



INSTITUT TEKNOLOGI PLN

SKRIPSI

**ANALISIS EFESIENSI ENERGI BERDASARKAN SUDUT
KEMIRINGAN PLTS ATAP UNTUK RUMAH TAPAK
DI INDONESIA**

DISUSUN OLEH:

A.ADITYA FIRMANSYAH

NIM : 202011193

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS KETENAGALISTRIKAN DAN ENERGI TERBARUKAN
INSTITUT TEKNOLOGI PLN
JAKARTA 2024**

**ANALISIS OPTIMALISASI ENERGI BERDASARKAN SUDUT
KEMIRINGAN PLTS ATAP RUMAH SATAP DI INDONESIA**

SKRIPSI



INSTITUT TEKNOLOGI PLN

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana

Disusun Oleh:

A.ADITYA FIRMANSYAH

NIM : 202011193

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS KETENAGALISTRIKAN DAN ENERGI TERBARUKAN
INSTITUT TEKNOLOGI PLN
JAKARTA 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : A.Aditya Firmansyah
NIM : 202011193
Program Studi : S1 Teknik Elektro
Fakultas : Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan
Judul Proyek Akhir Skripsi : Analisis Optimalisasi Energi Berdasarkan Sudut
Kemiringan PLTS Atap Rumah Satap Di Indonesia

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana baik di lingkungan Institut Teknologi PLN maupun di suatu perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka. Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia memikul segala resiko jika ternyata pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 16 agustus 2024



A.Aditya Firmansyah

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
SKRIPSI
ANALISIS OPTIMALISASI ENERGI BERDASARKAN SUDUT
KEMIRINGAN PLTS ATAP RUMAH SATAP DI INDONESIA**

Disusun Oleh :

A.ADITYA FIRMANSYAH
NIM : 202011193

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS KETENAGALISTRIKAN DAN ENERGI TERBARUKAN
INSTITUT TEKNOLOGI PLN
JAKARTA 2024**

Jakarta, 16 Agustus 2024

**Mengetahui,
Kepala Program Studi
S1 Teknik Elektro**



Erlina, S.T., M.T., IPM
NIDN. 0329117101

**Disetujui,
Dosen Pembimbing**



Andi Makkulau, S.T., M.Ikom., M.T.
NIDN.0308058104

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI
SKRIPSI**

**ANALISIS OPTIMALISASI ENERGI BERDASARKAN SUDUT
KEMIRINGAN PLTS ATAP RUMAH SATAP DI INDONESIA**

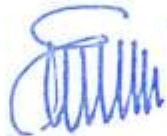
Disusun Oleh :
A.ADITYA FIRMANSYAH
NIM : 2020-11-193

Telah disidangkan dan dinyatakan **LULUS / TIDAK LULUS** pada sidang Skripsi
Pada Program Studi S1 Teknik Elektro Fakultas Ketenagalistrikan dan Energi
Terbarukan Institut Teknologi PLN pada 16 – Agustus – 2024

TIM PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan
Dhami Johar Damiri, Dr, M.Si., IPM	Ketua Sidang	
Retno Aita Diantari, S.T., M.T.	Sekretaris Sidang	
Juara Mangapul T, S.T., M.Si.	Anggota Sidang	

Mengetahui,
Kepala Program Studi
S1 Teknik Elektro



Erlina, S.T., M.T., IPM
NIDN : 0329117101

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

Andi Makkulau,S.T.,M.Ikom., M.T Selaku Dosen Pembimbing

Yang telah memberikan petunjuk, saran-saran serta bimbingannya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan

Terima kasih yang sama, saya sampaikan kepada :

1. Kedua orang tua saya yang telah menyemangati dan mensupport saya dalam penulisan skripsi ini dari awal sampai akhir
2. Ibu Andi Dyahharum,S.T.,M.T yang telah membantu dalam penyusunan skripsi dari awal penulisan sampai dengan selesai

Jakarta, 16 Agustus 2024



A.ADITYA FIRMANSYAH

202011193

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Institut Teknologi - PLN, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : A.Aditya Firmansyah
NIM : 202011193
Program Studi : S1 Teknik Elektro
Fakultas : Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan
Jenis Karya : **Skripsi**

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi - PLN **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non- exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS OPTIMALISASI ENERGI BERDASARKAN SUDUT KEMIRINGAN PLTS ATAP RUMAH SATAP DI INDONESIA

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Institut Teknologi PLN berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 16 Agustus 2024

Yang menyatakan,



(A.Aditya Firmansyah)

ANALISIS OPTIMALISASI ENERGI BERDASARKAN SUDUT KEMIRINGAN PLTS ATAP RUMAH SATAP DI INDONESIA

A.Aditya Firmansyah,202011193

Dibawah Bimbingan Andi Makkulau,S.T.,M.Ikom.,

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) Sendiri adalah suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan panas sinar matahari sendiri. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi energi berdasarkan sudut kemiringan PLTS atap di rumah tangga Indonesia dan Untuk menentukan nilai efisien berdasarkan sudut kemiringan dari PLTS atap dan yang terakhir Untuk mengetahui arah dan sudut lokasi penelitian dan menemukan fakta dan temuan terbaru atau, secara luas, berhubungan dengan subjek penyelidikan apa pun berkaitan dengan pengumpulan informasi, interpretasi fakta, dan revisi teori atau hukum yang ada fakta atau bukti baru. Dimana penelitian ini dilakukan di lima daerah seperti jakarta, surabaya, medan, manado, dan jayapura. Dan adapun sudut terbaik menurut sudut dan keluaran dalam software Pvsyst dan di Jakarta sebesar 8° - 10° (utara) ,Surabaya 9° - 10° (utara), Manado 0° - 1° (selatan) , Medan 0° - 2° (timur), Jayapura 3° - 4° (selatan) . Dimana pada penelitian ini digunakan metode kuantitatif karena Metode kuantitatif merupakan metode penelitian yang melibatkan banyak data. Mulai dari pengumpulan data hingga interpretasi.

Kata kunci : Plts,Pvsyst,Analisa Efisiensi Energi

ANALYSIS OF ENERGY OPTIMIZATION BASED ON THE ANGLE OF SLIPMENT OF SATAP HOUSE ROOF PLTS IN INDONESIA

A.Aditya Firmansyah,202011193

Under The Guidance of Andi Makkulau,S.T.,M.Ikom.,

ABSTRACT

A solar power plant (PLTS) itself is a power plant that utilizes the heat of the sun's own rays. The aim of this research is to determine the energy efficiency based on the tilt angle of rooftop PLTS in Indonesian households and to determine the efficient value based on the tilt angle of rooftop PLTS and the last To know the direction and angle of the research location and discover the latest facts and findings or, broadly, related to the subject of any investigation relating to the collection of information, interpretation of facts, and revision of existing theories or laws new facts or evidence. Where this research was carried out in five regions such as Jakarta, Surabaya, Medan, Manado, and Jayapura. And the best angle according to the angle and output in Pvsyst software and in Jakarta is 8°-10° (north), Surabaya 9°-10° (north), Manado 0°-1° (south), Medan 0°-2° (east), Jayapura 3°-4° (south). Where in this research a quantitative method is used because the quantitative method is a research method that involves a lot of data. Starting from data collection to interpretation.

Keywords: *Plts, Pvsyst, Energy Efficiency Analysis*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup Masalah.....	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian yang Relevan	4
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 EBT (Energi Baru Terbarukan)	7
2.2.2 PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya).....	8
2.2.3 Komponen Komponen Dasar PLTS	9
2.2.4 Energi Surya.....	15
2.2.5 Pvsyst.....	16
2.2.6 Teori Analisis data dan Regresi	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan waktu penelitian	19
3.2 Desain Penelitian	22
3.3 Metode Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1. Arus Keluaran dari sebuah modul dalam hubungannya dengan sudut	

	kemiringan	27
4.2.	Pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap alokasi perumahan yang sudah di tentukan	27
4.3.	Pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap arus keluaran	27
4.4	Eksisting setiap perumahan untuk mencari keluaran terbaik	29
BAB V PENUTUP.....		64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA.....		65

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Arah perumahan Jakarta -90° (Timur)	30
Tabel 4. 2 Persamaan regresi kuadratik.....	32
Tabel 4. 3 Eksisting Jakarta 0° (Utara).....	34
Tabel 4. 4 Persamaan regresi kuadratik.....	35
Tabel 4. 5 Arah perumahan Surabaya 180°	38
Tabel 4. 6 Persamaan Regresi Kuadratik.....	39
Tabel 4. 7 Eksisting Surabaya 0° (Utara)	40
Tabel 4. 8 Persamaan regresi kuadratik.....	42
Tabel 4. 9 Arah perumahan Manado 0°	45
Tabel 4. 10 Persamaan regresi kuadratik.....	46
Tabel 4. 11 Eksisting Manado 180°	47
Tabel 4. 12 Persamaan Regresi Kuadratik.....	48
Tabel 4. 13 Eksisting Medan 0° (Utara).....	52
Tabel 4. 14 Persamaan Regresi Kuadratik.....	53
Tabel 4. 15 Arah Perumahan Medan -90°	54
Tabel 4. 16 Persamaan Regresi Kuadratik.....	55
Tabel 4. 17 Arah perumahan jayapura -90°	59
Tabel 4. 18 Persamaan regresi kuadratik.....	60
Tabel 4. 19 Eksisting Jayapura 180° (Selatan).....	61
Tabel 4. 20 Persamaan regresi kuadratik.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem On Grid	8
Gambar 2. 2 Sistem Off Grid	9
Gambar 2. 3 Sistem Hybrid	9
Gambar 2. 4 Struktur Sel Surya.....	10
Gambar 2. 5 Proses perubahan cahaya menjadi arus listrik	11
Gambar 2. 6 Mono-Crystalline	12
Gambar 2. 7 Poly-Crystalline	12
Gambar 2. 8 Thin Film Photovoltaic	13
Gambar 2. 9 Modul Photovoltaic	13
Gambar 2. 10 Solar Charge Controller.....	14
Gambar 2. 11 Baterai.....	14
Gambar 2. 12 Inverter dengan MPPT	15
Gambar 3. 1 Flowchart Diagram Penelitian	23
Gambar 4. 1 Flowchart Langkah kerja Pengambilan data	28
Gambar 4. 2 Perumahan Mutuara Puri Harmoni	29
Gambar 4. 3 Perumahan Mutiara Puri Permai.....	29
Gambar 4. 4 Desain Atap di Pvsyst.....	30
Gambar 4. 5 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya -90° (timur)	31
Gambar 4. 6 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya 0°(utara).....	34
Gambar 4. 7 Perumahan Surabaya 180°	36
Gambar 4. 8 Perumahan tanjung indah Surabaya.....	36
Gambar 4. 9 Desain atap di Pvsyst.....	37
Gambar 4. 10 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya 180° (selatan).....	39
Gambar 4. 11 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya 0° (utara).....	41
Gambar 4. 12 Perumahan Subsidi Manado 90 °	43
Gambar 4. 13 Perumahan Subsidi Manado	43
Gambar 4. 14 Desain atap di Pvsyst.....	44
Gambar 4. 15 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya 0° (utara).....	46
Gambar 4. 16 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya -90° (timur).....	48
Gambar 4. 17 Perumahan Medan -90° (timur).....	50
Gambar 4. 18 Perumahan Subsidi Manado	50

Gambar 4. 19 Desain atap di Pvsyst.....	51
Gambar 4. 20 Grafik sudut keluaran rata-rata panel surya 0° (utara)	53
Gambar 4. 21 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya 180° (selatan).....	55
Gambar 4. 22 Perumahan Jayapura -90 (timur)°	57
Gambar 4. 23 Perumahan griya Marwah indah Jayapura.....	57
Gambar 4. 24 Desain atap di Pvsyst.....	58
Gambar 4. 25 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya180° (selatan).....	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Jakarta	69
Lampiran 2 Jayapura	76
Lampiran 3 Medan.....	82
Lampiran 4 Manado	88
Lampiran 5 Surabaya.....	9

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) Sendiri adalah suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan panas sinar matahari sendiri. Dimana dia memanfaatkan dan merubah secara langsung dari energi cahaya dan menggunakan efek fotoelektrik. Dimana PLTS sendiri memanfaatkan energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang tidak akan habis meskipun di gunakan sebanyak banyaknya oleh manusia.

Efesiensi fotovoltaiik dalam mengkonversi atau merubah energi matahari menjadi energi listrik yang bersumber dari sebuah sistem pembangkit listrik tenaga surya. Dan adapun salah satu faktor yang bisa mempengaruhi adalah sudut kemiringan dan azimuth panel surya terhadap matahari yang di terima oleh PV, sehingga berpengaruh terhadap daya yang di hasilkan serta efesiensi dari panel surya. Adapun pengaruh lokasi penelitian terhadap daya keluaran atau nilai efesiensi pada penelitian ini dimana daya keluaran setiap perumahan berbeda beda, dimana hal ini di pengaruhi oleh garis lintang khatulistiwa.

Industri energi terbarukan di Indonesia dapat mengharapkan pertumbuhan yang lebih cepat dan stabil, karena adopsi yang lebih luas dari teknologi PLTS Atap akan menciptakan peluang baru untuk investasi dan pengembangan bisnis di sektor ini. Masyarakat akan mendapatkan manfaat langsung dari penyederhanaan proses dan biaya instalasi PLTS Atap, dengan mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional dan menekan biaya listrik jangka panjang. Dengan menaati peraturan serta ketentuan yang berlaku, masyarakat dapat memanfaatkan PLTS Atap tanpa mengganggu stabilitas jaringan serta infrastruktur kelistrikan. Peluang untuk inovasi dan pertumbuhan bisnis baru dalam penyediaan teknologi, layanan instalasi, dan pemeliharaan PLTS Atap akan meningkat seiring dengan adopsi yang lebih luas dari peraturan ini. Mari kita mendukung pemanfaatan energi bersih secara tepat dengan memahami dan melaksanakan regulasi pemasangan dan pemanfaatan PLTS Atap, dalam rangka mewujudkan visi Indonesia sebagai pemimpin dalam penggunaan energi terbarukan. Bersama SUN Energy, kita dapat memberikan kontribusi yang signifikan

dalam mempercepat transisi menuju sistem energi yang lebih hijau dan ramah lingkungan.

PLTS saat ini banyak digunakan di daerah-daerah pelosok atau yang kita ketahui daerah-daerah yang sangat sulit untuk akses penyediaan listrik. Kenapa PLTS banyak digunakan di daerah-daerah pelosok karena PLTS sendiri tidak memerlukan bahan bakar. Karena otomatis di daerah-daerah pelosok bahan bakar sangat mahal, karena komposisinya terjangkau atau sulit didapatkan. PLTS sendiri memiliki banyak manfaat diantaranya energi yang bersih dan ramah lingkungan, merupakan sumber energi terbarukan, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan yang terakhir menghemat biaya.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian berikut menjawab rumusan di bawah ini diantaranya :

1. Bagaimana mengetahui optimalisasi energi berdasarkan sudut kemiringan PLTS atap di rumah tapak Indonesia?
2. Bagaimana mengetahui nilai energi keluaran berdasarkan sudut kemiringan dari PLTS atap?
3. Bagaimana cara menentukan arah dan sudut terbaik lokasi penelitian ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk :

1. Untuk mengetahui efisiensi energi berdasarkan sudut kemiringan PLTS atap di rumah tangga Indonesia
2. Untuk menentukan nilai efisiensi berdasarkan sudut kemiringan dari PLTS atap
3. Untuk mengetahui arah dan sudut lokasi penelitian

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan penelitian berikut, agar bisa memberikan manfaat ialah untuk :

1. Mengetahui manfaat efisiensi energi berdasarkan sudut kemiringan PLTS atap di rumah tangga Indonesia
2. Mengetahui manfaat efisiensi berdasarkan sudut kemiringan dari PLTS atap

3. Dapat mengetahui arah dan sudut lokasi penelitian

1.5 Ruang Lingkup Masalah

1. Melakukan analisis efisiensi energi berdasarkan sudut kemiringan PLTS atap untuk rumah tangga di Indonesia
2. Melakukan pengambilan data untuk menentukan nilai efisiensi berdasarkan sudut kemiringan dari PLTS atap
3. Melakukan pencarian lokasi perumahan melalui Google Earth dan Google Maps

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini harus disusun secara sistematis agar lebih mudah ditulis dan dipahami. Oleh karena itu, skripsi ini terdiri dari lima bab yang membahas pokok bahasan. Bab I memberikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian, serta ruang lingkup masalah dan sistematika penulisan. Bab II memasukkan penelitian relevan, landasan teori seperti energi baru terbarukan (EBT), Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), komponen-komponen dasar PLTS, energi surya, PVsyst, dan teori analisis data dan regresi. Bab III membahas lokasi dan waktu penelitian, desain penelitian, metode pengumpulan data dan metode analisis data. Bab IV mencakup hasil dan pembahasan, yang membahas hasil perhitungan data secara teoritis untuk menentukan sudut kemiringan PLTS atap rumah tapak di Indonesia. Bab V mencakup kesimpulan dan saran, yang mencakup kesimpulan diskusi dan rekomendasi untuk penelitian yang akan datang. Skripsi ini harus disusun secara sistematis agar lebih mudah ditulis dan dipahami. Oleh karena itu, skripsi ini terdiri dari lima bab yang membahas pokok bahasan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian yang Relevan

1. Manfaat Pengadaan Panel Surya Dengan Metode *on Grid* Benny Kevin PManalu¹, Andi Makkulau², Nurmiati Pasra³, tahun 2023 dalam jurnalnya mengatakan Salah satu bentuk penyediaan energi terbarukan adalah menggunakan sistem solar panel sebagai sumber energi listrik ramah lingkungan. Namun potensi kebermanfaatan penggunaan solar panel sangat tinggi karena ketersediaan sinar matahari tidak terbatas dan tidak menghasilkan emisi berbahaya Optimalisasi penggunaan solar panel dalam pemanenan potensi energi matahari perlu dipetakan dengan metode yang komprehensif sesuai kondisi lapangan dan kebutuhan
2. ANALISIS PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP ARUS KELUARAN PADA PHOTOVOLTAIC DENGAN MENGGUNAKAN REGRETION QUADRATIC METHOD. Samsurizal¹ , Andi Makkulau² , Christiono³ tahun 2018 dalam penelitiannya menyebutkan bahwa Arus keluaran dari sebuah modul fotovoltaik bergantung akan besarnya radiasi surya yang diterima oleh modul.. Dengan mengarahkan modul fotovoltaik pada kemiringan tertentu, radiasi surya yang diterima dapat dioptimalkan untuk suatu kurun waktu satu tahun. Yang selanjutnya hal ini akan memperbesar keluaran tahunan rata-rata modul fotovoltaik. Secara umum, kemiringan modul disesuaikan dengan posisi lintang lokasi penempatan
3. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Di Kecamatan Embaloh Hulu. Samsurizal¹, Hendrianto Husada², Andi Makkulau³, Christiono⁴, dalam penelitiannya menyebutkan PLTS dapat menjadi solusi yang handal bagi penyediaan energi di daerah perbatasan yang terletak jauh dari jaringan listrik. Penelitian ini bertujuan mengkaji bagaimana pemanfaatan potensi energi sebagai salah satu wilayah yang belum teraliri listrik, berdasarkan pengamatan dari segi geografis dan demografi wilayah tersebut, memiliki potensi untuk dibangun PLTS
4. Pengaruh Intensitas Matahari Terhadap Karakteristik Sel Surya Jenis *Polycrystalline* Menggunakan Regresi Linear, Andi Makkulau¹, Samsurizal²,

Miftahul fikri³, Christiono⁴, dalam penelitiannya menyebutkan Sumber energi terbarukan mempunyai sifat terbarukan serta berkesinambungan dan pemanfaatan sumber energi terbarukan merupakan alternatif yang terus dikembangkan. Salah satu teknologi yang dapat memanfaatkan energi terbarukan yaitu sel surya polycrystalline. Sel surya merupakan teknologi yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Teknologi ini sangat berpotensi diterapkan di Indonesia yang mempunyai iklim tropis, tetapi permasalahan utama dari sistem ini adalah ketidakstabilan daya yang dihasilkan.

5. pengembangan Lampu Jalan Umum Dengan Listrik Tenaga Surya Di Desa Cilatak Kecamatan Ciomas Kabupaten Serang Banten, Andi Makkulau¹, Rio Afrianda², Kartika Tresya Mauriraya³, Nurmiati Pasra⁴, dalam penelitiannya menyebutkan Pembangkit listrik berbasis energi terbarukan ini merupakan salah satu solusi yang direkomendasikan untuk listrik di daerah pedesaan terpencil di mana sinar matahari melimpah dan bahan bakar sulit didapat dan relatif mahal. Kementerian ESDM telah menerbitkan Peraturan tentang penggunaan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) oleh konsumen Perusahaan Listrik Negara (PLN).
6. Karakteristik Temperatur Pada Permukaan Sel Surya Polycrystalline Terhadap Efektifitas Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Andi Makkulau¹, Samsurizal², Salvatore Kevin³, dalam penelitiannya menyebutkan bahwa saat kenaikan suhu pada panel surya akan membuat nilai daya keluarannya mengalami penurunan dan pada saat terjadi penurunan suhu maka nilai daya keluarannya akan naik.
7. Edukasi Untuk Pengembangan Desa Mandiri Energi Dengan Pemanfaatan Pembangkit Listrik Mikrohidro Portabel, Samsurizal¹, Andi Makkulau², Muhammad Sofyan³, dalam penelitiannya menyebutkan dengan adanya kegiatan pendidikan berupa edukasi diharapkan Desa Kramatlaban dapat menciptakan pembangunan di daerahnya, melalui kegiatan yang dilakukan di madrasah, dimana siswa akan menjadi motor penggerak kemajuan daerah daerahnya melalui pemanfaatan sumber daya alam yang ada di wilayah tersebut, sehingga wilayah tersebut menjadi desa mandiri energi.

8. Simulasi optimalisasi kapasitas pembangkit listrik tenaga surya pada atap gedung, Samsurizal¹, Rio Afrianda², Andi Makkulau³, dalam penelitiannya menyebutkan Pada gedung tersebut telah dibangun, namun pemasangannya belum optimal dikarenakan luasan pemasangan modul surya kecil sehingga kapasitas yang dihasilkan kecil pula, sementara potensi lokasi yang ada sangat luas. Oleh karena itu, perlu dikaji sejauh mana optimalisasi kapasitas pembangkit listrik tenaga surya pada atap gedung.
9. Evaluasi Sudut Kemiringan Terhadap Pengaruh Irradiance Pada Array Photovoltaic Jenis Monocrystalline, Samsurizal¹, Christiono², Andi Makkulau³, dalam penelitiannya menyebutkan salah satu aspek yang harus dipenuhi ialah penentuan lokasi penempatan dan penentuan sudut kemiringan dari panel sel surya itu sendiri. Sudut kemiringan pada panel sel surya memiliki pengaruh besar terhadap paparan radiasi sinar matahari dan dimana disetiap wilayah memiliki sudut paparan radiasi yang optimum berbeda-beda
10. Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Peningkatan Pemanfaatan PLTS Off grid di Rooftop Charger Shelter Fradella Reformeia Monica¹, Andi Makkulau². dalam penelitiannya menyebutkan Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak sudut kemiringan modul surya terhadap kinerjanya. Daya dan efisiensi modul surya diukur melalui pengukuran arus dan tegangan menggunakan alat ukur multimeter digital, dengan variasi sudut 0°, 10°, 20°, dan 30°. Pengujian dilakukan dengan modul surya menghadap ke arah Timur.

Berdasarkan beberapa penelitian terlebih dahulu, dapat kami sintesiskan pembahasan yang terdapat pada 10 jurnal di atas terdapat banyak persamaan dan banyak perbedaan pada project yang saya buat dimana persamaan pada project saya terhadap jurnal ialah sudah melakukan simulasi menggunakan software pvsyst, simulasi pengambilan data produksi yang di normalisasikan dan rasio kinerja berupa grafik sudah memenuhi serta rekapan bulanan dari hasil simulasi yang saya buat sudah ada dari awal januari hingga desember dan di rata ratakan pertahun. Dan pengambilan data melalui report yang ada pada aplikasi pvsyst tersebut. Dan adapun ketidaksamaan saya yaitu pada saat pengambilan gambar 3D yang bisa di desain langsung di dalam software tersebut tidak bisa dilakukan. Dan perbedaan perbedaan yang lain bisa kita lihat juga

pada grafik uji coba, dikarenakan alokasi pengambilan data pada jurnal tersebut berbeda beda. Serta letak geografis tempat pengambilan data.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 EBT (Energi Baru Terbarukan)

Indonesia memiliki sumber daya yang berlimpah PLN menyadari sumber daya alam ini harus digunakan dengan bijak disinilah energi alam di gunakan dan rubah menjadi energi baru terbarukan atau EBT dimana selama tahun 2017 hingga 2019 PLN berhasil menyelesaikan pengadaan pembangkit EBT dan telah menandatangani sebanyak 76 kontrak pembangkit EBT dengan total kapasitas terpasang 1.578 MW. Dengan begitu kinerja riilisasi capaian bauran energi dari pembangkit EBT sebesar kurang lebih 12,36% dari total rencana capaian 23% di tahun 2025 dengan kapasitas terpasang sebesar 27,5 MW. Pada pembangkit pembangkit EBT ini akan mendukung kelistrikan seluruh indonesia dengan menggunakan energi alam yang beragam seperti panas bumi, pembangkit tenaga air (PLTA), pembangkit tenaga angin, serta EBT skala terkecil PLTS terbagi menjadi biomassa dan biofuel

biogas dan gasifikasi batu bara. Pengembangan EBT di samping memenuhi kebutuhan tenaga listrik juga dapat mengurangi emisi CO₂ dengan memberikan skema investasi yang menarik dan harga jual tenaga listrik yang kompetitif. Dan tantangan dalam pengembangan EBT khususnya PLTMH adalah sedikitnya daerah yang memiliki potensi energi yang sangat baik sementara peluang biomassa atau

biogas masih melimpah di beberapa daerah serta minat masyarakat masih kurang sehingga masih di mungkinkan.khusus pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) PLN mempunyai kebijakan untuk mengembangkan centralized photovoltaic atau PV.

Untuk kelistrikan banyak komunitas terpencil yang jauh dari kata layak untuk menikmati listrik sehingga saat ini upaya dalam meningkatkan EBT atau energi baru terbarukan masih di upayakan sehingga daerah daerah pedalaman yang belum dapat pemasokan listrik akan mendapatkan dan menikmati energi baru terbarukan tanpa adanya emisi karbon.

2.2.2 PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik yang mengubah energi foton dari matahari menjadikan energi listrik. adapun sel sel fotovoltaik di dalam panel surya yang akan melakukan konversi dari foton beubah menjadi energi listrik. pada sel fotovoltaik disini merupakan lapisan tipis dari si silikon murni atau bahan semikonduktornya, sehingga apabila bahan tersebut mendapat energi oton akan mengeksitasi elektron dari ikatan atomnya menjadi elektro yang akan bergerak bebas, dan pada akhirnya akan menegeluarkan tegangan listrik arus searah.

Modul sel surya terbuat dari beberapa panel surya yang dihubungkan secara seri dan simultan sehingga dapat diperoleh daya keluaran sesuai kebutuhan akibat rangkaian terbuka. Tegangan masing-masing sel surya umumnya sekitar 0,6V, tegangan keluaran yang cocok untuk sel surya tersebut. Aplikasi diperlukan. Panel surya bertenaga baterai dihubungkan langsung secara seri

Adapun konfigurasi PLTS sendiri ialah:

a) On Grid

Sistem Tenaga Surya atau PLTS On Grid atau Grid-Tie atau Grid-Connected adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya yang terhubung ke jaringan listrik utilitas atau PLN. Listrik yang dihasilkan oleh sistem dialirkan ke jaringan dari mana listrik tersebut digunakan untuk menjalankan berbagai peralatan listrik. Dari beberapa jenis sistem yang terpasang di seluruh dunia, sistem On Grid adalah yang paling banyak dipilih.

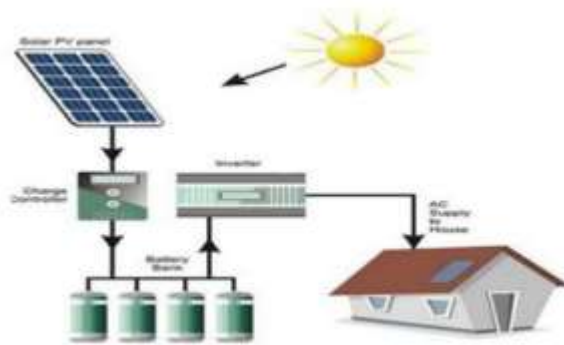


Gambar 2. 1 Sistem On Grid

(Sumber; [VERTEX ELEKTRO \(unismuh.ac.id\)](http://vertexelektro.unismuh.ac.id))

b) Off Grid

PLTS off-grid merupakan pembangkit listrik tenaga surya yang menggunakan sel fotovoltaik untuk menghasilkan listrik. Sistem PLTS ini bekerja secara terpusat karena dipasang dalam satu kawasan dan yang terpenting dapat menyalurkan listrik ke tetangga. Oleh karena itu disebut off-grid karena berada di luar jaringan listrik utama (PLN), sehingga harus dirancang untuk menghasilkan listrik yang cukup sepanjang tahun.

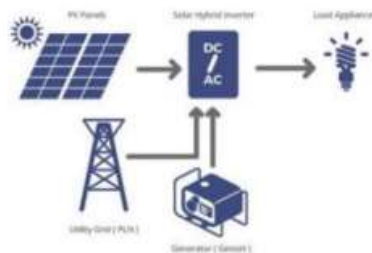


Gambar 2. 2 Sistem Off Grid

(Sumber ; [VERTEX ELEKTRO \(unismuh.ac.id\)](http://vertex.elektro.unismuh.ac.id))

c) Hybrid

PLTS HYBRID merupakan sistem pembangkit listrik tenaga surya yang terhubung atau terkoneksi langsung dengan jaringan PLN (Grid), dimana memiliki baterai untuk backup (Critical Load) ketika PLN Padam.



Gambar 2. 3 Sistem Hybrid

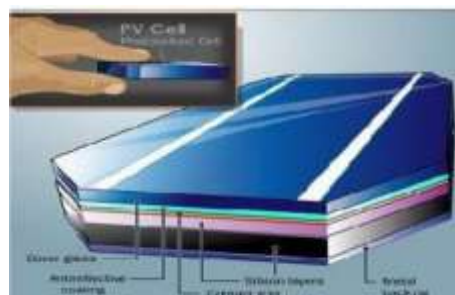
(Sumber ; <https://repo.unsrat.ac.id/3883/1/Jurnal%20Epo%20%281%29.pdf>)

2.2.3 Komponen Komponen Dasar PLTS

Tulisan ini akan memberikan penjelasan tentang komponen-komponen yang digunakan dalam PLTS serta tren teknologi yang berlaku sebagai berikut guna memberikan informasi tambahan mengenai sifat pembangkit listrik tenaga surya.

2.2.3.1 Photovoltaic (Sel Surya)

Fotovoltaik, juga dikenal sebagai sel surya, adalah perangkat semikonduktor yang menggunakan kristal silikon (Si) dan mengubah cahaya langsung menjadi listrik arus searah (DC). Bahan elektronik tersebut dibuat dengan memanaskan silikon (Si) secara terkendali hingga membentuk kristal berbentuk silinder. Sel silikon tipis, juga dikenal sebagai sel surya (fotovoltaik), dibuat dengan memotong kristal silinder setebal 0,3 mm. Sel silikon dilindungi oleh kaca atau plastik dan dipasang secara paralel atau seri dengan panel aluminium atau baja tahan karat. Semua sambungan baterai memiliki sambungan listrik. Saat baterai terkena sinar matahari, arus akan mengalir melalui sambungan. Jumlah energi cahaya yang mencapai silikon dan permukaan sel menentukan jumlah arus dan listrik



Gambar 2. 4 Struktur Sel Surya

(sumber: [VERTEX ELEKTRO \(unismuh.ac.id\)](http://VERTEXELEKTRO.unismuh.ac.id))

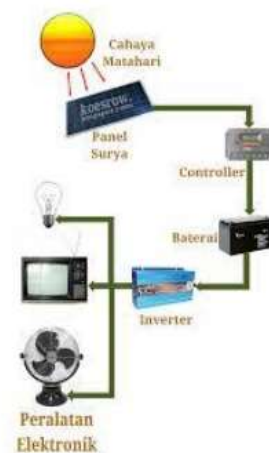
Pada dasarnya sel fotovoltaik berorientasi matahari adalah dioda semikonduktor yang bekerja dalam siklus yang tidak sama dan bergantung pada dampak fotovoltaik. Selama proses tersebut, sel surya menghasilkan tegangan antara 0,5 dan 1 volt, tergantung jenis semikonduktor yang digunakan dan intensitas cahayanya. Sementara itu, jumlah energi sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi sekitar 1000 Watt. Namun, jumlah maksimum listrik yang dihasilkan oleh sel surya hanya 250 Watt per m², dan efisiensi efek fotovoltaik mengubah energi radiasi menjadi energi listrik hanya 25%.

a. Efek *photovoltaic*

Efek *photovoltaic* terjadi ketika bahan semikonduktor seperti silikon disimpan di bawah sinar matahari. Hal ini menyebabkan silikon melepaskan sejumlah elektron kecil. Pengeluaran elektron dari permukaan logam ketika cahaya mengenainya dikenal sebagai efek fotolistrik. Proses fisik mendasar dimana fotovoltaiik mengubah energi cahaya menjadi energi listrik adalah efek ini.

b. Prinsip kerja sel surya

Elektron dan lubang bermuatan positif dan negatif menghasilkan oleh cahaya yang berkaitan sel surya, yang kemudian mengalir membentuk arus listrik. Fotolistrik adalah nama yang diberikan untuk ide ini. Karena terbuat dari bahan semikonduktor yang mengandung silikon, sel surya bisa tereksitasi. Ada dua jenis lapisan sensitif pada silikon: lapisan positif tipe-p dan lapisan negatif tipe-n. Karena sel surya ini mudah pecah dan berkarat, dibuat panel dengan ukuran tertentu yang dilapisi dalam plastik atau kaca bening dan tahan air dan disebut panel surya.



Gambar 2. 5 Proses perubahan cahaya menjadi arus listrik

(Sumber : Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik, Vol.9, No.2, 2020.)

Sel surya menghasilkan jumlah listrik yang proporsional ketika tegangan operasi dibagi dengan arus operasi. Arus dan tegangan yang berbeda dapat dihasilkan oleh sel surya.

c. Jenis-jenis sel surya

Bahan semikonduktor yang paling umum digunakan dalam industri sel photovoltaic

adalah silicon. Silicon terkandung dalam pasir dalam bentuk silicon oksida (SiO_2). Silicon secara kimiawi bersifat stabil dan memiliki potensi umur peralatan yang panjang jika dijadikan sel surya. Adapun Jenis- jenis sel surya yang umum antara lain:

1. *Mono-Crystalline*

Panel-panel ini memiliki kekuatan tertinggi di wilayahnya dan merupakan panel terbaik. Efisiensi mencapai 15%. Panel jenis ini mempunyai kelemahan: Panel ini tidak berfungsi dengan baik di tempat dengan sedikit sinar matahari (dingin), dan kinerjanya menurun secara signifikan pada hari berawan.



Gambar 2. 6 Mono-Crystalline

(Sumber; <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jtmu/article/view/50451>)

2. *Poly-Crystalline*

Adalah panel surya dengan kristal yang disusun secara acak. Untuk menghasilkan jumlah listrik yang sama, tipe Poly-Crystalline membutuhkan luas permukaan yang lebih besar daripada tipe Mono- Crystalline, namun menghasilkan lebih banyak listrik pada hari mendung.



Gambar 2. 7 Poly-Crystalline

(Sumber ; <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jtmu/article/view/50451>)

3. *Thin Film Photovoltaic*

Merupakan panel surya dua lapis dengan mikrokristal-silikon tipis dan struktur amorphos. Ini memiliki efisiensi modul hingga 8,5%, membuatnya lebih efisien daripada panel monocrystal dan polycrystal dalam hal output daya per watt. Thin Film Triple Junction PV, yang memiliki tiga lapisan dan dapat bekerja dengan sangat baik di udara yang sangat berawan, merupakan pengembangan terbaru. Ini dapat menghasilkan daya listrik hingga 45 persen lebih banyak daripada jenis panel lain dengan daya yang sama.



Gambar 2. 8 Thin Film Photovoltaic

(Sumber ; https://eprints.uniska-bjm.ac.id/7461/1/Jurnal%20PLTS%20Offgrid_Renaldy%20Rahman_166500113-edit2.pdf)

d. Modul *Photovoltaic* atau modul surya

Komponen utama sistem modul fotovoltaik adalah modul, yang merupakan unit perakitan yang terdiri dari beberapa sel surya. Teknologi kristal dan film tipis dapat digunakan dalam produksi modul fotovoltaik. Modul fotovoltaik dapat dibuat dengan inovasi yang cukup mendasar, sedangkan inovasi tinggi diharapkan dapat membuat sel fotovoltaik. Modul fotovoltaik terdiri dari beberapa sel fotovoltaik berukuran 10 cm x 10 cm yang

dihubungkan secara seri atau paralel. Sekitar 60% dari total biaya dihabiskan untuk pembuatan modul sel surya. Oleh karena itu, hal ini mengindikasikan bahwa biaya akan berkurang jika modul sel surya dapat diproduksi di dalam negeri. Untuk membuat sel surya di Indonesia, dibuat rangka terlebih dahulu, kemudian dibuat laminasi menggunakan sel yang masih impor.



Gambar 2. 9 Modul Photovoltaic

(Sumber ; https://eprints.uniska-bjm.ac.id/7461/1/Jurnal%20PLTS%20Offgrid_Renaldy%20Rahman_166500113-edit2.pdf)

Sementara itu, investasi awal yang besar merupakan hambatan utama bagi pertumbuhan energi surya fotovoltaik. Sejumlah modul akan digabungkan menjadi sebuah array untuk meningkatkan kapasitas. Modul surya biasanya memiliki data mulai dari 10 Wp hingga 300 Wp dan sistem tegangan kerja 12 Volt dan 24 Volt.

2.2.3.2 Solar Charge Controller

Alat elektronik yang disebut pengontrol surya digunakan untuk mengatur arus searah yang dibawa dari beban ke baterai dan diisi di sana. Pengisian daya yang berlebihan (pengisian daya yang berlebihan akibat "pengisian penuh" baterai) dan kelebihan voltase panel surya dikendalikan oleh pengontrol muatan surya. Masa pakai baterai akan berkurang dengan pengisian daya yang berlebihan dan pengisian daya. Pengontrol surya mengatur fungsi pengisian daya baterai dan arus pelepasan dari baterai ke beban menggunakan teknologi modulasi lebar pulsa (PWM).



2.2.3.3 Gambar 2. 10 Solar Charge Controller

(Sumber; Jurnal Teknik Elektro dan Komputer
Vol. 8 No.1 Januari-April 2019, ISSN : 2301-8402)

2.2.2.3 Baterai

Alat yang menyimpan energi listrik agar dapat digunakan sewaktu- waktu disebut akumulator atau baterai. Perangkat penyimpanan energi yang dikenal sebagai baterai ditenagai oleh daya DC dari panel surya. Baterai bertanggung jawab untuk menyimpan arus searah dan mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai bekerja di PLTS untuk menyimpan daya yang dihasilkan oleh panel surya yang bebannya tidak segera digunakan. Daya yang tersimpan dapat digunakan pada malam hari atau saat matahari tidak bersinar terang. Energi kimia disimpan sebagai listrik dalam baterai. Dalam sistem PLTS, baterai memiliki dua fungsi penting: menyimpan kelebihan daya panel surya dan menyediakan daya listrik di sistem ketika panel surya tidak menghasilkan listrik.



Gambar 2. 11 Baterai

(Sumber; <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/simet/article/view/9983>)

2.2.3.4 Inverter

Inverter adalah alat listrik yang digunakan untuk mengubah arus searah (DC) menjadi aliran bolak-balik (AC). Arus bolak-balik dibuat ketika arus searah dari baterai, panel surya/sel surya, dan peralatan lainnya diubah oleh *inverter*. Peralatan yang beroperasi pada arus bolak-balik memanfaatkan inverter pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Tegangan yang dikeluarkan dapat diperbaiki, variabel, atau diperbaiki. Tegangan input DC dapat diubah untuk mengubah variabel tegangan output; dalam hal ini, *gain* inverter tetap sama. Terdapat beberapa *inverter* dengan konsep MPPT 16 (*Maximum Power Point Tracking*) yang memungkinkan inverter untuk menaikkan tegangan input ke titik tertingginya guna menghasilkan daya *output* yang maksimal.



Gambar 2. 12 Inverter dengan MPPT

(Sumber. <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/simet/article/view/9983>))

2.2.4 Energi Surya

Untuk mengatasi krisis minyak (bahan bakar fosil), potensi energi terbarukan Indonesia belum dimanfaatkan secara luas. *Solar cell* atau sel surya yang berasal dari energi surya sebagai pembangkit listrik merupakan salah satu potensi. Melalui efek fotovoltaiik, sel surya merupakan perangkat yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung. Perangkat yang secara khusus menangkap energi sinar matahari terkadang disebut sebagai sel surya, sedangkan sel fotovoltaiik digunakan saat sumbernya tidak ditentukan. Penguji fotovoltaiik, panel surya, dan rakitan sel surya semuanya dibuat dengan rakitan sel surya. Fotovoltaiik adalah nama bidang teknologi dan penelitian yang berfokus pada penggunaan sel surya untuk menghasilkan energi listrik praktis. Kalkulator dan pemanas air rumah tangga adalah dua aplikasi populer untuk sel surya. Energi surya saat ini menjadi salah satu energi yang sedang aktif dikembangkan oleh pemerintah Indonesia, mengingat Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki potensi energi surya yang sangat besar.

Berdasarkan data radiasi matahari yang dikumpulkan dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi matahari di Indonesia dapat diklasifikasikan sebagai berikut: di wilayah barat dan timur Indonesia, sebaran radiasi matahari (KBI) di wilayah barat Indonesia kurang lebih 4,5 kWh / m² /hari, dan variasi bulanan kurang lebih 10%. Di kawasan timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m² /hari, dengan variasi bulanan sekitar 9%. Oleh karena itu, rata-rata radiasi matahari di Indonesia adalah sekitar 4,8 kWh/m² /hari, dengan variasi bulanan sekitar 9%. Matahari merupakan sumber energi utama dan melepaskan energi dalam jumlah yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Saat cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per meter persegi. Kurang dari 30% energi dipantulkan kembali ke luar angkasa, 47% diubah menjadi panas, 23% digunakan untuk sirkulasi total di permukaan bumi, dan hanya 0,25% diserap oleh angin, gelombang, dan arus laut.

Masih ada sebagian kecil (0,025%) yang disimpan oleh proses fotosintesis pada tumbuhan, yang akhirnya digunakan untuk membentuk batu bara dan minyak (bahan bakar fosil, proses fotosintesis yang memakan waktu jutaan tahun), namun saat ini tidak terpakai. Ini digunakan secara luas dan eksploratif sebagai bahan bakar, serta bahan untuk

produksi plastik, formika, dan bahan sintetis lainnya. Dengan kata lain, sumber segala energi adalah energi matahari. Energi surya sangat bagus karena ramah lingkungan, tidak ada habisnya, dapat diandalkan, dan hemat biaya. Hal buruk tentang energi matahari adalah sifatnya yang sangat halus dan tidak konstan. Karena aliran energi matahari yang rendah, sistem dan kolektor dengan luas permukaan yang besar digunakan untuk mengumpulkan dan memusatkan energi. Sistem pemusatan ini sangat mahal dan tidak dapat menyediakan pasokan energi surya secara terus menerus ke sistem di Bumi. Artinya, diperlukan beberapa jenis sistem penyimpanan energi atau konversi lainnya untuk menyimpan energi pada malam hari

2.2.5 Pvsyst

PVsyst adalah perangkat lunak simulasi surya yang paling banyak digunakan untuk estimasi hasil energi dan desain pembangkit listrik tenaga surya yang optimal. PVsyst memanfaatkan pengetahuan luas tentang Teknologi PV, data sumber daya iradiasi meteorologi, dan komponen sistem PV. Dengan demikian PVsyst akan membantu dalam memahami komponen sistem PV dan dengan demikian membantu dalam mengoptimalkan desain sistem.

2.2.5.1 Kelebihan PVSyst:

Ada tiga tipe utama sistem PV yang dapat dirancang dan disimulasikan di PVSyst. Terhubung ke jaringan, seperti namanya, sistem ini terhubung ke jaringan listrik lokal. Untuk sistem seperti itu, pengguna dapat menghitung susunan dan kerugian sistem, produksi sistem, rasio kinerja, dan angka produksi yang dinormalisasi. Sistem PV yang berdiri sendiri memiliki kemampuan untuk menyimpan energi dalam baterai, atau jenis perangkat penyimpanan lainnya. Seringkali sistem ini memiliki semacam baterai sebagai perangkat penyimpanan. Desain sistem tegakan yang akurat mengharuskan pengguna untuk mengetahui kebutuhan konsumsi energi lokasi proyek secara rinci, dan profil energi harian per jam. Sistem PV berdaya tinggi, menengah, dan kecil yang berdiri sendiri untuk rumah, yang biasanya berkisar antara 50 hingga 300W, juga dapat dirancang pada PVSyst.

Sistem Pemompaan umumnya untuk aplikasi pertanian. Dalam banyak sistem

pemompaan tenaga surya saat ini, modul dipasang pada pelacak sumbu tunggal, aplikasi ini juga memungkinkan pelacak diperhitungkan selama prosedur desain. Gambaran hasil dari sistem tersebut meliputi, volume kebutuhan air dan air yang dipompa, air yang hilang, energi pada pompa dalam kWh, efisiensi sistem, dan energi spesifik.

2.2.5.2 *Kekurangan PVSyst:*

Tidak banyak keterbatasan PVSyst, karena pengembang Swiss terus meningkatkan dan memperbarui paket perangkat lunak ini. Misalnya, beberapa tahun yang lalu tidak mungkin melakukan analisis bayangan dengan itu, namun sekarang pengguna dapat membuat dan memanipulasi objek 3D, dan mengimpor dari alat lain seperti AutoCad dan Sketchup. Perancangan modul PV bifacial yang dipasang pada pelacak sumbu tunggal juga merupakan tantangan yang dihadapi oleh para desainer saat ini, PVSyst berupaya untuk memasukkan analisis yang lebih rinci dari sistem tersebut. Aplikasi desain dan analisis sistem PV lainnya yang terkenal dan banyak digunakan termasuk Helioscope, Aurora, BlueSol, Homer dan PVSol.

2.2.6 Teori Analisis Data Dan Regresi

Analisis data adalah proses pengolahan data untuk tujuan menemukan informasi yang berguna yang dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk memecahkan suatu masalah. Proses analisis ini meliputi kegiatan pengelompokan data berdasarkan karakteristiknya, pembersihan data, transformasi data, pembuatan model data hingga mencari informasi penting dari data tersebut. Saat melakukan penelitian, terdapat beberapa jenis analisis data yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Analisis kualitatif adalah analisis secara sistematis yang tidak menggunakan model matematika atau statistika. Dengan kata lain analisis ini dilakukan dengan membaca tabel, grafik, atau data lainnya yang sudah tersedia yang diperoleh dari berbagai sumber dengan teknik pengumpulan data tertentu. Tujuan analisis kualitatif adalah untuk menemukan makna dari data-data tersebut. Analisis kuantitatif adalah analisis yang menggunakan model matematika atau statistika dalam memproses datanya. Hasil analisis biasanya berupa angka-angka yang akan disajikan dan diuraikan oleh peneliti. Adapun teknik yang digunakan dalam analisis kuantitatif yaitu teknik analisis deskriptif dan teknik analisis inferensial yang memiliki fungsinya masing-masing.

Sedangkan regresi kuadratik sendiri adalah Regresi adalah metode statistik yang dipakai untuk memperkirakan hubungan antara sebuah variabel terikat dan satu variabel independen atau lebih. Metode ini juga bisa digunakan untuk menilai kekuatan hubungan antara variabel dengan perkiraan masa depan. Analisis regresi termasuk beberapa variasi, yakni linear, linear majemuk, dan nonlinear. Model yang paling umum ialah linear dan linear majemuk. Sementara itu, nonlinear biasa dipakai untuk kelompok data yang lebih kompleks—karena hubungan antarvariabel tidak sejalan. Shao (1980) menjelaskan bahwa pembahasan regresi linier didasarkan pada anggapan bahwa hubungan rata-rata antara kedua variabel dapat digambarkan dengan sebuah garis lurus. Tetapi, untuk beberapa data pengamatan tertentu anggapan itu dapat menjadi tidak terpenuhi karena berdasarkan pengamatan terhadap diagram pencar datanya, garis yang dapat ditarik dari pencaran data tidak berbentuk garis lurus, sehingga garis regresi linier tidak sesuai untuk data pengamatan. Dengan penambahan 2 x pada persamaan regresi linier derajat satu akan diperoleh persamaan regresi derajat dua, atau disebut persamaan regresi kuadratik

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di beberapa tempat dengan lokasi perumahan berbeda beda. Adapun beberapa tempat yang dilakukan pada penelitian ini melalui metode observasi dengan melakukan pencarian perumahan di sikumbang tapera dengan menggunakan google earth untuk melihat spesifikasi perumahan tersebut, adapun detail lokasi perumahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Perumahan jakarta

Perumahan Mutiara Puri Harmoni

Alamat ; Jl. Bojong Raya No.12, Rw. Buaya, Kecamatan Cengkareng,
Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta

Lokasi Perumahan : (6°24'34"S 107°04'04"E)

Gambar perumahan ;



2. Perumahan surabaya (Perumahan tanjung indah Surabaya)

Alamat ; Pesapen III No. 45(Blok A-L) - 47(Blok A-J, Jl. Raya

Bangkingan, Sumur Welut, Kec. Lakarsantri, Surabaya, Jawa \ Timur 60215

Lokasi perumahan ; 7°21'52"S 112°38'30"

Gambar perumahan ;



Lokasi perumahan ; $7^{\circ}28'05''\text{S } 112^{\circ}39'39''\text{E}$

3. Perumahan manado

Alamat : HW66+8P4, Mapanget Bar., Kec. Mapanget, Kota Manado,

Sulawesi Utara

Lokasi perumahan ; $1^{\circ}32'32''\text{N } 124^{\circ}55'07''\text{E}$

Gambar perumahan ;



4. Perumahan medan (Perumahan Griya Makmur 8 Medan)

Alamat ; JQ7P+PMW, Jl. Sugeng, Sumber Rejo Tim., Kec. Percut Sei Tuan,

Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara

Lokasi perumahan ; $3^{\circ}36'51''\text{N } 98^{\circ}47'11''07''\text{E}$

Gambar perumahan ;



5. Perumahan jayapura

Alamat ; Griya Marwah Indah, Jl. Kehiran No.2, belakang gudang
saga, Kec. Sentani, Kabupaten Jayapura, Papua 99359

Lokasi perumahan ; $2^{\circ}33'48''\text{S}$ $140^{\circ}28'03''\text{E}$ Gambar Perumahan ;



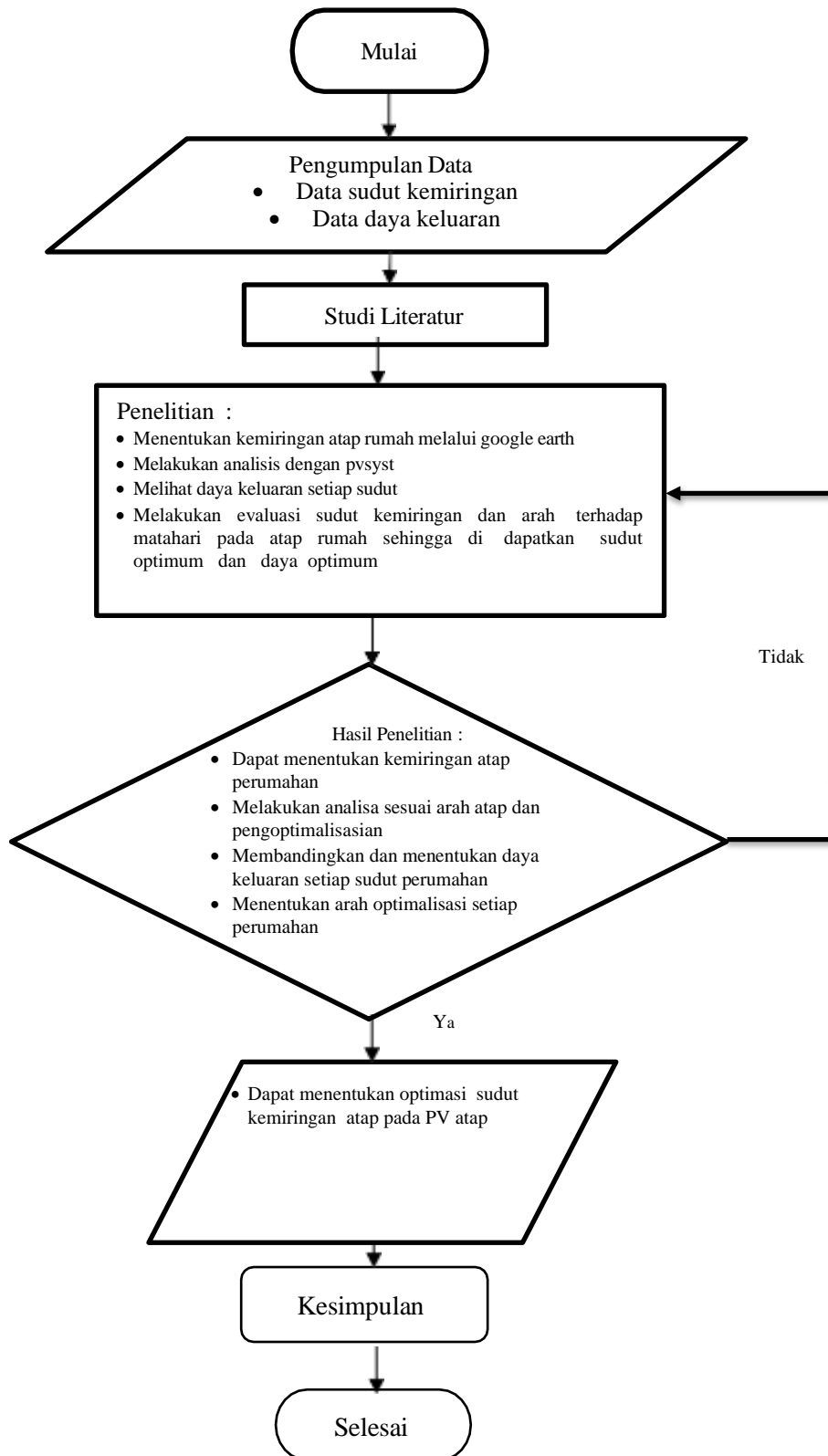
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

3.2 Desain Penelitian

Penelitian adalah pencarian yang tekun, penyelidikan yang tekun, percobaan atau penelitian dengan tujuan menemukan fakta dan temuan terbaru; atau, secara luas, berhubungan dengan subjek penyelidikan apa pun berkaitan dengan pengumpulan informasi, interpretasi fakta, dan revisi teori atau hukum yang ada fakta atau bukti baru (Adams et al., 2012).

Dimana pada penelitian ini digunakan metode kuantitatif karena Metode kuantitatif merupakan metode penelitian yang melibatkan banyak data. Mulai dari pengumpulan data hingga interpretasi. Penelitian ini menggunakan data digital dan statis untuk mengumpulkan dan menganalisis data yang tersedia pada aplikasi *Pvsyst*.

Adapun desain penelitian ini dapat dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 3. 1 *Flowchart* Diagram Penelitian

Pada tahapan desain penelitian atau bagan alir diatas dapat dijelaskan seperti berikut:

1. Melakukan studi literatur, tahapan ini dilakukan dengan cara mempelajari buku- buku, jurnal dan artikel-artikel yang diolah sebagai data primer dan data sekunder yang bertujuan sebagai referensi yang berhubungan dengan tema dalam penyusunan proposal ini
2. Pengumpulan data, tahap ini dilakukan untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan penelitian dengan cara observasi secara langsung dan menggunakan software *Pvsyst*. Data yang didapat merupakan data yang valid sehingga untuk mendapatkan data tersebut.
3. Observasi lapangan, pada tahap ini dilakukan secara langsung dilapangan tempat penelitian dengan cara melakukan penelitian.
4. Melakukan analisis sistem pada aplikasi *Pvsyst*, Pada tahap ini peneliti memperoleh informasi data yang diperlukan.
5. Membuat kesimpulan atau pembuatan laporan, pada tahap ini dilakukan pembuatan laporan yang disusun berdasarkan hasil penelitian.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Dimana pada metode pengumpulan data pada skripsi ini adalah mencakup sebagai berikut:

1. Observasi, dimana dengan melakukan pengambilan data yang dilakukan melalui software *Pvsyst*.
2. Menghitung arus keluaran pada modul mengenai sudut kemiringannya
3. Melihat pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap lokasi perumahan
4. Menghitung pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap arus keluaran
5. Melakukan eksisting setiap perumahan untuk mencari keluaran terbaik
6. Adapun rumus untuk perhitungan mencari sudut dan keluaran terbaik yaitu dengan menggunakan rumus $Y = X^2 + X + \text{Intercept}$

Dimana X = adalah sudut PLTS

X^2 = dimana sudut di kuadratkan

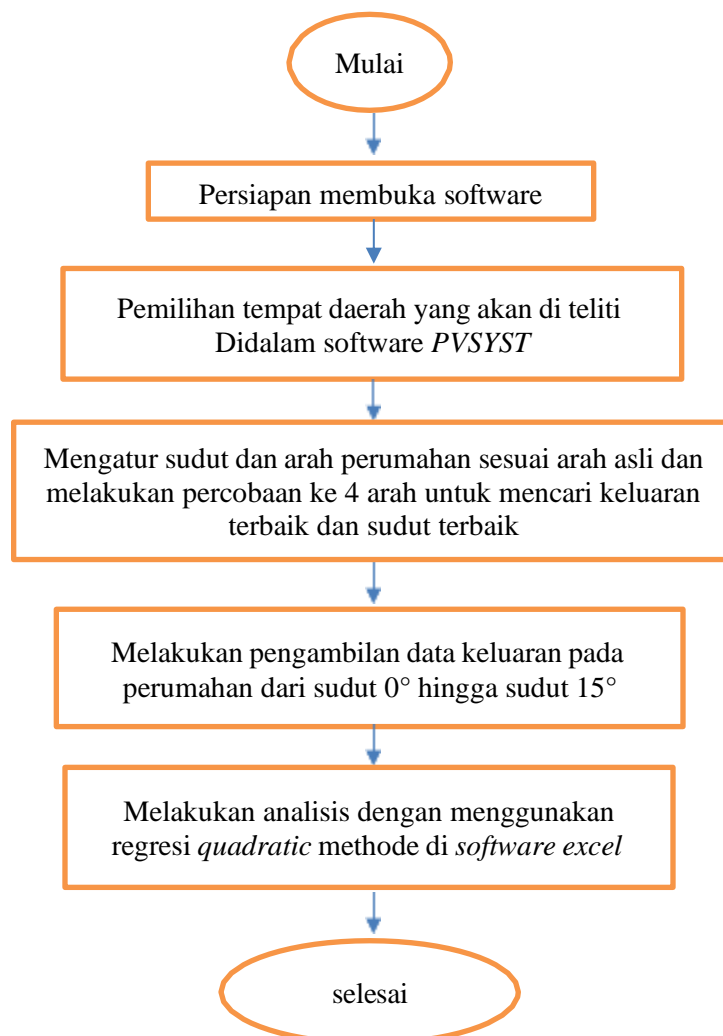
Intercept = Hasil ketika sudah melakukan regresi di excel.

3.4 Metode Analisis Data

Analisis adalah kegiatan mengumpulkan, mengelompokkan dan menganalisis data yang diperoleh selama kurun waktu tertentu yang biasa digunakan peneliti guna memproses suatu data untuk menjadi informasi yang digunakan dalam menjawab masalah dalam penelitian. Analisis data membantu peneliti untuk mengambil keputusan atau kesimpulan dalam suatu penelitian. dimana dalam mengambil keputusan atau kesimpulan dalam suatu penelitian.

1. Melakukan pengumpulan data pada tahap awal yang merupakan aktivis analisis data
2. Tahap editing, dimana melakukan pemeriksaan serta ke cocokan data.

3. Tahap mendeksripsikan data, yaitu proses untuk menyajikannya dalam suatu tabel atau diagram
4. Tahap analisis data, yaitu dimana melakukan pengkajian data yang akan di buat untuk kesimpulan serta keputusannya



Gambar 3.2 *Flowchart* Langkah kerja Pengambilan data

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Arus Keluaran dari sebuah modul dalam hubungannya dengan sudut kemiringan

Arus keluaran dari sebuah modul fotovoltaik bergantung pada besarnya radiasi surya yang di terima oleh modul. Dimana keluaran total selama setahun dari *software pvsyst* dihitung secara sederhana dengan mengalihkan arus dengan waktu selama modul dilakukan Analisa di *software* tersebut.

Dengan mengarahkan modul pada kemiringan tertentu, radiasi surya yang diterima dapat di optimalisasikan untuk satu kurun waktu satu tahun. Yang Dimana selanjutnya hal ini akan memperbesar keluaran setahun rata rata modul *fotovoltaik*. Dan secara umum kemiringan modul disesuaikan dengan posisi lintang lokasi penempatan pada perumahan yang sudah ditentukan.

4.2. Pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap alokasi perumahan yang sudah di tentukan

Pada penelitian kali ini pengambilan data posisi atau sudut panel surya terhadap matahari dilakukan untuk menganalisa seberapa arus keluaran pada selang waktu tertentu. Pengambilan data ini di lakukan dalam waktu jangka 1 tahun dalam *software Pvsyst*. Dan kemudian hasil yang di dapat pada penelitian ini di gunakan untuk melihat dan menganalisa seberapa besar pengaruh sudut kemiringan terhadap arus keluaran.

4.3. Pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap arus keluaran

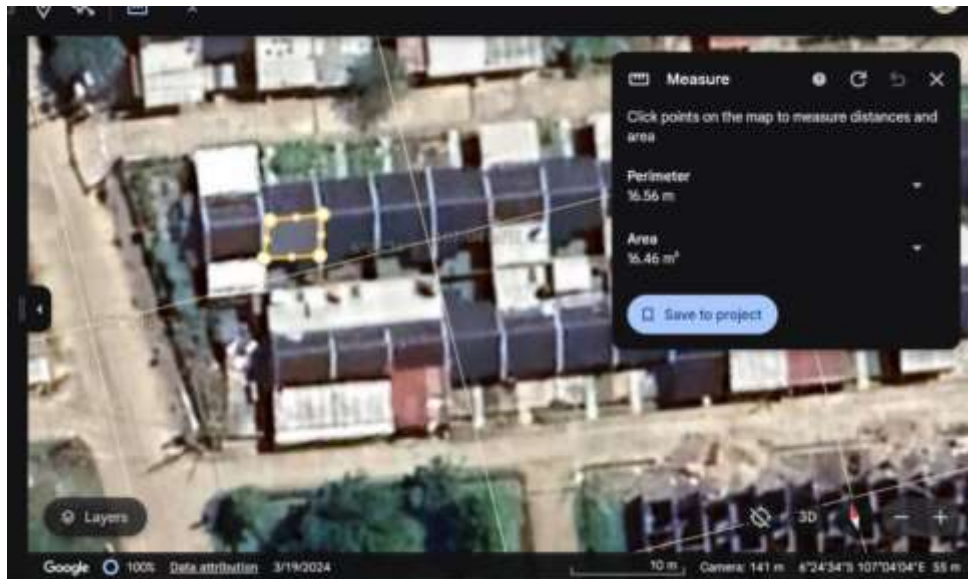
Hasil pengambilan selama waktu 1 tahun dalam *software pvsyst*, variasi sudut panel surya dari 0° hingga 15° yang di lakukan di setiap daerah di dapatkan nilai arus keluaran yang bervariasi yang dapat di lihat dari tabel dibawah ini. Dimana angka atau daya keluaran/tahun dari setiap wilayah atau alokasi berbeda beda. Dimana perbedaan ini di sebabkan oleh garis lintang atau berdasarkan dari detail setiap perumahan tersebut yang mempengaruhi perbedaan daya keluarannya, seperti sudut kemiringan yang berbeda beda dari setiap

perumahannya. Adapun angka atau hasil dari *software* tersebut dapat di lihat pada tabel berikut di bawah ini.

4.4 Eksisting setiap perumahan untuk mencari keluaran terbaik

Pada eksisting perumahan ini dilakukan untuk mencari sudut terbaik dan keluaran terbaik dari PLTS nya sendiri. Dimana untuk mencari sudut terbaik

4.4.1 Perumahan Jakarta



Gambar 4. 2 Perumahan Mutuara Puri Harmoni

(Sumber: Google Earth 6°24'34"S 107°04'04"E)



Gambar 4. 3 Perumahan Mutiara Puri Permai

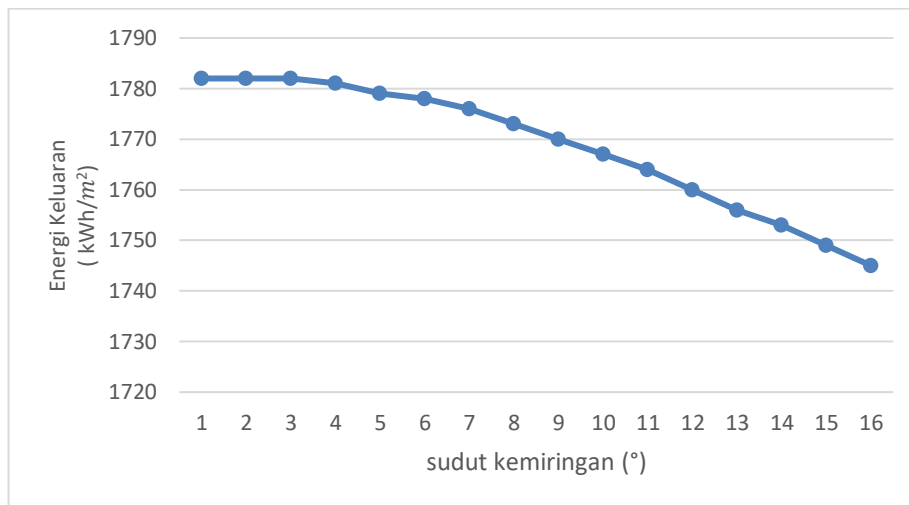
(Sumber : Sikumbang Tapera,Google maps,2024)

Perumahan Jakarta ini bisa lihat secara langsung di *google earth* dan sikumbang tapera Dimana Ketika Melakukan Analisa efesiensi energi arah atap itu dia menghadap ke timur dengan meliat garis lintang yang ada di peta Indonesiadan melakukan pengambilan data melalui software.seperti pada tabel di bawah ini;

Tabel 4. 1 Arah perumahan Jakarta -90° (Timur)

JAKARTA	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
0°	1782
1°	1782
2°	1782
3°	1781
4°	1779
5°	1778
6°	1776
7°	1773
8°	1770
9°	1767
10°	1764
11°	1760
12°	1756
13°	1753
14°	1749
15°	1745

Dari tabel 4.1 dapat terlihat nilai keluaran panel surya selama waktu periode 1 tahun. Dimana terlihat perbedaan arus keluaran pada setiap sudut berbeda dikarenakan arah dan sudut PLTS memiliki posisi yang berbeda beda, dimana perbedaan ini dikarenakan garis lintang khatulistiwa. Bisa kita lihat nilai arus keluaran panel surya dalam bentuk grafik pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 5 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya -90 (timur)

Dengan menggunakan data pada table 4.1 maka di gunakan *software excel* sebagai alat bantu perhitungan dengan Analisa di dapat persamaan regresi *kuadratik polynomial*. Dimana persamaan regresi *kuadratik* di sajikan dalam bentuk table 4.2 yang di dapat dengan menggunakan *software excel* sebagai alat bantu menghitung

Tabel 4. 2 Persamaan regresi kuadratik

	<i>Intercept</i>	X	X ²
<i>Coefficients</i>	1782,918	-0,41796	-0,14478
<i>Standard Error</i>	0,450587	0,139381	0,008963
<i>t Stat</i>	3956,879	-2,9987	-16,1526
<i>P-value</i>	6,48E-41	0,010265	5,52E-10
<i>Lower 95%</i>	1781,944	-0,71908	-0,16415
<i>Upper 95%</i>	1783,891	-0,11685	-0,12542
<i>Lower 95,0%</i>	1781,944	-0,71908	-0,16415
<i>Upper 95,0%</i>	1783,891	-0,11685	-0,12542

Dengan menurunkan persamaan 1 diatas, maka akan mendapatkan hasil sebagai berikut;

$Y = X^2 + X + \text{Intercept}$, maka akan memperoleh ;

$$y = -0,1447x^2 + -0,4179x + 1782,9$$

$$\frac{dy}{dx} (-0,1447x^2 + -0,4179x + 1782,9) = 0$$

$$2 ((-0,1447x) + -0,4179x) = 0$$

$$x = \frac{-0,2894}{-0,4179}$$

$$X = 0^\circ$$

Pada hasil yang kita temukan pada perhitungan diatas, kita dapat melihat sudut dan daya keluaran pada posisi perumahan di daerah jakarta sesuai dengan atap perumahannya, bisa kita lihat pada perumahan jakarta disini ketika kita analisa sesuai dengan sudut perumahannya ialah dengan sudut 0° dengan daya keluaran 1782 kwh/m^2 .Selanjutnya mencari sudut terbaik dan daya keluaran yang lebih baik. Dilihat pada tabel diatas sudut dan keluaran berbeda beda di karenakan posisi setiap PLTS nya berbeda beda dan arah PLTS arah pltsnya terhadap garis lintang.

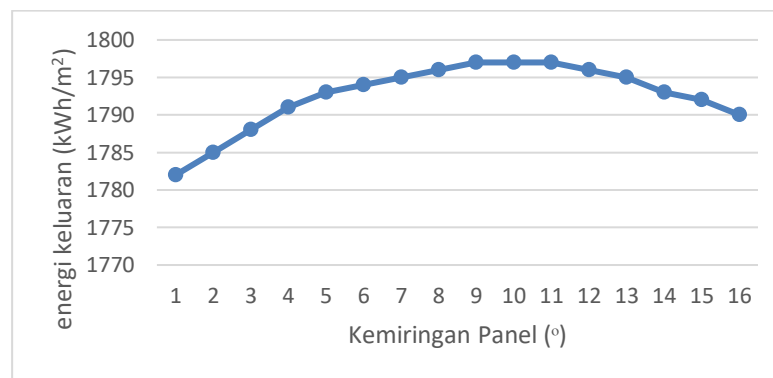
Dimana pada tabel berikut ini tujuannya adalah untuk mencari arah dan sudut terbaik dalam poisisi keberadaan dalam menganalisa sudut terhadap arus keluaran PLTS nya sendiri. Seperti pada Ketika pemasangan PLTS di azimuth tertentu untuk mencari keluaran terbaik dan sudut terbaiknya_ seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 3 Eksisting Jakarta 0° (Utara)

JAKARTA	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m^2)
0°	1782
1°	1785
2°	1788
3°	1791
4°	1793
5°	1794
6°	1795
7°	1796
8°	1797
9°	1797
10°	1797
11°	1796

JAKARTA	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
12°	1795
13°	1793
14°	1792
15°	1790

Dari tabel 3 dapat terlihat nilai keluaran panel surya selama waktu periode 1 tahun. Dimana terlihat perbedaan arus keluaran pada setiap sudut berbeda dikarenakan arah dan sudut PLTS memiliki posisi yang berbeda beda, dimana perbedaan ini dikarenakan garis lintang khatulistiwa. Bisa kita lihat nilai arus keluaran panel surya dalam bentuk grafik pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 6 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya 0° (utara)

Dengan menggunakan data pada table 4.3 maka di gunakan *software excel* sebagai alat bantu perhitungan dengan Analisa di dapat persamaan regresi *kuadrat* Dimana persamaan *regresi kuadrat* di sajikan dalam bentuk table 4 yang di dapat dengan menggunakan *software excel* sebagai alat bantu menghitung

Tabel 4. 4 Persamaan regresi kuadrat

	<i>Intercept</i>	X	X ²
<i>Coefficients</i>	1782,096814	3,361869748	0,19030112
<i>Standard Error</i>	0,230541713	0,07131404	0,004586136
<i>t Stat</i>	7730,04065	47,1417652	-41,494874

	<i>Intercept</i>	X	X ²
<i>P-value</i>	1,07372E-44	6,42115E-16	3,33818E-15
<i>Lower 95%</i>	1781,598759	3,20780513	-0,200208864
<i>Upper 95%</i>	1782,594869	3,515934366	-0,180393377
<i>Lower 95,0%</i>	1781,59876	3,20780513	-0,2002089
<i>Upper 95,0%</i>	1782,594869	3,515934366	-0,180393377

Persamaan regresi *kuadratik* yang di gunakan adalah dengan melihat persamaan diatas dan untuk menentukan sudut optimum adalah dengan menurunkan persamaan 1 dengan menggunakan rumus

$Y = X^2 + X + \text{Intercept}$, maka akan memperoleh ;

$$y = 0,1903x^2 + 3,3618x + 1782,0$$

$$\frac{dy}{dx} (0,1903x^2 + 3,3618x + 1782,0) = 0$$

$$2 ((0,1903x) + 3,361x) = 0$$

$$X = \frac{3,361}{0,38}$$

$$X = 8,8^\circ$$

Setelah melakukan pengoptimalisasian sudut terhadap arah perumahan bisa kita lihat pada sudut terbaik pada daerah jakarta sebesar 0° dan kita bisa membandingkan ketika kita melakukan analisa sesuai arah atap perumahannya kita mendapatkan hasil $8,8^\circ$. Adapun hubungan antara sudut dan energi berdasarkan sudut kemiringan ialah posisi pada saat pemasangan plts dan arah setiap sudut pada saat pengambilan data. dan analisa yang di dapatkan mengenai sudut dengan keluaran ialah dimana ketika matahari tegak lurus terhadap permukaan penyerap, radiasi yang terjadi pada permukaan tersebut mempunyai kepadatan tertinggi. Dimana ketika sudut antara matahari dan permukaan penyerap berubah, intensitas cahaya di permukaan berkurang. Dan jika permukaan sejajar dengan sinar matahari intensitas cahaya di permukaan berkurang. Dimana hal ini menyebabkan perbandingan nilai sudut dan keluaran pada perumahan diatas.

4.4.2 Perumahan Surabaya

Perumahan Surabaya ini bisa lihat secara langsung di *google earth* Dimana Ketika melakukan Analisa efesiensi energi arah atap itu dia menghadap ke selatan dengan meliat garis lintang yang ada di peta Indonesia seperti pad gambar di bawah ini ;

Gambar 4. 7 Perumahan Surabaya 180°

Perumahan tanjung indah Surabaya

Sumber : Google Earth 7°28'05"S 112°39'39"E



Gambar 4. 8 Perumahan tanjung indah Surabaya

Sumber : Sikumbang Tapera

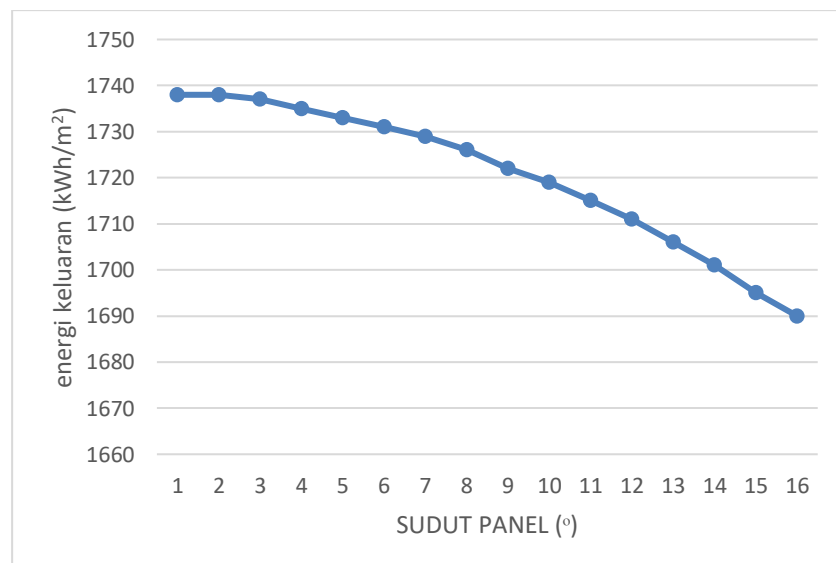
Perumahan surabaya ini bisa lihat secara langsung di *google earth* dan sikumbang tapera Dimana Ketika Melakukan Analisa efesiensi energi arah atap itu dia menghadap ke timur dengan meliat garis lintang yang ada di peta Indonesia,

Tabel 4. 5 Arah perumahan Surabaya 180°

SURABAYA	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
0°	1738
1°	1738
2°	1737

SURABAYA	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
3°	1735
4°	1733
5°	1731
6°	1729
7°	1726
8°	1722
9°	1719
10°	1715
11°	1711
12°	1706
13°	1701
14°	1695
15°	1690

Dari tabel dapat terlihat nilai keluaran panel surya selama waktu periode 1 tahun. Dimana terlihat perbedaan arus keluaran pada setiap sudut berbeda dikarenakan arah dan sudut PLTS memiliki posisi yang berbeda beda, dimana perbedaan ini dikarenakan garis lintang khatulistiwa. Bisa kita lihat nilai arus keluaran panel surya dalam bentuk grafik pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 10 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya 180°(selatan)

Dengan menggunakan data pada table 4.5 maka di gunakan *software excel* sebagai alat bantu perhitungan dengan Analisa di dapat persamaan regresi kuadratik polynomial. Dimana persamaan *regresi kuadratik* di sajikan dalam bentuk table 3 yang di dapat dengan menggunakan *software excel* sebagai alat bantu menghitung

Tabel 4. 6 Persamaan Regresi Kuadratik

	Intercept	X	X ²
<i>Coefficients</i>	1738,76	-0,531092	-0,180672
<i>Standard Error</i>	0,227417	0,070347	0,004524
<i>t Stat</i>	7643,938	-7,54957	-39,9366
<i>P-value</i>	1,24E-44	4,19E-06	5,47E-15
<i>Lower 95%</i>	1737,869	-0,68307	-0,19045
<i>Upper 95%</i>	1738,852	-0,37912	-0,1709
<i>Lower 95,0%</i>	1737,869	-0,68307	-0,19045
<i>Upper 95,0%</i>	1738,852	-0,37912	-0,1709

Persamaan regresi *kuadratik* yang di gunakan adalah dengan melihat persamaan diatas dan untuk menentukan sudut optimum adalah dengan menurunkan persamaan 1 dengan menggunakan rumus

$Y = X^2 + X + \text{Intercept}$, maka akan memperoleh ;

$$y = -0,1806x^2 + -0,5310x + 1738,3$$

$$\frac{dy}{dx}(-0,1806x^2 + -0,5310x + 1738,3)$$

$$2((-0,1806x) + -0,5310) = 0$$

$$x = \frac{-0,5310}{-0,3612}$$

$$x = 1^\circ$$

Pada hasil yang kita temukan pada perhitungan diatas, kita dapat melihat sudut dan daya keluaran pada posisi perumahan di daerah Surabaya sesuai dengan atap perumahannya, bisa kita lihat pada perumahan jakarta disini ketika kita analisa sesuai dengan sudut perumahannya ialah dengan sudut 1° dengan daya keluaran 1738 kWh/m²Selanjutnya mencari sudut terbaik dan daya keluaran yang lebih baik.

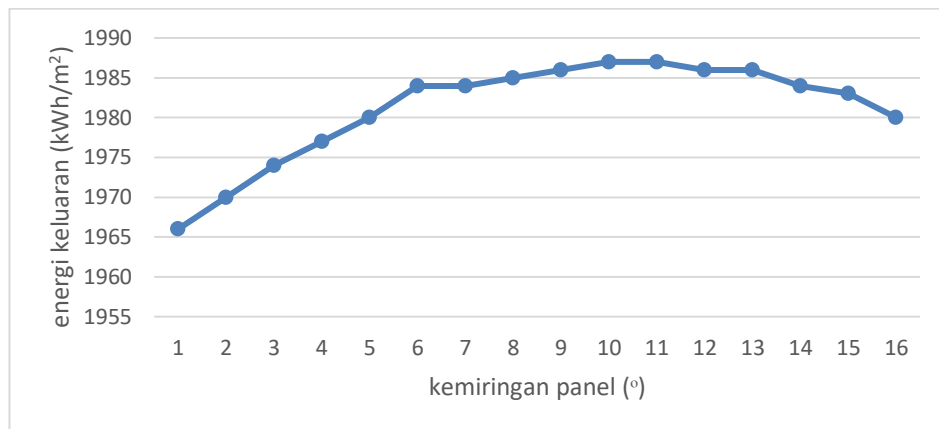
Dimana pada tabel berikut ini tujuannya adalah untuk mencari arah dan sudut terbaik dalam posisi keberadaan dalam menganalisa sudut terhadap arus keluaran

PLTS nya sendiri. Seperti pada Ketika pemasangan PLTS di azimuth tertentu untuk mencari keluaran terbaik dan sudut terbaiknya seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 7 Eksisting Surabaya 0° (Utara)

SURABAYA	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
0°	1966
1°	1970
2°	1974
3°	1977
4°	1980
5°	1984
6°	1984
7°	1985
8°	1986
9°	1987
10°	1987
11°	1986
12°	1986
13°	1984
14°	1983
15°	1980

Dari tabel 4.7 dapat terlihat nilai keluaran panel surya selama waktu periode 1 tahun. Dimana terlihat perbedaan arus keluaran pada setiap sudut berbeda dikarenakan arah dan sudut PLTS memiliki posisi yang berbeda beda, dimana perbedaan ini dikarenakan garis lintang khatulistiwa. Bisa kita lihat nilai arus keluaran panel surya dalam bentuk grafik pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 11 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya 0° (utara)

Dengan menggunakan data pada table 4.7 maka di gunakan *software excel* sebagai alat bantu perhitungan dengan Analisa di dapat persamaan regresi kuadratik. Dimana persamaan *regresi kuadratik* di sajikan dalam bentuk table 4 yang di dapat dengan menggunakan *software excel* sebagai alat bantu menghitung

Tabel 4. 8 Persamaan regresi kuadratik

	Intercept	X	X ²
<i>Coefficients</i>	906,6556	212,149	11,41159
<i>Standard Error</i>	261,7061	80,9542	5,206085
<i>t Stat</i>	3,464404	-2,6206	2,191972
<i>P-value</i>	0,004191	0,021162	0,047188
<i>Lower 95%</i>	341,274	-387,04	0,164527
<i>Upper 95%</i>	1472,037	-37,2579	22,65865
<i>Lower 95,0%</i>	341,274	-387,04	0,164527
<i>Upper 95,0%</i>	1472,037	-37,2579	22,65865

Persamaan regresi *kuadratik* yang di gunakan adalah dengan melihat persamaan diatas dan untuk menentukan sudut optimum adalah dengan menurunkan persamaan 1 dengan menggunakan rumus

$Y = X^2 + X + \text{Intercept}$, maka akan memperoleh ;

$$y = 11,411x^2 + 212,14x + 906,65$$

$$\frac{dy}{dx} (11,411x^2 + 212,14x + 906,65) = 0$$

$$2 ((11,411x) + 212,14x) = 0$$

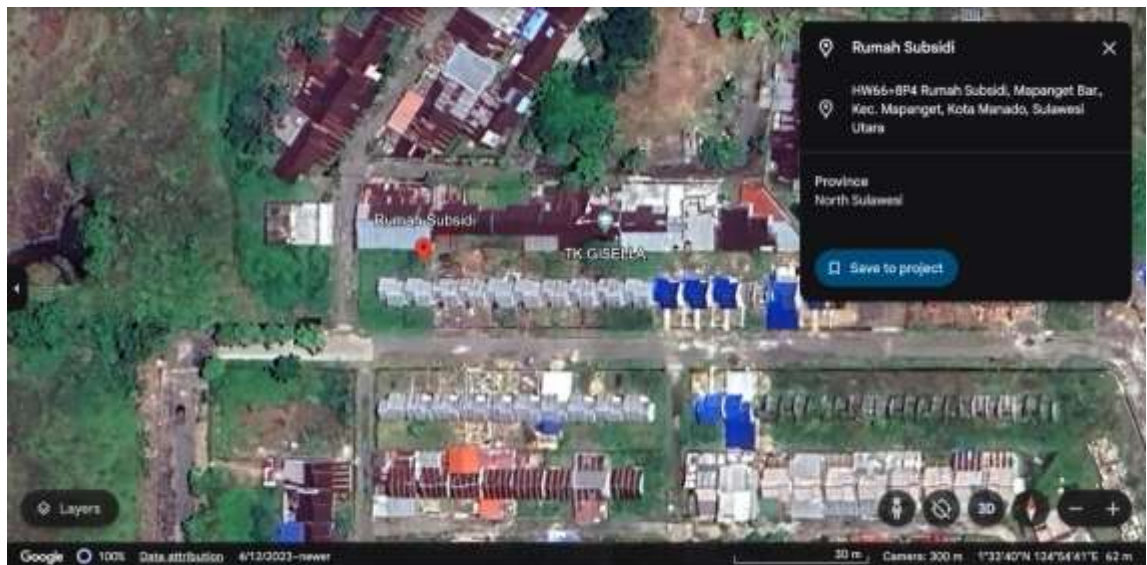
$$X = \frac{3,31}{0,38}$$

$$X = 9^\circ$$

Setelah melakukan pengoptimalisasian sudut terhadap arah perumahan bisa kita lihat pada sudut terbaik pada daerah Surabaya sebesar 1° dan kita bisa membandingkan ketika kita melakukan analisa sesuai arah atap perumahannya kita mendapatkan hasil 8° . Adapun hubungan antara sudut dan energi berdasarkan sudut kemiringan ialah posisi pada saat pemasangan plts dan arah setiap sudut pada saat pengambilan data. Adapun analisa yang di dapatkan mengenai sudut dengan keluaran ialah dimana ketika matahari tegak lurus terhadap permukaan penyerap, radiasi yang terjadi pada permukaan tersebut mempunyai kepadatan tertinggi. Dimana ketika sudut antara matahari dan permukaan penyerap berubah, intensitas cahaya di permukaan berkurang. Dan jika permukaan sejajar dengan sinar matahari intensitas cahaya di permukaan berkurang. Dimana hal ini menyebabkan perbandingan nilai sudut dan keluaran pada perumahan diatas.

4.4.3 Perumahan Manado

Perumahan Manado ini bisa lihat secara langsung di google earth Dimana Ketika melakukan Analisa efesiensi energi arah atap itu dia menghadap ke barat dengan meliat garis lintang yang ada di peta Indonesia



Gambar 4. 12 Perumahan Subsidi Manado 90 °

Perumahan Manado

Lokasi Google Earth 1°32'32"N 124°55'07"E



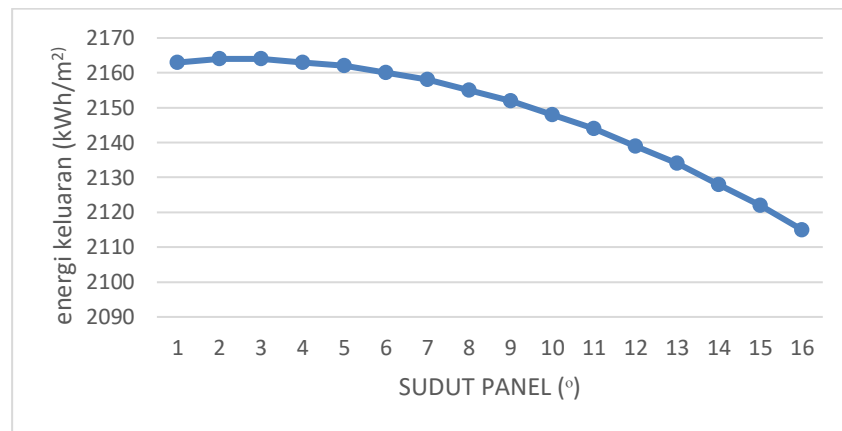
Gambar 4. 13 Perumahan Subsidi Manado

Perumahan manado ini bisa lihat secara langsung di *google earth* dan sikumbang tapera Dimana Ketika Melakukan Analisa efesiensi energi arah atap itu dia menghadap ke utara dengan meliat garis lintang yang ada di peta Indonesia,

Tabel 4. 9 Arah perumahan Manado 0°

MANADO	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
0°	2163
1°	2164
2°	2164
3°	2163
4°	2162
5°	2160
6°	2158
7°	2155
8°	2152
9°	2148
10°	2144
11°	2139
12°	2134
13°	2128
14°	2122
15°	2115

Dari tabel 4.9 dapat terlihat nilai keluaran panel surya selama waktu periode 1 tahun. Dimana terlihat perbedaan arus keluaran pada setiap sudut berbeda dikarenakan arah dan sudut PLTS memiliki posisi yang berbeda beda, dimana perbedaan ini dikarenakan garis lintang khatulistiwa. Bisa kita lihat nilai arus keluaran panel surya dalam bentuk grafik pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 15 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya 0° (utara)

Dengan menggunakan data pada table 4.9 maka di gunakan software excel sebagai alat bantu perhitungan dengan Analisa di dapat persamaan regresi *kuadratik* 1. Dimana persamaan *regresi kuadratik* di sajikan dalam bentuk table 10 yang di dapat dengan menggunakan software excel sebagai alat bantu menghitung.

Tabel 4. 10 Persamaan regresi kuadratik

	Intercept	X	X ²
<i>Coefficients</i>	2163,454657	0,611029412	-0,256127451
<i>Standard Error</i>	0,142747496	0,044156437	0,002839657
<i>t Stat</i>	15155,81516	13,83783318	-90,19661745
<i>P-value</i>	1,6972E-48	3,7176E-09	1,4308E-19
<i>Lower 95%</i>	2163,14627	0,51563523	-0,26226216
<i>Upper 95%</i>	2163,76304	0,70642359	-0,2499927
<i>Lower 95,0%</i>	2163,14627	0,515635229	-0,26226216
<i>Upper 95,0%</i>	2163,763044	0,706423595	-0,249992745

Persamaan regresi *kuadratik* yang di gunakan adalah dengan melihat persamaan diatas dan untuk menentukan sudut optimum adalah dengan menurunkan persamaan 1 dengan menggunakan rumus

$Y = X^2 + X + \text{Intercept}$, maka akan memperoleh ;

$$y = -0,2561x^2 + 0,6110x + 2163,4$$

$$\frac{dy}{dx} ((-0,2561x^2) + 0,6110x + 2163,4) = 0$$

$$2(-0,2561x^2 + 0,6110x) = 0$$

$$x = \frac{0,6110}{-0,5122}$$

$$x = -1$$

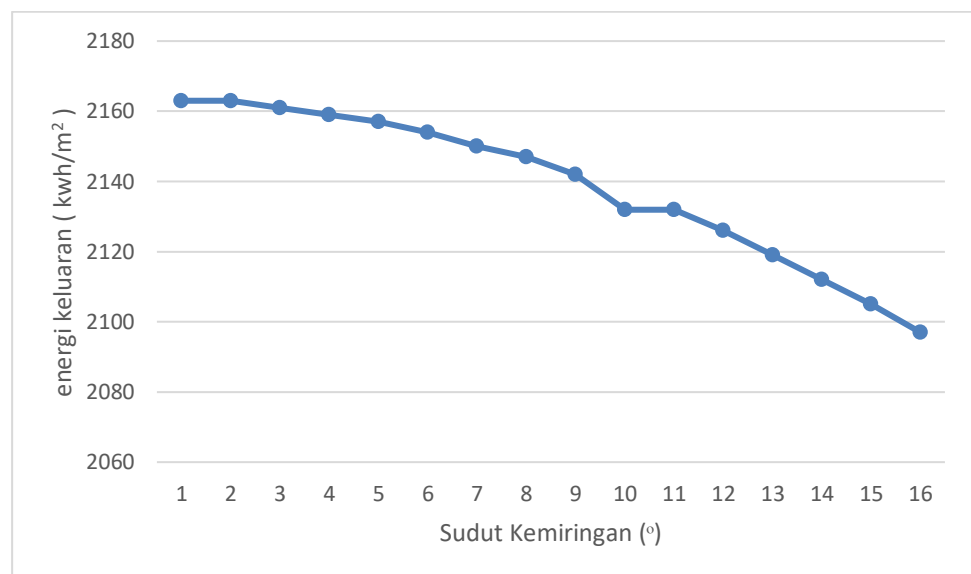
Dapat kita lihat pada hasil perhitungan menggunakan regresi kuadratik, hasil yang di dapat adalah -1, dan hasil ini merupakan hasil yang tidak mutlak ketika kita melakukan simulasi di *software pvsyst*. Karena pada software pvsyst sendiri tidak memiliki sudut -1. Jadi langkahh yang harus dikerjakan adalah dengan melakukan pengoptimalisasian dengan mencari sudut dan keluaran terbaik pada tabel di halaman berikutnya. Dimana pada tabel berikut ini tujuannya adalah untuk mencari arah dan sudut terbaik dalam poisisi keberadaan dalam menganalisa sudut terhadap arus keluaran PLTS nya sendiri. Seperti pada Ketika pemasangan PLTS di azimuth tertentu untuk mencari keluaran terbaik dan sudut terbaiknya seperti pada tabel dibawa ini

Tabel 4. 11 Eksisting Manado 180°

MANADO	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
0°	2163
1°	2163
2°	2161
3°	2159
4°	2157
5°	2154
6°	2150
7°	2147
8°	2142
9°	2132
10°	2132
11°	2126
12°	2119
13°	2112
14°	2105

MANADO	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
15°	2097

Dari tabel 4.11 dapat terlihat nilai keluaran panel surya selama waktu periode 1 tahun. Dimana terlihat perbedaan arus keluaran pada setiap sudut berbeda dikarenakan arah dan sudut PLTS memiliki posisi yang berbeda beda, dimana perbedaan ini dikarenakan garis lintang khatulistiwa. Bisa kita lihat nilai arus keluaran panel surya dalam bentuk grafik pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 16 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya 180° (selatan)

Dengan menggunakan data pada table 4.11 maka di gunakan software excel sebagai alat bantu perhitungan dengan Analisa di dapat persamaan regresi kuadratik polynomial. Dimana persamaan regresi kuadratik di sajikan dalam bentuk table 12 yang di dapat dengan menggunakan software excel sebagai alat bantu menghitung

Tabel 4. 12 Persamaan Regresi Kuadratik

	Intercept	X	X ²
<i>Coefficients</i>	2163,78	-0,8908	-0,2376
<i>Standard Error</i>	0,919572	0,284453	0,018293
<i>t Stat</i>	2353,031	-3,13184	-12,987
<i>P-value</i>	5,57E-38	0,007945	8,05E-09

	Intercept	X	X ²
<i>Lower 95%</i>	2161,794	-1,50539	-0,27709
<i>Upper 95%</i>	2165,767	-0,27634	-0,19805
<i>Lower 95,0%</i>	2161,794	-1,50539	-0,27709
<i>Upper 95,0%</i>	2165,767	-0,27634	-0,19805

Persamaan regresi *kuadratik* yang di gunakan adalah dengan melihat persamaan diatas dan untuk menentukan sudut optimum adalah dengan menurunkan persamaan 1 dengan menggunakan rumus;

$Y = X^2 + X + \text{Intercept}$, maka akan memperoleh ;

$$y = -0,2375x^2 + -0,8908x + 2163,7$$

$$\frac{dy}{dx} (-0,2375x^2 + -0,8908x + 2163,7) = 0$$

$$2 (-0,237x + -0,8908) = 0$$

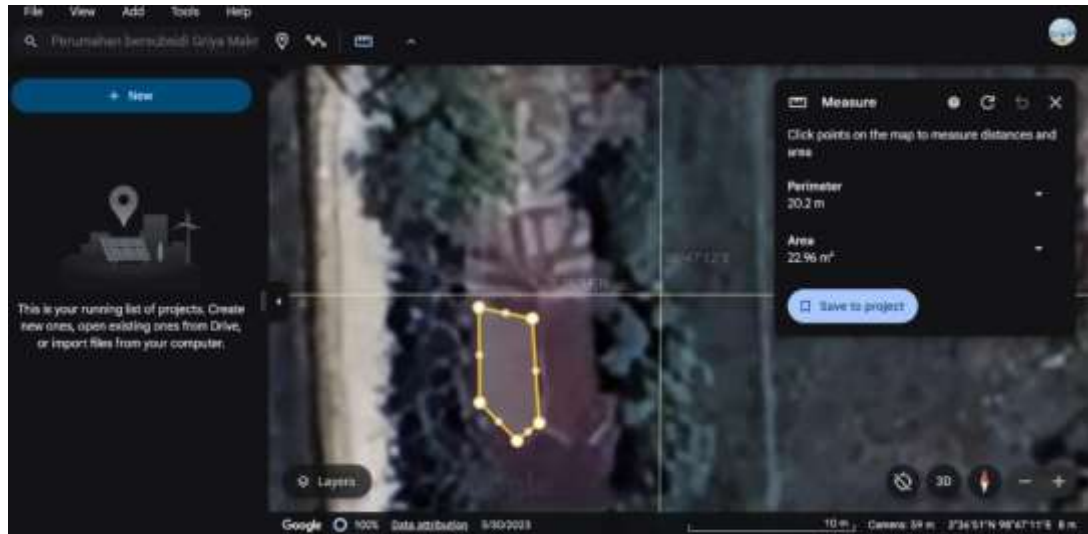
$$X = \frac{-0,8908}{-0,474}$$

$$X = 1^\circ$$

Setelah melakukan pengoptimalisasian sudut terhadap arah perumahan bisa kita lihat pada sudut terbaik pada daerah Surabaya sebesar -1° dan kita bisa membandingkan ketika kita melakukan analisa sesuai arah atap perumahannya kita mendapatkan hasil 1° . Adapun hubungan antara sudut dan energi berdasarkan sudut kemiringan ialah posisi pada saat pemasangan plts dan arah setiap sudut pada saat pengambilan data. Adapun analisa yang di dapatkan mengenai sudut dengan keluaran ialah dimana ketika matahari tegak lurus terhadap permukaan penyerap, radiasi yang terjadi pada permukaan tersebut mempunyai kepadatan tertinggi. Dimana ketika sudut antara matahari dan permukaan penyerap berubah, intensitas cahaya di permukaan berkurang. Dan jika permukaan sejajar dengan sinar matahari intensitas cahaya di permukaan berkurang. Dimana hal ini menyebabkan perbandingan nilai sudut dan keluaran pada perumahan diatas.

4.4.4 Perumahan Medan

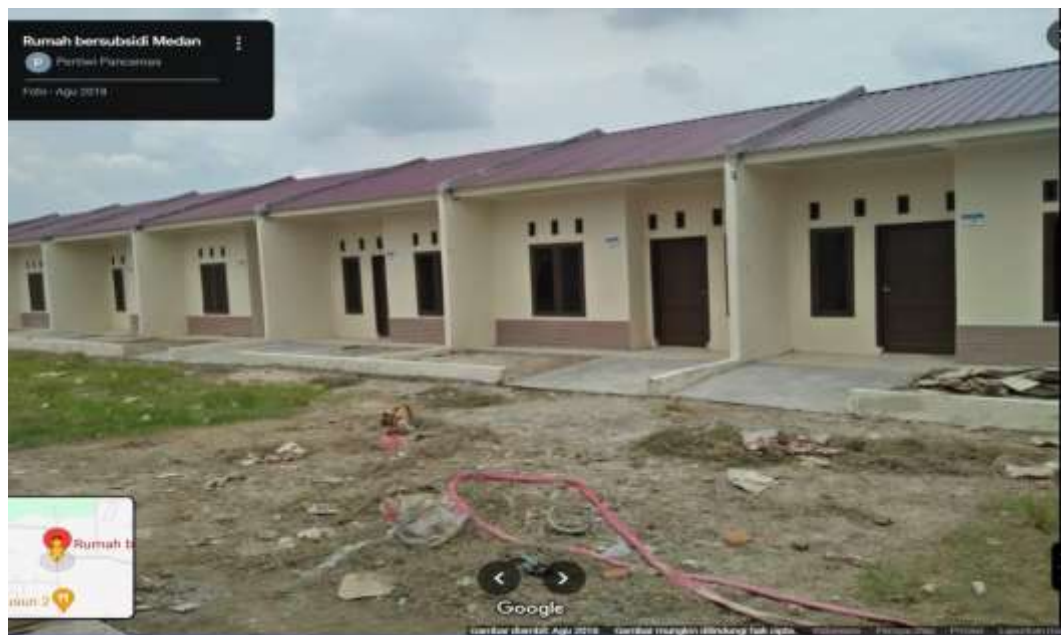
Perumahan Medan ini bisa lihat secara langsung di *google earth* Dimana Ketika melakukan Analisa efesiensi energi arah atap itu dia menghadap ke barat dengan meliat garis lintang yang ada di peta Indonesia



Gambar 4. 17 Perumahan Medan 0°

Perumahan Griya Makmur 8 Medan

(Sumber; Google Earth 3°36'51"N 98°47'11"E)



Gambar 4. 18 Perumahan Subsidi Medan Perumahan

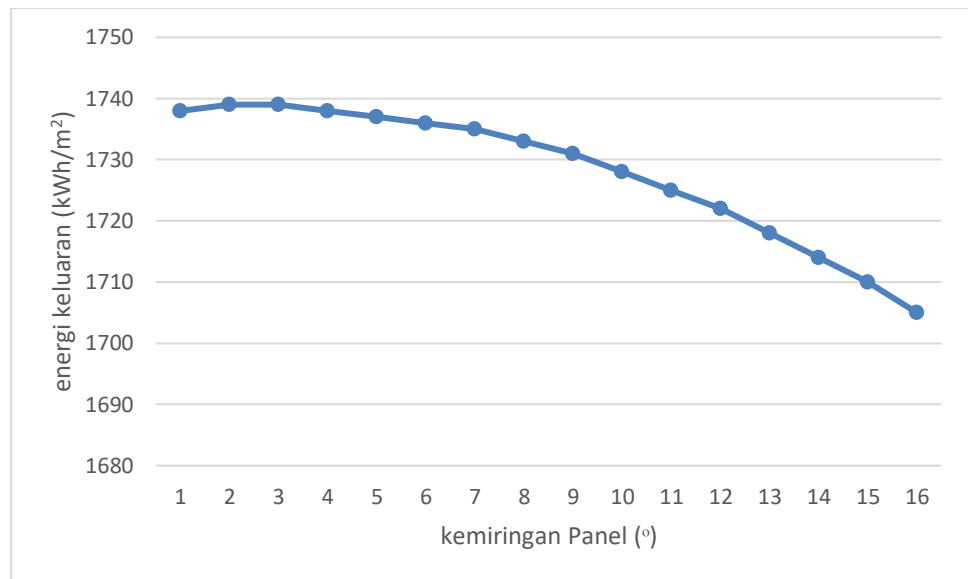
manado ini bisa lihat secara langsung di *google earth* dan sikumbang tapera Dimana Ketika Melakukan Analisa efesiensi energi arah atap itu dia menghadap

ke timur dengan melihat garis lintang yang ada di peta Indonesia, dan melakukan pengambilan data melalui software. seperti pada tabel di bawah ini;

Tabel 4. 13 Eksisting Medan 0° (Utara)

MEDAN	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
0°	1738
1°	1739
2°	1739
3°	1738
4°	1737
5°	1736
6°	1735
7°	1733
8°	1731
9°	1728
10°	1725
11°	1722
12°	1718
13°	1714
14°	1710
15°	1705

Dari tabel 4.13 dapat terlihat nilai keluaran panel surya selama waktu periode 1 tahun. Dimana terlihat perbedaan arus keluaran pada setiap sudut berbeda dikarenakan arah dan sudut PLTS memiliki posisi yang berbeda beda, dimana perbedaan ini dikarenakan garis lintang khatulistiwa. Bisa kita lihat nilai arus keluaran panel surya dalam bentuk grafik pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 20 Grafik sudut keluaran rata-rata panel surya 0° (utara)

Dengan menggunakan data pada table 4.13 maka di gunakan software excel sebagai alat bantu perhitungan dengan Analisa di dapat persamaan regresi *kuadratik*. Dimana persamaan *regresi kuadratik* di sajikan dalam bentuk table 14 yang di dapat dengan menggunakan software excel sebagai alat bantu menghitung

Tabel 4. 14 Persamaan Regresi Kuadratik

	Intercept	X	X ²
<i>Coefficients</i>	1738,331	0,489496	-0,18067
<i>Standard Error</i>	0,184668	0,057124	0,003674
<i>t Stat</i>	9413,256	8,569015	-49,1815
<i>P-value</i>	8,29E-46	1,05E-06	3,71E-16
<i>Lower 95%</i>	1737,932	0,366087	-0,18861
<i>Upper 95%</i>	1738,73	0,612905	-0,17274
<i>Lower 95,0%</i>	1737,932	0,366087	-0,18861
<i>Upper 95,0%</i>	1738,73	0,612905	-0,17274

Persamaan regresi *kuadratik* yang di gunakan adalah dengan melihat persamaan diatas dan untuk menentukan sudut optimum adalah dengan menurunkan

persamaan 1 dengan menggunakan rumus

$Y = X^2 + X + \text{Intercept}$, maka akan memperoleh ;

$$y = -0,1806x^2 + 0,4898x + 1738,3$$

$$\frac{dy}{dx} (-0,1806x^2 + 0,4898x + 1738,3) = 0$$

$$2 ((-0,1806x) + 0,4898) = 0$$

$$X = \frac{0,4898}{-0,3612}$$

$$X = -1^\circ$$

Pada hasil yang kita temukan pada perhitungan diatas, kita dapat melihat sudut dan daya keluaran pada posisi perumahan di daerah medan sesuai dengan atap perumahannya, bisa kita lihat pada perumahan medan disini ketika kita analisa sesuai dengan sudut perumahannya ialah dengan sudut 1° . Selanjutnya mencari sudut terbaik dan daya keluaran yang lebih baik.

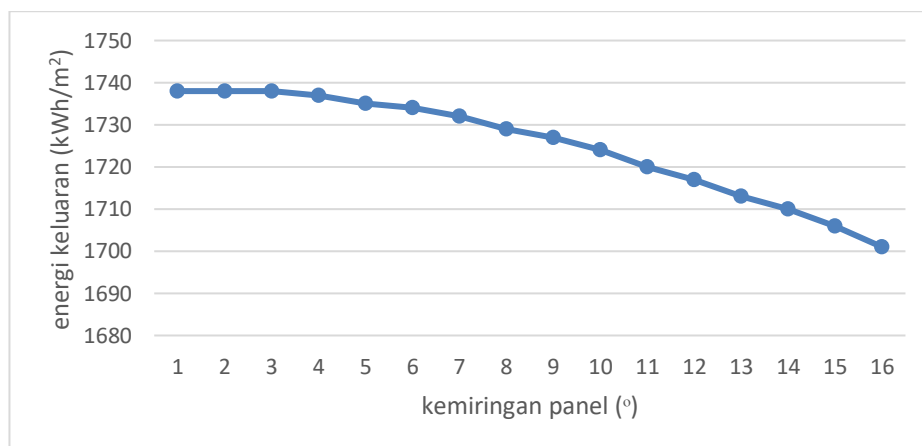
Dimana pada tabel berikut ini tujuannya adalah untuk mencari arah dan sudut terbaik dalam poisisi keberadaan dalam menganalisa sudut terhadap arus keluaran PLTS nya sendiri. Seperti pada Ketika pemasangan PLTS di azimuth tertentu untuk mencari keluaran terbaik dan sudut terbaiknya seperti pada tabel dibawah ini

Tabel 4. 15 Arah Perumahan Medan -90°

MEDAN	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
0°	1738
1°	1738
2°	1738
3°	1737
4°	1737
5°	1734
6°	1732
7°	1729
8°	1724

MEDAN	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
9°	1724
10°	1720
11°	1713
12°	1713
13°	1710
14°	1706
15°	1701

Dari tabel 4.15 dapat terlihat nilai keluaran panel surya selama waktu periode 1 tahun. Dimana terlihat perbedaan arus keluaran pada setiap sudut berbeda dikarenakan arah dan sudut PLTS memiliki posisi yang berbeda beda, dimana perbedaan ini dikarenakan garis lintang khatulistiwa. Bisa kita lihat nilai arus keluaran panel surya dalam bentuk grafik pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 21 Grafik sudut keluaran rata rata panel surya -90 (timur)

Dengan menggunakan data pada table 4.15 maka di gunakan software excel sebagai alat bantu perhitungan dengan Analisa di dapat persamaan regresi kuadratik Dimana persamaan regresi kuadratik di sajikan dalam bentuk table 4.16 yang di dapat dengan menggunakan software excel sebagai alat bantu menghitung

Tabel 4. 16 Persamaan Regresi Kuadratik

	Intercept	X	X ²
<i>Coefficients</i>	1738,685	-0,30074	-0,14828
<i>Standard Error</i>	0,351384	0,108694	0,00699
<i>t Stat</i>	4948,109	-2,7668	-21,2137
<i>P-value</i>	3,54E-42	0,016015	1,8E-11
<i>Lower 95%</i>	1737,926	-0,53556	-0,16339
<i>Upper 95%</i>	-0,16339	-0,06592	-0,13318
<i>Lower 95,0%</i>	1737,926	-0,53556	-0,16339
<i>Upper 95,0%</i>	1739,444	-0,06592	-0,06592

Persamaan *regresi kuadratik* yang di gunakan adalah dengan melihat persamaan diatas dan untuk menentukan sudut optimum adalah dengan menurunkan persamaan 1 dengan menggunakan rumus

$Y = X^2 + X + \text{Intercept}$, maka akan memperoleh ;

$$y = -0,148x^2 + -0,3007x + 1738,6$$

$$\frac{dy}{dx} (-0,148x^2 + -0,3007x + 1738,6) = 0$$

$$2((-0,148x^2) + -0,3007x) = 0$$

$$X = \frac{-0,3007}{-0,296}$$

$$X = 1$$

Setelah melakukan pengoptimalisasian sudut terhadap arah perumahan bisa kita lihat pada sudut terbaik pada daerah Medan sebesar -1° dan kita bisa membandingkan ketika kita melakukan analisa sesuai arah atap perumahannya kita mendapatkan hasil 1° . Adapun hubungan antara sudut dan energi berdasarkan sudut kemiringan ialah posisi pada saat pemasangan plts dan arah setiap sudut pada saat pengambilan data. Adapun analisa yang di dapatkan mengenai sudut dengan keluaran ialah dimana ketika matahari tegak lurus terhadap permukaan penyerap, radiasi yang terjadi pada permukaan tersebut mempunyai kepadatan tertinggi. Dimana ketika sudut antara matahari dan permukaan penyerap berubah, intensitas cahaya di permukaan berkurang. Dan jika permukaan sejajar dengan sinar matahari

intensitas cahaya di permukaan berkurang. Dimana hal ini menyebabkan perbandingan nilai sudut dan keluaran pada perumahan diatas.

4.4.5 Perumahan Jayapura

Perumahan jayapura ini bisa lihat secara langsung di google earth Dimana Ketika melakukan Analisa efesiensi energi arah atap itu dia menghadap ke barat dengan meliat garis lintang yang ada di peta Indonesia



Gambar 4. 22 Perumahan Jayapura -90 °

Lokasi Google Earth 2°33'48\"S 140°28'03\"E



Gambar 4. 23 Perumahan griya Marwah indah Jayapura

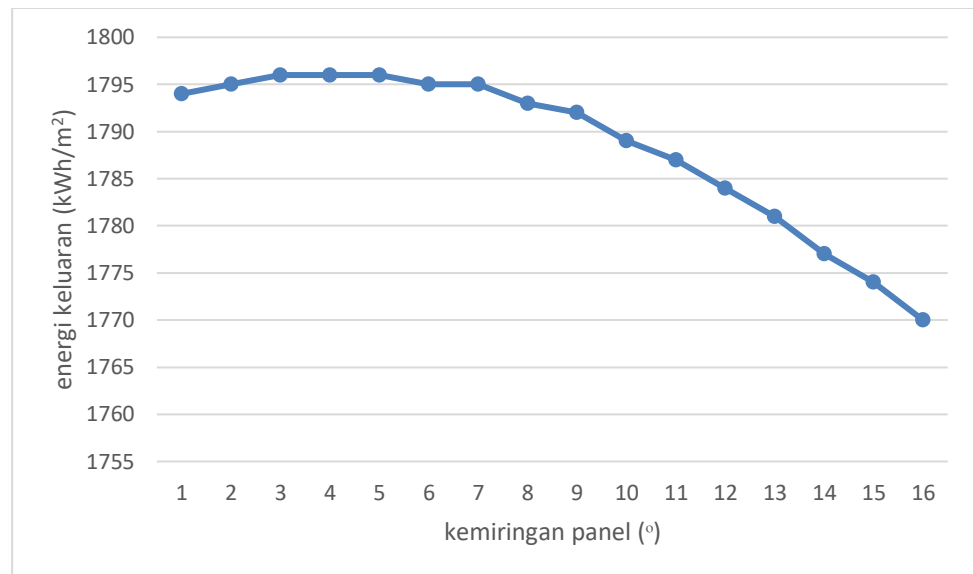
Perumahan medan ini bisa lihat secara langsung di *google earth* dan sikumbang tapera Dimana Ketika Melakukan Analisa efesiensi energi arah atap itu dia

menghadapke timur dengan meliat garis lintang yang ada di peta Indonesia, Selum mendesai arah atap perumahan kita dapat meliat arah perumahan tersebut untuk Melihat dan melakukan analisa sendiri.seperti pada gambar ini

Tabel 4. 17 Arah perumahan jayapura -90°

Jayapura	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
0°	1794
1°	1795
2°	1796
3°	1796
4°	1796
5°	1795
6°	1795
7°	1793
8°	1792
9°	1789
10°	1787
11°	1784
12°	1781
13°	1777
14°	1774
15°	1770

Dari tabel 4.17 dapat terlihat nilai keluaran panel surya selama waktu periode 1 tahun. Dimana terlihat perbedaan arus keluaran pada setiap sudut berbeda dikarenakan arah dan sudut PLTS memiliki posisi yang berbeda beda, dimana perbedaan ini dikarenakan garis lintang khatulistiwa. Bisa kita lihat nilai arus keluaran panel surya dalam bentuk grafik pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.25. Grafik sudut keluaran rata rata panel surya -90 (timur)

Dengan menggunakan data pada table 4.17 maka di gunakan *software excel* sebagai alat bantu perhitungan dengan Analisa di dapat persamaan regresi kuadratik . Dimana persamaan *regresi kuadratik* di sajikan dalam bentuk table 18 yang di dapat dengan menggunakan *software excel* sebagai alat bantu menghitung

Tabel 4. 18 Persamaan regresi kuadratik

	Intercept	X	X ²
<i>Coefficients</i>	1794,221	1,141807	-0,18592
<i>Standard Error</i>	0,257299	0,079591	0,005118
<i>t Stat</i>	6973,278	14,34591	-36,3245
<i>P-value</i>	4,1E-44	2,39E-09	1,86E-14
<i>Lower 95%</i>	1793,665	0,969861	-0,19698
<i>Upper 95%</i>	1794,776	1,313753	-0,17487
<i>Lower 95,0%</i>	1793,665	0,969861	-0,19698
<i>Upper 95,0%</i>	1794,776	1,313753	1,313753

Persamaan *regresi kuadratik* yang di gunakan adalah dengan melihat persamaan diatas dan untuk menentukan sudut optimum adalah dengan menurunkan persamaan 1 dengan menggunakan rumus

$Y = X^2 + X + \text{Intercept}$, maka akan memperoleh ;

$$y = -0,1859x^2 + 1,1418x + 1794,2$$

$$\frac{dy}{dx} (-0,1859x^2 + 1,1418x + 1794,2) = 0$$

$$2(-0,1859x^2 + 1,1418x) = 0$$

$$X = \frac{1,1418}{-0,3718}$$

$$x = -3$$

Pada hasil yang kita temukan pada perhitungan diatas, kita dapat melihat sudut dan daya keluaran pada posisi perumahan di daerah medan sesuai dengan atap perumahannya, bisa kita lihat pada perumahan jayapura disini ketika kita analisa sesuai dengan sudut perumahannya ialah dengan sudut -3° . karena -3° dalam software pvsyst tidak terbaca Selanjutnya mencari sudut terbaik dan daya keluaran yang lebih baik.

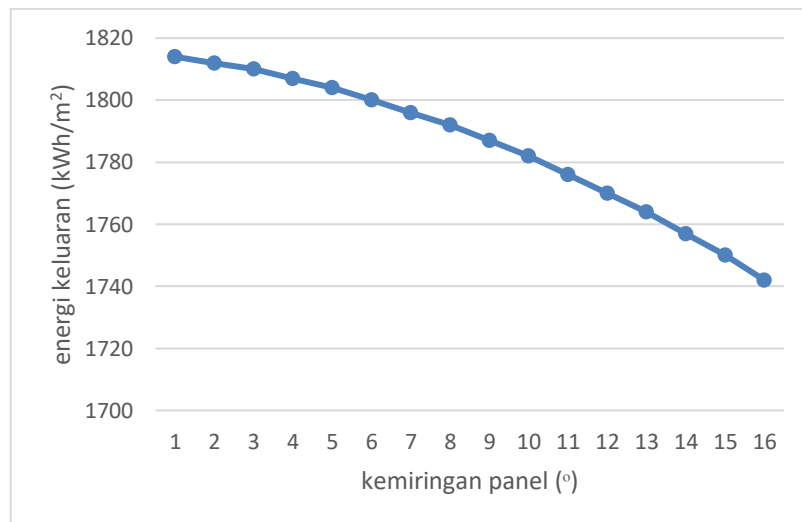
Dimana pada tabel berikut ini tujuannya adalah untuk mencari arah dan sudut terbaik dalam poisisi keberadaan dalam menganalisa sudut terhadap arus keluaran PLTS nya sendiri. Seperti pada Ketika pemasangan PLTS di azimuth tertentu untuk mencari keluaran terbaik dan sudut terbaiknya_ seperti pada tabel dibawah ini

Tabel 4. 19 Eksisting Jayapura 180° (Selatan)

Jayapura	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
0°	1814
1°	1812
2°	1810
3°	1807
4°	1804
5°	1800
6°	1796
7°	1792
8°	1787
9°	1782
10°	1776
11°	1770

Jayapura	
Sudut Kemiringan	Energi Keluaran (kWh/m ²)
12°	1764
13°	1757
14°	1750
15°	1742

Dari tabel 4.19 dapat terlihat nilai keluaran panel surya selama waktu periode 1 tahun. Dimana terlihat perbedaan arus keluaran pada setiap sudut berbeda dikarenakan arah dan sudut PLTS memiliki posisi yang berbeda beda,imana perbedaan ini dikarenakan garis lintang khatulistiwa. Bisa kita lihat nilai arus keluaran panel surya dalam bentuk grafik pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.26. Grafik sudut keluaran rata rata panel surya 180° (selatan)

Dengan menggunakan data pada table 4.19 maka di gunakan software excel sebagai alat bantu perhitungan dengan Analisa di dapat persamaan regresi kuadratik polynomial. Dimana persamaan *regresi kuadratik* di sajikan dalam bentuk table 4 yang di dapat dengan menggunakan *software excel* sebagai alat bantu menghitung

Tabel 4. 20 Persamaan regresi kuadratik

	Intercept	X	X ²
<i>Coefficients</i>	1814,0895	-1,767752	-0,201856
<i>Standard Error</i>	0,129292	0,039994	0,002572

	Intercept	X	X ²
<i>t Stat</i>	14030,97	-44,2003	-78,4825
<i>P-value</i>	4,63E-48	1,48E-15	8,7E-19
<i>Lower 95%</i>	1813,81	-1,85415	-0,20741
<i>Upper 95%</i>	1814,369	-1,68135	-0,1963
<i>Lower 95,0%</i>	1813,81	-1,85415	-0,20741
<i>Upper 95,0%</i>	1814,369	-1,68135	1795,804

Persamaan regresi *kuadratik* yang di gunakan adalah dengan melihat persamaan diatas dan untuk menentukan sudut optimum adalah dengan menurunkan persamaan 1 dengan menggunakan rumus

$Y = X^2 + X + \text{Intercept}$, maka akan memperoleh ;

$$y = -0,2018x^2 + -1,7677x + 1814,0$$

$$\frac{dy}{dx} (-0,2018,1x^2 + -1,7677x + 1814,0) = 0$$

$$2 ((-0,2018x) + -1,7677) = 0$$

$$X = \frac{-1,7677}{-0,4036}$$

$$X = 4^\circ$$

Setelah melakukan pengoptimalisasian sudut terhadap arah perumahan bisa kita lihat pada sudut terbaik pada daerah Jayapura sebesar -3° dan kita bisa membandingkan ketika kita melakukan analisa sesuai arah atap perumahannya kita mendapatkan hasil 4° . Adapun hubungan antara sudut dan energi berdasarkan sudut kemiringan ialah posisi pada saat pemasangan plts dan arah setiap sudut pada saat pengambilan data. Adapun analisa yang di dapatkan mengenai sudut dengan keluaran ialah dimana ketika matahari tegak lurus terhadap permukaan penyerap, radiasi yang terjadi pada permukaan tersebut mempunyai kepadatan tertinggi. Dimana ketika sudut antara matahari dan permukaan penyerap berubah, intensitas cahaya di permukaan berkurang. Dan jika permukaan sejajar dengan sinar matahari intensitas cahaya di permukaan berkurang. Dimana hal ini menyebabkan perbandingan nilai sudut dan keluaran pada perumahan diatas.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun Kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian yang di lakukan dengan judul “Analisis Efisiensi Energi Berdasarkan Sudut Kemiringan PLTS Atap Rumah Tangga Di Indonesia” yaitu sebagai berikut;

1. Hasil penelitian dapat kita ketahui atau mendapatkan efisiensi berdasarkan sudut kemiringan PLTS atap rumah tangga di Indonesia dengan sudut dan keluaran yang berbeda beda seperti Jakarta dengan sudut terbaik 8° dengan keluaran 1797 kWh/m^2 surabaya dengan sudut terbaik 9° energi keluaran 1987 kWh/m^2 , manado dengan sudut terbaik 1° dengan keluaran 2163 kWh/m^2 , medan dengan sudut terbaik 1° dengan keluaran 1739 kWh/m^2 , dan jayapura dengan sudut terbaik 4° dengan keluaran 1804 kWh/m^2 .
2. Arah dan Lokasi perumahan dapat menentukan sudut keluaran pada PLTS sendiri seperti pada point pertama bisa kita lihat perbedaan sudut dan keluaran pada setiap daerah keluarannya berbeda beda.
3. Kita dapat menentukan nilai efisien berdasarkan sudut kemiringan PLTS atap yang ada di rumah tangga di Indonesia dengan melihat keluaran dari setiap sudutnya dan seperti jakarta arah terbaik untuk pemasangan PLTS adalah utara, surabaya arah terbaik selatan, manado arah terbaik di utara, medan arah terbaik utara, dan jayapura timur, ini di sebabkan oleh garis khatulistiwa.

5.2 Saran

Beberapa saran yang di perlukan dalam penelitian ini yaitu di sarankan untuk melakukan penelitian langsung ke perumahan perumahan yang ada di wilayah terdekat dari peneliti untuk mendukung kesempurnaan data penulis, selain itu peneliti dapat melakukan penelitian langsung dan melakukan analisis pada setiap kemiringan sudut yang berbeda beda.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., & Aziz Pandria, T. . (2019). Penentuan Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya Untuk Wilayah Meulaboh. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi*, 5(1), 21–29. <https://doi.org/10.35308/jmkn.v5i1.1621>
- April Mas Sahlul, K., Riandra, J., & Santri Kusuma, B. (2023). Penentuan Kemiringan Panel Surya Menggunakan Metode Azimut Pada Plts Rumah Sumbul. 61–66.
- Barat, J., & Kosambi, D. (t.t.). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat*.
- Fuaddin, D., Daud, A., Program, M. E., Pembangkit, S. T., & Listrik, T. (2020). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>
- Husnayain, F., & Luthfy, D. (2020). *Analisis rancang bangun PLTS On-grid hybrid baterai dengan PVSYST ANALISIS RANCANG BANGUN PLTS ON-GRID HIBRID BATERAI DENGAN PVSYST PADA KANTIN TEKNIK FTUI* (Vol. 2). *jurnal ebt*. (t.t.).
- JURNAL Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. (t.t.).
- Karuniawan, E. A., Ayu, F., Sugiono, F., Larasati, P. D., Adeguna, D., Pramurti, R., Elektro, J. T., Semarang, N., Mesin, J. T., & Semarang, P. N. (2023). ANALISIS POTENSI DAYA LISTRIK PLTS ATAP DI GEDUNG DIREKTORAT POLITEKNIK NEGERI SEMARANG DENGAN PERANGKAT LUNAK PVSYST. Dalam *JOURNAL OF ENERGY AND ELECTRICAL ENGINEERING (JEEE)* (Vol. 75, Nomor 2).
- Kecamatan Embaloh Hulu Samsurizal, D., Husada, H., Makkulau, A., Lingkar Luar *KEMIRINGAN PANEL SURYA TERHADAP RADIASI MATAHARI YANG DITERIMA OLEH PANEL SURYA TIPE LARIK TETAP*.
- Makkulau, A. (2018a). ANALISIS PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP ARUS KELUARAN PADA PHOTOVOLTAIC DENGAN MENGGUNAKAN REGRETION QUADRATIC METHOD. *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN*,

10(2).

Makkulau, A. (2018b). ANALISIS PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP ARUS KELUARAN PADA PHOTOVOLTAIC DENGAN MENGGUNAKAN REGRETION QUADRATIC METHOD. *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN*, 10(2).

Makkulau, A., Fikri, M., & Afrianda, R. (2023). *The Effect of Solar Panel Efficiency Due to Temperature Changes Using Halogen Lamps on Polycrystalline Type Solar Modules*. 19(3).

MAKKULAU, A., Mauriraya, K. T., Afrianda, R., & Pasra, N. (2021). Pengembangan Lampu Jalan Umum Dengan Listrik Tenaga Surya Di Desa Cilatak Kecamatan Ciomas Kabupaten Serang Banten. *TERANG*, 3(2), 171–176.
<https://doi.org/10.33322/terang.v3i2.1025>

Makkulau, A., Samsurizal, S., & Kevin, S. (2020). Karakteristik Temperatur Pada Permukaan Sel Surya Polycrystalline Terhadap Efektifitas Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *SUTET*, 10(2), 69–78.
<https://doi.org/10.33322/sutet.v10i2.1291>

Makkulau, A., Samsurizal, S., & Kevin, S. (2020). Karakteristik Temperatur Pada Permukaan Sel Surya Polycrystalline Terhadap Efektifitas Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *SUTET*, 10(2), 69–78.
<https://doi.org/10.33322/sutet.v10i2.1291>

Mauriraya, K. T., Afrianda, R., Fernandes, A., Makkulau, A., Sari, D. P., & Kurniasih, N. (2020). Edukasi Pemanfaatan PLTS untuk Penerangan Jalan Umum Di Desa Cilatak Kecamatan Ciomas Kabupaten Serang Banten. *TERANG*, 3(1), 92–99.
<https://doi.org/10.33322/terang.v3i1.535>

Nugroho, R. A., Winardi, B., & Sudjadi, D. (t.t.). *PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) HYBRID DI GEDUNG ICT UNIVERSITAS DIPONEGORO MENGGUNAKAN SOFTWARE PVSYST 7.0* (Vol. 10, Nomor 2).

Nugroho, R. A., Winardi, B., & Sudjadi, D. (t.t.). *PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) HYBRID DI GEDUNG ICT UNIVERSITAS*

- DIPONEGORO MENGGUNAKAN SOFTWARE PVSYST 7.0* (Vol. 10, Nomor 2).
- Pangestuningtyas D, & Hermawan, K. (t.t.). *ANALISIS PENGARUH SUDUT Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid Kapasitas 20 kWp untuk Residensial. 10.*
- Samsurizal, S., Afrianda, R., & Makkulau, D. A. (t.t.). *Simulasi optimalisasi kapasitas pembangkit listrik tenaga surya pada atap gedung.*
<https://doi.org/10.21831/jps.v1i1.44461>
- Sukmajati, S., & Hafidz, M. (t.t.). *PERANCANGAN DAN ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 10 MW ON GRID DI YOGYAKARTA*
- Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan, D. (t.t.). *ANALISA EFESIENSI ENERGI BERDASARKAN SUDUT KEMIRINGAN PLTS ATAP UNTUK RUMAH TANGGA DI INDONESIA SKRIPSI.*
- Untuk, E., Desa, P., Energi, M., Pemanfaatan, D., Listrik, P., Samsurizal, M. P., Makkulau, A., & Sofyan, ; Muhammad. (t.t.). *38 / Terang. 6(1), 2655–5956.*
<https://doi.org/10.33322/terang.v6i1.2227>

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



a. Data Personal

Nim 202011193
Nama : A. Aditya Firmansyah
Tempat/ Tgl. Lahir : Bulukumba 11 Januari 2003
Agama : Islam
Status perkawinan : Belum Kawin
Program studi : S1 Teknik Elektro
Alamat rumah : Jl. Appel Lr, 2 Kec Ujung Bulu, Kel. Caile, Kab Bulukumba,
Provinsi Sulawesi Selatan
Telp 085394496819
Email : andiadit230@gmail.com
Personal web : -

B. Pendidikan

Jenjang	Nama Lembaga	Jurusan	Tahun Lulus
SD	SD NEGERI 81 PALAMPANG	-	2014
SMP	SMP NEGER 1 BULUKUMBA	-	2017
SMA	SMA NEGERI 8 BULUKUMBA	IPA	2020

Demikianlah daftar riwayat hidup ini di buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 20 Juli 2024

Mahasiswa

(A. Aditya Firmansyah)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Jakarta



Version 7.4.6

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: SKRIPSI_EFESIENSI ENERGI DI JAKARTA

Variant: New simulation variant

No 3D scene defined, no shadings

System power: 4480 Wp

Jakarta selatan - Indonesia

| Author

**PVsyst V7.4.6**

VC0, Simulation date:
01/04/24 22:59
with V7.4.6

Project: SKRIPSI_EFESIENSI ENERGI DI JAKARTA

Variant: New simulation variant

Project summary**Geographical Site**

Jakarta selatan
Indonesia

Situation

Latitude -6.19 °S
Longitude 106.81 °E
Altitude 15 m
Time zone UTC+7

Project settings

Albedo 0.20

Weather data

jakarta selatan
Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100% - Synthetic

System summary**Grid-Connected System**

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation

Fixed plane
Tilt/Azimuth 4 / 1 °

Near Shadings

No Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

System information**PV Array**

Nb. of modules 16 units
Pnom total 4480 Wp

Inverters

Nb. of units 2 units
Pnom total 4000 W
Pnom ratio 1.120

Results summary

Produced Energy 5873.30 kWh/year Specific production 1311 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 72.76 %

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predef. graphs	6
Single-line diagram	7

**PVsyst V7.4.6**

VC0, Simulation date:
01/04/24 22:59
with V7.4.6

Project: SKRIPSI_EFESIENSI ENERGI DI JAKARTA

Variant: New simulation variant

General parameters**Grid-Connected System**

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation**Orientation**

Fixed plane

Tilt/Azimuth 4 / 1 °

Sheds configuration

No 3D scene defined

Models used

Transposition Perez

Diffuse Perez, Meteonorm

Circumsolar separate

Horizon

Free Horizon

Near Shadings

No Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics**PV module****Manufacturer**

Model

Generic

AS-P605-280

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

280 Wp

Number of PV modules

16 units

Nominal (STC)

4480 Wp

Modules

4 string x 4 in series

At operating cond. (50°C)

Pmpp

4027 Wp

U mpp

114 V

I mpp

35 A

Total PV power

Nominal (STC)

4.48 kWp

Total

16 modules

Module area

26.0 m²

Inverter**Manufacturer**

Model

Generic

AS-IR02-2000 (2 kW, Single-phase, 1 MPPT)

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

2.00 kWac

Number of inverters

2 units

Total power

4.0 kWac

Operating voltage

50-450 V

Max. power (=>25°C)

2.20 kWac

Phom ratio (DC:AC)

1.12

Total inverter power

Total power

4 kWac

Max. power

4.4 kWac

Number of inverters

2 units

Phom ratio

1.12

Array losses**Thermal Loss factor**

Module temperature according to irradiance

Uc (const)

20.0 W/m²K

Uv (wind)

0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res.

54 mΩ

Loss Fraction

1.5 % at STC

Module Quality Loss

Loss Fraction

-0.5 %

Module mismatch losses

Loss Fraction

2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction

0.1 %

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



Project: SKRIPSI_EFESIENSI ENERGI DI JAKARTA

Variant: New simulation variant

PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
01/04/24 22:59
with V7.4.6

Main results

System Production

Produced Energy

5873.30 kWh/year

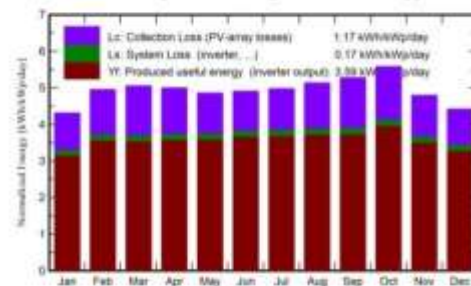
Specific production

1311 kWh/kWp/year

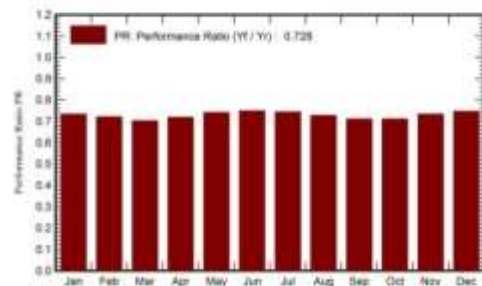
Perf. Ratio PR

72.76 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	ratio
January	136.1	77.33	25.93	133.6	129.5	460.8	438.8	0.733
February	139.8	79.73	25.88	138.6	135.1	469.0	447.7	0.721
March	156.2	84.93	26.37	156.6	152.9	516.4	492.8	0.703
April	147.6	79.47	26.30	149.9	146.3	505.1	482.2	0.718
May	146.5	77.08	26.87	150.6	146.8	523.7	500.1	0.741
June	142.3	68.30	26.15	147.3	143.9	517.3	494.3	0.749
July	149.5	71.87	26.01	154.3	150.9	537.3	513.5	0.743
August	155.9	80.08	26.34	159.2	155.9	542.9	518.7	0.728
September	156.8	83.42	26.33	158.1	154.5	527.0	503.4	0.711
October	173.9	99.10	26.97	172.9	169.1	576.5	551.2	0.712
November	146.0	88.83	26.23	143.9	140.2	495.4	472.8	0.734
December	139.6	88.41	26.25	136.9	132.9	480.3	457.7	0.746
Year	1790.2	978.54	26.31	1801.8	1758.0	6151.7	5873.3	0.728

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio

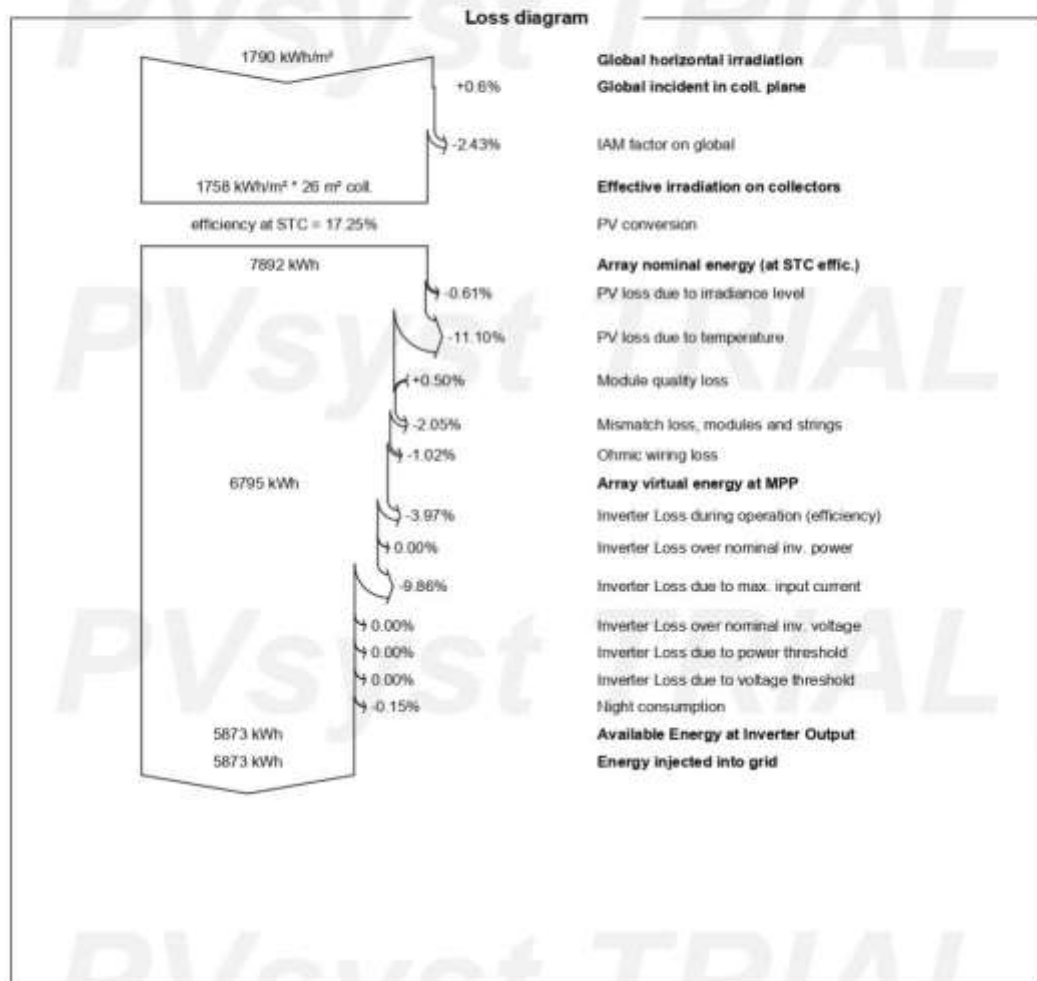


PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
01/04/24 22:59
with V7.4.6

Project: SKRIPSI_EFESIENSI ENERGI DI JAKARTA

Variant: New simulation variant





PVsyst V7.4.6

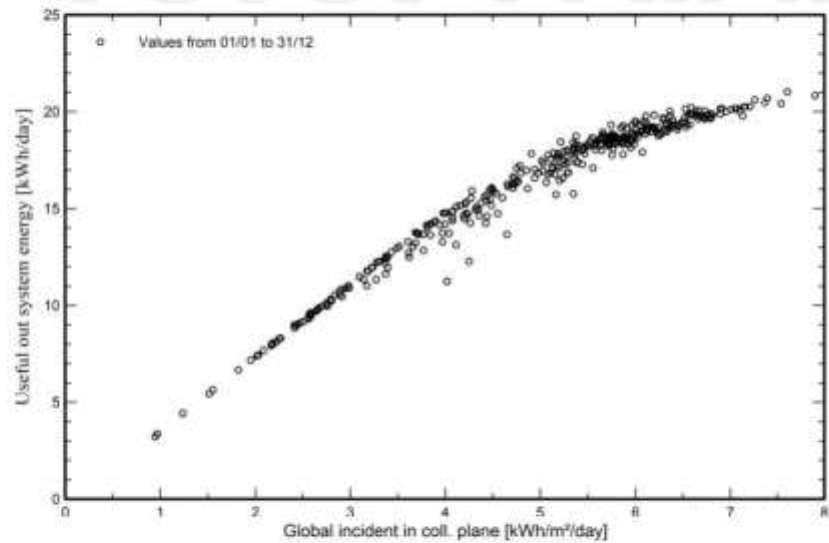
VC0, Simulation date:
01/04/24 22:59
with V7.4.6

Project: SKRIPSI_EFESIENSI ENERGI DI JAKARTA

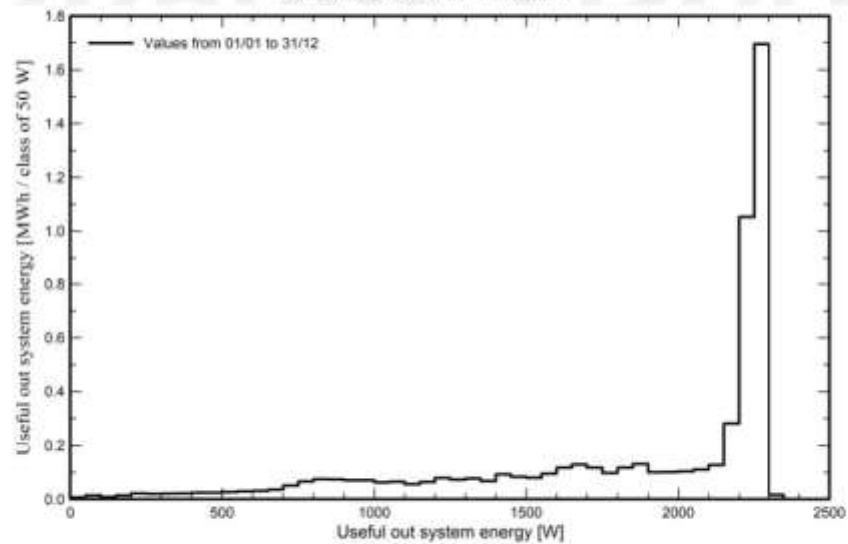
Variant: New simulation variant

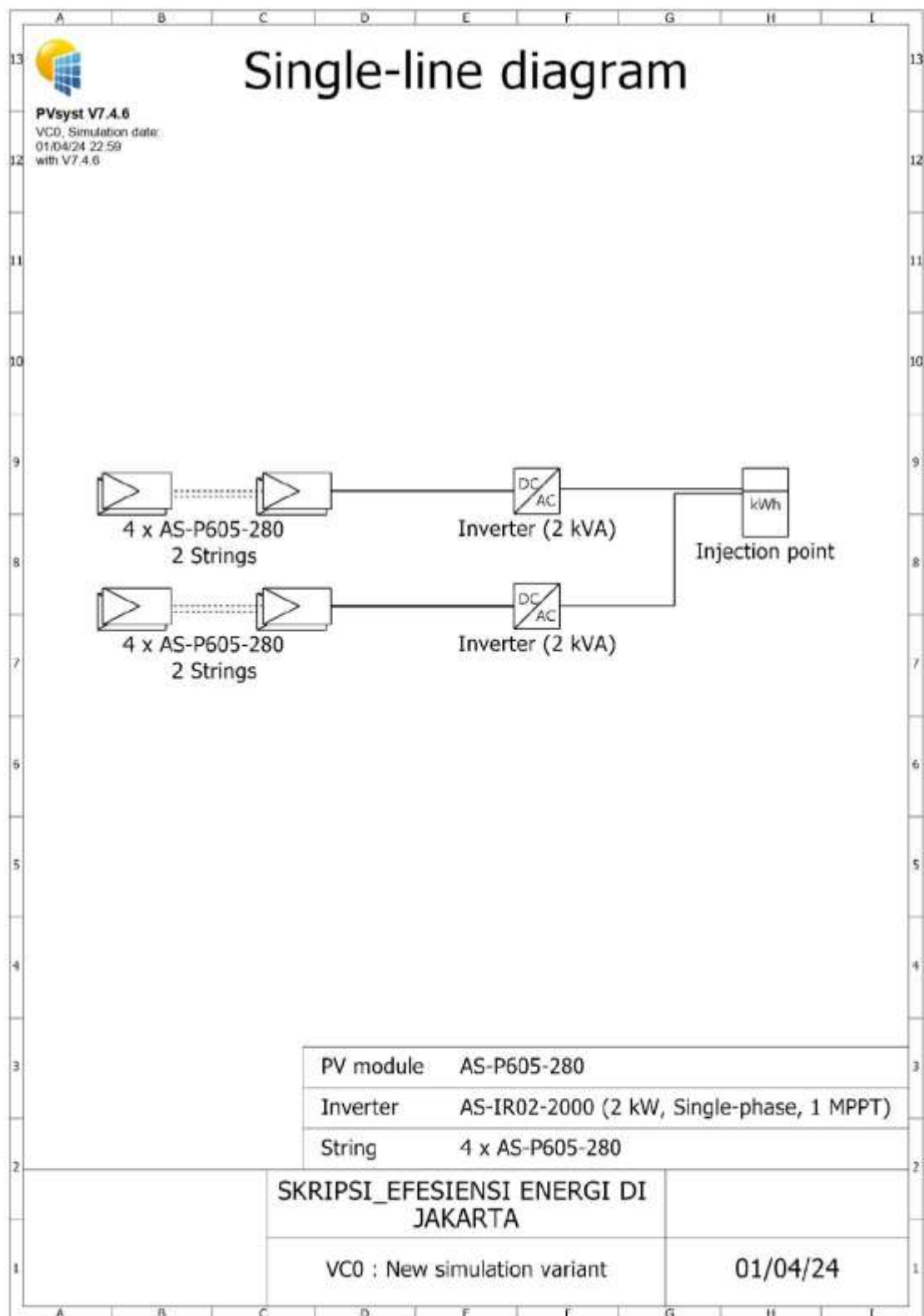
Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution







PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: SKRIPSI EFESIENSI ENERGI DI SURABATA

Variant: FILE SKRIPSI JAYAPURA

No 3D scene defined, no shadings

System power: 3080 Wp

FILE SKRIPSI SURABAYA - Indonesia

Author



PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:14
with V7.4.6

Project: SKRIPSI EFESIENSI ENERGI DI SURABATA

Variant: FILE SKRIPSI JAYAPURA

Project summary

Geographical Site
FILE SKRIPSI SURABAYA
Indonesia

Situation
Latitude -7.36 °S
Longitude 112.37 °E
Altitude 85 m
Time zone UTC+7

Project settings
Albedo 0.20

Weather data
FILE SKRIPSI SURABAYA
Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100% - Synthetic

System summary

Grid-Connected System

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation
Fixed plane
Tilt/Azimuth 10 / 15 °

Near Shadings
No Shadings

User's needs
Unlimited load (grid)

System information

PV Array
Nb. of modules 11 units
Pnom total 3080 Wp

Inverters
Nb. of units 0.5 unit
Pnom total 2500 W
Pnom ratio 1.232

Results summary

Produced Energy	4941.35 kWh/year	Specific production	1604 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	80.95 %
-----------------	------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predel. graphs	6

**PVsyst V7.4.6**

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:14
with V7.4.6

Project: SKRIPSI EFISIENSI ENERGI DI SURABATA

Variant: FILE SKRIPSI JAYAPURA

General parameters**Grid-Connected System**

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation**Orientation**

Fixed plane

Tilt/Azimuth 10 / 15 °

Sheds configuration

No 3D scene defined

Models used

Transposition Perez

Diffuse Perez, Meteonorm

Circumsolar separate

Horizon

Free Horizon

Near Shadings

No Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics**PV module**

Manufacturer

Generic

Model

AS-P605-280

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

280 Wp

Number of PV modules

11 units

Nominal (STC)

3080 Wp

Modules

1 strings x 11 in series

At operating cond. (50°C)

Pmpp

2769 Wp

U mpp

312 V

I mpp

8.9 A

Total PV power

Nominal (STC)

3 08 kWp

Total

11 modules

Module area

17.9 m²

Inverter

Manufacturer

Generic

Model

AS-IC02-5000-2 (5 kW, Three-phase, 2 MPPT)

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

5.00 kWac

Number of inverters

1 * MPPT 50% 0.5 unit

Total power

2.5 kWac

Operating voltage

180-850 V

Max. power (≥45°C)

5.50 kWac

Phom ratio (DC:AC)

1.23

Total inverter power

Total power

2.5 kWac

Nb. of inverters

1 unit

Phom ratio

0.5 unused

1.23

Array losses**Thermal Loss factor**

Module temperature according to irradiance

Uc (const)

20.0 W/m²K

Uv (wind)

0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res.

593 mΩ

Loss Fraction

1.5 % at STC

Module Quality Loss

Loss Fraction

-0.5 %

Module mismatch losses

Loss Fraction

2.0 % at MPP

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:14
with V7.4.6

Project: SKRIPSI EFISIENSI ENERGI DI SURABATA

Variant: FILE SKRIPSI JAYAPURA

Main results

System Production

Produced Energy

4941.35 kWh/year

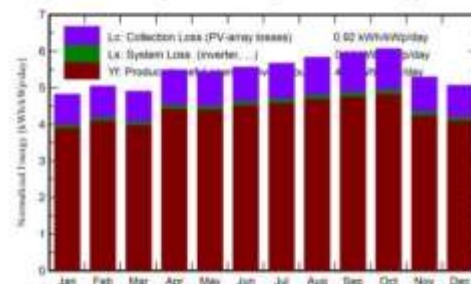
Specific production

1604 kWh/kWp/year

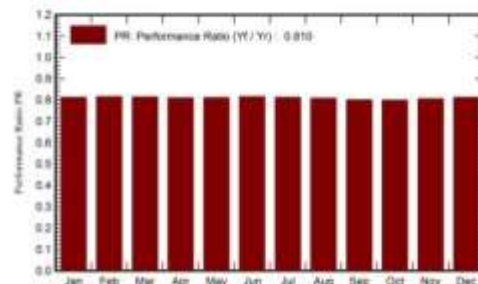
Perf. Ratio PR

80.95 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	ratio
January	157.1	82.51	27.57	149.3	145.2	383.6	373.8	0.813
February	145.0	84.48	27.54	141.1	137.5	363.5	354.3	0.815
March	152.5	91.23	27.88	152.0	148.4	391.2	381.3	0.815
April	158.9	79.71	28.24	164.6	160.9	421.2	410.7	0.810
May	157.7	72.98	28.74	168.8	165.0	432.4	421.7	0.811
June	152.5	60.85	27.77	166.9	163.3	429.8	419.2	0.816
July	161.4	60.45	27.68	175.6	171.9	450.7	439.4	0.812
August	171.7	70.76	27.78	180.8	177.2	461.7	449.9	0.808
September	176.2	72.97	28.18	179.1	175.5	453.2	441.4	0.800
October	191.0	92.72	29.31	187.9	184.0	474.8	462.6	0.799
November	165.4	84.85	28.85	158.7	154.7	404.0	393.8	0.806
December	165.7	89.07	28.20	157.1	152.7	403.3	393.2	0.813
Year	1955.1	942.59	28.15	1981.9	1936.4	5069.4	4941.3	0.810

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation
DiffHor Horizontal diffuse irradiation
T_Amb Ambient Temperature
GlobInc Global incident in coll. plane
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array
E_Grid Energy injected into grid
PR Performance Ratio

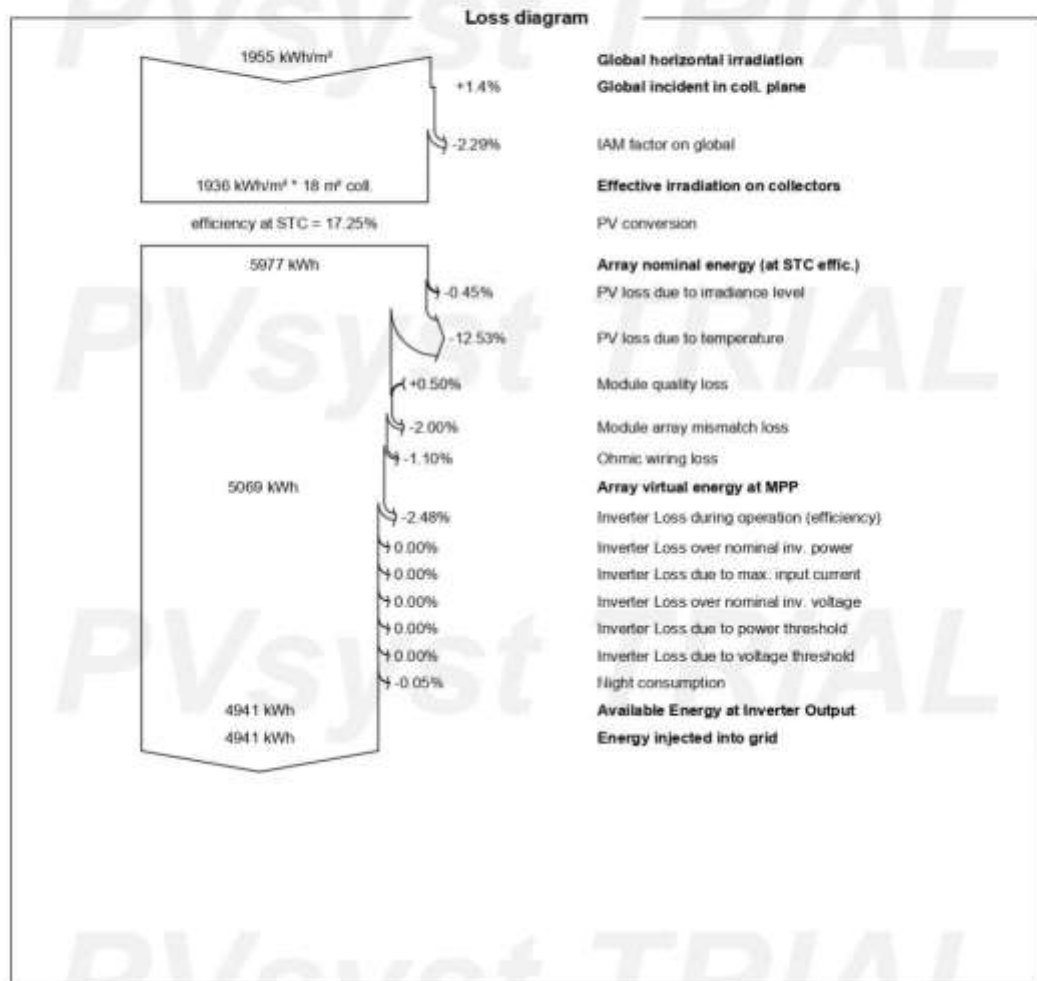


PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:14
with V7.4.6

Project: SKRIPSI EFESIENSI ENERGI DI SURABATA

Variant: FILE SKRIPSI JAYAPURA





PVsyst V7.4.6

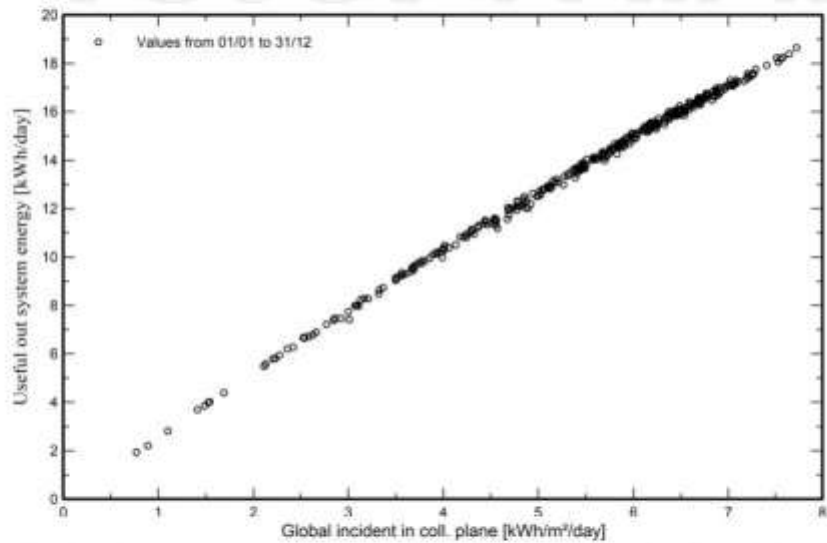
VC0, Simulation date:
01/04/24 23:14
with V7.4.6

Project: SKRIPSI EFESIENSI ENERGI DI SURABATA

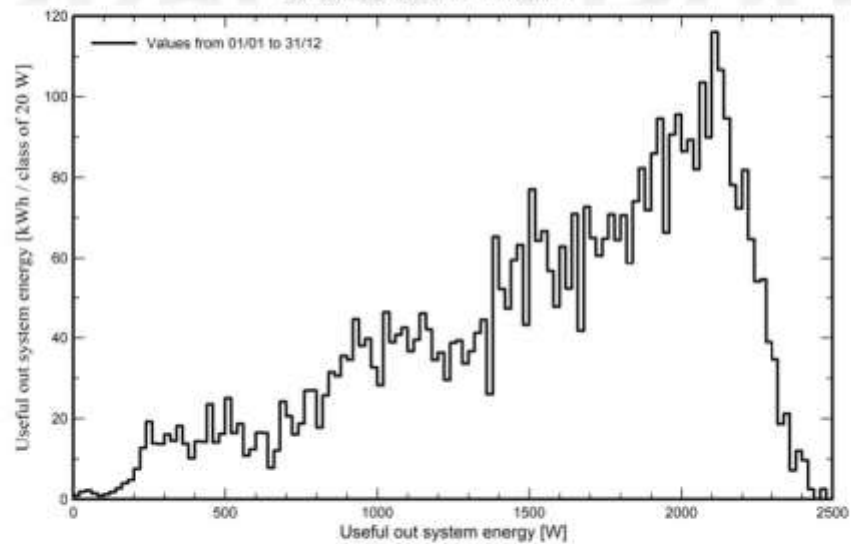
Variant: FILE SKRIPSI JAYAPURA

Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution





Version 7.4.6

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: SKRIPSI_EFESIENSI ENERGI DI MEDAN

Variant: New simulation variant

No 3D scene defined, no shadings

System power: 3080 Wp

DATA SKRIPSI MEDAN - Indonesia

Author

**PVsyst V7.4.6**

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:10
with V7.4.6

Project: SKRIPSI_EFESIENSI ENERGI DI MEDAN

Variant: New simulation variant

Project summary

Geographical Site
DATA SKRIPSI MEDAN
Indonesia

Situation
Latitude 3.42 °N
Longitude 98.57 °E
Altitude 178 m
Time zone UTC+7

Project settings
Albedo 0.20

Weather data
DATA SKRIPSI MEDAN
Meteonorm 8.1 (1991-2009), Sat=100% - Synthetic

System summary

Grid-Connected System

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation

Fixed plane
Tilt/Azimuth 1 / 6 °

Near Shadings

No Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

System information

PV Array

Nb. of modules 11 units
Pnom total 3080 Wp

Inverters

Nb. of units 0.5 unit
Pnom total 2500 W
Pnom ratio 1.232

Results summary

Produced Energy 4360.93 kWh/year Specific production 1416 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 81.66 %

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predel. graphs	6

**PVsyst V7.4.6**

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:10
with V7.4.6

Project: SKRIPSI_EFESIENSI ENERGI DI MEDAN

Variant: New simulation variant

General parameters**Grid-Connected System**

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation**Orientation**

Fixed plane

Tilt/Azimuth 1 / 6 °

Sheds configuration

No 3D scene defined

Models used

Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate

Horizon

Free Horizon

Near Shadings

No Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics**PV module**

Manufacturer

Generic

Model

AS-P605-280

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

280 Wp

Number of PV modules

11 units

Nominal (STC)

3080 Wp

Modules

1 strings x 11 in series

At operating cond. (50°C)

Pmpp

2769 Wp

U mpp

312 V

I mpp

8.9 A

Total PV power

Nominal (STC)

3 08 kWp

Total

11 modules

Module area

17.9 m²

Inverter

Manufacturer

Generic

Model

AS-IC02-5000-2 (5 kW, Three-phase, 2 MPPT)

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

5.00 kWac

Number of inverters

1 * MPPT 50% 0.5 unit

Total power

2.5 kWac

Operating voltage

180-850 V

Max. power (≥45°C)

5.50 kWac

Phom ratio (DC/AC)

1.23

Total inverter power

Total power

2.5 kWac

Nb. of inverters

1 unit

Phom ratio

1.23

Array losses**Thermal Loss factor**

Module temperature according to irradiance

Uc (const)

20.0 W/m²K

Uv (wind)

0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res.

593 mΩ

Loss Fraction

1.5 % at STC

Module Quality Loss

Loss Fraction

-0.5 %

Module mismatch losses

Loss Fraction

2.0 % at MPP

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:10
with V7.4.6

Project: SKRIPSI_EFESIENSI ENERGI DI MEDAN

Variant: New simulation variant

Main results

System Production

Produced Energy

4360.93 kWh/year

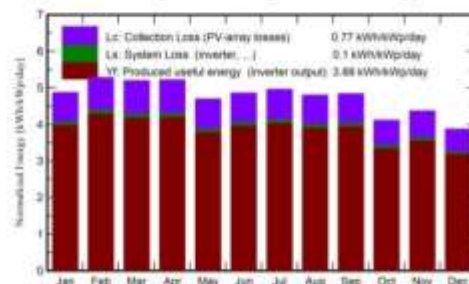
Specific production

1416 kWh/kWp/year

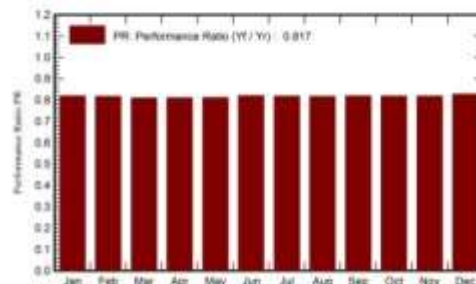
Perf. Ratio PR

81.66 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	ratio
January	150.1	79.17	26.76	151.0	146.8	390.5	390.8	0.819
February	147.1	81.31	27.15	147.7	144.1	381.2	371.7	0.817
March	161.1	87.84	27.69	161.1	157.3	411.9	401.6	0.809
April	157.0	79.52	27.57	156.5	152.7	400.6	390.4	0.810
May	146.3	74.72	27.94	145.5	141.8	373.1	363.6	0.811
June	146.6	79.02	27.57	145.7	141.9	377.1	367.8	0.820
July	154.7	78.69	27.60	153.7	149.8	396.6	386.8	0.817
August	149.5	83.90	27.36	148.9	145.2	384.2	374.7	0.817
September	145.2	82.08	26.56	145.1	141.4	375.5	366.1	0.819
October	127.2	75.13	26.84	127.5	123.8	329.6	321.2	0.818
November	130.3	68.26	26.49	131.0	127.4	338.9	330.2	0.818
December	119.4	78.57	26.66	120.0	116.2	313.6	306.0	0.828
Year	1734.4	948.22	27.19	1733.9	1688.4	4472.8	4360.9	0.817

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation
DiffHor Horizontal diffuse irradiation
T_Amb Ambient Temperature
GlobInc Global incident in coll. plane
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array
E_Grid Energy injected into grid
PR Performance Ratio



PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:10
with V7.4.6

Project: SKRIPSI_EFESIENSI ENERGI DI MEDAN

Variant: New simulation variant





PVsyst V7.4.6

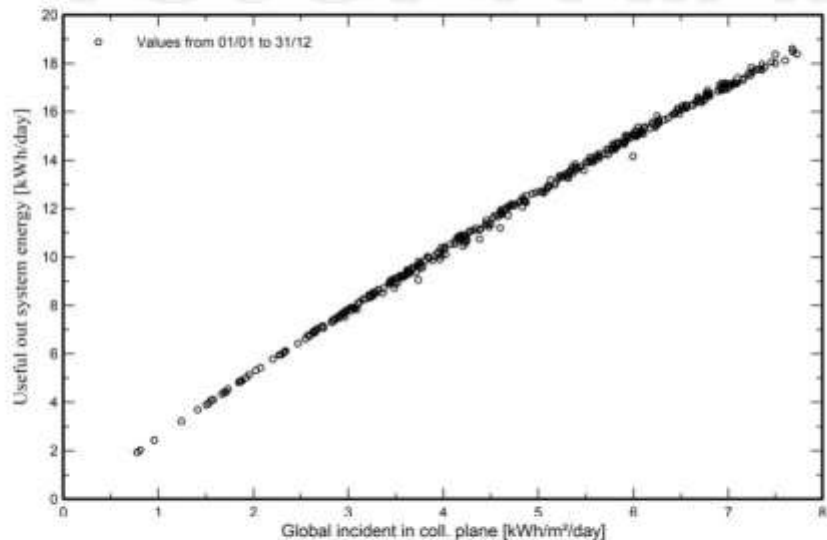
VC0, Simulation date:
01/04/24 23:10
with V7.4.6

Project: SKRIPSI_EFESIENSI ENERGI DI MEDAN

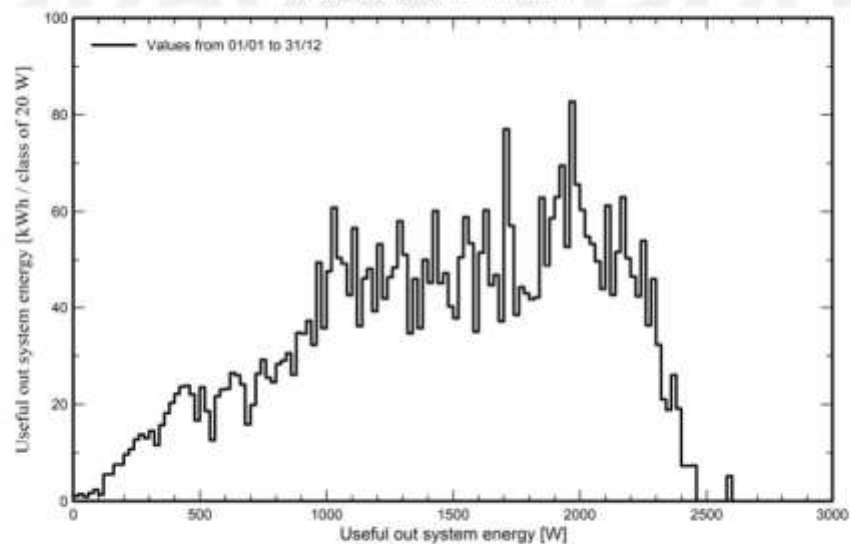
Variant: New simulation variant

Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution





PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: FILE SKRIPSI MANADO

Variant: New simulation variant

No 3D scene defined, no shadings

System power: 3080 Wp

FILE SKRIPSI MANADO - Indonesia

Author

**PVsyst V7.4.6**

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:19
with V7.4.6

Project: FILE SKRIPSI MANADO

Variant: New simulation variant

Project summary**Geographical Site**

FILE SKRIPSI MANADO

Indonesia

Situation

Latitude 1.02 °N

Longitude 124.52 °E

Altitude 216 m

Time zone UTC+8

Project settings

Albedo 0.20

Weather data

FILE SKRIPSI MANADO

Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100% - Synthetic

System summary**Grid-Connected System**

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation

Fixed plane

Tilt/Azimuth 10 / 17.4 °

Near Shadings

No Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

System information**PV Array**

Nb. of modules

11 units

Pnom total

3080 Wp

Inverters

Nb. of units

0.5 unit

Pnom total

2500 W

Pnom ratio

1.232

Results summary

Produced Energy

5275.71 kWh/year

Specific production

1713 kWh/kWp/year

Perf. Ratio PR

80.00 %

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predel. graphs	6

**PVsyst V7.4.6**

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:19
with V7.4.6

Project: FILE SKRIPSI MANADO

Variant: New simulation variant

General parameters**Grid-Connected System**

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation**Orientation**

Fixed plane

Tilt/Azimuth 10 / 17.4 °

Sheds configuration

No 3D scene defined

Models used

Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate

Horizon

Free Horizon

Near Shadings

No Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics**PV module**

Manufacturer

Generic

Model

AS-P605-280

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

280 Wp

Number of PV modules

11 units

Nominal (STC)

3080 Wp

Modules

1 strings x 11 in series

At operating cond. (50°C)

Pmpp

2769 Wp

U mpp

312 V

I mpp

8.9 A

Total PV power

Nominal (STC)

3 08 kWp

Total

11 modules

Module area

17.9 m²

Inverter

Manufacturer

Generic

Model

AS-IR02-5000-2 (5 kW, Single-phase, 2 MPPT)

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

5.00 kWac

Number of inverters

1 * MPPT 50% 0.5 unit

Total power

2.5 kWac

Operating voltage

80-550 V

Pnom ratio (DC:AC)

1.23

Total inverter power

Total power

2.5 kWac

Nb. of inverters

1 unit

Pnom ratio

0.5 unused
1.23**Array losses****Thermal Loss factor**

Module temperature according to irradiance

Uc (const)

20.0 W/m²K

Uv (wind)

0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res.

593 mΩ

Loss Fraction

1.5 % at STC

Module Quality Loss

Loss Fraction

-0.5 %

Module mismatch losses

Loss Fraction

2.0 % at MPP

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:19
with V7.4.6

Project: FILE SKRIPSI MANADO

Variant: New simulation variant

Main results

System Production

Produced Energy

5275.71 kWh/year

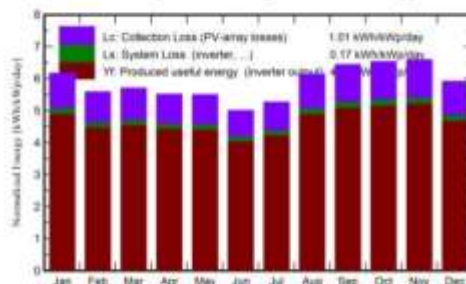
Specific production

1713 kWh/kWp/year

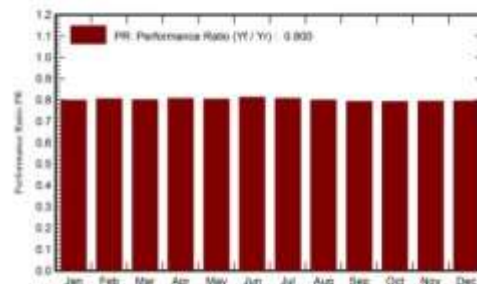
Perf. Ratio PR

80.00 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	ratio
January	180.6	69.01	26.64	191.3	187.2	487.1	470.0	0.798
February	151.5	75.03	26.56	156.5	153.2	401.8	387.8	0.805
March	177.3	81.09	26.90	176.7	172.9	451.0	435.3	0.800
April	171.7	80.72	26.65	165.5	161.4	426.0	411.4	0.807
May	183.6	86.21	27.17	170.6	165.7	437.1	422.2	0.804
June	162.8	67.29	26.62	150.1	145.7	388.7	375.6	0.812
July	176.6	66.05	27.06	163.1	158.5	419.8	405.5	0.807
August	201.1	65.42	27.13	190.4	186.0	485.8	469.0	0.800
September	196.6	62.18	26.74	193.3	189.2	489.1	472.0	0.793
October	197.9	72.66	27.22	202.6	198.7	512.0	494.2	0.792
November	187.2	62.96	26.73	197.8	194.0	501.1	483.7	0.794
December	171.7	65.12	26.99	183.4	179.7	465.3	449.0	0.795
Year	2158.6	833.74	26.87	2141.2	2092.1	5464.8	5275.7	0.800

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation
DiffHor Horizontal diffuse irradiation
T_Amb Ambient Temperature
GlobInc Global incident in coll. plane
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array
E_Grid Energy injected into grid
PR Performance Ratio



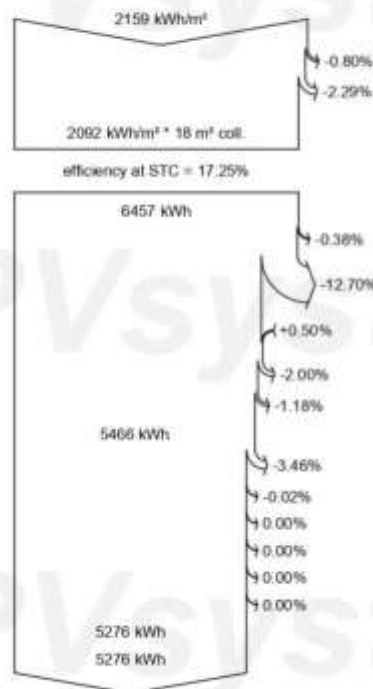
PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:19
with V7.4.6

Project: FILE SKRIPSI MANADO

Variant: New simulation variant

Loss diagram



Global horizontal irradiation

Global incident in coll. plane

IAM factor on global

Effective irradiation on collectors

PV conversion

Array nominal energy (at STC effic.)

PV loss due to irradiance level

PV loss due to temperature

Module quality loss

Module array mismatch loss

Ohmic wiring loss

Array virtual energy at MPP

Inverter Loss during operation (efficiency)

Inverter Loss over nominal inv. power

Inverter Loss due to max. input current

Inverter Loss over nominal inv. voltage

Inverter Loss due to power threshold

Inverter Loss due to voltage threshold

Available Energy at Inverter Output

Energy injected into grid



PVsyst V7.4.6

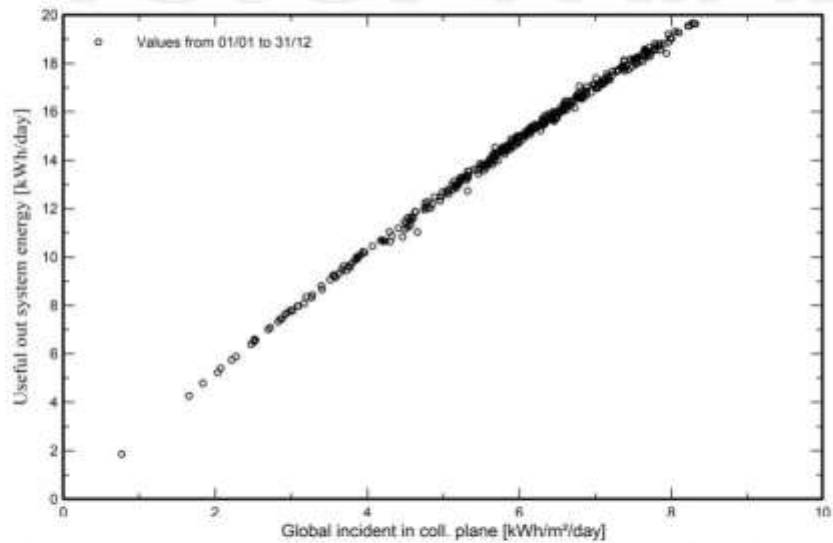
VC0, Simulation date:
01/04/24 23:19
with V7.4.6

Project: FILE SKRIPSI MANADO

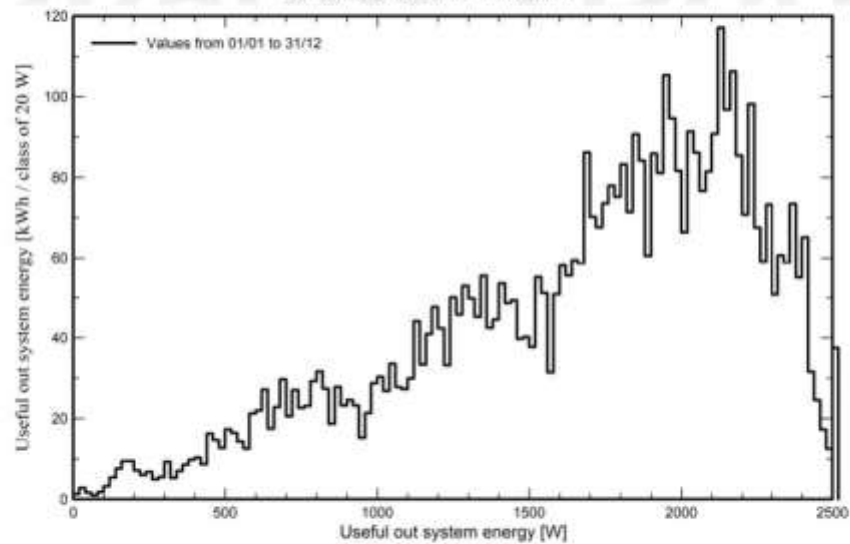
Variant: New simulation variant

Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution





Version 7.4.6

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: SKRIPSI EFESIENSI ENERGI DI SURABATA

Variant: FILE SKRIPSI JAYAPURA

No 3D scene defined, no shadings

System power: 3080 Wp

FILE SKRIPSI SURABAYA - Indonesia

Author

**PVsyst V7.4.6**

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:24
with V7.4.6

Project: SKRIPSI EFESIENSI ENERGI DI SURABATA

Variant: FILE SKRIPSI JAYAPURA

Project summary

Geographical Site
FILE SKRIPSI SURABAYA
Indonesia

Situation
Latitude -7.36 °S
Longitude 112.37 °E
Altitude 85 m
Time zone UTC+7

Project settings
Albedo 0.20

Weather data
FILE SKRIPSI SURABAYA
Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100% - Synthetic

System summary

Grid-Connected System

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation
Fixed plane
Tilt/Azimuth 10 / 15 °

Near Shadings
No Shadings

User's needs
Unlimited load (grid)

System information

PV Array
Nb. of modules 11 units
Pnom total 3080 Wp

Inverters
Nb. of units 0.5 unit
Pnom total 3000 W
Pnom ratio 1.027

Results summary

Produced Energy	4948.64 kWh/year	Specific production	1607 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	81.07 %
-----------------	------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predel. graphs	6

**PVsyst V7.4.6**

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:24
with V7.4.6

Project: SKRIPSI EFISIENSI ENERGI DI SURABATA

Variant: FILE SKRIPSI JAYAPURA

General parameters**Grid-Connected System**

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation**Orientation**

Fixed plane

Tilt/Azimuth 10 / 15 °

Sheds configuration

No 3D scene defined

Models used

Transposition Perez

Diffuse Perez, Meteonorm

Circumsolar separate

Horizon

Free Horizon

Near Shadings

No Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics**PV module**

Manufacturer

Generic

Model

AS-P605-280

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

280 Wp

Number of PV modules

11 units

Nominal (STC)

3080 Wp

Modules

1 strings x 11 in series

At operating cond. (50°C)

Pmpp

2769 Wp

U_{mpp}

312 V

I_{mpp}

8.9 A

Total PV power

Nominal (STC)

3.08 kWp

Total

11 modules

Module area

17.9 m²

Inverter

Manufacturer

Generic

Model

AS-IR02-6000-2 (6 kW, Single-phase, 2 MPPT)

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

6.00 kWac

Number of inverters

1 * MPPT 50% 0.5 unit

Total power

3.0 kWac

Operating voltage

80-550 V

Prnom ratio (DC/AC)

1.03

Total inverter power

Total power

3 kWac

Nb. of inverters

1 unit

Prnom ratio

0.5 unused

1.03

Array losses**Thermal Loss factor**

Module temperature according to irradiance

U_c (const)

20.0 W/m²K

U_v (wind)

0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res.

593 mΩ

Loss Fraction

1.5 % at STC

Module Quality Loss

Loss Fraction

-0.5 %

Module mismatch losses

Loss Fraction

2.0 % at MPP

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:24
with V7.4.6

Project: SKRIPSI EFISIENSI ENERGI DI SURABATA

Variant: FILE SKRIPSI JAYAPURA

Main results

System Production

Produced Energy

4948.64 kWh/year

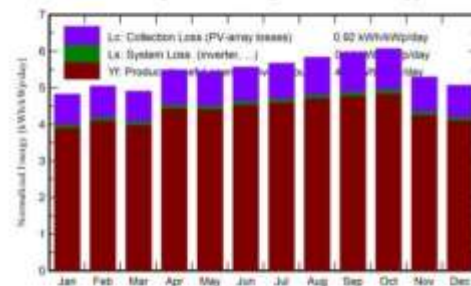
Specific production

1607 kWh/kWp/year

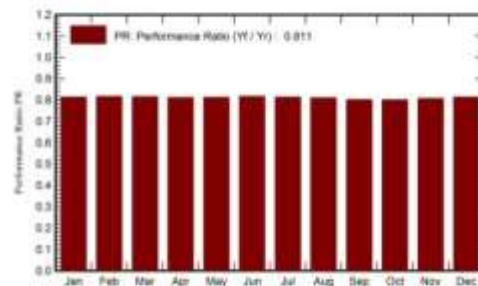
Perf. Ratio PR

81.07 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	ratio
January	157.1	82.51	27.57	149.3	145.2	383.6	374.1	0.813
February	145.0	84.48	27.54	141.1	137.5	363.5	354.6	0.816
March	152.5	91.23	27.88	152.0	148.4	391.2	381.7	0.815
April	158.9	79.71	28.24	164.6	160.9	421.2	411.3	0.812
May	157.7	72.98	28.74	168.8	165.0	432.4	422.3	0.812
June	152.5	60.85	27.77	166.9	163.3	429.8	419.9	0.817
July	161.4	60.45	27.68	175.6	171.9	450.7	440.2	0.814
August	171.7	70.76	27.78	180.8	177.2	461.7	450.9	0.810
September	176.2	72.97	28.18	179.1	175.5	453.2	442.5	0.802
October	191.0	92.72	29.31	187.9	184.0	474.8	463.5	0.801
November	165.4	84.85	28.85	158.7	154.7	404.0	394.2	0.807
December	165.7	89.07	28.20	157.1	152.7	403.3	393.4	0.813
Year	1955.1	942.59	28.15	1981.9	1936.4	5069.4	4948.6	0.811

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation
DiffHor Horizontal diffuse irradiation
T_Amb Ambient Temperature
GlobInc Global incident in coll. plane
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array
E_Grid Energy injected into grid
PR Performance Ratio

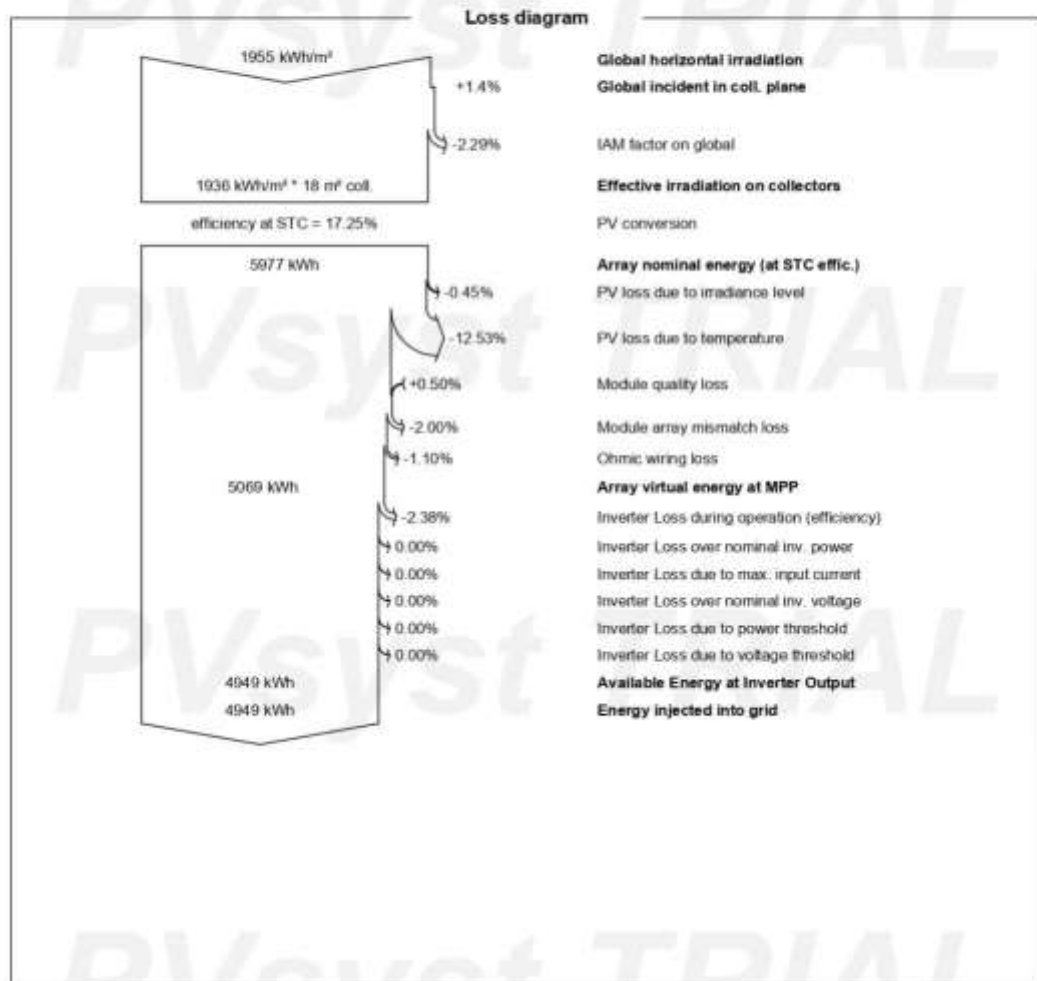


PVsyst V7.4.6

VC0, Simulation date:
01/04/24 23:24
with V7.4.6

Project: SKRIPSI EFESIENSI ENERGI DI SURABATA

Variant: FILE SKRIPSI JAYAPURA





PVsyst V7.4.6

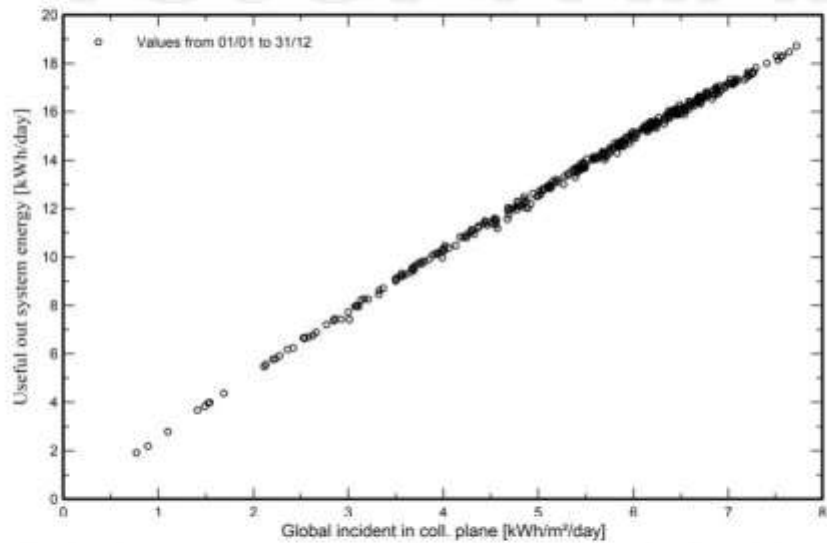
VC0, Simulation date:
01/04/24 23:24
with V7.4.6

Project: SKRIPSI EFESIENSI ENERGI DI SURABATA

Variant: FILE SKRIPSI JAYAPURA

Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution

