan pada Bangunan	46
Gambar 4. 15 Simulasi Lama Penyinaran pada Bangunan	46
Gambar 4. 16 Tahapan Perhitungan Optimasi Sistem PLTS	49



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Intensitas Cahaya Berdasarkan Iklim	8
Tabel 2. 2 Simulasi Ekspor Impor Listrik	27
Tabel 4. 2 Tingkat Irradiation Per Bulan-55 Derajat	39
Tabel 4. 3 Tingkat Global Normal Irradiation Berdasarkan Musim	41
Tabel 4. 4 Tingkat Incident Irradiation pada-55 derajat	42
Tabel 4. 5 Performance pada orientasi -55 derajat	43
Tabel 4. 6 Tingkat Incident Irradiation pada 125 derajat	43
Tabel 4. 7 Performance pada orientasi 125 derajat	44
Tabel 4. 8 Perbandingan Performance	45
Tabel 4. 9 Penghematan Biaya Listrik	45
Tabel 4. 10 Performance Ratio berdasarkan Orientasi Bidang	47
Tabel 4. 11 Efisiensi Berdasarkan Derajat Kemiringan Bidang	48
Tabel 4. 12 Keterangan Alternatif _A1	51
Tabel 4. 13 Lokasi Pembayangan dan Lama Penyinaran Alternatif _A1	51
Tabel 4. 14 Performance pada Alternatif _A1	52
Tabel 4. 15 Keterangan Alternatif _B1	52
Tabel 4. 16 Lokasi Pembayangan dan Lama Penyinaran Alternatif _B1	52
Tabel 4. 17 Performance pada Alternatif _B1	53
Tabel 4. 18 Keterangan Alternatif B2	54
Tabel 4. 19 Lokasi Pembayangan dan Lama Penyinaran Alternatif _B2	54
Tabel 4. 20 Performance pada Alternatif _B2.	54
Tabel 4. 21 Perbandingan Performance	55
Tabel 4. 23 Perbandingan Penghematan Biaya Listrik .	56



## DAFTAR DIAGRAM

Diagram 4. 1 Tingkat Irradiation	40
Diagram 4. 2 Tingkat Global Normal Irradiation Berdasarkan Musim	41





## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Performance Ratio berdasarkan Orientasi Bidang	47
Grafik 4. 2 Performance Ratio berdasarkan Kemiringan Bidang	48
Grafik 4. 3 Perbandingan Performance	55







## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lokasi Anvaya Townhouse	61
Lampiran 2 Rencana Tapak Anvaya Townhouse	62
Lampiran 3 Denah Rumah Anvaya Townhouse	63
Lampiran 4 Denah lantai 2 Rumah Anvaya Townhouse	64





# BAB I

## PENDAHULUAN

### BAB 1 PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Pada era globalisasi energi listrik sangat penting dalam perkembangan ekonomi dan infrastruktur terutama pada masyarakat perkotaan, terutama karena hampir semua pekerjaan menggunakan tenaga listrik. Dalam buku Prof. Dr. Robert Ayres “The Economic Growth Engine: How Energy and Works Drive Material Prosperity” mengemukakan sesungguhnya pemacu perekonomian adalah energi. khususnya listrik. Saat ini sumber energi di Indonesia masih banyak menggunakan minyak bumi, gas, dan batu bara dalam memenuhi kebutuhan listrik. Menurut Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Arifin Tasrif menyebutkan, cadangan minyak bumi akan habis dalam kurun waktu 9,5 tahun lagi akibat meningkatnya konsumsi energi, diperkirakan Indonesia akan menjadi importir minyak bumi dalam waktu dekat jika tidaknya ada perencanaan penggunaan sumber daya energi terbarukan dan mendorong upaya penggunaan energi berkelanjutan.

Energi matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang cukup potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Saat ini pemanfaatan energi matahari ada 2 teknologi yang pertama memanfaatkan panas matahari yang menggunakan generator dan kedua adalah sinar matahari yang dikenal sebagai *photovoltaic* atau sel surya. Energi yang dihasilkan photovoltaik bebas kebisingan dan tidak memancarkan polutan lokal apa pun, yang menjadikan *photovoltaic* pilihan yang tepat untuk dipasang pada bangunan.

Pada pemasangan *photovoltaic* tidak dapat dipasang secara sembarangan pada bidang selimut bangunan. Pemasangan *photovoltaic* yang ideal yaitu tidak terjadinya pembayangan pada panel surya dan orientasi serta kemiringan panel surya selalu menghadap matahari. Sistem sun tracking merupakan teknologi ideal untuk mendapat sinar matahari yang maksimal tetapi biaya cukup mahal dibandingkan sistem pemasangan *fixed photovoltaic* (*photovoltaic* tetap). Sistem *fixed photovoltaic* menjadi pilihan dalam pemasangan karena biaya lebih terjangkau dibandingkan sistem lain. Posisi ideal pada rumah diletakan di atas atap datar dibandingkan di atas atap pelana atau perisai yang memiliki lebih dari satu bidang yang memungkinkan terjadinya pembayangan pada jam-jam tertentu. Faktanya kebanyakan atap pelana dan perisai sering dipakai di Indonesia

dibandingkan atap datar. Hal tersebut menjadi tantangan untuk menentukan potensi lokasi, kemiringan dan orientasi *photovoltaic* pada bangunan untuk mampu menghasilkan energi listrik yang optimal.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui menentukan lokasi, kemiringan dan orientasi optimal untuk *photovoltaic* pada bangunan yang dapat dipasang pada atap perisai untuk menghasilkan *performance ratio* yang tinggi untuk menghasilkan energi listrik. Manfaat untuk perancangan bangunan atau arsitek yang ingin memasukan sistem *photovoltaic* kepada desain dan perencanaan bangunan untuk mengetahui penerapan *photovoltaic* pada bangunan maupun dalam kompleks bangunan.

Dalam penelitian ini, parameter kinerja *photovoltaic* berdasarkan standard test conditions (STC) yaitu *irradiance* 1000 W/m<sup>2</sup>, spektrum matahari massa udara 1,5 dan suhu modul pada 25°C merupakan mengukur kinerja maksimal. *Irradiance* atau intensitas adalah energi yang ditransfer per satuan luas (W/m<sup>2</sup>), yang diukur berdasarkan arah rambat energi yang tegak lurus diterima pada bidang. Data yang diambil berupa tingkat *Global Irradiation* bersumber dari NASA. Simulasi menggunakan Sketchup, Rhino + Ladybug + Grasshopper dan mengolah data dan menghitung menggunakan MS.Excel untuk mensimulasikan pembayangan dan bidang yang tersinari langsung oleh matahari.

Perumahan Anvaya Townhouse di Kota Bogor, Cilendek merupakan salah satu perumahan yang sedang dalam tahap pembangunan. Rumah di Anvaya Townhouse merupakan perumahan yang menggunakan *photovoltaic* dengan atap pelana. Daya yang disambungkan ke PLN adalah 2200 AV dengan memiliki air conditioner di ruang tidur utama dan memiliki 4 panel *photovoltaic* dengan ukuran 1956 x 992 x 40 mm dengan daya 300 Wp dengan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *on grid*. Terdapat cara untuk meningkatkan energi listrik yang dihasilkan *photovoltaic* pada bangunan menggunakan strategi mengubah posisi dan menambah panel *photovoltaic*. Pada penelitian ini berfokus pada peningkatan intensitas cahaya *performance ratio* diterima dan energi yang *photovoltaic*.

## 1.2. Pertanyaan Penelitian

1. Apakah lokasi perumahan cocok dalam halnya penggunaan *photovoltaic* dalam bangunan perumahan di Anvaya Townhouse ?

2. Apakah lokasi, kemiringan dan orientasi *photovoltaic* pada perumahan di Anvaya Townhouse di Cilendek, Kota Bogor sudah dapat memenuhi kebutuhan listrik pada unit rumah ?
3. Bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan energi listrik yang dihasilkan dan *performance ratio* pada perumahan Anvaya Townhouse ?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Mengkaji dalam pemilihan lokasi, kemiringan dan orientasi *photovoltaic* pada perumahan, mengetahui pengaruh pemilihan lokasi, kemiringan dan orientasi *photovoltaic* dengan *performance ratio* dan energi listrik yang dihasilkan dan penghematan biaya listrik pada rumah.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk perancangan bangunan atau arsitek yang ingin memasukan sistem *photovoltaic* kepada desain dan perencanaan bangunan untuk mengetahui penerapan *photovoltaic* pada bangunan maupun dalam komplek bangunan.

### **1.5. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pembahasan sebagai berikut:

1. Membahas *site plan* tentang tata letak bangunan rumah di Anvaya Townhouse.
2. Membahas *performance ratio* dari kemiringan dan orientasi *photovoltaic* berdasarkan energi yang dihasilkan .



