

# Rancang Bangun DC Converter sebagai Pengisian Cadangan Baterai Tenaga Panel Surya pada Budidaya Ikan Nila Bioflok

Mochammad Irvan Vadila<sup>1</sup>, Muhamad Rifa'i<sup>2</sup>, Mas Nurul Achmadiyah<sup>3</sup>

e-mail: [vadilairvan05@gmail.com](mailto:vadilairvan05@gmail.com), [muh.rifai@polinema.ac.id](mailto:muh.rifai@polinema.ac.id), [masnurul@polinema.ac.id](mailto:masnurul@polinema.ac.id)

<sup>1,2,2</sup>Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

## Informasi Artikel

### Riwayat Artikel

Diterima 7 Agustus 2023  
Direvisi 10 September 2023  
Diterbitkan 30 September 2023

### Kata kunci:

Ikan Nila Bioflok  
*Synchronous buck converter*  
*Incremental Conductance*

### Keywords:

*Biofloc tilapia*  
*Synchronous buck converter*  
*Incremental Conductance*

### Penulis Korespondensi:

Mas Nurul Achmadiyah, S.ST., M.T,  
Jurusan Teknik Elektro,  
Politeknik Negeri Malang,  
Jl. Soekarno Hatta No.9, Malang, Indonesia, Kode Pos. 65141  
Email: [masnurul@polinema.ac.id](mailto:masnurul@polinema.ac.id)  
Nomor HP/WA aktif: +62 812-178-070-60

## ABSTRAK

Budidaya ikan nila bioflok yang berada di desa Oro-oro Ombo merupakan salah satu program ketahanan pangan dan pemberdayaan masyarakat. Pada kondisi tertentu, padamnya listrik sering terjadi dan menghambat produktivitas budidaya dikarenakan sistem aerasi tidak dapat memenuhi kebutuhan oksigen bagi ikan nila. Sistem tenaga cadangan berupa baterai diperlukan sebagai salah satu solusi agar pasokan listrik tetap terjaga. Untuk itu dibutuhkan sistem MPPT dengan metode Incremental Conductance dan topologi berupa synchronous buck converter sebagai pengisian baterai. Maximum Power Point Tracking atau yang biasa disingkat MPPT, adalah sebuah sistem elektronik yang mengoperasikan modul sel surya agar dapat menghasilkan daya maksimal. Pada penelitian ini, pengisian baterai dengan metode MPPT Incremental Conductance bertugas meng-optimalkan pengisian baterai agar pengisian dapat dilakukan secara baik dan memaksimalkan daya. Setelah penelitian dilakukan dengan metode yang digunakan, sistem pengisian dapat dilakukan secara baik, converter dapat berkerja sesuai perancangan dan mampu menghantarkan arus sebesar 5A, dan daya dari panel surya dapat digunakan sebesar 3A.

## ABSTRACT

*Biofloc tilapia cultivation in Oro-oro Ombo village is one of the food crop plantation programs and community empowerment. Under certain conditions, power outages often occur and inhibit fish farming productivity because the aeration system cannot meet the oxygen needs of tilapia. A battery backup power system is urgently needed as a solution so that the electricity supply is still fulfilled. For this reason, an MPPT system with the Incremental Conductance method and a synchronous buck converter topology is needed for battery charging. Maximum Power Point Tracking or MPPT, is an electronic system that operates solar cell modules in order to produce maximum power. In this study, charging the battery with the MPPT Incremental Conductance method is tasked with optimizing battery charging so that charging can be carried out properly and maximize power. After the research is done with the method used, the charging system can be carried out properly, the converter can work according to the design and is able to deliver a current up to 5A, and the power from the solar panel can be used up to 3A.*



## 1. Pendahuluan

Dalam proses memenuhi kebutuhan program ketahanan pangan dan pemberdayaan masyarakat yang berada di desa Oro–Oro Ombo diadakan budidaya ikan nila bioflok, akan tetapi memiliki kendala dalam jumlah produksi dan sumber daya manusia serta sumber energi listrik. Karena kendala tersebut mengakibatkan kurangnya produktifitas pada budidaya ikan nila, sedangkan untuk meningkatkan produksi ikan nila harus terus memperhatikan kualitas air.[1] Adanya pemadaman listrik mengakibatkan kurangnya konsentrasi oksigen pada air sehingga dibutuhkan sumber DC sebagai cadangan energi listrik pada budidaya ikan nila bioflok. Sumber DC merupakan elemen penting dalam proses pemenuhan kebutuhan oksigen dalam air. Tenaga cadangan ini dihasilkan dari Baterai berjenis VRLA dan proses pengisian Baterai ditenagai sebuah Panel Surya. [2]

Dalam proses pengisian baterai yang ditenagai panel surya dibutuhkan sistem pengisian dengan metode MPPT dan DC Buck Converter. Maximum Power Point Tracking atau yang biasa disingkat MPPT, adalah sebuah sistem elektronis yang mengoperasikan modul photovoltaic (PV) atau modul sel surya agar dapat menghasilkan daya maksimal yang bisa diproduksi oleh modul sel surya. MPPT merupakan sistem elektronis yang secara keseluruhan mengubah-ubah titik operasi elektronis modul sel surya sehingga dapat mengirim daya maksimal yang tersedia. Dari daya tambahan yang terkumpul yang berasal dari modul sel surya, sehingga arus pengisian baterai dapat ditingkatkan [3]. Beberapa teknik dari MPPT diantaranya adalah perturb and observe (P&O) method, hill climbing technique, fuzzy control, power–voltage differentiation, online method, dan incremental conductance method [4]. Buck converter merupakan jenis konverter yang dapat menurunkan tegangan sumber ke beberapa level tegangan keluaran yang diinginkan. Pengaturan level tegangan keluaran konverter dilakukan dengan pengaturan duty cycle dari Pulse Width Modulation yang diaplikasikan ke transistor [5]. Untuk menghasilkan metode switching pada buck converter terdapat 2 jenis switch pada konverter, dikenal dengan high-side switch dan low-side switch. Kedua switch akan melakukan konduksi secara bergantian dalam operasi buck converter. Pada buck converter dengan topologi asynchronous, untuk menghasilkan switching yang bergantian digunakan high-side switch berupa MOSFET dengan low-side switch berupa diode dengan menerapkan sinyal Pulse Width Modulation terhadap MOSFET, sedangkan topologi synchronous menggunakan MOSFET untuk kedua jenis switch dan diperlukan dua sinyal Pulse Width Modulation yang berlawanan untuk diterapkan ke kedua switch. [6] Perbedaan topologi tersebut akan berpengaruh terhadap efisiensi rangkaian buck converter pada variasi kondisi operasi, dimana nilai efisiensi konverter merupakan faktor krusial ketika konverter diintegrasikan dengan sistem elektronika. Sehingga dibutuhkannya pengetahuan akan kondisi operasi yang sesuai dari aplikasi converter agar dapat menghasilkan nilai efisiensi yang optimal.[77]

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dibuat alat skripsi dengan mengangkat judul yaitu “Rancang Bangun DC Converter sebagai Pengisian Cadangan Baterai Tenaga Panel Surya Pada Budidaya Ikan Nila Bioflok”. Alat ini dapat mengontrol pengisian baterai cadangan dengan DC converter synchronous buck menggunakan metode incremental conductance yang ditenagai oleh panel surya. Sensor yang digunakan adalah INA226 sebagai pembaca tegangan dan arus.[8]

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah menggunakan metode kuantitatif experiment. Metode penelitian kuantitatif eksperimen adalah salah satu jenis metode penelitian yang bertujuan untuk menguji hipotesis dan menentukan hubungan sebab-akibat antara dua variabel. Pada penelitian ini terdapat 2 variabel yaitu variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen). Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat, sedangkan variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat adanya variabel bebas.

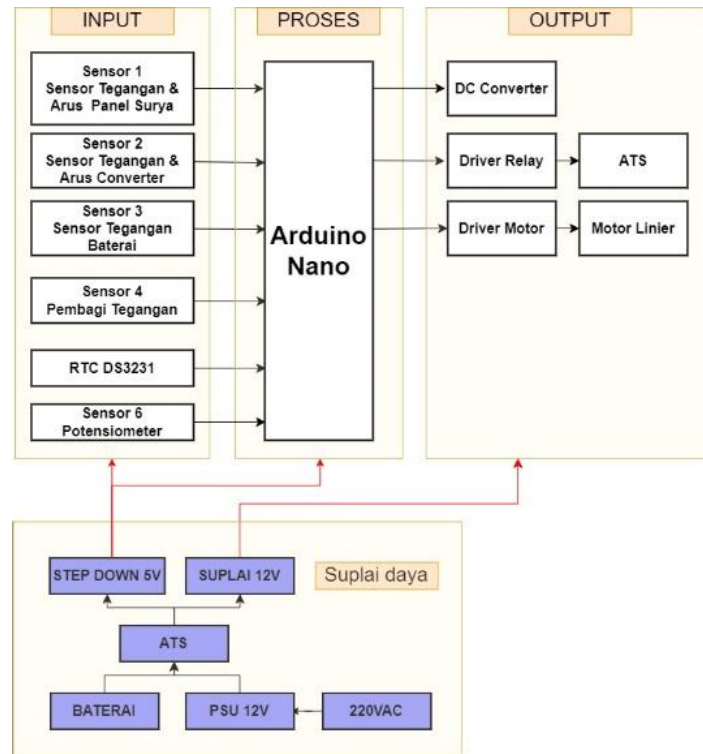
Dalam penelitian ini terdapat variable-variable yang mendukung, berikut ini variable-variable yang mendukung dalam proses penelitian yaitu :

- a. Variable bebas : pembacaan sensor Tegangan dan Arus dari panel surya
- b. Variable terikat : pembacaan sensor Tegangan dan Arus pada output DC converter



### 2.1. Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem, pada blok diagram sistem terdapat 3 buah input sensor tegangan dan arus dengan tipe INA226. Masing-masing digunakan untuk pengukuran tegangan dan arus PV, pengukuran arus dan tegangan converter serta pengukuran tegangan baterai. Sensor pembagi tegangan digunakan sebagai indikasi listrik padam. Sensor potensiometer digunakan sebagai pembacaan posisi sudut panel surya. RTC DS3231 digunakan sebagai inputan nilai waktu. Pada bagian proses digunakan kontroler berupa Arduino nano. Pada bagian output terdapat DC converter, driver relay ATS dan driver motor sistem traking.



Gambar 1: Gambar Blok Diagram Sistem

### 2.2. Rangkaian Elektrik Sistem

Pada perancangan sistem elektrik dihasilkan sesuai pada Gambar 2. Pada Gambar 2 menunjukkan perancangan elektrik DC converter, Arduino nano, sistem ATS dan sistem traking. Pada perancangan DC converter synchronous buck converter didapatkan hasil penggunaan nilai induktor sebesar 47uH, kapasitor 50uF, driver mosfet IR2184 dan penggunaan mosfet dengan tipe P75NF75. Penentuan hasil nilai didasarkan pada perhitungan sebagai berikut :

Tabel 1. Parameter penentu perancangan konverter

Parameter	Nilai	Satuan
Tegangan Input (Max)	20	V
Tegangan Output	14	V
Arus Output (yang diinginkan)	5	A
Frekuensi	62	kHz
Efisiensi ( $\eta$ )	95	%

Setelah didapatkan nilai parameter tertentu, tahapan dalam proses penentuan nilai komponen adalah sebagai berikut :



Perhitungan Maximum Duty Cycle :

$$D = \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)} \times \eta}$$

$$D = \frac{14}{20 \times 95\%}$$

$$D = 0,736$$

Arus Ripple :

$$\Delta I_L = 0,3 \times I_{out}$$

$$\Delta I_L = 0,3 \times 5$$

$$\Delta I_L = 1,5A$$

Perhitungan Inductor :

$$L = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN(MAX)} - V_{OUT})}{\Delta I_L \times f_s \times V_{IN(MAX)}}$$

$$L = \frac{14 \times (20 - 14)}{1,5 \times 62000 \times 20}$$

$$L = 0,0000451H$$

$$L = 45,1\mu H$$

Perhitungan Capacitor :

$$C_{OUT(min)} = \frac{\Delta I_L}{8 \times f_s \times 0.1}$$

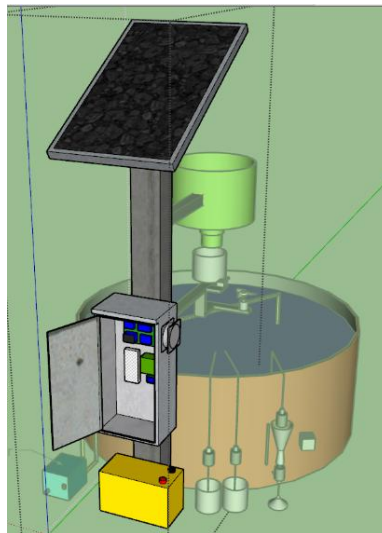
$$C_{OUT(min)} = \frac{1,5}{8 \times 62000 \times 0.1}$$

$$C_{OUT(min)} = 0,0000302F$$

$$C_{OUT(min)} = 30,2\mu F$$

### 2.3. Perancangan Mekanik

Pada perancangan dan pembuatan mekanik disesuaikan dengan dimensi kolam serta dimensi panel surya. Setelah mendapatkan ukuran panjang total titik terluar kolam maka ditentukan ukuran Panjang, lebar dan tinggi mekanik. Kolam budidaya ikan nila bioflok yang akan digunakan untuk program ketahanan pangan dan pemberdayaan masyarakat di desa Oro-Oro Ombo memiliki ukuran diameter 300cm dengan tinggi air kolam 80cm, untuk menopang kolam digunakan penyangga dengan ketinggian 100cm dan kolam tersebut memiliki total volume air sebesar 7m<sup>3</sup>.

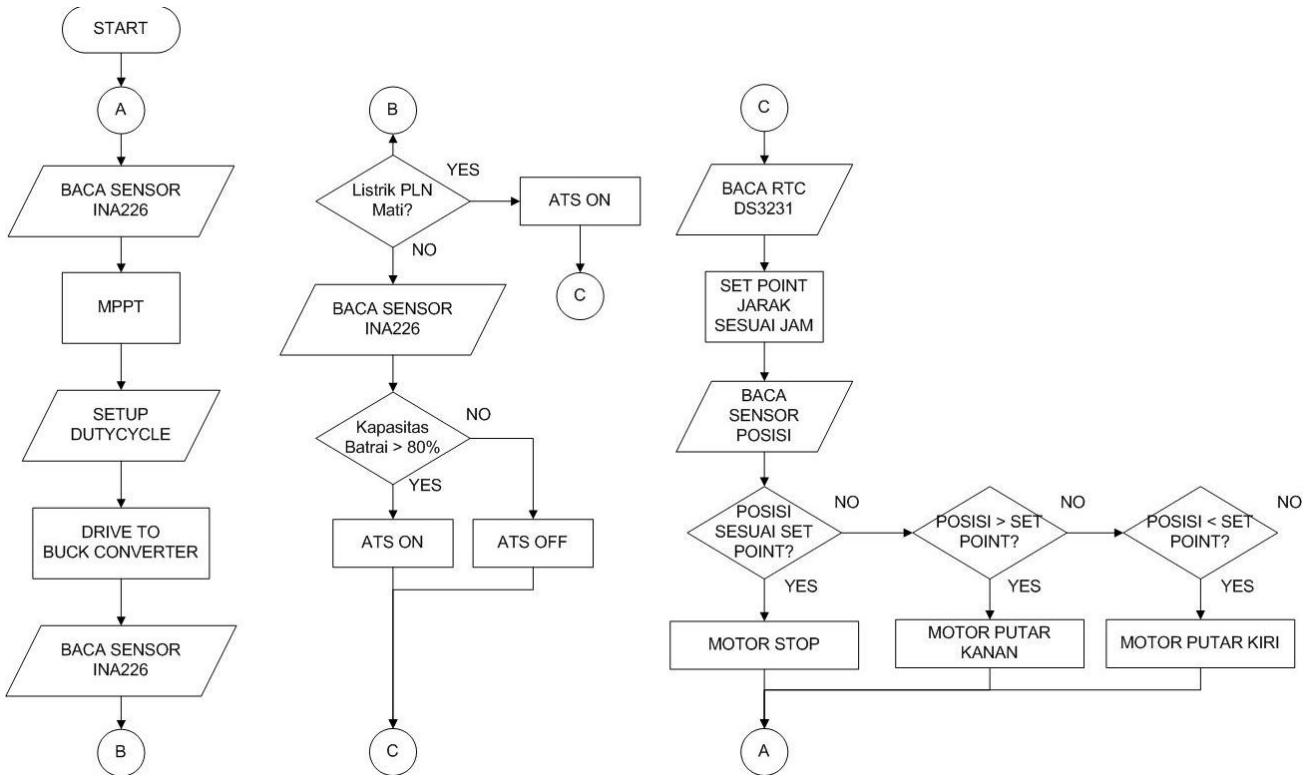


Gambar 2: Gambar Mekanik



**2.4.Flowchart**

Cara kerja dari alat ini Ketika kondisi awal system akan membaca sensor INA226 yang kemudian akan diproses menggunakan algoritma MPPT, hasil dari proses akan dikirimkan menuju DC converter berupa duty cycle. Keluaran tegangan akan dibaca menggunakan sensor dan digunakan sebagai feedback control. Pada bagian sistem ATS, dilakukan pembacaan sensor pembagi tegangan yang kemudian akan digunakan untuk mengontrol relay. Pada bagian sistem tracking proses dilakukan dengan membaca nilai potensiometer sebagai pembacaan sudut posisi panel surya yang kemudian nilai posisi akan disesuaikan dengan jam saat ini dan sistem akan memberikan sinyal menuju driver motor.



Gambar 3 : Flowchart Sistem

**3. Hasil dan Pembahasan**

Pada pengujian alat ini dibagi menjadi pengujian per komponen dan pengujian keseluruhan system. Pengujian perkomponen ditujukan untuk mengetahui kemampuan komponen dan tingkat akurasi. Pengujian keseluruhan bertujuan untuk menentukan apakah proses sudah berjalan dengan baik atau tidak.

**3.1 Pengujian Sensor INA226**

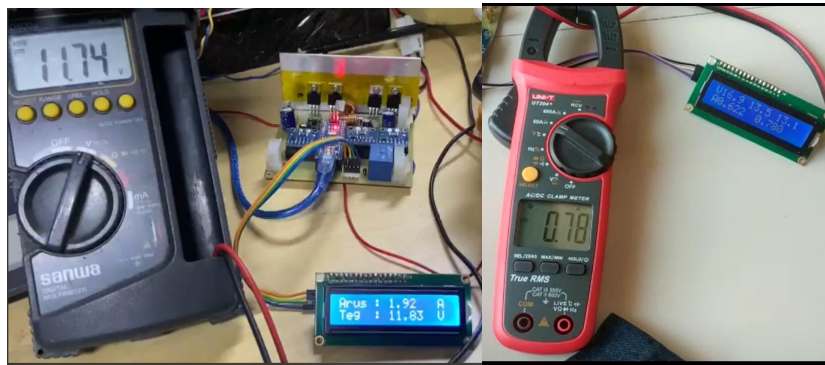
Pengujian sensor INA266 dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan arus dari sensor dengan alat ukur. Pengujian menggunakan beberapa macam beban agar diketahui hasil pembacaan dengan beban yang berbeda.

Tabel 2 Pengujian Sensor INA226

Beban	Pembacaan Alat Ukur		Pembacaan Sensor INA226		Error Arus	Error Tegangan
	Arus	Tegangan	Arus	Tegangan		
Motor Kecil	0.78 A	11.89 V	0.780 A	11.97 V	0,0%	0,60%
Motor Sedang	1.89 A	11.74 V	1.920 A	11.83 V	1,59%	0,70%
Motor Besar	1.01 A	11.90 V	1.020 A	11.96 V	0,99%	0,50%



1.31 A	16.88 V	1.335 A	16.95 V	1,91%	0,58%
1.12 A	23.83 V	1.121 A	23.94 V	0,09%	0,90%
1.35 A	21.85 V	1.345 A	21.95 V	0,37%	0,84%
1.07 A	18.87 V	1.077 A	18.96 V	0,65%	0,75%
rata-rata				0,80%	0,69%



Gambar 4 : Percobaan pengukuran

### 3.2 Pengujian Sistem Tracking

Pengujian sensor posisi dilakukan untuk menentukan nilai pembacaan dari sensor terhadap posisi panel surya. Pengujian dilakukan dengan merubah posisi panel surya hingga dapat menerima Cahaya matahari sepenuhnya pada jam tertentu. Adapun hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem Tracking

Waktu	Setpoint		Aktual	
	Sudut (°)	Nilai ADC	Sudut (°)	Nilai ADC
08:00:00	38°	2870	38°	2873
08:30:00	44,5°	2959	44,5°	2960
09:00:00	51°	3047	51°	3050
09:30:00	57,5°	3136	57,5°	3136
10:00:00	64°	3225	64°	3224
10:30:00	70,5°	3314	70,5°	3316
11:00:00	77°	3402	77°	3400
11:30:00	83,5°	3492	83,5°	3493
12:00:00	90°	3580	90°	3576
12:30:00	96,5°	3645	96,5°	3648
13:00:00	103°	3709	103°	3709
13:30:00	109,5°	3775	109,5°	3774
14:00:00	116°	3838	116°	3837
14:30:00	122,5°	3904	122,5°	3900
15:00:00	129°	3967	129°	3969
Waktu	Setpoint		Aktual	
	Sudut (°)	Nilai ADC	Sudut (°)	Nilai ADC
15:30:00	135,5°	4033	135,5°	4040
16:00:00	142°	4095	142°	4095

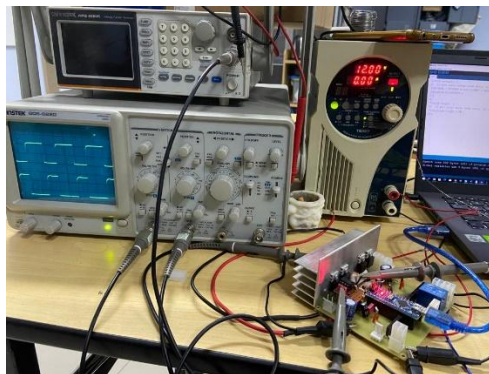
### 3.3 Pengujian DC Converter



Pada proses pengujian DC converter dilakukan dengan cara memberikan nilai pulsa frekuensi sebesar 62Khz. Percobaan dilakukan 2 kali, yang pertama input pulsa berasal dari osiloskop dan yang kedua berasal dari Arduino nano.

Tabel 4. Pengujian Converter

Vin	Iin	Vout	Iout	Pin	Pout	Efisiensi	Nilai
							Duty
14,56	0,06	1,225	0,46	0,8736	0,5635	64,5%	10%
14,51	0,2	2,58	0,88	2,902	2,2704	78,2%	20%
14,5	0,44	3,9	1,36	6,38	5,304	83,1%	30%
14,34	0,77	5,27	1,86	11,0418	9,8022	88,8%	40%
14,34	1,34	6,57	2,32	19,2156	15,2424	79,3%	50%
14,24	1,87	7,84	2,74	26,6288	21,4816	80,7%	60%
14,1	2,44	9,04	3,19	34,404	28,8376	83,8%	70%
13,97	3,13	10,26	3,63	43,7261	37,2438	85,2%	80%
13,82	3,86	11,45	4,05	53,3452	46,3725	86,9%	90%
13,75	4,26	11,96	4,29	58,575	51,3084	87,6%	95%
13,69	4,45	12,3	4,43	60,9205	54,489	89,4%	99%
rata- rata							82,5%



Gambar 5 : Percobaan menggunakan input sinyal Arduino nano

### 3.4 Pengujian Panel Surya

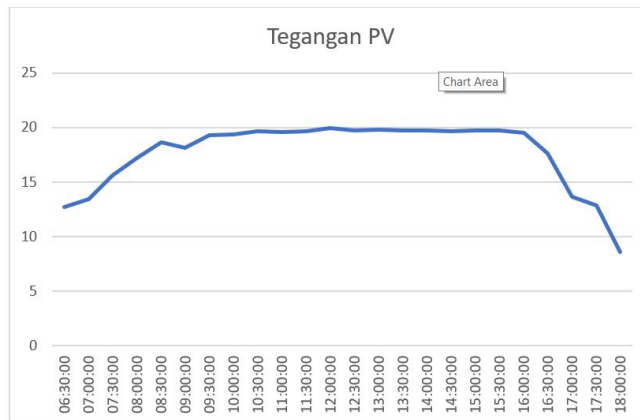
Pengujian panel surya dilakukan dengan 2 cara, cara pertama pengujian arus dengan pemberian beban dan cara kedua pengujian tegangan pada pagi hingga sore hari. Pengujian panel surya untuk menguji kemampuan panel surya pada saat kondisi close circuit dengan beban 3Ω. Adapun hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 6





Gambar 6 : Pengujian Panel Surya

Dari Gambar 6 didapatkan hasil arus sebesar 3.45A dengan kondisi 2 buah panel surya 50wp di parallel. Pengujian kedua dilakukan dengan cara mengukur nilai tegangan yang dihasilkan dari pukul 06:00 sampai 17:00, pengukuran dilakukan pada jam tersebut dikarenakan sinar matahari tidak mampu mengenai panel surya dengan optimal selain pada jam tersebut. Adapun hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 7



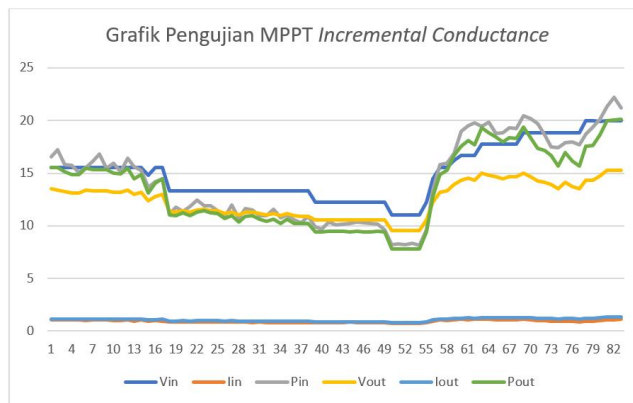
Gambar 7 : Hasil Pengujian Tegangan PV

### 3.5 Pengujian MPPT *Incremental Conductance*

Pengujian MPPT dilakukan untuk menguji kemampuan program dalam mencapai nilai maksimum power point. Pengujian dilakukan menggunakan power supply tegangan variabel dan beban berupa resistor dengan hambatan 11 $\Omega$ . Proses pengujian dilakukan dengan nilai input yang berbeda-beda, pengambilan data dilakukan setiap 1 detik. Adapun hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 8



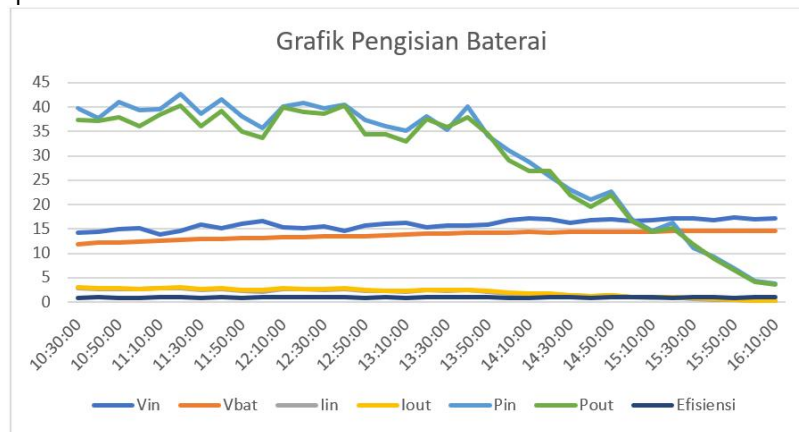




Gambar 8. Grafik Pengujian MPPT *Incremental Conductance*

### 3.6 Pengujian Keseluruhan system

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan dengan cara melakukan proses pengisian baterai pada siang menjelang sore hari dengan kondisi baterai awal dengan tegangan 11,9V hingga mencapai tegangan 14,6V dan pengujian sistem *tracking*. Pada pengujian ini bertujuan untuk menentukan hasil yang lebih akurat. Adapun hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 9



Gambar 9 : Pengujian Pengisian Baterai

## 4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa sistem yang telah dibuat pada pengisian baterai sudah berjalan dengan baik. Rancangan sistem yang dibuat menggunakan metode MPPT dapat digunakan dengan baik dalam mengisi baterai pada budidaya ikan nila bioflok. Metode MPPT *Incremental Conductance* mampu beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan lingkungan. Rancangan sistem yang dibuat menggunakan topologi *Synchronous buck converter* yang memiliki efisiensi yang terbilang cukup tinggi, tergantung dari kualitas komponen. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan nilai-nilai hasil pada tiap pengujian. Pengujian pembacaan tegangan memiliki nilai error sebesar 0,69%. Pengujian pembacaan arus memiliki nilai error sebesar 0,80%. Sistem pengisian baterai pada budidaya ikan nila bioflok menggunakan metode *mppt incremental conductance* dan topologi *synchronous buck converter* memperoleh hasil yang baik. Dibuktikan dengan hasil Pengujian *converter* pada arus tinggi memiliki efisien 80-90%. Pengujian *converter* pada arus rendah memiliki efisiensi 90-95%.

## Daftar Pustaka

- [1]. Ahmad Faizal, (2016). "Desain Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Panel Surya Menggunakan Metode Sliding Mode Control
- [2]. Rahmann, Vittal, Ascui, & Haas, (2016). "Mitigation Control Against Partial Shading Effects in Large-Scale PV Power Plants. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*"



- [3]. T. Abuzairi, W. W. A. Ramadhan, and K. Devara,(2019). "Solar Charge Controller with Maximum Power Point Tracking for Low-Power Solar Applications,"
- [4]. Wicaksono, Ilham Agung., (2019). " Implementasi Kontrol Pid Pada Gerakan Robot Line Follower Berkaki Menggunakan Sensor Kamera
- [5]. Prasetyo, Eri, dkk (2019), "Penggunaan Teknik Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya".
- [6]. Gaspersz, Arvindo (2021), "Pengembangan Algoritma MPPT pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Metode Hill Climbing".
- [7]. Manggala, T.P.(2020), "Pengembangan Algoritma MPPT pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Kondisi Variasi Cuaca",
- [8]. Herlan, dkk (2021), "Analisis Perbandingan Algoritma MPPT untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Kondisi Variasi Irradians",

