Rancang Bangun Sistem Pompa Aerator Tenaga Surya untuk Suplai Oksigen Kolam Lele Metode Algoritma *Incremental Conductance*

Risky Amirillah[1], Riny Sulistyowati[2*], Hari Agus Sujono[3], dan Wildan Agung Pambudi[4]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1, 2, 3, 4]
**e-mail: riny.971073@itats.ac.id*

ABSTRACT

Solar panels are currently becoming increasingly popular as an alternative energy source. This study aims to utilize solar panels in catfish farming by designing a Solar Aerator Pump System. The main objective of this research is to design and implement an aerator pump system that uses solar power as the main energy source to meet the demand for oxygen in catfish ponds. The Incremental Conductance Algorithm method was employed as Maximum Power Point Tracking (MPPT) to maximize the output power of solar panels, thereby increasing the efficient use of solar energy. The test occurred for 7 days by comparing MPPT and non-MPPT. The test results showed that the use of MPPT could significantly increase the efficiency of solar panels, ranging from 9.56 watts to 70.87 watts, as well as maintaining a stable voltage (13.87 volts to 14.02 volts) and current (0.68 A to 5.05 A) consistently. Meanwhile, the test without MPPT resulted in lower efficiency, ranging from 80,65% to 89,34%, as well as lower output power, voltage stability, and current compared to using MPPT.

Keywords: *Solar Panel, Maximum Power Point Tracking (MPPT), Incremental Conductance, Aerator Pump, Alternative Energy*

ABSTRAK

Panel Surya saat ini semakin popular sebagai salah satu sumber energi alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan panel surya dalam budidaya lele dengan rancang bangun Sistem Pompa Aerator Tenaga Surya. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang dan dan mengimplementasikan sistem pompa aerator yang menggunakan tenaga surya sebagai sumber energi utama untuk memenuhi kebutuhan oksigen dalam kolam lele, Metode Algoritma *Incremental Conductance* digunakan sebagai *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) untuk memaksimalkan daya output panel surya, sehingga meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi matahari. Pengujian dilakukan selama 7 hari dengan membandingkan penggunaan MPPT dan tanpa MPPT. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan MPPT mampu meningkatkan efisiensi panel surya secara signifikan, dengan efisiensi sekitar 92,21% hingga 94,37%. Selain itu, penggunaan MPPT juga berhasil meningkatkan daya output panel surya berkisar 9,56 Watt hingga 70,87 Watt, serta menjaga tegangan agar stabil (13,87 V hingga 14,02 V) dan arus (0,68 A hingga 5,05 A) dengan konsisten. Sedangkan pengujian tanpa MPPT menghasilkan efisiensi yang lebih rendah, berkisar 80,65% hingga 89,34%, serta daya output dan stabilitas tegangan dan arus yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan MPPT.

Kata kunci: Panel Surya, Maximum Power Point Tracking (MPPT), Incremental Conductance, Pompa Aerator, Energi Alternatif

PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 yang melanda pada waktu lalu telah membawa banyak kesulitan hampir seluruh masyarakat di dunia, tidak terkecuali di Indonesia sektor yang paling berdampak adalah sektor ekonomi. Pandemi Covid 19 telah mengakibatkan banyaknya PHK pada perusahaan-perusahaan di Indonesia. Hal ini mengakibatkan meningkatnya jumlah pengangguran di indoensia menurut hasil survey Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat, jumlah pengganguran pada bulan Februari 2021 sebanyak 8,75 juta orang. Jika melihat data perbandingan dengan February 2020 yang sebanyak 6,93 juta, jumlah ini semakin meningkat 1,82 juta orang. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan wirausaha untuk mendapatkan penghasilan di musim pandemi Covid-19 ini. Salah satu cara alternatif adalah dengan melakukan budidaya ikan lele dimana dalam pemeliharaanya sangat mudah, tidak membutuhkan tempat yang luas, dan dapat menggunakan

kolam terpal yang ekonomis, karena ikan lele termasuk ikan yang dapat hidup di air tergenang atau kolam tidak berarus.

Mekanisme pertukaran dan penggantian air harus selalu dijaga dengan baik saat membudidayakan ikan lele, sehingga tingkat kualitas air sangat perlu diperhatikan. Untuk menghemat uang dan tenaga, mekanisme penggantian ini memerlukan upaya khusus. Keadaan air ditinjau dari sifat fisik, kimia, dan biologinya diukur dari kualitas airnya. Ukuran kualitas air adalah apakah air tersebut memenuhi persyaratan biota air atau tidak. Cara umum untuk menilai kesehatan ekosistem perairan adalah dengan mengukur kualitas air. Masukan pakan tambak dipengaruhi oleh lingkungan. Pertumbuhan ikan, metabolisme, dan konsumsi pakan semuanya dipengaruhi secara signifikan oleh suhu dan kandungan oksigen terlarut. Kekurangan oksigen dalam air dapat membuat ikan stres, membuat mereka lebih rentan terhadap penyakit dan bahkan kematian. Kualitas air yang buruk dikatakan sebagai penyebab kematian yang terjadi selama pemeliharaan ini. Konsentrasi amonia tambak sangat tinggi dan kandungan oksigen terlarut yang rendah diduga menjadi penyebabnya, terlepas dari apakah kualitas airnya buruk. Oleh karena itu diperlukan sistem mekanisme guna menjaga kualitas air dan proses2 pengolahan air pada kolam ikan dengan teknik bioflok [1]. Maka oleh itu diperlukan media aerator sebagai supplay oksigen untuk kolam

Selain dari kualitas air, kendala suplai listrik merupakan salah satu kendala yang sering dikeluhkan oleh pembudidaya dalam pembudidaya ikan lele. Mahalnya beban listrik tersebut, oleh karena itu diperlukan energi alternatif yang dapat menggantikan konsumsi listrik PLN karena mengingat aerator sebagai supplay oksigen dituntut untuk bekerja terus menerus. Pemanfaatan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah salah satu alternatif supplay listrik karena panel surya memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi untuk merubah cahaya matahari menjadi listrik. Energi matahari merupakan salah satu jenis Energi baru terbarukan yang memiliki energi yang tidak terbatas, dalam pemanfaatan panel surya atau PV ini tidak menimbulkan pencemaran, sangat efektif dan ramah lingkungan. Potensi daya matahari ialah 207,8 GW yang hanya terpasang 0,135 GW, dan hanya 0,2% dari potensi yang telah dipakai [2].

Permasalahan yang sering muncul saat menggunakan panel surya Photovoltaic (PV) ialah daya keluaran yang dihasilkan tidak optimal dibandingkan dengan daya yang seharusnya diperlukan. Ini biasanya terjadi ketika tingkat penyinaran matahari sangat rendah. Salah satunya dipengaruhi oleh berubahnya cuaca. Jumlah listrik yang dihasilkan akan berfluktuasi secara berkala karena perubahan cuaca. Selain itu, karakteristik daya keluaran sel surya tidak stabil dan akan berfluktuasi tergantung pada radiasi dan suhu permukaan [3]. Pada panel surya atau PV terdapat titik pada kurva V-I atau kurva V-P dinamakan dengan titik daya maksimum (MPP). Pada titik ini, sel surya bekerja dengan keluaran daya yang maksimal dan memiliki efisiensi yang paling tinggi. Titik MPP tidak diketahui, tetapi bisa ditemukan menggunakan kalkulasi atau algoritma. Oleh karena itu, algoritma pelacak titik daya maksimum (MPPT) dipakai untuk menjaga titik operasi sel surya pada titik maksimum [4].

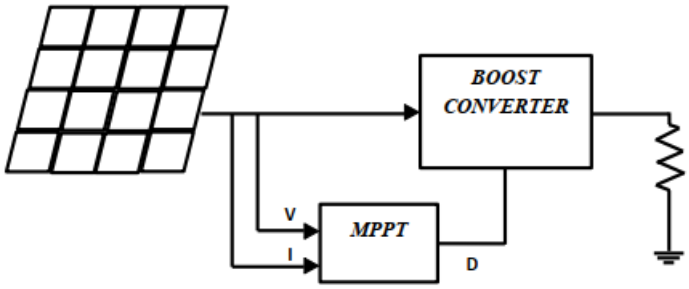
Penelitian ini bertujuan untuk merancang pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan algoritma Incremental Conductance (IC) untuk memaksimalkan daya dan membandingkan kinerja sebelum dan sesudah penggunaan algoritma IC pada MPPT. Pengambilan data dilakukan di Desa Tawangsari, Kecamatan Taman, Kabupaten Sidoarjo dengan memanfaatkan peta3 potensi energi matahari yang ditampilkan dengan warna, di mana semakin merah warna pada peta, semakin baik energi matahari yang menyinari daerah tersebut [5]. Data diambil pada rentang waktu 7:00 hingga 17:00 karena peneliti menganggap sinar matahari sudah cukup untuk digunakan pada panel surya pada jam tersebut. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem energi terbarukan yang efisien dan ramah lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Maximum Power Point Tracking (MPPT)

Panel surya ialah alat yang dipakai dalam menangkap sinar matahari, kemudian cahayanya akan diubah menjadi listrik. Secara umum panel surya memiliki kekurangan yaitu efisiensi akibat perubahan sinar matahari yang dibisa masih sangat rendah, paling banyak 20% dari sel surya yang ada di pasaran [12]. Masalahnya ialah karena perbedaan karakteristik antara sel surya dan bebannya. Di daerah terpencil, peralatan panel surya yang berdiri sendiri memiliki rugi baterai dan biasanya tidak bisa beroperasi pada titik operasi terbaik dan paling efisien [13].

Ketika beban dan kondisi lingkungan berubah, daya keluaran maksimum panel surya muncul di bawah arus dan tegangan yang berbeda. Besar daya keluaran maksimum terdapat di titik tegangan dan arus tertentu. Kurva karakteristik bergantung pada dua faktor eksternal, adalah suhu dan radiasi matahari. Untuk mengatur daya agar konstan pada titik ini dipakai metode yaitu menggunakan Maximum Power Point Tracking (MPPT). MPPT ialah cara pelacakan titik operasi daya untuk melepaskan daya tertinggi . Output dari besaran yang terdeteksi oleh MPPT kemudian dipakai untuk mengontrol dutyicycle pada boost converter, sehingga tegangan keluaran dari solar panel diatur sesuai dengan titik optimal. Penggunaan regulator MPPT diharapkan bisa merubah daya secara maksimal dalam berbagai kondisi beban dan perubahan lingkungan [13]. Gambar 1 berikut merupakan Rancangan dari MPPT.



Gambar 1. Rancangan MPPT

Sistem pada MPPT dapat bekerja dengan cara menekan panel surya untuk bekerja pada titik daya maksimumnya, agar daya yang menuju ke beban merupakan daya maksimum. Secara umum digunakan converter DC to DC pada sistem MPPT untuk mengubah daya yang dihasilkan oleh panel surya menjadi titik daya maksimumnya [3]. Persamaan (1) berikut digunakan untuk menghitung efisiensi dari konverter..

$$\boldsymbol{Efisiensi} = \frac{\boldsymbol{V_{in} \times I_{in}}}{\boldsymbol{V_{out} \times I_{out}}} \times \mathbf{100}\% \ldots (\mathbf{1})$$

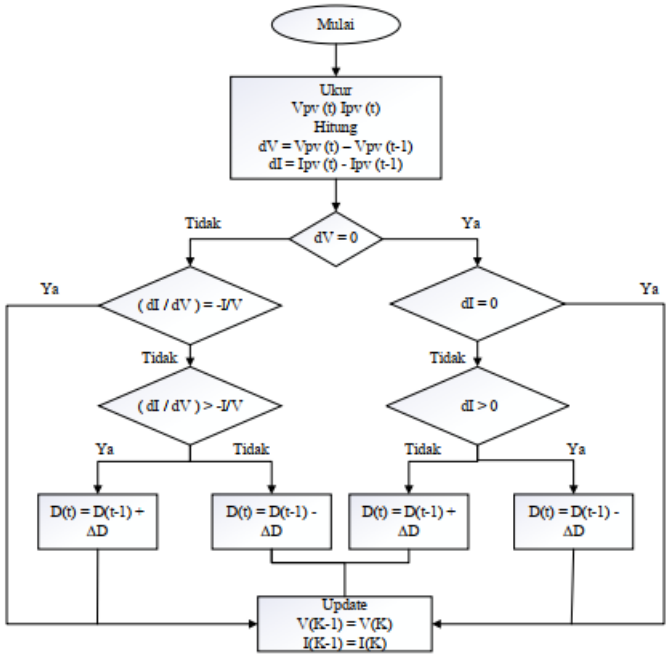
Keterangan:
V_{out} = Tegangan Keluar (V)
I_{out} = Arus Keluar (A)
V_{in} = Tegangan Masuk (V)
I_{in} = Arus Masuk (A)

Incremental Conductance

Algoritma ini dikembangkan pada tahun 1993 untuk mengatasi beberapa kelemahan dari metode Perturbation & Observation. Karena menggunakan pengukuran arus, tegangan, dan daya keluaran secara langsung untuk menentukan tegangan operasi yang ideal, algoritma Incremental Conductance (IC) adalah jenis MPPT langsung [14]. Karena kesederhanaan dan kemudahan

implementasinya, metode ini merupakan metode yang banyak digunakan dalam aplikasi sistem PV. Gradien kurva P-V atau P-I sel surya berfungsi sebagai dasar untuk nilai ICM. Nilai tegangan pada titik kerja maksimum panel surya, yang dikenal dengan VMPP, bervariasi tergantung kondisi lingkungan [15]. Karakteristik P-V sel surya adalah fungsi daya pada tegangan, titik maksimum ketika gradiennya mencapai bernilai nol.

Nilai MPP bisa diamati dengan membandingkan konduktansi sesa'at (I/V) yang dihitung dengan konduktansi tambahan (I/V). Kecuali jika ada perubahan I yang menunjukkan perubahan MPP dan kondisi atmosfer, keluaran photovoltaics akan tetap tidak berubah jika nilai MPP tercapai. Untuk melacak MPP baru, metode ini menambahkan D atau menentukannya. Seberapa cepat MPP dilacak ditentukan oleh nilai incremental. Di MPP, pelacakan dapat diselesaikan dengan cepat dengan peningkatan yang lebih besar, tetapi sistem mungkin tidak berfungsi dengan baik di sana [15]. Gambar 2 menampilkan Flowchart dari Incremental Conductance.



Gambar 2. Flowchart Incremental Conductance

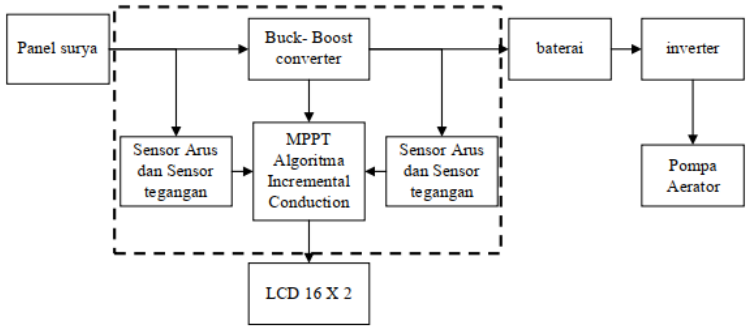
Metode ini menggunakan algoritme konduktansi incremental dengan input V(k) dan I(k).pada Algoritma ini dimulai dri menghitung selisih nilai tegangan dengan nilai tegangan sample sebelumnya V(k-1), atau V= V(k) - V(k-1). Dengan menentukan perbedaan antara arus sampling sebelumnya I(k-1) dan arus I(k), adalah ΔI= I(k) - I(k-1). Sesuai pada prinsip dasar metode ini mpp terjadi ketika ΔI/ΔV=-I/V.

METODE

Pada tahapan Rancang Bangun penelitian Rancang Bangun Sistem Pompa Aerator Tenaga Surya Untuk Suplai Oksigen Kolam Lele Metode Algoritma Incremental Conductance meliputi: Merencanakan sistem yang akan dirancang dengan memperhatikan kebutuhan daya dan faktor lingkungan yang mempengaruhi kinerja panel surya. Berikut merupakan Blok diagram sistem yang nantinya akan menjelaskan tentang keseluruhan bagaimana nanti alat akan bekerja, seperti yang ditunjukan pada Gambar 3 tentang rangkaian pengujian pada pembangkit PV.

Masing-masing Blok dari Blok diagram pada Gambar 3 dijelaskan sebagai berikut. Panel Surya digunakan sebagai penghasli daya DC yang dihasilkan dari Cahaya matahari. Buck-Boost Converter digunakan sebagai rangkaian yang mengkonversi arus DC, sebelum diatur menjadi DC

yang lebih stabil. Sensor Tegangan dan Sensor Arus digunakan sebagai sensor untuk mengukur Tegangan dan Arus Output Panel Surya. Arduino digunakan sebagai mikrokontroler pengolah algoritma MPPT dengan metode Incremental Conductance yang mengatur sinyal PWM. LCD digunakan sebagai display untuk mengamati tegangan dan arus yang keluar. Baterai sebagai penyimpan tegangan kapasitas listrik yang bersumber inputnya dari Boost Converter DC-DC yang selanjutnya outputnya dikirim ke inverter sebagai pengubah arus DC, yang selanjutnya dialirkan ke beban Pompa Aerator.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem MPPT metode Incremental Conductance

Buck-boost converter merupakan alat yang berfungsi guna menstabilkan tegangan keluaran panelisurya sa'at cuaca sedang cerah dan sa'at sedang mendung. Dalam pengisian baterai pada umumnya memakai tegangan sebesari 13.8 Volt sampai dengan 14 Volt. Beberapa komponen yang dipakai dalam perangkaian Buck-Boost konverter terdiri dari : Mosfet IRFZ 44n, duaibuah induktor 100 µH yang dipasang secara parallel hingga menghasilkan 50 µH, dioda MUR 1560G dan kapasitor 100V, 220µF dengan feedback dari operasional amplifier. Buck-boost Converter dapat menghasilkan tegangan dc yang diatur yang lebih kecil atau lebih besar dari tegangan input. Nyala dan mati MOSFET akan dikontrol dengan frekuensi tinggi oleh PWM. Arus dioda akan dibias mundur saat MOSFET aktif. Arus pada dioda akan mengalir melewati induktor sehingga menghasilkan medan energi elektromagnetik. Sirkuit terbuka dibuat saat MOSFET dimatikan. Dioda ditutup karena arus bias maju.Jenis converter menjadi inverting karena mempunyai posisi yang terbalik dari tegangan input sehingga mengakibatkan feedback dari tegangan yang dihasilkan tidak dapat dibaca langsung oleh pembagi tegangan yang terhubung dengan ground mikrokontroler.Tabel 1 merupakan data komponen dari Rangkaian Buck-Boost Converter

Tabel 1. Komponen Rangkaian Buck-Boost Converter

Komponen	**Spesifikasi**
MOSFET	IRFZ44N
Dioda	MUR1560
Resistor	10 Ω
Induktor	50 μH
Kapasitor	220 $\mu F, 100\ V$

Supaya bisa dipakai pada beban jenis pompa aerator AC arus bolak balik, inverter mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Tegangan keluaran Arus Bolak-balik adalah 220 Volt, sehingga sama pada tegangan di PLN, dan tegangan Arus Searah DC yang dikonversi biasanya 12 V atau 24 V. Pada penelitian ini peneliti memakai inverter jenis gelombang sinus murni (pureisine wive). Berikut Tabel 2 adalah data dan spek dari inverter yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 2. Spesifikasi Inverter

Spesifikasi	Keterangan
Merk	Taffware
Tipe	Pure Sine Wave
Nomor Model	NBQ 1000 W
Daya Output	500 W
Daya Output Maksimal	1000 W
Tegangan Input	12 V DC
Tegangan Output	220 V AC

Pompa Aerator merupakan alat elektronik yang membantu melarutkan oksigen yang ada di udara ke dalam air kolam atau akuarium. Prinsip kerja alat ini adalah membuat permukaan air sebanyak mungkin bersentuhan dengan udara. Tujuannya agar oksigen dalam air itu cukup dan gas serta zat yang biasanya menimbulkan bau busuk dapat terusir dari air. Pada penelitian ini peneliti menggunakan pompa aerator merk Resun tipe LP-60 dengan kebutuhan sebagai supplai oksigen pada kolam lele berikut spesifikasi dari Aerator pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Pompa Aerator

Model	Resun LP-60
Voltage	220 – 240 V
Frequency	50/60 Hz
Power	60 Watt
Pressure	0.037 Mpa
Max. Water Depth	3,5 Meter
Output Air	14 Cabang
Exhaust	70.I/m

HASIL DAN PEMBAHASAN

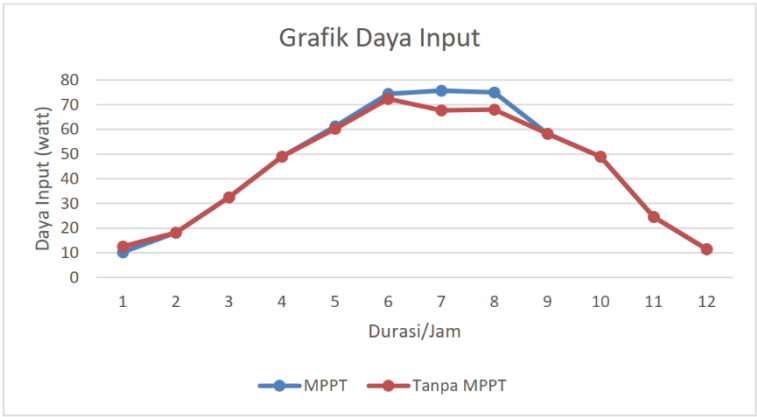
Berikut ini adalah perbandingan nilai output keluaran dan efesiensi converter dengan menggunakan Metode Incremental Conductance dan tanpa menggunakan Metode. Tabel 4 merupakan Hasil pengukuran MPPT dengan metode Incremental Conductance, sedangkan Tabel 5 merupakan hasil pengukuran Tanpa MPPT. Kedua Data hasil pengukuran lalu dibandingkan parameter nya pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.

Tabel 4. Hasil Pengukuran MPPT metode Incremental Conductance

Jam	Duty (%)	Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (A)	Pin (W)	Pout (W)	Efisiensi (%)
06.00	56.32	12.05	0.85	13.99	0.68	10.23	9.56	93.45
07.00	44,34	15.67	1.16	13.98	1.21	18.12	16.86	93.05
08.00	43,55	16.89	1.93	13.97	2.20	32.54	30.67	94.25
09.00	43,86	17.78	2.75	13.95	3.28	48.98	45.72	93.34
10.00	43,76	17.98	3.41	13.98	4.13	61.23	57.78	94.37
11.00	43,56	18,24	4.08	13.97	4.91	74.35	68.56	92.21
12.00	43,46	18.35	4.12	13.95	5.05	75.65	70.46	93.14
13.00	43,76	18.22	4.11	13.96	5.04	74.97	70.34	93.82
14.00	43,92	17.24	3.38	13.98	3.90	58.23	54.46	93.53
15.00	44,54	16.24	3.02	13.97	3.28	48.98	45.86	93.63
16.00	49,47	15.12	1.62	13.95	1.65	24.53	22.97	93.64
17.00	55,92	13.02	0.88	13.89	0.76	11.45	10.58	92.40

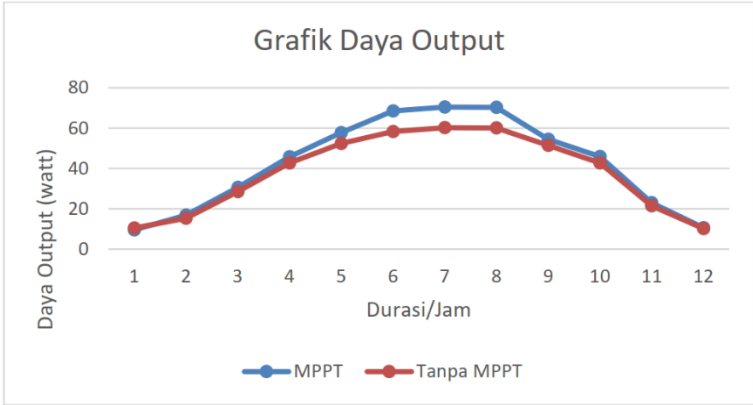
Tabel 5. Hasil Pengukuran Tanpa MPPT.

Jam	Duty (%)	Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (A)	Pin (W)	Pout (W)	Efisiensi (%)
06.00	56.32	12.05	1.04	13.93	0.76	12.57	10.56	84.01
07.00	44,34	15.67	1.16	13.95	1.10	18.12	15.34	84.66
08.00	43,55	16.89	1.93	13.95	2.05	32.54	28.53	87.68
09.00	43,86	17.78	2.75	13.93	3.07	48.98	42.72	87.22
10.00	43,76	17.98	3.35	13.95	3.75	60.23	52.34	86.90
11.00	43,56	18,24	3.97	13.94	4.19	72.35	58.35	80.65
12.00	43,46	18.35	3.69	13.96	4.32	67.65	60.24	89.05
13.00	43,76	18.22	3.73	13.98	4.30	67.97	60.12	88.45
14.00	43,92	17.24	3.38	13.98	3.68	58.23	51.45	88.36
15.00	44,54	16.24	3.02	13.95	3.06	48.98	42.75	87.28
16.00	49,47	15.12	1.62	13.96	1.54	24.53	21.46	87.48
17.00	55,92	13.02	0.88	13.9	0.74	11.45	10.23	89.34



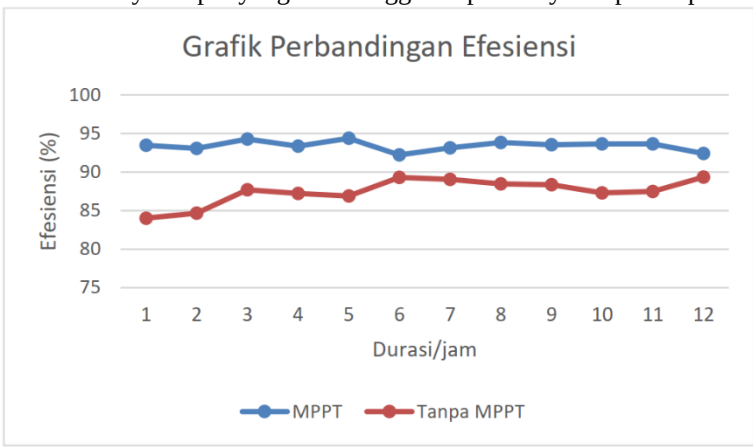
Gambar 4. Grafik Perbandingan Daya Input

Gambar 4 merupakan grafik perbandingan nilai daya input dari converter dengan Metode Incremental Conductance maupun tanpa MPPT, terlihat bahwa converter tanpa MPPT memiliki nilai daya input yang lebih besar daripada menggunakan Metode Incremental Conductance pada durasi ke-6 sampai 8 atau pada pukul 11.00WIB hingga 13.00WIB. Namun daya input menggunakan MPPT Incremental Conductance lebih besar saat durasi ke-1 yaitu pada pukul 06.00 WIB.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Daya Output

Pada Gambar 5 merupakan grafik perbandingan daya output dari converter dengan MPPT Incremental Conductance maupun tanpa MPPT. Terlihat pada grafik di atas bahwa durasi ke 1 dan 12 atau jam 06.00 WIB dan 17.00 WIB memiliki nilai output yang sama, namun pada durasi ke 2 hingga ke 11 atau jam 07.00 WIB hingga 16.00WIB converter dengan MPPT Incremental Conductance memiliki daya output yang lebih tinggi daripada daya output tanpa MPPT



Gambar 6. Grafik Perbandingan Efisiensi

Pada Gambar 6 di atas merupakan grafik perbandingan nilai efesiensi dari converter dengan MPPT Incremental Conductance maupun tanpa MPPT, terlihat bahwa nilai efesiensi dari converter dengan MPPT memiliki nilai efesiensi yang lebih baik daripada tanpa MPPT.

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan MPPT metode Incremental Conductance dan tanpa MPPT metode pada berbagai jam pengujian. Pengujian dengan MPPT menunjukkan bahwa efisiensi panel surya berkisar antara 92,21% hingga 94,37%, dengan daya output bervariasi antara 9,56 Watt hingga 70,87 Watt, tegangan output berkisar antara 13,87 Volt hingga 14,02 Volt, dan arus output berkisar antara 0,68 Ampere hingga 5,05 Ampere. Sementara itu, pengujian tanpa MPPT memiliki efisiensi panel surya berkisar antara 80,65% hingga 89,34%, dengan daya output bervariasi antara 10,23 Watt hingga 60,24 Watt, tegangan output berkisar antara 13,90 Volt hingga 13,98 Volt, dan arus output berkisar antara 0,74 Ampere hingga 5,05 Ampere. Penggunaan MPPT metode Incremental Conductance berhasil meningkatkan efisiensi dan daya output panel surya secara signifikan. Metode ini menjadi pilihan yang efektif untuk mengoptimalkan kinerja panel surya dalam berbagai kondisi pengujian

Tabel 6. Hasil Percobaan Beban Aerator

Menit	DC			AC		
	I	V	P	I	V	P
10	4,11	11,49	47.22	0.178	221.4	39,3
20	4,19	11,38	47.68	0.177	220.9	39,1
30	4,22	11,39	48.06	0.178	220.8	39,2
40	4,26	11,32	48.22	0.181	221.8	40.2
50	4,27	11,31	48.29	0.181	220.7	40,0
60	4,28	11,28	48.27	0.181	221.6	40,2

Tabel 6 di atas merupakan uji coba aerator selama 1 jam dengan pengambilan data setiap 10 menit sekali, terlihat bahwa tegangan aki mengalami pengurangan sebanyak 0,21 volt. Meskipun beban yang diterapkan pada aerator tersebut konstan, yakni antara 39 hingga 40 volt. Penurunan tegangan tersebut bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti resistensi dalam kabel atau konektor yang kurang baik. Namun, penurunan tegangan tersebut masih dalam rentang yang wajar dan tidak signifikan dalam mempengaruhi performa aerator secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Penggunaan MPPT metode Incremental Conductance berhasil meningkatkan efisiensi dan daya output panel surya secara signifikan. Pengujian pada tegangan input 12 V menghasilkan nilai daya output panel surya sebesar 9,56 Watt hingga 70,87 Watt, tergantung pada jam pengujina dan kondisi baterai. Tegangan output panel surya sebesar 13,87 Volt hingga 14,02 Volt, dengan nilai yang bervariasi pada setiap jam pengujian. Arus output panel surya sebesar 0,68 Ampere hingga 5,06 Ampere, tergantung pada jam pengujian dan kondisi baterai.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. T. Nugrahadi et al., “Penerapan Kolam Terpal Bioflok Ikan Lele Tenaga Surya bagi Warga Aliran Anak Sungai Kemuning di Kelurahan Loktabat Utara,” vol. 1, no. 1, pp. 9–15, 2021.
[2] R. Dan and I. Pengembangan, “Kebijakan, regulasi dan inisiatif pengembangan energi surya di indonesia “,” 2019.
[3] S. T. Elektro, F. Teknik, U. N. Surabaya, S. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Surabaya, “Rancang Bangun Sistem Pompa Air Tenaga Surya Skala Rumah Tangga menggunakan Maximum Power Point Tracking (MPPT) dengan Metode Algoritma Perturb and Observe untuk Memaksimalkan Daya Ilham Cahyo Wibowo Aji Subuh Isnur Haryudo , Unit Three Kartini , Mahend,” pp. 629–638.
[4] N. Fauzi, M. Ashari, H. Suryoatmojo, and P. Alat, “Desain dan Implementasi Maximum Power Point Tracker (MPPT) Solar Berbasis Fuzzy Logic Menggunakan Mikrokontroler AVR,” pp. 1–7.
[5] S. Info, “Data Sinar Matahari Tawangsari -07.352444°,112.674376°,” pp. 1–4, 2021.
[6] N. P. Arif, “Rancang Bangun Destilasi Air Laut Menjadi Air Minum Menggunakan Solar PV Dengan Metode MPPT P&O,” Suara Tek. J. Ilm., vol. 11, no. 2, p. 14, 2020.
[7] I. Mahmudi, F. Teknik, U. Tadulako, H. C. Algorithm, and Z. Converter, “Perancangan Zeta Converter Pada Pelacakan Titik,” vol. 11, no. 1, pp. 48–54, 2021.
[8] T. M. Asyadi, I. D. Sara, and S. Suriadi, “Metode Maximum Power Point Tracking (MPPT) dan Boost Converter Menggunakan Fuzzy Logic Controller (FLC) pada Modul Surya,” J. Rekayasa Elektr., vol. 17, no. 1, pp. 1–6, 2021.
[9] R. Sulistyowati, D. C. Riawan and M. Ashari, "PV farm placement and sizing using GA for area development plan of distribution network," 2016 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA), Lombok, Indonesia, 2016, pp. 509-514, doi: 10.1109/ISITIA.2016.7828712.

[10] D. Sera, L. Mathe, T. Kerekes, S. V. Spataru, and R. Teodorescu, "On the perturb-and-observe and incremental conductance mppt methods for PV82 systems," IEEE J. Photovoltaics, vol. 3, no. 3, pp. 1070–1078, 2013.
[11] N. Safitri, P. N. Lhokseumawe, T. Rihayat, and P. N. Lhokseumawe, NO. ISBN 978-623-91323-0-9, no. July. 2019.
[12] G. M. Masters, Masters, G.M., 2004. Renewable and Efficient Electric Power Systems. John Wiley & Sons Inc., 676, Canada. 2004.
[13] D. E. Janzen and K. R. Mann, "Heteroleptic platinum(ii) isocyanide complexes: Convenient synthetic access, polymorphs, and vapoluminescence," Dalt. Trans., vol. 44, no. 9, pp. 4223–4237, 2015.
[14] F. Senrianokxi, "Rancang Bangun Modul Converter DC-DC Menggunakan Mikrokontroler Arduino Berbasis IoT Untuk Penelitian MPPT (Maximum Power Point Tracking) Pada Panel Surya," Semin. Has. Elektro S1 ITN Malang, 2020.
[15] E. V Nainggolan, "Perancangan Maximum Power Point Tracker (MPPT) Dengan Metode Incremental Conductance Berbasis Arduino," 2019.
[16] Sulistyowati, R., Riawan, D. C., & Ashari, M. (2017). Clustering based optimal sizing and placement of PV-DG using neural network. Advanced Science Letters, 23(3), 2373-2375. https://doi.org/10.1166/asl.2017.8680
[17] R. Sulistyowati, R. S. Wibowo, D. C. Riawan, and M. Ashari, "Optimum placement of measurement devices on distribution networks using integer linear k-means clustering method," Przeglad Elektrotechniczny, vol. 96, no. 10, pp. 124–128, Oct. 2020, doi: 10.15199/48.2020.10.23.