



SOLAR PANEL POWER OPTIMIZATION WITH MPPT

[Gibran Nabil Sentana] ([21/478519/SV/19327])

Supervisor: Dr. Ir. Fahmizal, S.T., M.Sc

Department of Electrical Engineering and Informatics, Vocational College, UGM



Abstrak

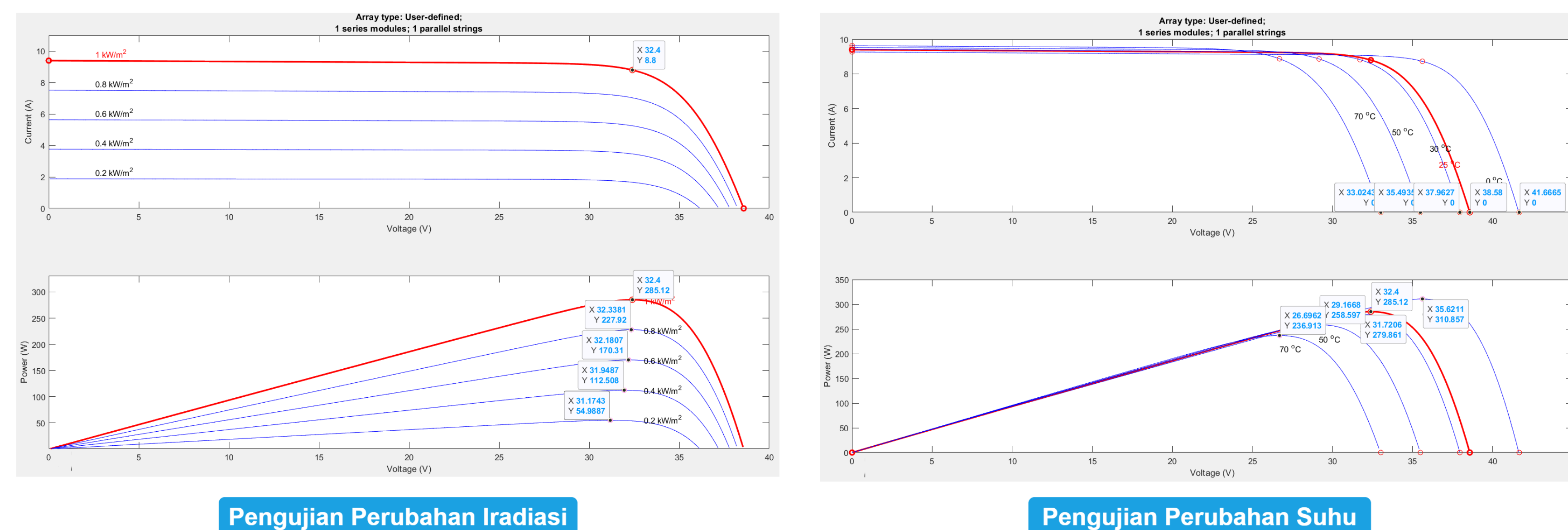
Energi surya adalah sumber energi terbarukan yang berpotensi besar, namun daya yang dihasilkan panel surya sering fluktuatif akibat perubahan intensitas cahaya dan suhu. Untuk mengoptimalkan daya keluaran, sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) diterapkan agar panel surya selalu bekerja pada titik daya maksimum (*Maximum Power Point / MPP*). Penelitian ini mengimplementasikan algoritma *Perturb and Observe* (P&O) dalam sistem MPPT menggunakan simulasi MATLAB Simulink. Pengujian dilakukan dengan variasi iradiasi (200 hingga 1.000 W/m²), suhu (-10°C hingga 50°C), dan beban (0,1 Ω hingga 0,51 Ω), dengan analisis perbandingan daya keluaran antara sistem tanpa MPPT dan dengan MPPT. Hasil simulasi menunjukkan bahwa algoritma P&O berhasil meningkatkan daya keluaran panel surya hingga 50% dibandingkan sistem tanpa MPPT. Efisiensi konversi daya meningkat dari 86% menjadi 88% akibat variasi iradiasi, serta dari 80% menjadi 84% akibat perubahan beban.

Latar Belakang

Panel surya memiliki daya keluaran yang tidak stabil karena perubahan intensitas cahaya matahari dan suhu, sehingga efisiensi konversi energi menurun [1]. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan metode yang dapat menjaga panel surya tetap beroperasi pada titik daya maksimum (*Maximum Power Point / MPP*) [2]. Salah satu metode yang umum digunakan adalah *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), dengan algoritma *Perturb and Observe* (P&O) sebagai salah satu yang paling populer. Algoritma ini bekerja dengan mengganggu tegangan atau arus panel surya dan mengamati perubahan daya yang dihasilkan [3]. Jika gangguan meningkatkan daya, arah gangguan dipertahankan; jika tidak, arah gangguan diubah hingga mencapai MPP. Sistem MPPT berbasis algoritma P&O terbukti mampu meningkatkan daya keluaran panel surya secara signifikan dibandingkan sistem tanpa MPPT, sehingga efisiensi energi lebih optimal dalam berbagai kondisi lingkungan.

Hasil dan Pembahasan

1. Pengujian Modul Panel Surya



2. Perbandingan Data Efisiensi Daya Rata-Rata

Iradiasi	Tanpa MPPT				Dengan MPPT			
	P_{in}	P_{out}	P_{eff}	Kesalahan	P_{in}	P_{out}	P_{eff}	Kesalahan
1000	277,90	240,30	0,90	285,10	255,20	0,90		
800	220,30	196,60	0,89	227,90	203,50	0,89		
600	129,50	114,00	0,88	170,20	150,40	0,88		
400	59,74	51,09	0,86	112,10	97,75	0,87		
200	16,32	12,87	0,79	54,52	45,38	0,83		
Rata-rata				0,86	Rata-rata			0,88

Suhu	Tanpa MPPT				Dengan MPPT			
	P_{in}	P_{out}	P_{eff}	Kesalahan	P_{in}	P_{out}	P_{eff}	Kesalahan
-10	310,40	287,30	0,90	320,90	288,20	0,90		
0	310,80	279,40	0,90	310,80	278,90	0,90		
25	277,90	249,30	0,90	285,10	255,20	0,90		
30	270,40	242,40	0,90	279,80	250,30	0,89		
50	230,50	214,10	0,89	238,60	230,70	0,89		
Rata-rata				0,90	Rata-rata			0,90

Beban	Tanpa MPPT				Dengan MPPT			
	P_{in}	P_{out}	P_{eff}	Kesalahan	P_{in}	P_{out}	P_{eff}	Kesalahan
0,1	100,30	63,49	0,63	283,30	210,10	0,74		
0,2	162,50	125,40	0,77	284,40	232,30	0,82		
0,3	221,40	186,20	0,84	284,90	243,40	0,85		
0,4	275,40	241,10	0,88	285,10	250,80	0,88		
0,51	277,90	249,30	0,90	285,10	255,20	0,90		
Rata-rata				0,80	Rata-rata			0,84

Efisiensi daya rata-rata sistem dengan MPPT menunjukkan peningkatan daya sebesar 2-4% dibandingkan dengan sistem tanpa MPPT. Peningkatan ini bergantung pada kondisi variabel pengujian sebagai berikut: perubahan iradiasi menyebabkan kenaikan efisiensi dari 86% menjadi 88%, perubahan suhu tidak mengalami kenaikan tetapi konstan di angka 90%, dan perubahan nilai beban menyebabkan kenaikan efisiensi dari 80% menjadi 84%.

3. Perbandingan Daya Keluaran Panel Surya dan Daya Keluaran Sistem

Iradiasi	Tanpa MPPT				Dengan MPPT			
	P_{in}	P_{out}	P_{eff}	Kesalahan	P_{in}	P_{out}	P_{eff}	Kesalahan
1000	277,90	240,30	2,59%	240,30	255,20	2,37%		
800	220,30	227,90	3,45%	196,60	203,50	3,51%		
600	129,50	170,20	31,43%	114,00	31,93%			
400	59,74	112,10	87,65%	51,09	97,75	91,33%		
200	16,32	54,52	234,07%	12,87	45,38	252,60%		
Rata-rata				71,84%	Rata-rata			76,35%

Suhu	Tanpa MPPT				Dengan MPPT			
	P_{in}	P_{out}	P_{eff}	Kesalahan	P_{in}	P_{out}	P_{eff}	Kesalahan
-10	310,40	310,80	0,00%	279,40	278,90	-0,18%		
0	310,80	310,80	0,00%	279,40	278,90	-0,18%		
25	277,90	285,10	2,59%	249,30	255,20	2,37%		
30	270,40	279,80	3,48%	242,40	250,30	3,26%		
50	230,50	238,60	7,97%	214,10	230,70	7,75%		
Rata-rata				2,90%	Rata-rata			2,70%

Beban	Tanpa MPPT				Dengan MPPT			
	P_{in}	P_{out}	P_{eff}	Kesalahan	P_{in}	P_{out}	P_{eff}	Kesalahan
0,1	100,30	283,30	182,45%	63,49	210,10	230,12%		
0,2	162,50	284,40	75,02%	125,40	232,30	85,25%		
0,3	221,40	284,90	28,68%	186,20	243,40	30,72%		
0,4	275,40	285,10	3,52%	241,10	250,80	4,02%		
0,51	277,90	285,10	2,59%	249,30	255,20	2,37%		
Rata-rata				58,45%	Rata-rata			70,65%

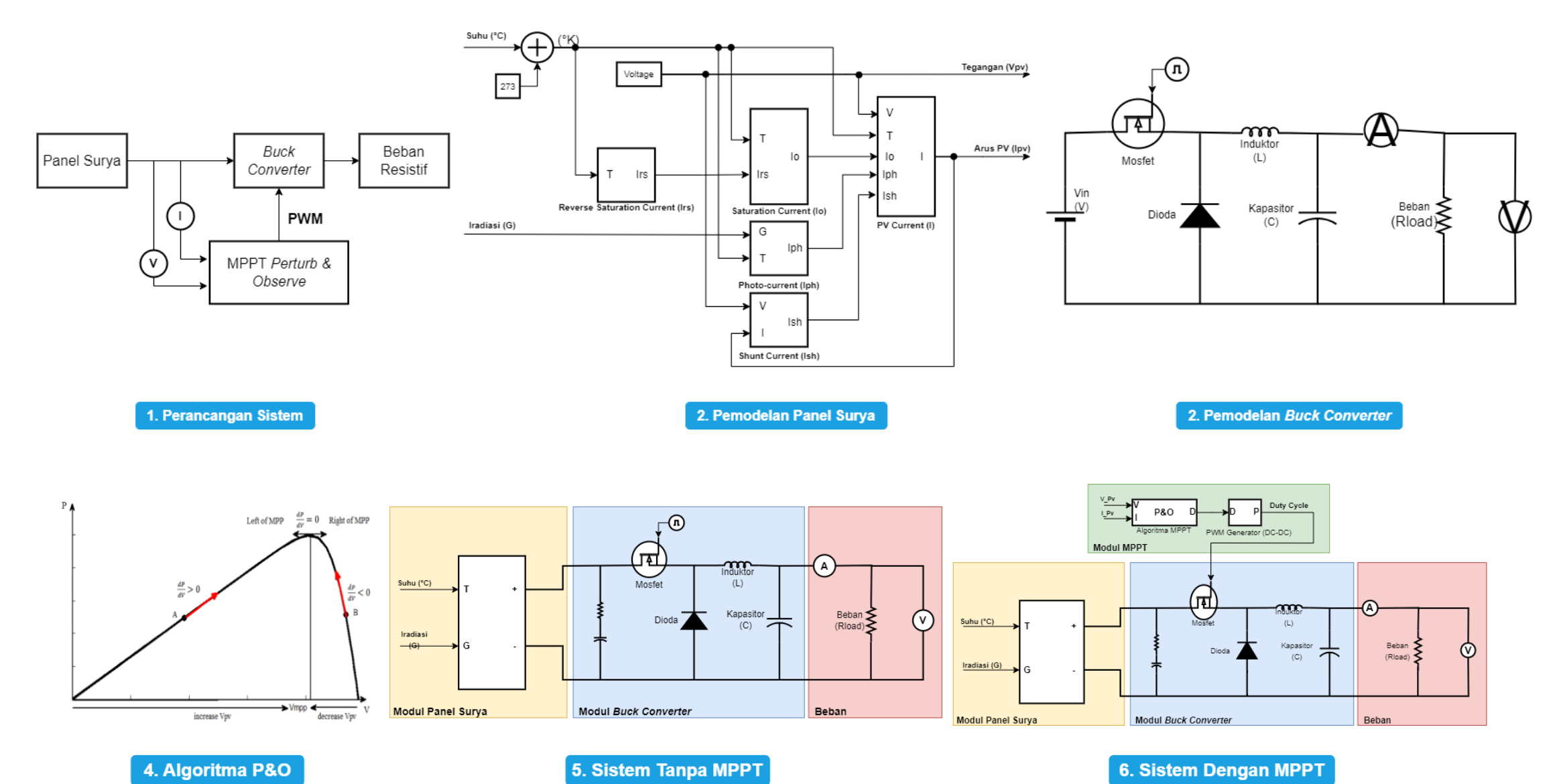
Peningkatan rata-rata daya keluaran mencapai 50%, yang menunjukkan perbedaan besar antara sistem yang tidak menggunakan MPPT dengan sistem yang menggunakan MPPT. Kenaikan nilai daya keluaran dengan MPPT bergantung pada kondisi variabel pengujian sebagai berikut: perubahan iradiasi menyebabkan kenaikan rata-rata daya sebesar 76,35%, perubahan suhu menyebabkan kenaikan rata-rata daya sebesar 2,7%, dan perubahan nilai beban menyebabkan kenaikan rata-rata daya sebesar 70,65%.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan berdasarkan konteks dan masalah yang telah dijelaskan, yaitu:

- Merancang sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) dengan metode *Perturb and Observe* (P&O) pada panel surya.
- Menguji keefektifan algoritma P&O dalam mengoptimalkan daya keluaran panel surya dan sistem pada berbagai kondisi.
- Menganalisis performa sistem MPPT yang telah dirancang dalam merespon perubahan intensitas cahaya matahari, suhu lingkungan, dan perubahan nilai beban.

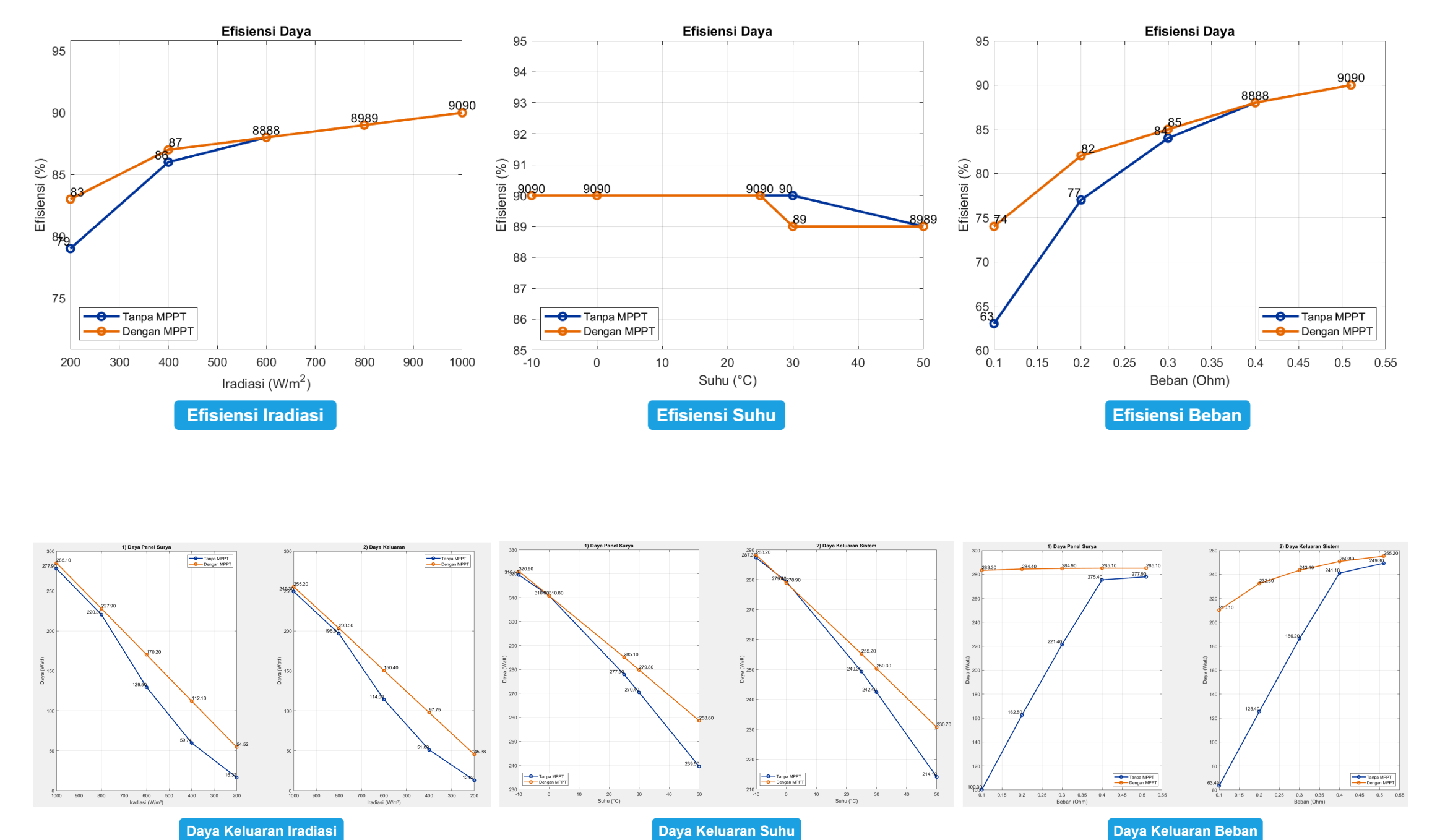
Metode Penelitian



Parameter pengujian dengan perubahan lingkungan berupa:

- Variasi nilai iradiasi = 1000 W/m², 800 W/m², 600 W/m², 400 W/m², dan 200 W/m²
- Variasi nilai suhu = -10°C, 0°C, 25°C, 30°C dan 50°C
- Variasi nilai beban = 0,1 Ω , 0,2 Ω , 0,3 Ω , 0,4 Ω , dan 0,51 Ω

Plots



Daftar Pustaka

- [1] A. Al-Bashir, M. Al-Dwari, A. Al-Ghandoor, B. Hammad, and W. Al-Kouz, *Analysis of effects of solar irradiance, cell temperature and wind speed on photovoltaic systems performance*, International journal of energy economics and policy, vol. 10, no. 1, pp. 353359, 2020.
- [2] A. B. Djilali and B. Hemici, *Modified perturb and observe mppt control for avoid deviation in photovoltaic systems*, 2020. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:220493128>.
- [3] V. R. Kota and M. N. Bhukya, *A novel linear tangents based p&o scheme for mppt of a pv system*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 71, pp. 257267, 2017. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116310802>