

Karakteristik Pengukuran Dead Band pada Photovoltaic Polycrystalline 50 Wp di PLTS Universitas Pamulang Viktor

Vita Kurniasih¹, Edy Sumarno¹, Sunardi^{1*}

¹Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspiptek No. 46,
Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: 1*dosen00856@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik pengukuran dead band pada sistem photovoltaic (PV) polikristalin 50 Wp di Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Universitas Pamulang. Dead band adalah fenomena di mana perubahan masukan daya tidak diikuti perubahan keluaran yang signifikan, yang sering terjadi pada sistem konversi energi berbasis panel surya. Dalam penelitian ini, panel PV diuji dengan berbagai tingkat penutupan (0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%) untuk mensimulasikan kondisi bayangan parsial (partial shading). Pengukuran tegangan, arus, serta daya dilakukan menggunakan National Instruments (NI) USB-6212 yang terintegrasi dengan perangkat lunak LabVIEW, sementara intensitas cahaya diukur dengan lux meter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan intensitas cahaya umumnya menaikkan daya keluaran panel, namun efisiensi menurun saat suhu panel meningkat. Selain itu, semakin besar luas penutupan panel (dead band), semakin signifikan penurunan daya yang dihasilkan. Kondisi dead band juga teridentifikasi pada rentang tegangan dan arus tertentu, di mana penambahan intensitas cahaya tidak lagi memberikan peningkatan daya. Temuan ini memberikan wawasan penting untuk perancangan dan pengembangan sistem manajemen daya pada PLTS, terutama dalam memitigasi dampak variasi pencahayaan dan bayangan parsial, sehingga stabilitas dan efisiensi energi yang dihasilkan dapat ditingkatkan.

Kata Kunci: Dead Band, Photovoltaic, Polikristalin, Partial Shading, Efisiensi

Abstract— This study aims to analyze the characteristics of dead band measurements on a 50 Wp polycrystalline photovoltaic (PV) system at the Pamulang University Solar Power Plant (PLTS). Dead band is a phenomenon where changes in power input are not followed by significant changes in output, which often occurs in solar panel-based energy conversion systems. In this study, PV panels were tested with various levels of coverage (0%, 25%, 50%, 75%, and 100%) to simulate partial shading conditions. Voltage, current, and power measurements were carried out using a National Instruments (NI) USB-6212 integrated with LabVIEW software, while light intensity was measured with a lux meter. The results showed that increasing light intensity generally increased the panel output power, but efficiency decreased as the panel temperature increased. In addition, the larger the panel coverage area (dead band), the more significant the decrease in power produced. Dead band conditions were also identified in certain voltage and current ranges, where increasing light intensity no longer provided an increase in power. These findings provide important insights for the design and development of power management systems in solar power plants, especially in mitigating the impacts of lighting variations and partial shading, so that the stability and efficiency of the resulting energy can be improved.

Keywords: Dead band, Photovoltaic, Polycrystalline, Partial Shading, Efficiency

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik global terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi industri. Di sisi lain, keterbatasan sumber daya energi fosil mendorong pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan sebagai solusi jangka panjang yang berkelanjutan. Salah satu sumber energi terbarukan yang potensial dan ramah lingkungan adalah energi surya. Energi ini dapat dikonversi menjadi energi listrik melalui teknologi fotovoltaik, yang semakin banyak diterapkan dalam bentuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Panel surya sebagai komponen utama PLTS memiliki karakteristik performa yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk intensitas cahaya, suhu, dan kondisi lingkungan. Salah satu fenomena teknis yang menarik perhatian dalam sistem fotovoltaik adalah dead band, yaitu selisih antara tegangan minimum dan maksimum pada saat perubahan daya tidak signifikan. Keberadaan dead band dapat berdampak pada efisiensi penyaluran daya dan pengaturan sistem kontrol dalam PLTS. Oleh karena itu, penting untuk memahami karakteristik dead band agar kinerja panel surya dapat dioptimalkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik dead band pada panel surya jenis polycrystalline dengan kapasitas 50 WP yang terpasang di PLTS Universitas Pamulang, Kampus Viktor. Fokus utama penelitian meliputi pengaruh variasi intensitas cahaya terhadap rentang dead band, serta identifikasi faktor-faktor yang memengaruhinya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem PLTS yang lebih efisien dan adaptif terhadap kondisi lingkungan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan pendekatan eksperimental melalui pengukuran langsung parameter listrik dari panel surya, seperti tegangan, arus, dan daya output, dalam berbagai kondisi intensitas cahaya. Instrumen yang digunakan meliputi multimeter digital, lux meter, dan inverter sebagai bagian dari sistem PLTS. Data dikumpulkan pada interval waktu tertentu, dari pagi hingga sore hari, selama beberapa hari untuk memperoleh data yang representatif terhadap variasi cuaca dan radiasi matahari.

2.1 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai terlaksananya kegiatan. Alat-alat dan bahan yang digunakan ditunjukkan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

No.	Alat	Deskripsi
1	Lux meter	Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya radian cahaya matahari
2	Multitester	Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya tegangan
3	Solar charger controller	Sebagai mengatur arus searah yang di isikan ke baterai dan diambil dari batrai ke beban
4	Inverter	Sebagai converter daya listerik yang mampu mengkonversikan arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC)
5	Baterai	Sebagai menyimpan energi berupa energi listrik dalam bentuk energi kimia atau konversi energi yang bekerja berdasarkan prinsip elektrokimia.
6	Lampu Sorot	Lampu sorot yang di gunakan adalah lampu sorot yang biasa di gunakan pada lapangan bulutangkis untuk memberi cahaya pada malam hari
7	Dimmer	Dimmer adalah alat yang berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya dari sumber penerangan, seperti lampu sorot
8	Panel Surya	Pada penelitian ini panel surya yang di gunakan adalah panel surya jenis polycrystalline
9	NI instrumental	Dalam kegiatan penelitian ini menggunakan NI USB-6212

2.2 Desain Alat

Desain alat penelitian ditunjukkan pada gambar 1 berikut:



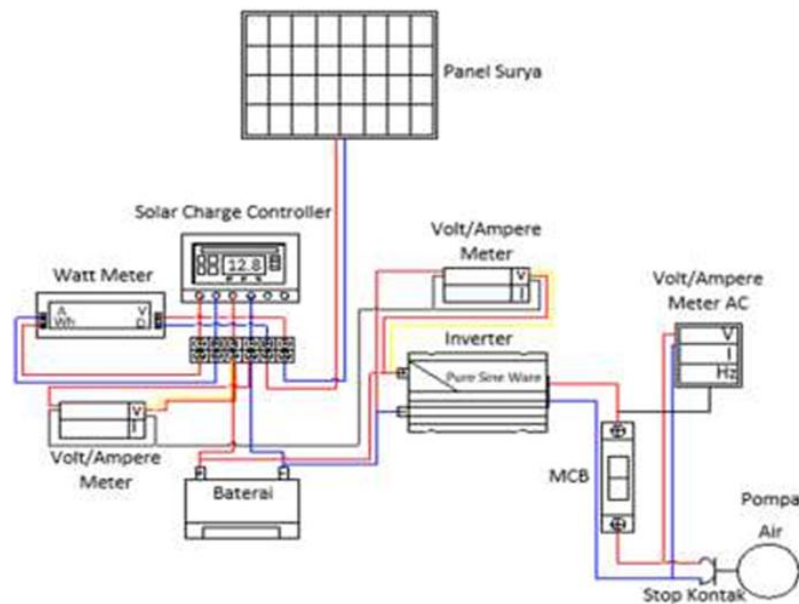
Gambar 1. Desain Penelitian

Keterangan pada gambar di atas:

1. Berasal dari sumber PLN listrik akan mengalir ke regulator tegangan yang akan mengatur arus tegangan yang keluar ke lampu sorot.
2. Arus tegangan yang keluar dari regulator tegangan akan merubah keluaran cahaya di lampu sorot, untuk pengujian pada panel surya.
3. Panel surya yang belum di pengaruhi Deadband PV diuji coba kan untuk mengetahui berapa banyak keluaran output tenaga Listrik yang di peroleh panel surya.
4. Pada uji selanjutnya panel surya yang telah di pengaruhi Deadband PV untuk mengetahui kluaran energi listrik di panel surya.

2.3 Wiring Diagram

Dalam desain perancangan alat ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini



Gambar 2. *Wiring Diagram* Penelitian

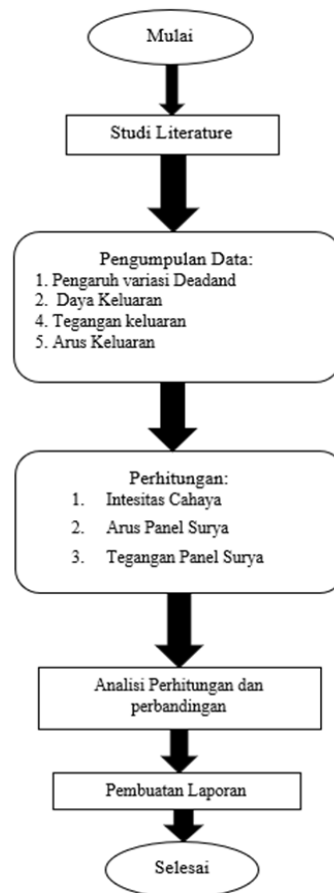
2.4 Pengambilan Data

Pengambilan data dimaksudkan untuk mempelajari berbagai sumber referensi atau teori dari jurnal atau internet yang berkaitan dengan penelitian berdasarkan pengaruh intensitas dan temperatur permukaan panel sel surya pada berbagai jenis sel surya. Proses pengambilan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Merangkai alat dan bahan percobaan penelitian.
2. Mengukur tegangan, arus keluaran panel sel surya, setelah itu mencatat data dari hasil pengukuran panel sel surya.
3. Mengamati alat ukur lux meter untuk mengetahui berapa intensitas cahaya terhadap panel surya.
4. Mencatat dan mengumpulkan hasil data yang di keluarkan pada alat ukur NI.
5. Kalibrasi pada alat ukur seperti **National Instruments (NI)** digunakan untuk memastikan bahwa pengukuran yang dihasilkan oleh alat tersebut akurat dan sesuai dengan standar yang diinginkan. Dalam konteks pengukuran tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel **PV polycrystalline**, kalibrasi sangat penting untuk memastikan bahwa hasil pengukuran tersebut dapat dipercaya dan digunakan untuk analisis atau aplikasi lebih lanjut.
6. Intensitas Cahaya bervariasi antara 0 hingga 1000 W/m², dengan interval pengukuran setiap 100 W/m². Pengukuran dilakukan pada setiap interval untuk memperoleh data tentang tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh panel dengan variasi deadband yang ada.

2.5 Pengumpulan Data

Dalam Pengumpulan data pencarian dilakukan informasi atau bahan materi baik dari internet, jurnal, maupun sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini. Materi tersebut diantaranya mengenai pengertian sel surya dan prinsip kerja, karakteristik sel surya yang terdiri dari arus-tegangan, hari dan pemodelan sel surya. Tahap penelitian ditunjukkan pada gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Flowchart Penelitian

2.6 Kalibrasi Alat Ukur

Pengambilan data dapat dilakukan setelah NI 6212 di kalibrasi dengan alat ukur yang akan digunakan. Tujuannya adalah agar hasil pengukuran dengan NI 6212 sama dengan alat ukur yang digunakan. Berikut adalah tahapan kalibrasi alat ukur menggunakan NI USB type 6212. Tahapan yang harus dilakukan untuk membuat program sebelum kalibrasi adalah mempersiapkan hardware NI USB-6212 terlebih dahulu, program DAQ assistant tidak akan berjalan tanpa hardware, lalu pastikan hardware sudah tersambung dengan laptop/PC. Kemudian Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Langkah awal yang harus dilakukan adalah membuat program labView untuk kalibrasi dengan cara mengklik kanan pada jendela blok digram, maka palet function akan muncul. Palet function ini berada di jendela blok diagram kemudian selanjutnya pilih menu Express -> input -> DAQ assist.
2. Lalu tambahkan DAQ assist pada menu Express. Selanjutnya adalah menambahkan analog input voltage karena akan digunakan untuk mengukur tegangan (V). pilih chanel analog input AI 0, AI 1, dan AI 2 sebagai analog input voltage yang sudah ditentukan sebelumnya, lalu klik finish.

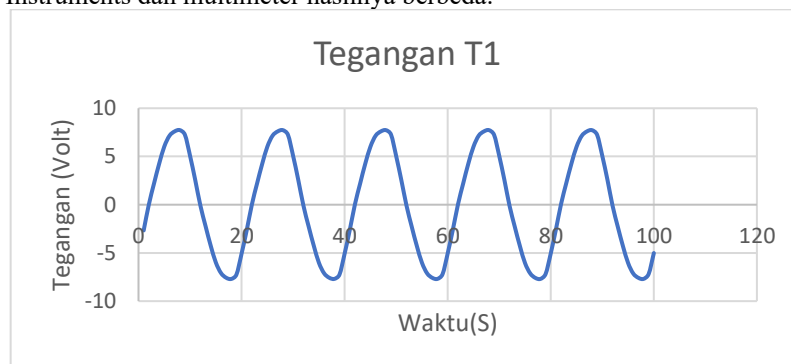
3. Pada menu tampilan konfigurasi DAQ Assistant ini, kita beri pilihan untuk mengatur terminal configuration. Jika memilih differential maka input negative dari output sensor tegangan atau arus akan mempunyai terminal negative tersendiri. Tetapi jika kita memilih RSE, output negative dari sensor tegangan dan arus akan di rangkai parallel di pin 28 (AI GND).
4. Tahap berikutnya adalah menambahkan analog input pada sensor arus dengan cara mengklik icon (+) pada pengaturan konfigurasi kemudian klik current. pada tampilan connection diagram kita di beri petunjuk bagaimana cara menghubungkan output dari sensor ke terminal NI tersebut. Untuk AI 0 (voltage_0). Kabel positif dari sensor di hubungkan pada PIN 15 (AI 0) dan untuk kabel positif dari sensor di hubungkan pada pin 28 (AI GND). Pada program ini input data dari DAQ Assistant dengan pengaturan sample to Read 1K dan rate (Hz) sama dengan 2K. maksudnya data yang diambil dari sejumlah data 1000 data, sedangkan frekuensi yang di nilai adalah setelah dari rate yaitu $0,5 \times 2k = 1k$. lalu data yang sudah selesai di ambil di simpan di laptop dalam bentuk format EXCEL.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

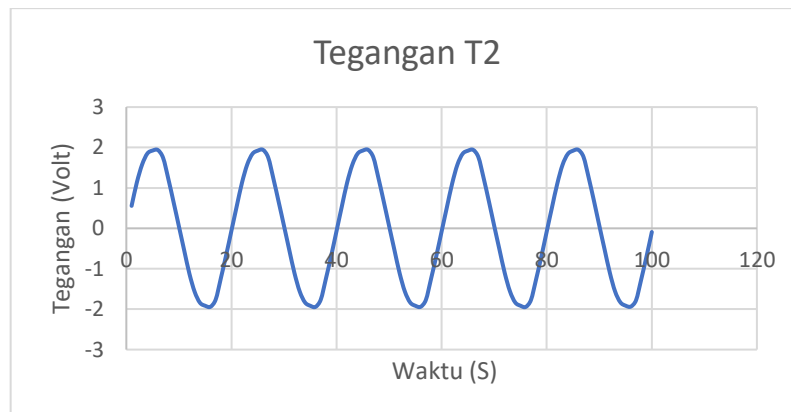
Pada bab penelitian ini membahas tentang hasil kalibrasi dan sesudah kalibrasi yang di olah menjadi data grafik, lalu di lanjutkan dengan membahas hasil Analisa pengukuran variasi deadband pada PV polycrystalline menggunakan desain alat dan pengukuran pada LabVIEW.

3.1 Hasil Pengukuran Sebelum Kalibrasi

Hasil pengukuran tegangan kalibrasi menunjukkan tegangan 1.891552 V pada National Instruments dengan tegangan acuan 200V pada multimeter. Bisa di simpulkan pengukuran tegangan di National Instruments dan multimeter hasilnya berbeda.



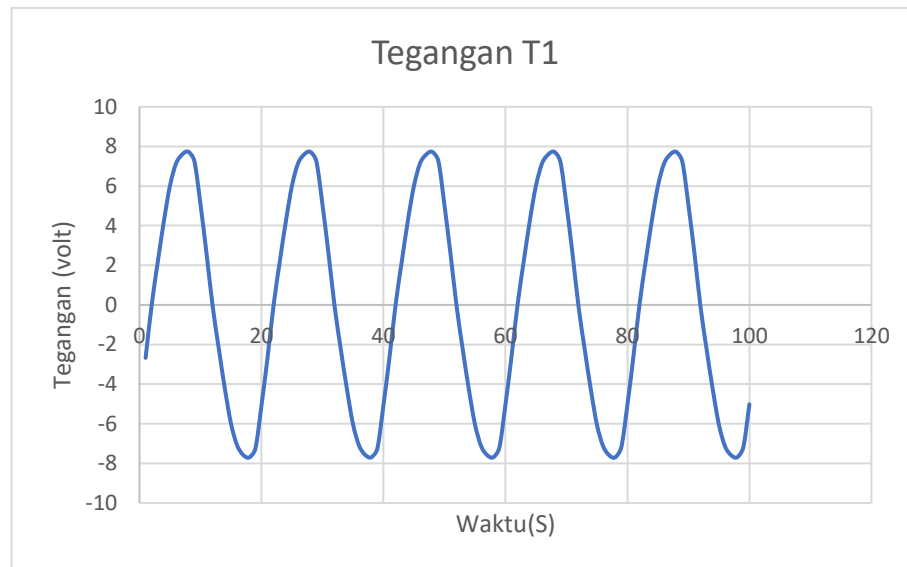
Gambar 4. Tegangan T1 sebelum di kalibrasi dengan acuan 200V



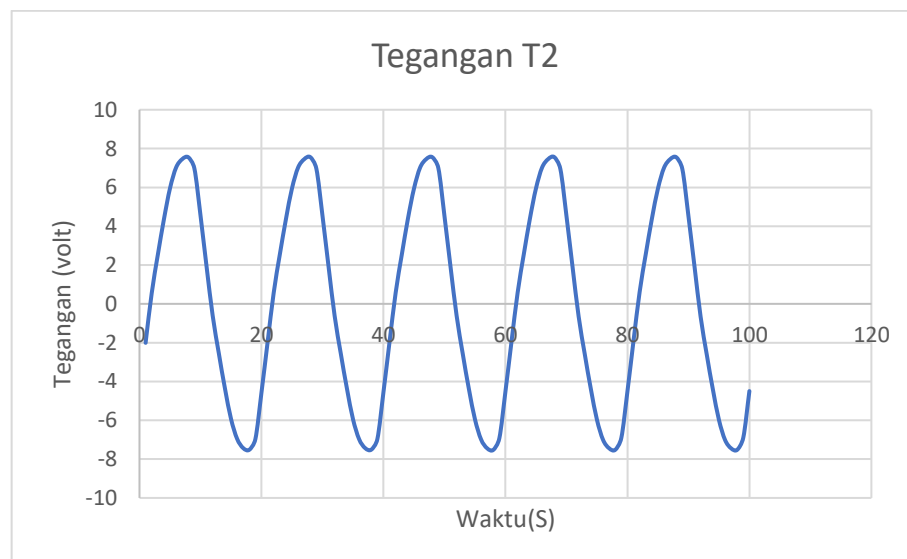
Gambar 5. Tegangan T2 sebelum di kalibrasi dengan acuan 200V

3.2 Tegangan Sesudah Kalibrasi

Hasil pengukuran tegangan sesudah kalibrasi menunjukkan bahwa tegangan pengukuran di NI dan multimeter sudah linear, lalu kita bisa melanjutkan Analisa pengukurannya. Hasil dari pengukuran ditunjukkan pada gambar 6 sebagai berikut:



Gambar 6. Tegangan T1 sesudah di kalibrasi



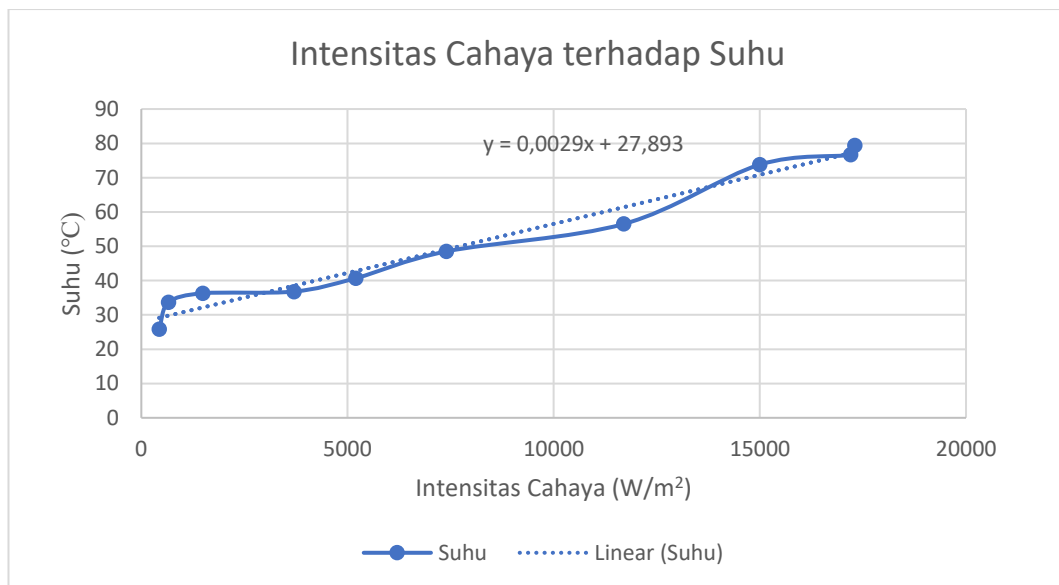
Gambar 7. Tegangan T2 sesudah di kalibrasi

3.3 Hasil Pengukuran Variasi PV Tidak Tertutup untuk Beban 5 Watt

Pengukuran yang dilakukan berdasarkan desain alat yang ada. Cara kerjanya yaitu listrik dari sumber PLN akan mengalir ke regulator tegangan yang akan mengatur arus tegangan yang keluar ke lampu sorot. Arus tegangan yang keluar dari regulator tegangan akan merubah keluaran cahaya di lampu sorot, untuk pengujian pada panel surya. Panel surya yang belum di pengaruhi Deadband PV diuji cobakan untuk mengetahui berapa banyak keluaran output tenaga Listrik yang di peroleh panel surya. Pada uji selanjutnya panel surya yang telah di pengaruhi Deadband PV untuk mengetahui kluaran energi listrik di panel surya. Hasil pengukuran variasi PV tidak tertutup untuk beban 5 watt ditunjukkan pada tabel 2 berikut:

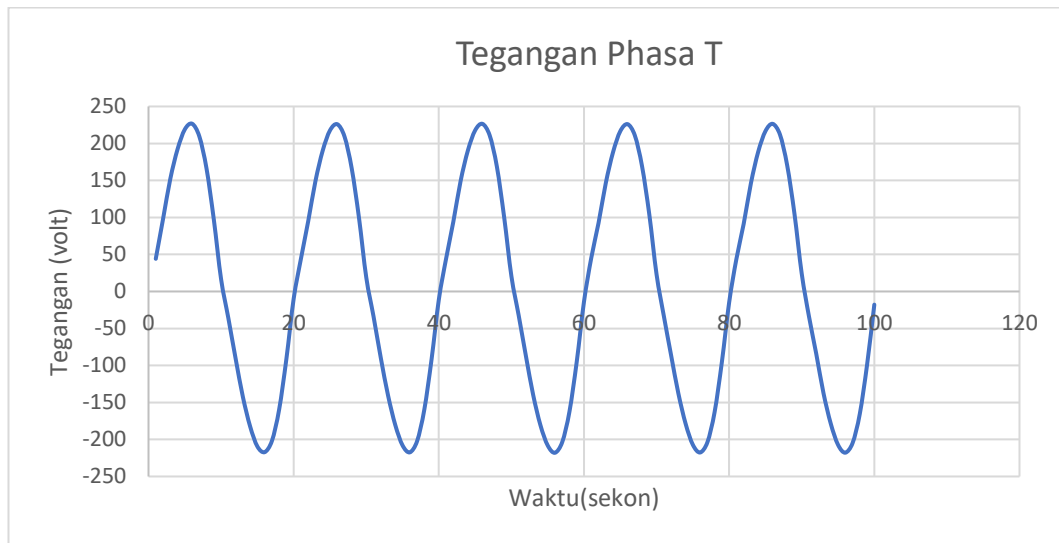
Tabel 1. Hasil Pengukuran Variasi PV Tidak Tertutup untuk Beban 5 Watt

Dimmer	Intensitas cahaya (W/m ²)	Tegangan (V)		Arus inverter		Daya (W)		Suhu PV (°C)
		Baterai	Inverter	Input(A)	Output (A)	Input	Output	
10	433	11.4	218.8	10.7	0.19	121.98	41.572	25.8
20	661	11.2	220.7	10.6	0.19	118.72	41.933	33.7
30	1489	11.2	219.8	10.7	0.18	119.84	39.564	36.3
40	3700	11.2	221.1	10.6	0.18	118.72	39.798	36.8
50	5200	11.1	222.1	10.5	0.18	116.55	39.978	40.7
60	7400	10.3	222.2	10.6	0.18	109.18	39.996	48.5
70	11700	11.1	222.4	10.6	0.19	117.66	42.256	56.5
80	15000	11.0	220.6	10.5	0.18	115.5	39.708	73.8
90	17200	11.2	221.0	10.6	0.18	118.72	39.78	76.7
100	17300	11.1	220.7	10.6	0.18	117.66	39.726	79.4


Gambar 8. Grafik Intensitas Cahaya Terhadap Suhu

Gambar 8 Grafik suhu di atas menunjukkan semakin tinggi intensitas cahaya yang di pancarkan maka semakin tinggi juga suhu yang di hasilkan. Suhu dan intensitas cahaya di atas di ukur menggunakan alat ukur lux meter. Pada grafik tersebut suhu yang di hasilkan berada pada rentang 25.8 °C sampai dengan suhu 79.4 °C dengan intensitas Cahaya 433 W/m² sampai 17300 W/m². Dalam kondisi ini grafik tersebut terus naik mengikuti suhu dan intensitas cahaya yang di hasilkan.

Pada Gambar 9 dibawah menunjukkan grafik tegangan yang di peroleh dari LabVIEW, yang mana bisa kita lihat bahwa ada 5 lembah gelombang dan puncak gelombang, hal tersebut di karenakan ada 100 data yang di muat dalam waktu 1 detik, grafik tersebut di hasilkan dari data LabVIEW yang ada. Lebih jelas ditunjukkan gambar berikut:



Gambar 9. Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pada Beban 5 Watt

4. IMPLEMENTASI

Hasil implementasi penelitian ini sebagai berikut:

1. Meningkatkan output daya harian PLTS.
2. Meminimalkan kehilangan daya akibat bayangan parsial.
3. Memberikan data valid untuk pengembangan teknologi PLTS berbasis karakteristik lokal.
4. Meningkatkan wawasan mahasiswa dalam bidang energi terbarukan melalui sistem monitoring yang bisa digunakan untuk praktikum.

5. KESIMPULAN

Pengukuran dead band pada sistem fotovoltaik polikristalin menggunakan alat ukur dari National Instruments (NI) dan perangkat lunak LabVIEW berhasil mengidentifikasi karakteristik responsivitas sistem terhadap perubahan input kecil. Fenomena dead band ini menunjukkan bahwa pada intensitas cahaya tertentu, perubahan kecil dalam cahaya atau suhu tidak menyebabkan perubahan signifikan pada daya yang dihasilkan oleh sistem fotovoltaik. Hal ini memberikan wawasan penting dalam perancangan dan pengelolaan sistem fotovoltaik yang lebih efisien.

Dengan pemahaman mengenai karakteristik dead band, pengendalian sistem dapat dilakukan lebih baik, misalnya dengan merancang sistem kontrol untuk menghindari pengaruh dari fluktuasi kecil yang tidak memberikan kontribusi terhadap peningkatan daya yang signifikan

1. Identifikasi Karakteristik Dead Band
2. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi fenomena dead band pada panel fotovoltaik polikristalin, yang terdeteksi pada intensitas cahaya rendah dan tinggi. Pada intensitas cahaya rendah ($<200 \text{ W/m}^2$), perubahan kecil dalam cahaya tidak menghasilkan perubahan daya yang terukur. Demikian juga pada intensitas cahaya tinggi ($>1000 \text{ W/m}^2$), di mana panel mencapai batas kapasitas konversi daya dan tidak merespons perubahan cahaya lebih lanjut.
3. Pengaruh terhadap Efisiensi Sistem
4. Fenomena dead band ini menunjukkan bahwa sistem fotovoltaik polikristalin tidak sensitif terhadap perubahan cahaya dalam rentang intensitas tertentu. Hal ini dapat mempengaruhi efisiensi konversi energi dalam sistem fotovoltaik, terutama ketika perubahan cahaya atau suhu berada dalam rentang dead band.
5. Pemanfaatan Data untuk Desain Sistem Kontrol

6. Data yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan untuk merancang sistem kontrol yang lebih efisien. Dengan memahami dead band, pengelola sistem dapat menghindari penyesuaian daya yang tidak efektif pada perubahan input yang tidak signifikan.
7. Penggunaan LabVIEW dan NI DAQ
8. Penggunaan perangkat keras National Instruments (NI) dan perangkat lunak LabVIEW terbukti efektif dalam mengukur dan menganalisis fenomena dead band pada sistem PV. Alat ini mampu menangkap sinyal arus dan tegangan secara akurat serta memproses data secara real-time.

Dengan rancang bangun sistem ini, Universitas Pamulang Viktor bisa memiliki data karakteristik panel PV di lokasi sebenarnya, mengidentifikasi rentang dead band, dan memanfaatkannya untuk perbaikan sistem PLTS di kampus agar lebih efisien dan stabil.

REFERENCES

- Ansyah, P. R., Cahyono, G. R., Muntaha, M., & Riadi, J. (2020). Studi pengaruh perbandingan terhadap udara performa panel surya dengan beban lampu LED. *Jurnal Porok Teknik*, 66-71.
- Aulia, A. I. (2023). *Energi Surya*. Solarindustri.com.
- Irwan, Y., Leow, W., Irwanto, M., M, F., Hassan, S., Satwati, I., & Amelia, A. (2015). Perbandingan sistem pendingin panel surya dengan menggunakan kipas dc brushless dan air dc. *Jurnal fisika=Seri Konferensia*.
- Mansur, A. (2013). Pengaruh temperatur terhadap kapasitas daya panel surya. *Jurnal Elkha*, 5, 23-24.
- Muttaqun, I., Irhamni, G., & Agani, W. (2016). Analisa rancangan Sel Surya dengan kapasitas 50Watt untuk penerangan parkir. *Jurnal Ilmiah Teknis Mesin*.
- Nurjaman, H. B., & Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik tenaga surya (PLTS) sebagai solusi energi terbarukan rumah tangga. *Jurnal Edukasi Elektro*, 2.
- Rahajoeningroem, T., & Jatnika, I. (2022). Sistem pendingin otomatis panel surya untuk peningkatan daya output berbasis mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*.
- Rangkut, M. (2023). *Bahan bakar fosil dan terbarukan*.
- Subianto, Yani, R. A., & Marbun, A. H. (2020). *Pemanfaatan Potensi Aliran Air Sungai Pembangkit Listrik Mikro Hidro*. 34-35.
- Whwee, K. H. (2021). Analisa kinerja PLTS ON Grid 50KWP akibat efek bayangan menggunakan software pusyst. Transmisi.
- Widodo, B., & Winarso. (2022). Peningkat Energi Listrik Serta Daya Keluaran pada Panel Surya Dengan Penambahan Sistem Pendingin Heatsink dan Reflektor Aluminium Foil. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Riac*.
- BMKG. (2021). *Potensi Energi Surya di Indonesia*. Jakarta: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- Jafar, M. (2020). *Pengantar Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Bandung: Penerbit Energi.
- Kurniawan, R. (2021). Teknologi Panel Surya dan Perkembangannya. *Jurnal Teknologi Energi*, 12(1), 56-62.
- Suhendra, D. (2020). Penerapan PLTS di Daerah Terpencil. *Jurnal Energi Terbarukan*, 5(2), 97-104.