SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7530

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pengoptimalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Terminal Purabaya

Ongky Adi Setiawan[1], Yuliyanto Agung Prabowo[2], Misbahul Munir[3], Sefian Yordanius M[4]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4]

e-mail: ongkysetiawan240@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia's strategic location along the equator provides a significant potential for harnessing solar energy. This research explores the utilization of solar energy to reduce high electricity operating costs at Purabaya Terminal. It aims to design and evaluate a solar power plant (PLTS) system for the terminal, employing two maximum power point tracking (MPPT) methods: Perturb & Observe (P&O) and Hill Climbing. The study utilizes three months of power consumption data from Purabaya Terminal, alongside solar irradiation and temperature data sourced from the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG) in Surabaya. The research methodology involves data collection, simulation using MATLAB software, and a comparative analysis of the two MPPT methods. The findings of this study offer actionable recommendations for reducing electricity costs at Purabaya Terminal and provide a reference framework for designing PLTS systems at other locations. In conclusion, the P&O method demonstrated greater efficiency and closely matched the load demand of 110,123 Watts.

Keywords**:** *solar panel, hill climbing, P&O, MATLAB*

ABSTRAK

Mengingat Indonesia yang terletak di daerah khatulistiwa memiliki potensi iradiasi matahari yang tinggi, penelitian ini berfokus pada pemanfaatan energi surya untuk mengurangi biaya operasional listrik yang tinggi di terminal PURABAYA. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Terminal Purabaya dengan menggunakan dua metode *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), yaitu Perturb & Observe dan Hill Climbing. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup konsumsi daya selama tiga bulan di terminal Purabaya dan data iradiasi serta temperature dari BMKG kota Surabaya. Metodologi penelitian meliputi pengumpulan data, simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB, serta analisis perbandingan antara kedua metode MPPT. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk efisiensi biaya listrik di Terminal Purabaya dan menjadi referensi bagi

desain sistem PLTS di lokasi lain. Kesimpulan dari penelitian menunjukkan bahwa metode yang lebih efisien dan mendekati dengan nilai yang diinginkan oleh beban 110.123 Watt yaitu menggunakan metode *P&O*.
Kata kunci: Panel Surya, Hill Climbing, P&O, Matlab.

PENDAHULUAN

Dari kondisi geografis Indonesia yang terletak pada daerah khatulistiwa membuat Indonesia menjadi negara tropis dengan intensitas matahari yang cukup tinggi di sepanjang tahunnya. Tingkat iradiasi matahari yang cukup tinggi dengan potensi penyerapan energi surya sebesar 4,625 kWh/m^2 membuat negara Indonesia sangat cocok untuk pemanfaatan energi surya dengan merubah ke energi listrik menggunakan solar panel[1]. Permasalahan yang terdapat pada penggunaan panel surya adalah pembangkitan listrik yang rendah serta pada kondisi radiasi yang rendah dan besarnya daya listrik yang dibangkitkan berubah-ubah seiring dengan perubahan cuaca dan temperatur[2]. Untuk memaksimalkan efisiensi daya antara output *photovoltaic* dan daya yang akan digunakan beban maka diperlukan sebuah metode yaitu Pelacakan Titik Daya Maksimum atau biasa disebut *Maximum Power Point Tracker* (MPPT). MPPT adalah suatu metode untuk menjejak (track) titik kerja sebuah sumber energi agar menghasilkan daya maksimum[3]. Berbagai metode algoritma telah dipaparkan, antara lain *Incremental Conductance, Perturb and Observe* (P&O), *HILL CLIMBING* dan lain-lain. Semua algoritma tersebut berbeda aspek termasuk kesederhanaan, kecepatan, sensor yang dibutuhkan, efektifitas, dan parameter yang dibutuhkan.[4] Terminal PURABAYA merupakan salah satu instansi yang bergerak di bidang pengelolah transportasi darat. Instansi ini terletak pada kota besar Sidoarjo di Jawa Timur dan merupakan perusahaan dibawah naungan BPTD WILAYAH II JATIM, Instansi tersebut berfungsi untuk mengatur kedatangan dan keberangkatan, menaikkan dan menurunkan orang atau barang, serta perpindahan moda angkutan. Dikarenakan ramainya pengunjung serta jam operasional yaitu 24 jam menyebabkan konsumsi daya serta biaya operasional yang tinggi terlebih apabila pada tanggal merah serta hari libur nasional. Pada skripsi ini, akan dilakukan studi kasus untuk menekan biaya listrik di Terminal Purabaya yang cukup tinggi. Maka peneliti melakukan perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *system off grid*, menggunakan metode *Perturb & Observe* dan *Hill Climbing* yang disimulasikan melalui perangkat lunak *MATLAB*. Dan hasil output dari simulasi kedua metode tersebut akan dibandingkan untuk mendapatkan hasil nilai yang efisien, dan akan digunakan dalam perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Terminal Purabaya.

TINJAUAN PUSTAKA

Landasan Teori

Pembangkit listrik tenaga surya

Pembangkit listrik tenaga surya adalah sebuah alat untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik dapat dilihat pada Gambar 1 mengubah cahaya matahari menggunakan efek *photovoltaic*.



Gambar 1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

Komponen – Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya

1. Solar Module

Solar Module (modul photovoltaics). Sel surya atau sel *photovoltaic* merupakan sebuah alat yang bisa mangubah energi radiasi dari matahari secara langsung menjadi energy listrik.

2. Solar Charge Controller

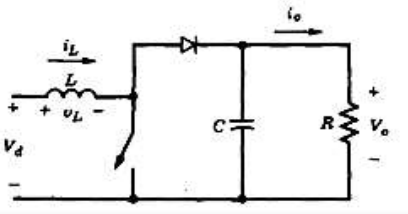
Charge controller adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengatur DC yang diisi ke baterai kemudian diarahkan ke beban. *Solar charge controller* mengatur *limit overcharging* (kelebihan pengisian) dan kelebihan *voltase* dari *solar module.*

3. *Inverter*

Inverter berfungsi mengkonversi arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC).

Rangkaian *Boost Converter*

Boost converter yaitu rangkaian elektronika daya yang dapat menaikkan tegangan DC masukan, sehingga tegangan keluaran lebih besar dari tegangan masukan Kemampuan boost converter untuk menaikan tegangan DC berkaiatan dengan prinsip switchduration (TON dan TOFF). Gambar 2 menunjukan konfigurasi dari rangkaian boost konverter.



Gambar 2. Rangkaian Boost Converter

Metode P&O (*Perthub & Observe*) Dan Metde *Hill Climbbing*

Algoritme *Perturb and Observe* (P&O) adalah algoritme yang menggabungkan daya dan tegangan sesuai waktu (K) dengan contoh (K-1) and memprediksi waktu puncak MPPT. Untuk tegangan rendah perturbation akan mengubah daya solar panel jika iterasi bernilai positive, Tegangan perturbation berlanjut dan di distribusikan di jalur yang sama. Tetapi jika ΔI Bernilai negatif, ini mengindikasikan kalau MPPT jauh dan perturbation akan mencari sumber cahaya untuk memperoleh nilai maksimal MPPT dan *hill climbing* memiliki karakteristik yang serupa yaitu mampu mendeteksi gangguan pada tegangan PV secara berkala dengan membaca variasi duty cycle, dan mengamati daya PV untuk meningkatkan atau menurunkan *voltage* PV pada siklus berikutnya algoritma ini bekerja untuk memindahkan titik kemiringan + maupun – supaya selalu berada pada titik maksimum.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

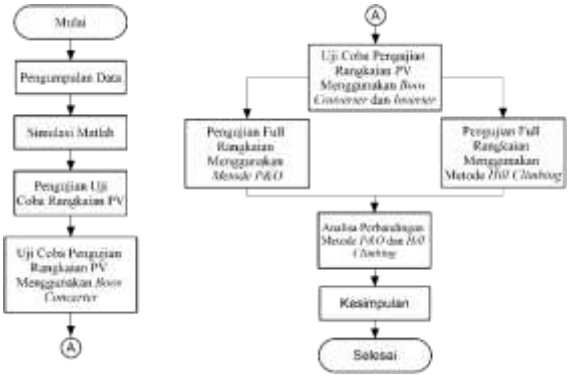
Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode *Perturb & Observe* dan *Hill Climbing*. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah memperoleh hasil terbaik antara sistem PLTS menggunakan metode *Perturb & Observe* dan *Hill Climbing*, yang akan disimulasikan menggunakan sistem *Matlab.*

Lokai Dan Waktu Penelitian

Data dari penelitian ini di ambil pada infrastruktur Terminal Purabaya selama 3 bulan.

Diagram Alur Penelitian

Diagram alur dari Tugas Akhir berjudul "Pengoptimalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Terminal Purabaya" dengan melakukan perbandingan Metode *Perturb and Observe* dan *hill climbing* di Terminal Purabaya. Menggunakan *Software* Matlab Simulink dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Alur Penelitian

Pengumpulan Data

Pada tahapan ini penulis mengumpulkan seluruh data yang didapatkan selama masa obervasi, data itu akan diolah kemudian dilakuan analisa data. Daya yang dibutuhkan berupa konsumsi daya selama 3 bulan pada tahun 2021, pembagian daya R S T dapat dilihat pada tabel 1. dan beberapa daya yang didapatkan di BMKG kota Surabaya.

Tabel 1. Pembagian Daya RST Pada Terminal Peurabaya

No	Jenis	R	S	T
1	Tegangan (V)	380	380	380
2	Arus (A)	18.2	18.2	18.3
3	Cos ϕ	0.95	0.95	0.95
4	Daya (kW)	11.379	11.379	11.442
	Total		34.200 kW	

Data Spesifikasi *Solar Cell*

Pada tabel 2. dibawah ini merupakan spesifikasi *solar cell* yang akan digunakan pada penelitian kali ini.

Tabel 2. spesifikasi *solar cell*

No	Parameter	Nilai
1	Daya (Pmax)	295 W
2	Tegangan Max (Vmp)	36.3 V
3	Arus Max (Imp)	8.13 A
4	Tegangan (Voc)	44.9 V
5	Arus (Isc)	8.59 A

Data spesifikasi *Bosst Converter*

Pada tabel 3. dibawah ini merupakan spesifikasi *Bosst Converter* yang akan digunakan pada penelitian kali ini.

Tabel 3. spesifikasi *Bosst Converter*

No	Parameter	Nilai
1	Duty	0,5 %
2	Arus (Iout)	50 A
3	Tegangan (Vout)	500 V
4	Resistansi	10 Ω
5	Frekuensi	25 KHz
6	Ripple Tegangan	5 %

Data spesifikasi *Inverter*

Pada tabel 4. dibawah ini merupakan spesifikasi *Inverter* yang akan digunakan pada penelitian kali ini.

Tabel 4. Spesifikasi *Inverter*

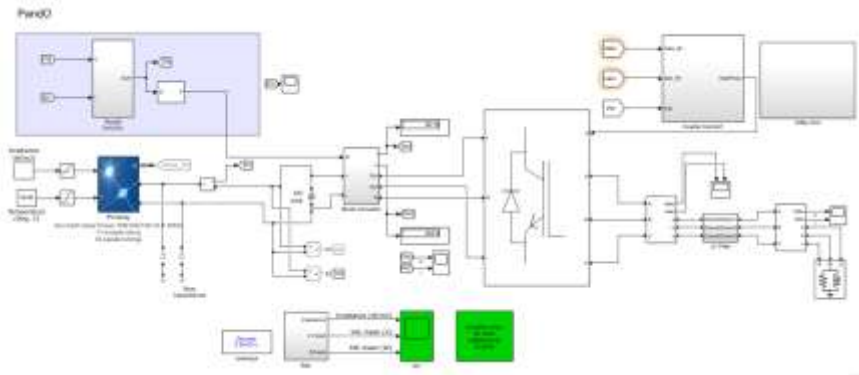
No	Parameter	Nilai
1	Tegangan (MPP)	160 - 650 V
2	Tegangan Max	700 V
3	Arus Max	17.9 A
4	Frekuensi	50 Hz

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian sistem, dimana pengujian tersebut akan menggunakan data dari BMKG yang akan di simulasikan pada simulasi matlab dan akan di ambil hasil nilai V dan I pada masing – masing komponen dengan menggunakan metode *P&O* dan *Hill Climbing*.

Sistem Matlab Menggunakan Metode *P&O* & Metode *Hill Climbing*

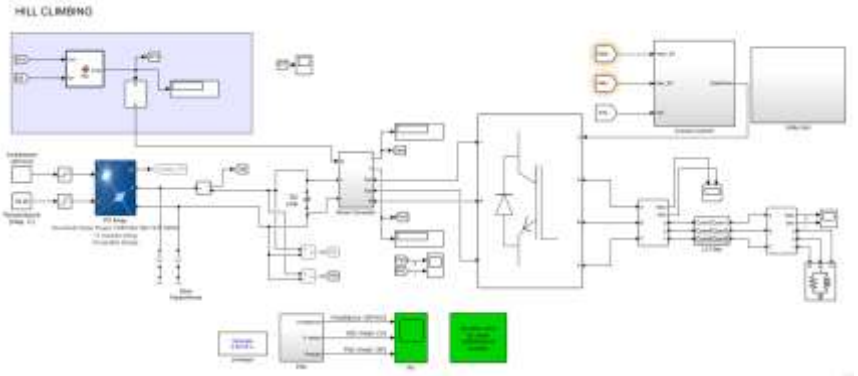
Hasil pemodelan sistem matlab menggunakan metode *P&O* yang dtunjukkan pada gambar 4, dan pemodelan sistem matlab menggunakan metode *Hill Climbing* yang dtunjukkan pada gambar 5.



Gambar 4. pemodelan sistem matlab menggunakan metode *P&O*

Pada **Error! Reference source not found.** sistem menggunakan metode *P&O,* dalam perancangan sistem peneliti membuat pemodelan sistem PLTS yang menggunakan beberapa

komponen yaitu, masukan iradiasi, masukan suhu, blok panel surya, blok sistem mppt, blok *boost converter*, dan blok *inverter*. Blok masukan iradiasi dan suhu akan menjadi masukan pada blok solar panel. Lalu dari blok solar panel, mengeluarkan nilai tegangan dan arus yang digunakan untuk masukan pada blok sistem *Hill Climbing* mengeluarkan nilai duty cycle yang dijadikan sebagai masukan pada *boost converter*, dan nilai keluaran dari *boost converter* dimasukkan sebagai masukkan *inverter* setelah mendapatkan hasil, hasil tersebut dimasukkan pada blok *scope* untuk melihat grafik keluaran dari sistem tersebut.



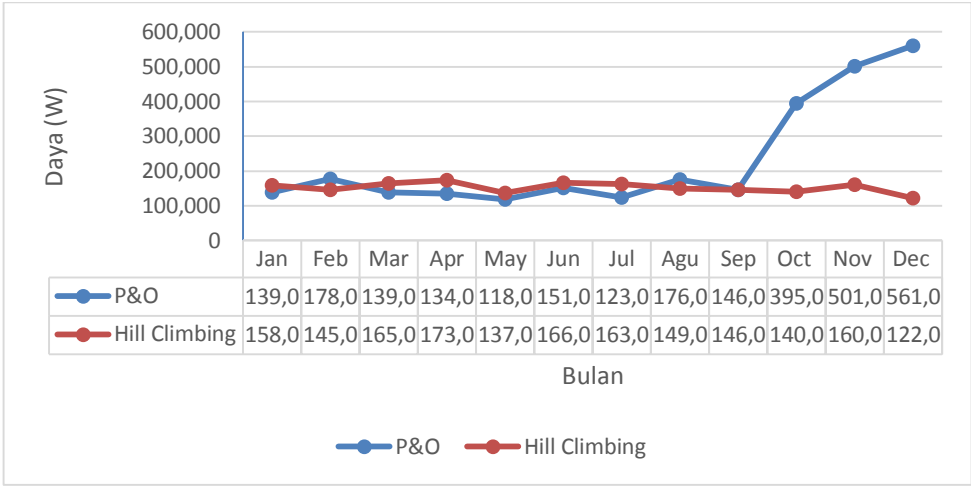
Gambar 5. pemodelan sistem matlab menggunakan metode *Hill Climbing*

Pada tabel 5. dibawah ini adalah hasil data perbandingan dari keluaran pengujian sistem *p&o* dan *hill climbing.*

Tabel 5. hasil data perbandingan dari keluaran pengujian sistem *p&o* dan *hill climbing*

Inverter						
Bulan	**P&O**			**Hill Climbing**		
	Tegangan (V)	**Arus (A)**	**Daya (W)**	**Tegangan (V)**	**Arus (A)**	**Daya (W)**
Jan	392	355	139.000	209	756	158.000
Feb	430	412	178.000	194	742	145.000
Mar	392	355	139.000	217	761	165.000
Apr	388	345	134.000	226	766	173.000
May	365	324	118.000	189	721	137.000
Jun	404	372	151.000	219	755	166.000
Jul	371	330	123.000	216	756	163.000
Agu	428	410	176.000	199	747	149.000
Sep	400	365	146.000	197	738	146.000
Oct	247	159	395.000	193	725	140.000
Nov	269	186	501.000	213	750	160.000
Dec	277	202	561.000	173	699	122.000

Setelah dilakukan pengujian sistem selama 12 bulan untuk mencari hasil nilai daya keluaran *inverter* dari perbandingan pengujian sistem menggunakan metode *P&O* dan *Hill Climbing* dapat dilihat dari Gambar 5. Bahwa untuk keluaran dari metode *P&O* didapati nilai daya tertinggi 561.000 Watt dan nilai daya terendah 118.000 Watt dengan nilai rata – rata 121.000 Watt, dan dari metode *Hill Climbing* didapati nilai daya tertinggi 173.000 Watt dan nilai daya terendah 122.000 Watt dengan nilai daya rata – rata 152.000 Watt.



Gambar 5. Grafik Nilai Daya Dari Hasil Perbandingan Pengujian Sistem *Inverter* Menggunakan Metode P&O dan *Hill Climbing*

KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, akan dilakukan pengujian sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) berkapasitas 295 Wp sebanyak 374 unit yang dirangkai 11 seri dan 34 paralel dengan menggunakan sistem matlab. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan metode P&O dengan metode Hill Climbing yang dilanjutkan dengan pengujian menggunakan sistem matlab dengan data yang diambil dari BMKG selama 12 bulan yang mana telah dijelaskan pada bab sebelumnya, sehingga setelah dilakukan beberapa ujicoba simulasi dengan merubah nilai Iradiasi dan Tempertur. Pada pengujian sistem menggunakan metode P&O yang dilakukan selama 12 bulan mendapatkan nilai teganga tertinggi 0,4303 V dan nilai tegangan terendah 0,2695 V dengan nilai tegangan rata – rata 0,3653 V, dan untuk nilai arus didapati nilai tertinggi 0,4126 A dan nilai arus terendah 0,1595 A dengan nilai arus rata – rata 0,3242 A. Sedangkan Pada pengujian sistem menggunakan metode *Hill Climbing* mendapatkan nilai tegangan tertinggi -19,47 V dan nilai tegangan terendah -21,33 V dengan nilai tegangan rata – rata -18,93 V, dan untuk nilai arus didapati nilai tertinggi -74,23 A dan nilai arus terendah -75,03 A dengan nilai arus rata – rata -75,57 A. Sehingga Dari hasil simulasi pengujian sistem yang telah dilakukan antara metode *P&O* dan *Hill Climbing* didapati nilai daya rata - rata 121.000 Watt untuk metode *P&O* dengan nilai eror 0,00000603 sedangkan pada saat menggunakan metode *Hill Climbing* didapati nilai daya rata – rata 152.000 Watt dengan nilai eror 0,00000169. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode yang lebih efisien dan mendekati dengan nilai yang diinginkan oleh beban yaitu 110.123 Watt yaitu menggunakan metode *P&O*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] G. Sukma *et al.*, “Analisa Performa MPPT Algoritma Flower Pollination Alghorithm dan Perthurb and Obserbve Menggunakan Zeta Converter,” vol. 10, no. 1, 2022.
[2] G. B. Sitanggang, T. Andromeda, and E. W. Sinuraya, “Perancangan Kontrol Mppt Dengan Metode P&O Pada Sistem Pv Di Gedung Teknik Sipil Universitas Diponegoro,” *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 222–228, 2021.
[3] I. Mahmudi *et al.*, “Perancangan Zeta Converter Pada Pelacakan Titik,” vol. 11, no. 1, pp. 48–54, 2021.

[4] A. G. Hutajulu, M. RT Siregar, and M. P. Pambudi, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) on Grid Di Ecopark Ancol," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7333.
[5] M. Kamran, M. Mudassar, M. R. Fazal, M. U. Asghar, M. Bilal, and R. Asghar, "Implementation of improved Perturb & Observe MPPT technique with confined search space for standalone photovoltaic system," *J. King Saud Univ. - Eng. Sci.*, vol. 32, no. 7, pp. 432–441, 2020, doi: 10.1016/j.jksues.2018.04.006.
[6] M. Idris, "Rancang Panel Surya Untuk Instalasi Penerangan Rumah Sederhana Daya 900 Watt," *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 1, no. 1, p. 17, 2020, doi: 10.37338/e.v1i1.94.