

# Rancang Bangun Sistem Catu Daya Elektrolisis Pada Hidroponik Menggunakan Baterai Lithium-Ion Dan Modul Sel Surya

Farhan Arya Abhista  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

farhanarya@student.telkomuniversity.ac.id

Ekki Kurniawan  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

ekkekurniawan@telkomuniversity.ac.id

Irham Mulkan Rodiana  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

irhammulkan@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak--** Pembudidayaan tanaman hidroponik di Indonesia sudah berkembang, hanya dengan menggunakan air, metode hidroponik sangat digemari, khususnya jenis-jenis sayuran. Bertanam sayuran dengan sistem hidroponik merupakan yang sangat potensial untuk dikembangkan di wilayah perkotaan. Sistem hidroponik adalah suatu sistem pemeliharaan tanaman dengan media hamper sebagian besarnya dibantu oleh air untuk bertumbuh dan berkembang. Proses pemberian media air dapat dibantu dengan beberapa komponen elektronika yang menggunakan metode surya. Pada penelitian ini, sumber tegangan utama berasal dari panel surya dan daya yang disimpan pada baterai lithium ion 18650 yang dirangkai secara 3 seri dan 4 paralel, dengan adanya penambahan modul BMS 3S40A with balance sebagai proteksi. Pembuatan baterai lithium-ion 18650 secara 3 seri dan 4 paralel menghasilkan kapasitas baterai 8800mAh, Selama pengisian menggunakan modul sel surya yang mengeluarkan tegangan maksimum 21,80V, arus maksimum 2,31A dan daya maksimum 50,36W. pelepasan baterai dari kapasitas baterai 6,39% hingga 94,72% dibutuhkan waktu selama 6 jam dengan tegangan maksimum 20,89 V dan minimum tegangan nya 18,72 V selama 6 jam didapatkan charging sebesar 88,33% dengan rata rata perjam nya mendapatkan charging sebesar 14,72% Pada saat discharge baterai dihubungkan ke beban dan dilakukan elektrolisis selama 3 jam, dari hasil pengujian didapatkan data penurunan tegangan sebesar 0,48 V dan kapasitas sebesar 13,33%

**kata kunci:** baterai lithium ion, sel surya, pengisian, pengurangan, Daya, Tegangan.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pembudidayaan tanaman hidroponik di Indonesia sudah mulai berkembang, hanya dengan menggunakan air dan tidak memakai tempat yang besar, metode hidroponik sangat digemari khususnya jenis-jenis sayuran. Masyarakat melihat hal itu bisa menjadi sebuah peluang bisnis yang menjanjikan. Bertanam sayuran dengan sistem hidroponik merupakan solusi pertanian yang sangat potensial untuk dikembangkan di wilayah perkotaan (urban farming)[1]. Urban farming bisa diterapkan dengan mudah di halaman rumah, taman dan atap rumah. Hidroponik merupakan jawaban atas permasalahan lahan, baik penyempitan lahan maupun permasalahan lahan marginal yang belum dikelola dengan baik. sayuran yang ditanam pun mempunyai nilai produktif untuk dikonsumsi.

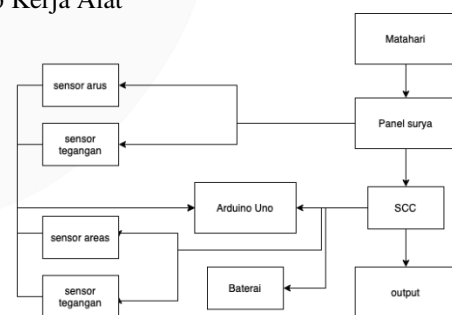
Pada penelitian sebelumnya penanaman hidroponik ini sudah memanfaatkan Internet of Things untuk memonitor

kondisi lingkungan, seperti pH, suhu dan kelembapan. Pada penelitian lain juga mencoba untuk mengatur jumlah nutrisi yang diberikan berdasarkan suhu udara dan juga jumlah cahaya matahari yang diterima oleh tanaman namun masih menggunakan daya dari listrik saja dan memakan energi listrik yang lumayan besar karena sistem monitoring dan pompa air menyala secara terus menerus [3].

Pada tugas akhir ini dilakukan usaha untuk mengembangkan penelitian sebelumnya dengan menambahkan panel surya untuk tambahan daya selain dari PLN yang diharapkan bisa menghemat penggunaan listrik dari sistem hidroponik dan juga meningkatkan efektifitas penggunaan daya listriknya. Dalam hal ini penulis merasa perlu melakukan penelitian lebih lanjut perihal mengetahui berapa daya yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem hidroponik ini agar energi listrik yang dipakai dapat meningkatkan efektifitasnya dan menghemat energi listrik dari PLN, maka dari itu penulis melakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Sistem Catu Daya Elektrolisis Hidroponik Menggunakan Baterai Lithium-Ion dan Modul Sel Surya”.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Prinsip Kerja Alat



GAMBAR 2.1  
Desain Konsep Solusi

Pada Gambar 2.1 merupakan desain konsep solusi.

### B. Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah komponen yang diperlukan untuk catu daya sel surya karena SCC berfungsi untuk pengisian baterai pada saat charging dan untuk mengatur arus listrik yang masuk dari panel surya dan mengatur arus listrik kepada beban pada saat discharging, scc biasanya terdiri dari 3 input dan 3 output masing masing untuk panel surya,

baterai, dan beban. Arus listrik DC yang berasal dari baterai juga tidak akan bisa masuk ke panel surya lagi karena scc mempunyai diode protection yang hanya melewati arus listrik DC dari panel surya ke baterai[4].

### C. Sel Surya

Sel surya merupakan suatu perangkat energi terbarukan yang bertujuan untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip fotovoltaik. Gabungan dari beberapa sel surya disebut sebagai panel surya atau modul sel surya [5]. Photovoltaic sendiri proses pelepasan muatan positive dan negative dalam material padat melalui cahaya, maka dari itu keluaran tegangan dan arus dari panel surya sangat dipengaruhi oleh jumlah besaran intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya. Panel surya bisa dirangkai secara dua jenis rangkaian bisa secara parallel dan bisa secara seri masing masing mempunyai kelebihanannya sendiri jika dirangkai secara parallel maka tegangan akan konstan namun akan meningkatkan arus sedangkan jika dirangkai secara seri arus akan konstan dan akan meningkatkan tegangan. Karena panel surya membutuhkan proses photovoltaic untuk menghasilkan daya maka sudah pasti membutuhkan cahaya untuk menghasilkan daya, maka dari itu kendala dari penggunaan panel surya adalah pada saat di malam hari karena tidak adanya matahari maka tidak ada proses photovoltaic. Maka dari itu solusi dari permasalahan ini adalah penggunaan baterai sebagai penyimpanan hasil energi pada siang hari dan bisa mencukupi kebutuhan energi di malam hari.

### D. Baterai

Baterai adalah sumber energi yang dapat mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik yang dapat digunakan sebagai perangkat elektronik. Hampir semua perangkat elektronik portable seperti handphone, laptop dan mainan remote control menggunakan baterai sebagai sumber tenaganya. Dengan baterai yang dapat diisi ulang, tidak perlu menyambungkan kabel daya ke penerima untuk mengaktifkan perangkat elektronik kita, sehingga mudah dibawa ke mana saja. Setiap baterai terdiri dari terminal positif (katoda) dan negatif (anoda) serta elektrolit yang berfungsi sebagai konduktor. Arus listrik yang berasal dari baterai adalah arus searah atau arus DC. Baterai umumnya terdiri dari dua jenis utama, yaitu baterai primer yang hanya dapat digunakan sekali pakai (disposable battery) dan baterai sekunder yang dapat diisi ulang (rechargeable battery). Baterai yang dibahas dalam proposal ini dapat diisi ulang dan umumnya digunakan pada kendaraan listrik, yaitu baterai lithium ion dan baterai lithium polimer[7].

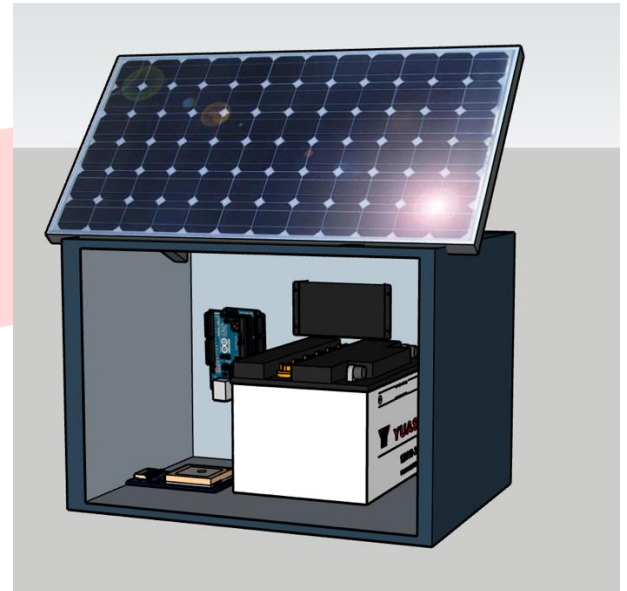
### E. BMS 3S40A Balance

BMS (Battery Management System) adalah suatu komponen elektronika utama dalam pembuatan baterai pack sekunder (rechargeable). BMS ini sendiri bertujuan sebagai proteksi baterai, penyeimbang charging pada baterai begitu juga penyeimbang pada discharging pada baterai Li-Ion 18650 [10]. BMS ini menjadi komponen untuk menjaga umur baterai, apabila tidak menggunakan BMS ini umur baterai tidak bertahan lama untuk charging dan discharging. BMS dengan Tipe 3s 40A ini memiliki metode balance. Balance ini bertujuan untuk pengecasan tiap sel baterai yang memiliki kapasitas baterai berbeda-beda serta mengurangi kerusakan

pada sel baterai apabila adanya overcharging. Pada sistem pengurusan BMS 3s 40A ini metode balance ini bertujuan discharging secara merata pada tiap baterai serta mengurangi kerusakan pada sel baterai apabila adanya over discharging.

## III. METODE

### A. Desain Perangkat Keras



Gambar 3.1  
Desain Perangkat keras

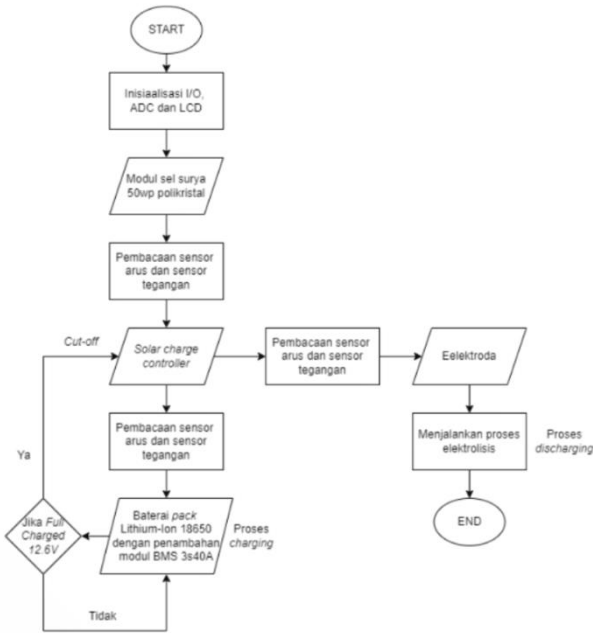
Pembuatan alat catu daya ini yang memiliki dimensi Panjang x Lebar x Tinggi (30 cm x 25 cm x 20 cm) bertujuan untuk menjadi power supply elektrolisis pada hidroponik, baterai lithium ion digunakan sebagai penyimpan daya dari daya yang dihasilkan oleh modul sel surya. Elektrolisis pada hidroponik bertujuan untuk menambahkan zat besi pada larutan air hidroponik yang berfungsi untuk menambahkan nutrisi pada tanaman sehingga tanaman akan tumbuh lebih baik. Bak elektrolisis yang sudah diberi katoda dan anoda akan menjadi beban dari catu daya ini, untuk kapasitas bak elektrolisis sendiri sejumlah 10 L dengan elektroda stainless steel berukuran Panjang 24,9 cm lebar 3,8 cm dan ketebalan 1 mm B. Desain Perangkat Keras

$$\begin{aligned} \text{Daya} &= \text{tegangan} \times \text{arus} \\ &= 12,6 \text{ V} \times 0,6 \text{ A} \\ &= 7,56 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Energi} &= \text{Daya} \times \text{Waktu} \\ &= 7,56 \times 2 \\ &= 15,12 \text{ J} \end{aligned}$$

Perhitungan diatas merupakan spekulasi dari kebutuhan elektrolisis pada bak 10 L untuk menambah zat besi pada larutan air yang sudah diberi abmix menghasilkan arus sebesar 0,6 A dan daya sebesar 7,56 W pada saat elektrolisis dinyalakan selama 2 jam guna untuk menjaga pH air karena jika terlalu lama dapat menurunkan pH dan merubah warna dari bayam merah untuk elektrolisis selama 2 jam menghabiskan energi sebesar 8,316 J.

C. Desain Perangkat Lunak



Gambar 3.2 Desain Perangkat Lunak

Menggunakan diagram alir atau flowchart maka akan mengetahui algoritma dari sistem. Proses flowchart sistem sebagai berikut :

1. Tahap pertama, inisialisasi sensor arus dan LCD.
2. Modul panel surya akan menangkap cahaya matahari dan melakukan proses photovoltaic
3. Setelah proses photovoltaic terjadi arus yang diterima akan dibaca pada sensor arus dan sensor tegangan
4. Aliran energi listrik dari panel surya akan masuk ke scc dan akan dihubungkan dengan sensor arus dan tegangan untuk menuju baterai
5. Energi akan disimpan di baterai dan tegangan baterai akan dibaca oleh sensor tegangan dan dikirimkan ke arduino jika baterai full maka akan memutuskan daya charging dari solar charge ke baterai, jika belum penuh proses charging akan diteruskan
6. Saat kondisi baterai penuh tegangan baterai akan terbaca dan proses discharge baterai dapat dilakukan
7. Sensor arus dan tegangan akan membaca daya keluaran dari baterai menuju beban elektroda.
8. Elektroda akan dialiri arus tegangan DC untuk melakukan elektrolisis atau discharging baterai
9. Pembacaan arus dan tegangan baterai dan output scc serta daya dari modul sel surya dapat di baca di LCD

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

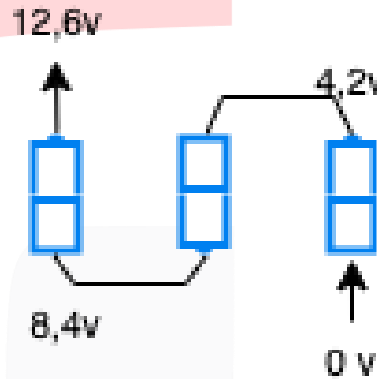
A. Rangkaian Baterai

Baterai litium akan dirangkai secara seri paralel baterai dirangkai secara seri paralel berfungsi untuk meningkatkan nilai voltase dari rangkaian baterai serta kapasitas nya untuk modul panel surya, rangkaian seri berfungsi untuk meningkatkan tegangannya sedangkan rangkaian paralel berguna untuk meningkatkan kapasitas baterai.

Baterai yang dirangkai berikut merupakan baterai litium ion buatan pabrikan yang penulis beli dengan kapasitas baterai 2200 mAh, Pada gambar berikut baterai dirangkai secara seri dengan tujuan untuk meningkatkan tegangan, baterai litium ion secara individu memiliki tegangan sebesar 4,2V maka untuk mendapatkan tegangan 12V baterai dirangkai secara 3 seri untuk mendapatkan tegangan 12,6V.

$$\begin{aligned}
 V_0 &= V_{B1} + V_{B2} + V_{B3} \\
 &= 4,2V + 4,2V + 4,2V \\
 &= 12,6V
 \end{aligned}$$

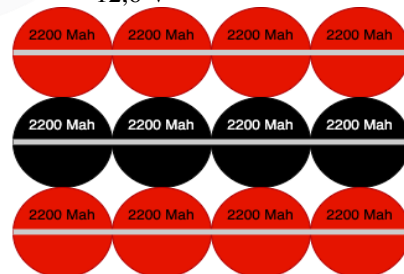
Pada rangkaian paralel baterai dirangkai dengan tujuan untuk meningkatkan kapasitas baterai, untuk pembuatan rangkaian paralel diperlukan konfigurasi pada setiap paralel tetapi pada setiap baris jarak antar kapasitas baterai tidak boleh terlalu terlampau jauh karena jika terlalu jauh maka baterai tidak akan memenuhi kapasitas baterai secara maksimal, berikut adalah rangkaian 3 seri dan 4 paralel yang digunakan.



GAMBAR 4.1 Rangkaian 3 Seri dan 4 Paralel

Pada Gambar 4.1 diatas merupakan rangkaian seri yang digunakan dan penggambaran peningkatan tegangan yang didapatkan, rangkaian seri bertujuan untuk meningkatkan tegangan dari baterai pack satu baterai li-ion memiliki tegangan 4,2V karena tegangan yang ingin dicapai ada 12,6V maka baterai dirangkai secara 3 seri berikut adalah perhitungan tegangan nya :

$$\begin{aligned}
 V_{total} &= V_1 + V_2 + V_3 \\
 &= 4,2 + 4,2 + 4,2 \\
 &= 12,6 V
 \end{aligned}$$



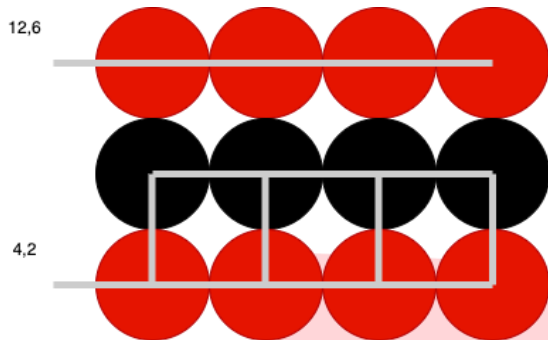
GAMBAR 4.2 Skematik Rangkaian Paralel Baterai

Gambar 4.2 adalah gambaran rangkaian paralel yang digunakan baterai dirangkai secara paralel dengan tujuan untuk meningkatkan daya total dari baterai pack setelah

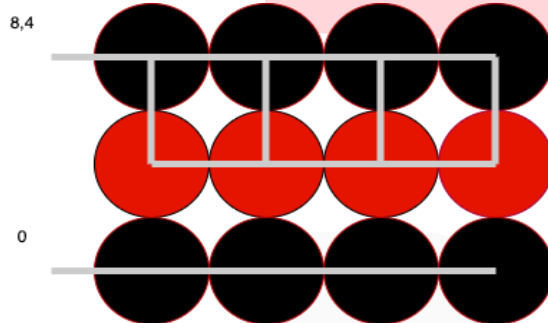
dirangkai secara 4 paralel maka didapatkan daya sebesar 8400 mAh berikut adalah perhitungan total kapasitas baterai pack:

$$\text{Kapasitas total baterai} = (\text{kapasitas baterai baris 1} + \text{kapasitas baterai baris 2} + \text{kapasitas baterai baris 3}) : 3$$

$$= 8800 + 8800 + 8800 : 3 = 8800 \text{ mah}$$



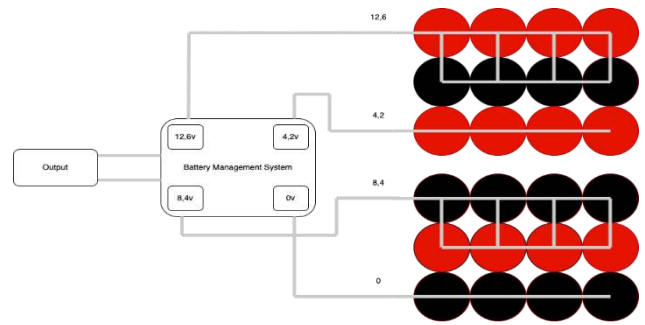
GAMBAR 4.3 Rangkaian baterai tampak atas



GAMBAR 4.4 Rangkaian Baterai Tampak Bawah

Pada Gambar 4.3 dan 4.4 adalah rangkaian baterai 3 seri dan 4 paralel yang digunakan baterai berwarna hitam menggambarkan kutub negatif sedangkan baterai merah menggambarkan kutub positifnya dapat dilihat pada gambar baterai terlihat dari bawah rangkaian baterai baris ke 3 dirangkai secara 4 paralel pada rangkaian ini akan menghasilkan tegangan 0 dan akan dihubungkan dengan port 0V di BMS, sedangkan pada kutub positifnya akan menghasilkan tegangan 4,2V dapat dilihat di gambar tampak atas, baterai baris ke 3 kutub positifnya akan dihubungkan dengan kutub negatif baterai baris ke 2 dapat dilihat sesuai gambar tampak atas dan kutub positif baterai baris ke 2 akan dihubungkan dengan kutub negatif baterai baris 1 dan akan menghasilkan tegangan 8,4V dan akan dihubungkan kepada port 8,4V di BMS, lalu rangkaian baterai baris ke 2 akan dirangkai seri lagi dengan baterai baris 1 maka akan menghasilkan tegangan 12,6V dan akan dihubungkan ke pada port 12,6V pada BMS.

Maka Baterai Lithium-Ion yang dirangkai secara 3 seri 4 paralel menghasilkan kapasitas total baterai 8400 mah dan tegangan total 12,6V pada saat full charged.



GAMBAR 4.5 Skematik Rangkaian Gabungan Baterai dengan Modul BMS

### B. Pengujian Pengisian Baterai

Pada pengujian kali ini akan dilakukan pengelasan baterai li-ion yang sudah dirangkai, baterai pack ini akan discharge menggunakan modul sel surya 50 wp polikristal yang dihubungkan dengan solar charge controller. Pengujian ini akan dilakukan dengan kondisi baterai pack awal 9,23V yang sudah mendekati tegangan minimum. Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keluaran modul sel surya serta durasi pengisian baterai dari kondisi awal sampai penuh. Daya = Tegangan X Arus

$$\text{Kapasitas Baterai} = \frac{(\text{Tegangan Sekarang} - \text{Tegangan Minimum})}{(\text{Tegangan Maksimum} - \text{Tegangan Minimum})} \times 100\%$$

GAMBAR 4.11 Rumus Perhitungan Kapasitas Baterai

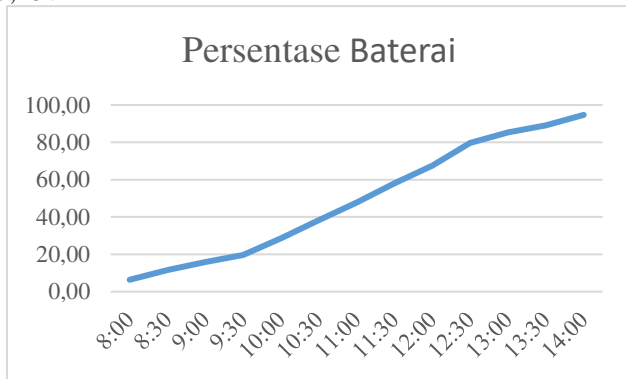
TABEL 4.6 Hasil Pengujian Pengisian Baterai dengan Modul Sel Surya

WAKTU	Baterai			Modul sel surya			% Kapasitas Baterai
	V	I (A)	W	V	I (A)	W	
8.00 AM	9,23	1,11	10,25	19,02	1,11	21,11	6,39
8.30 AM	9,42	1,21	11,40	19,34	1,21	23,40	11,67
9.00 AM	9,57	1,31	12,54	19,51	1,31	25,56	15,83
9.30 AM	9,71	1,46	14,18	20,12	1,46	29,38	19,72
10.00 AM	10,03	1,72	17,25	20,64	1,72	35,50	28,61
10.30 AM	10,38	1,80	18,68	20,73	1,80	37,31	38,33
11.00 AM	10,72	2,03	21,76	20,89	2,03	42,41	47,78
11.30 AM	11,09	1,52	16,86	20,21	1,52	30,72	58,06
12.00 PM	11,43	2,10	24,00	21,30	2,10	44,73	67,50
12.30 PM	11,87	2,31	27,42	21,80	2,31	50,36	79,72
1.00 PM	12,07	1,37	16,54	20,10	1,37	27,54	85,28
1.30 PM	12,21	1,19	14,53	19,21	1,19	22,86	89,17
2.00 PM	12,41	0,93	11,54	18,72	0,93	17,41	94,72

Pada tabel diatas dapat dilihat membutuhkan waktu 6 jam dari jam 8 pagi hingga jam 2 siang untuk mengisi baterai dari 6,39% sampai 94,72% dan dari tegangan pada



baterai 9,23V sampai 12,41V selama 6 jam charging didapatkan 88,33% persentase baterai dan tegangan sebesar 3,18V



GAMBAR 4.15  
Grafik Persentase Daya Baterai

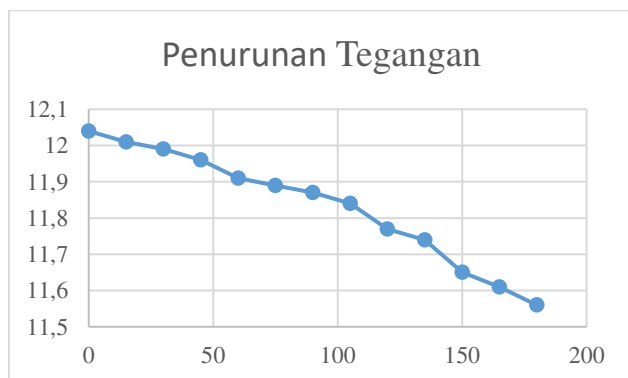
Dari tabel persentase baterai dapat dilihat semakin besar daya yang dihasilkan oleh modul panel surya maka semakin cepat juga pengisian daya baterai lithium-ion, maka dari percobaan ini yang dilakukan selama 6 jam mulai dari jam 8 pagi hingga jam 2 siang mendapatkan peningkatan kapasitas baterai sebesar 88,3 % dan peningkatan tegangan baterai sebesar 3,18V.

C. Pengujian Pengurasan Baterai

Pada pengujian ini akan dilakukan pengurasan daya baterai dengan cara menyambungkan nya ke beban elektroda atau disebut proses elektrolisis, arus yang mengalir akan disalurkan dari baterai melalui solar charge dan akan diteruskan menuju elektroda arus yang disalurkan merupakan arus searah (DC) pengujian ini akan dilakukan bertujuan untuk melihat seberapa banyak daya yang terpakai ketika baterai dihubungkan pada beban. Percobaan ini akan dilakukan selama 3 jam karena setelah 3 jam air akan dicek akan dicek oleh sensor untuk mengetahui pH dan nilai padatan larutan pada air karena tanaman bayam merah memiliki batasan pH lebih dari 4,5.

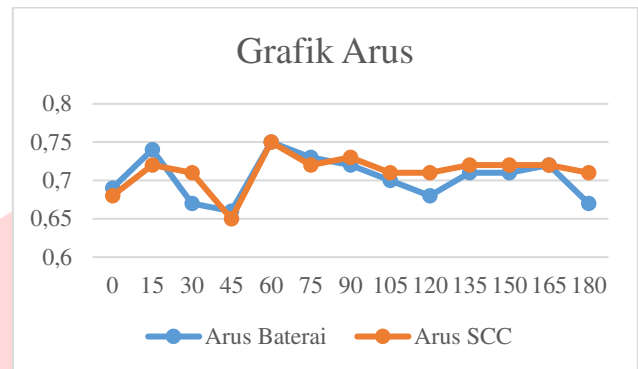
Pengujian discharging ini menggunakan beban berupa air yang sudah dicampur abmix dengan kapasitas pada anoda 8 L dan 2 L pada katoda perbandingan ab mix yang digunakan adalah 10 L air: 300ml ab mix  
 Daya = tegangan x arus.

$$\frac{(tegangan\ sekarang - tegangan\ minimum)}{(tegangan\ maksimum - tegangan\ minimum)} \times 100\%$$



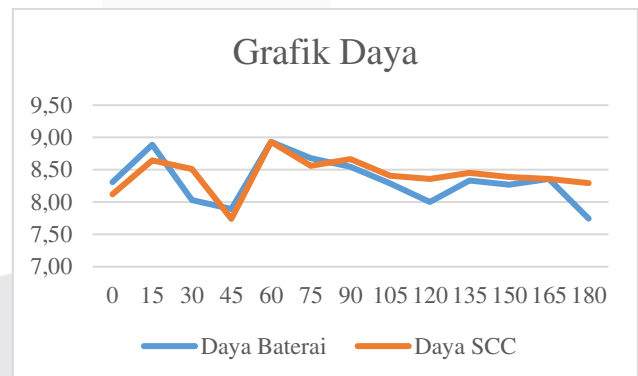
Gambar 4.2  
Grafik penurunan tegangan

Dari Gambar diatas, penurunan tegangan diatas dapat dilihat penurunan tegangan dari baterai lumayan konstan dengan total penurunan tegangan sebesar 0,48V dengan waktu pengujian selama 3 jam dengan beban elektroda yang digunakan untuk elektrolisis hidroponik.



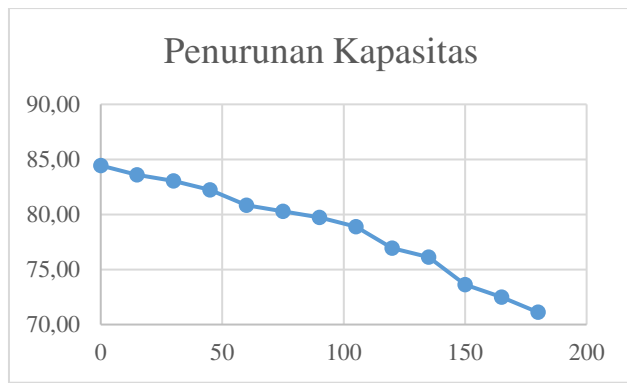
GAMBAR 4.18  
Grafik Perbandingan Arus Baterai dengan SCC

Pada Gambar grafik 4.18, grafik arus dapat dilihat data yang didapatkan nilai nya fluktuatif hal ini diakibatkan oleh berubah nya besar tegangan karena arus berbanding lurus dengan tegangan semakin besar tegangan nya semakin besar juga arusnya dan semakin kecil tegangan nya semakin kecil juga arus nya, dapat dilihat dari grafik diatas perbedaan arus minimum dan maksimum nya sebesar 0,09A.



GAMBAR 4.19  
Grafik Perbandingan Daya Baterai dan SCC

Pada Gambar 4.19, grafik daya data yang didapatkan nilai nya juga fluktuatif dan grafik nya hamper sama dengan grafik arus hal ini diakibatkan oleh karena daya didapatkan melalui tegangan dikali arus maka hasil nya kurang lebih grafik nya akan sama dengan arus.



GAMBAR 4.20

Grafik Penurunan Kapasitas Baterai Dalam Beberapa Waktu

Pada Gambar 4.20, grafik penurunan kapasitas baterai dapat dilihat selama 3 jam baterai mendapatkan penurunan kapasitas baterai sebesar 13,33 % maka dapat dirata rata kan perjam nya baterai mendapat penurunan kapasitas sebesar 4,43 % dan dari rata rata itu dapat dihitung untuk menghabiskan baterai dari kapasitas baterai maksimum hingga minimum membutuhkan waktu 23 jam.

## V. KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Dari hasil dan analisis pengujian yang telah dilakukan pada catu daya elektrolisis pada hidroponik dengan menggunakan modul sel surya 50 wp monokristal sebagai sumber daya dan menggunakan baterai Lithium-Ion sebagai penyimpanan daya dapat disimpulkan:

1. Baterai lithium-ion 18650 memiliki kapasitas individu sebesar 2200 mAh dan tegangan sebesar 4,2V maka baterai dirangkai secara 3 seri 4 paralel dan mendapatkan tegangan total sebesar 12,6V dan kapasitas total 8800 mah, untuk merangkai baterai tersebut dibutuhkan nya modul BMS 3s40a yang bertujuan untuk memberikan proteksi kepada baterai sehingga baterai tidak mudah rusak dan juga untuk menghindari terjadinya overcharging dan overdischarging yang dapat merusak baterai.

2. Untuk melakukan charging baterai lithium ion 18650 yang dirangkai 3 seri 4 paralel digunakan modul sel surya sebagai sumber daya nya dan untuk melakukan pengecasan baterai dari kapasitas baterai 6,39% hingga 94,72% dibutuhkan waktu selama 6 jam dengan tegangan maksimum modul sel surya sebesar 20,89V dan minimum tegangan nya 18,72V selama 6 jam didapatkan charging sebesar 88,33% dengan rata rata perja nya mendapatkan charging sebesar 14,72% maka dibutuhkan waktu untuk melakukan charging dari 0% sampai 100% waktu sekitar 7 jam. Pada saat discharge baterai dihubungkan ke beban berupa air yang sudah dicampur abmix dengan kapasitas pada anoda 8 L dan 2 L pada katoda perbandingan abmix yang digunakan adalah 10 L air: 300ml abmix dan dilakukan elektrolisis selama 3 jam, dari hasil pengujian didapatkan data penurunan tegangan sebesar 0,48V dan kapasitas sebesar 13,33% maka dapat dirata ratakan terjadi penurunan kapasitas sebesar 4,44% per jam nyam aka dapat dihitung membutuhkan waktu selama 23 jam untuk melakukan discharge dari 100% sampai 0%.

## REFERENSI

- [1] D. Setiawan, H. Eteruddin, and L. Siswati, "Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Tanaman Hidroponik," *J. Tek.*, vol. 14, no. 2, pp. 208–215, 2020, doi: 10.31849/teknik.v14i2.5377.
- [2] T. Sebagai, T. Nutrisi, and P. Tanaman, "LAMPUNG," 2020.
- [3] S. D. W. I. Utari, F. Tarbiyah, D. A. N. Keguruan, U. I. Negeri, and R. I. Lampung, "PENGARUH WAKTU ELEKTROLISIS AIR MENGGUNAKAN PRODUKSI TANAMAN HIDROPONIK KANGKUNG ( *Ipomoea reptans* poir ) PRODUKSI TANAMAN HIDROPONIK KANGKUNG ( *Ipomoea reptans* poir )," 2018.
- [4] D. A. Sari and N. Ariska, "EFFECTIVENESS OF DOSAGE OF VARIOUS BIOFERTILIZER ON GROWTH AND Keywords : *Amaranthus tricolor* , Spinach variety , The type of fertilizer," vol. 24, no. 3, pp. 1348–1356, 2022.
- [5] A. Wachid and S. Rizal, "Respon pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) akibat pemberian naungan dan pupuk kandang," *J. Nabatia*, vol. 7, no. 2, pp. 87–96, 2019, doi: 10.21070/nabatia.v7i2.968.
- [6] N. P. J. Rangkuti, Mukarlina, and Rahmawati, "Pertumbuhan Bayam Merah ( *Amaranthus tricolor* L .) yang diberi Pupuk Kompos Kotoran Kambing dengan Dekomposer *Trichoderma harzianum*," *J. Protobiont*, vol. 6, no. 3, pp. 18–25, 2017.
- [7] Susilawati, *Dasar – Dasar Bertanam Secara Hidroponik*. 2019.
- [8] I. L. Fajari, A. Salsabila, and T. Tohir, "Rancang Bangun Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique ( NFT ) Sebagai Media Terobosan Penanaman Tanaman Menggunakan Wemos Mega + WiFi R3 Atmega2560," *Pros. 11th Ind. Res. Work. Natl. Semin. Bandung, 26-27 Agustus 2020*, pp. 26–27, 2020.
- [9] Y. MANULLANG, *STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN ELEKTRODE BESI (Fe), ALUMINIUM (Al), KARBON (C), DAN EMAS (Au) UNTUK MENURUNKAN KADAR AMONIA SECARA ELEKTROLISIS DI DALAM AIR SUNGAI/PARIT EMAS*. 2016.
- [10] M. Puspita, R. A. Laksono, and B. Syah, "Respon Pertumbuhan dan Hasil Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.) Akibat Populasi dan Konsentrasi AB Mix pada Hidroponik Rakit Apung," *Agritrop J. Ilmu-Ilmu Pertan. (Journal Agric. Sci.*, vol. 19, no. 2, pp. 130–145, 2021, doi:
- [11] Bayu Sagara Putra, Angga Rusdinar, and Ekki Kurniawan, "Desain dan implementasi sistem monitoring dan manajemen baterai mobil listrik" 2015.

[12] EKKI KURNIAWAN, Data analysis of Li-Ion and lead acid batteries discharge parameters with

Simulink-MATLAB. 2016.

