

Pemodelan dan Simulasi MPPT Pada Sistem PLTS Di bawah Kondisi Naungan Menggunakan Machine Learning

Laboratorium Manajemen Energi, Program Studi Teknik Fisika, Institut Teknologi Bandung

oleh:
Fransiskus_Michael Christian (13321065)

Pembimbing:
Dr. Iryad Nashrud Haq, S.T, M.T
Ir. Estiyanti Ekawati, M.T., Ph.D



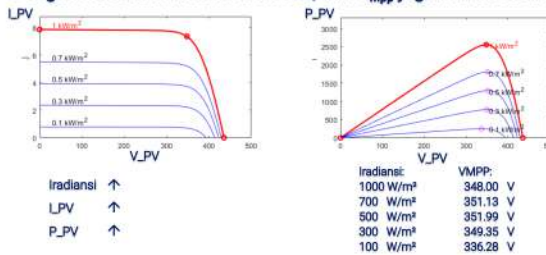
Program Studi Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Bandung



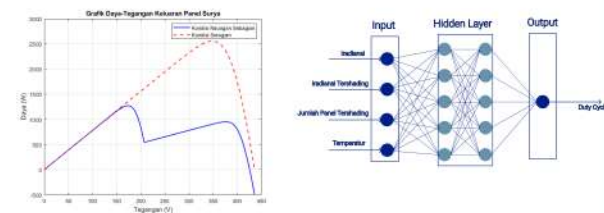
Latar Belakang

Dalam pemanfaatan energi dari panel surya, daya keluaran dari panel surya dapat mempengaruhi besaran energi yang didapatkan dari sistem PLTS. Untuk itu digunakan Maximum Power Point Tracker untuk mengatur tegangan keluaran panel surya agar selalu berada di titik V_{mpp} .

Dengan masukan iradiansi berbeda, titik V_{mpp} juga ikut berubah



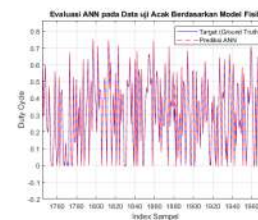
Ketika terjadi naungan sebagian, maka grafik daya dan tegangan akan memiliki beberapa puncak lokal setara dengan jumlah variasi iradiansi yang masuk ke string panel surya. Untuk itu diperlukan MPPT berbasis pembelajaran mesin yang belajar dari model data teoretis untuk menentukan titik maksimal dari grafik daya dan tegangan



RMSE dan fill factor

Root Mean Square Error adalah komponen penilaian model pembelajaran mesin, semakin rendah nilai RMSE terhadap data set menandakan model pembelajaran akan berhasil memprediksi data set tersebut dengan benar.

RMSE = Nilai Target (biru) - Nilai Prediksi (merah)



$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

n = jumlah data

y_i = nilai sebenarnya

$\hat{y}_i$ = nilai prediksi

Nilai RSME Yang Sangat Baik
<5%
Dari Rentang Output

Pada penelitian ini menggunakan output
duty cycle dengan rentang 0 sampai 1

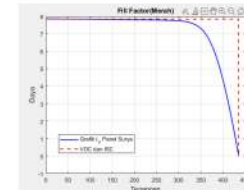
Fill Factor merupakan perbandingan daya dibagi dengan arus pendek dan tegangan rangkaian terbuka. Fill Factor akan digunakan untuk melihat MPPT yang lebih mendekati titik maksimum. MPPT dengan Fill Factor lebih tinggi menandakan MPPT tersebut lebih mendekati titik maksimumnya

Fill Factor

Nilai Fill Factor Yang Baik Adalah lebih atau
sama dengan 0.6 dari luas grafik $I_{sc} \cdot V_{oc}$
saat iradiansi 1000

Rumus Fill Factor

Daya yang dihasilkan
 $I_{sc} \cdot V_{oc}$

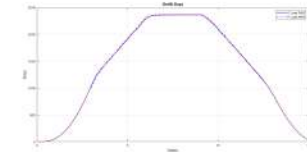


Hasil Simulasi

Didapatkan jika iradiansi dinaikan secara perlahan kemudian diturunkan secara perlahan, algoritma ANN berhasil lebih mendekati titik maksimal sehingga fill factornya lebih besar dari algoritma P&O meskipun dari grafik dayanya perbedaannya sangat tipis

Masukan Iradiansi berubah
Waktu Simulasi 15 detik
 $\Delta t = 1e^{-3}$

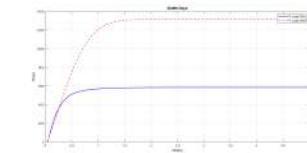
Algoritma	Efisiensi Boost Converter	Daya_Total	Fill Factor
Perturb and Observe	95.19%	21480 J 1432 W	0.437
Artificial Neural Network	95.21%	22390 J 1492.667 W	0.419



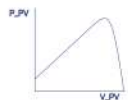
Pada kondisi naungan sebagian, ANN berhasil mencapai titik maksimum global sementara algoritma P&O terjebak di titik maksimum lokal sehingga fill factor ANN jauh lebih tinggi dibandingkan algoritma P&O

Masukan Iradiansi Konstan=1000 W/m²
Naungan sebagian ~500W/m²
 $N_{shaded} = 9$ panel
Waktu Simulasi 5 detik
 $\Delta t = 1e^{-3}$

Algoritma	Efisiensi Boost Converter	Daya_Total	Fill Factor
Perturb and Observe	89.92%	2973 J 584.6W	0.1741
Artificial Neural Network	93.14%	6387 J 1277.4 W	0.374



Tujuan & Sasaran



memodelkan model ANN
Yang Bisa Menyelesaikan
Masalah Tanpa Naungan



memodelkan model ANN
Yang Bisa Menyelesaikan
Masalah Naungan
Sebagian



Membandingkan MPPT
ANN
Dengan MPPT P&O di
Simulink

Hasil Pemodelan ANN

ANN Pencahaya Seragam

	RMSE	MAE
2_Layers	0.016468	0.010245
3_Layers	0.016823	0.010474
4_Layers	0.016041	0.009930
5_Layers	0.016808	0.010329
6_Layers	0.015953	0.009826
7_Layers	0.016210	0.009910
8_Layers	0.015993	0.009723
9_Layers	0.016839	0.010406
10_Layers	0.016431	0.009867

ANN Naungan Sebagian

	RMSE	MAE
2_Layers	0.044581	0.024479
3_Layers	0.012132	0.005059
4_Layers	0.013140	0.005024
5_Layers	0.007494	0.003257
6_Layers	0.009139	0.003228
7_Layers	0.008376	0.004315
8_Layers	0.008651	0.004094
9_Layers	0.015770	0.006004
10_Layers	0.026453	0.011872

Kesimpulan

- Model yang dilatih menghasilkan RMSE yang cukup baik dalam menebak data uji, RSME dengan data uji bernilai 0.007493 untuk kondisi naungan sebagian dan 0.0159 untuk kondisi pencahayaan seragam
- Simulasi telah dimodelkan dan dari sweeping tegangan didapatkan grafik daya dan tegangan yang sesuai parameter panel
- Model ANN untuk pencapaian seragam dan naungan sebagian sudah menemukan titik maksimalnya. P_{PV} yang terukur sudah sesuai dengan grafik daya-tegangan yang seharusnya pada titik MPP
- ANN menghasilkan fill factor yang lebih baik dari P&O untuk kondisi naungan sebagian dan kondisi seragam dengan iradiansi berubah