

RANCANG BANGUN PANEL SURYA 100 WP UNTUK SUMBER LISTRIK SMART HIDROPONIK DI PERUMAHAN PESONA CILEBUT 1

Raihan Agasta Kurniawan¹, Aripin Triyanto^{2*}, Woro Agus Nurtiyanto³, Juhana⁴

^{1,2,3,4}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang; Jl. Raya Puspitex No. 46, Buaran, Serpong, Tangerang Selatan, 15310

Received: 5 Maret 2025
Accepted: 27 Maret 2025
Published: 14 April 2025

Keywords:

Energi Baru Terbarukan;
Panel Surya;
Internet of Things;
Smart Hidroponik;
Baterai *Sealed-Lead-Acid*.

Correspondent Email:

dosen01315@unpam.ac.id

Abstrak. Perkembangan teknik penanaman secara hidroponik menjadi tren dalam dunia berkebun, salah satunya teknik *Deep Flow Technique* (DFT) yang memerlukan suplai pompa dan pemantauan *Total Dissolve Solid* (TDS) dan pH (*potensial of Hydrogen*) secara berkala. Dengan memanfaatkan Energi Baru Terbarukan (EBT) salah satunya yaitu panel surya dan penerapan *Internet of Things* (IoT) dapat mempermudah proses berkebun. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kelayakan panel surya dalam menyuplai daya bagi pompa air, sensor, dan mikrokontroler. Metode yang digunakan adalah pengujian eksperimental dengan mengukur daya yang dihasilkan panel surya, konsumsi daya *smart* hidroponik, serta daya tahan baterai. Perancangan panel surya 100 WP sebagai sumber listrik *smart* hidroponik di Perumahan Pesona Cilebut 1 menunjukkan bahwa sistem ini dapat memenuhi kebutuhan daya *smart* hidroponik sebesar 81,96 Wh/hari dengan panel surya menghasilkan daya rata-rata 36,14 W pada tanggal 7 – 9 Januari 2025 dalam cuaca bervariasi, sementara baterai *Sealed-Lead-Acid* 12 V 8 Ah mampu bertahan hingga 15 jam dari penuh (13,69 V) hingga habis (9,92 V) dan memerlukan 150 menit untuk pengisian dari 9,93 V hingga 13,92 V.

Abstract. The development of hydroponic planting techniques has become a trend in gardening, one of which is the *Deep Flow Technique* (DFT) that requires pump supply and periodic monitoring of *Total Dissolved Solids* (TDS) and pH (*Potential of Hydrogen*). By utilizing *Renewable Energy Sources* (RES), one of which is solar panels, and the application of the *Internet of Things* (IoT), the gardening process can be simplified. This study aims to analyze the feasibility of solar panels in supplying power to pumps, sensors, and microcontrollers. The method used is experimental testing by measuring the power generated by the solar panels, the power consumption of the smart hydroponic system, and the battery endurance. The design of a 100 WP solar panel as the power source for the smart hydroponic system in Perumahan Pesona Cilebut 1 shows that this system can meet the power needs of the smart hydroponic system, which is 81.96 Wh/day, with the solar panel generating an average power of 36.14 W on January 7–9, 2025, in varying weather conditions. Meanwhile, the *Sealed-Lead-Acid* 12 V 8 Ah battery can last up to 15 hours from full (13.69 V) to empty (9.92 V) and requires 150 minutes to charge from 9.93 V to 13.92 V.

1. PENDAHULUAN

Hidroponik semakin populer karena tidak memerlukan tanah atau lahan luas untuk menanam [1]. Namun, sebagian besar penerapannya masih mengandalkan tenaga

manual untuk memantau aliran air, nutrisi, dan pH [2].

Petani hidroponik umumnya menggunakan sumber listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN) untuk menunjang kegiatan berkebun,

seperti menyalakan pompa air, yang menyebabkan mereka harus mengeluarkan biaya lebih banyak untuk membayar tagihan listrik PLN [3]. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan secara langsung, seperti memastikan air terus mengalir, ketepatan pemberian nutrisi, dan kadar pH pada air, agar hasil panen tidak terganggu dan tetap maksimal [4].

Selain PLN, sumber listrik alternatif seperti panel surya dapat digunakan, yang memungkinkan petani untuk menghindari biaya tagihan listrik dan menghemat modal [3].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hidroponik

Beragam teknik hidroponik, salah satunya DFT (*Deep Flow Technique*), tidak mengharuskan air mengalir selama 24 jam, melainkan hanya pada periode tertentu untuk sirkulasi, memanfaatkan genangan air pada pipa untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman [5].

Proses penanaman memerlukan pemberian nutrisi AB Mix, yang terdiri dari nutrisi A (kalium nitrat dan zat besi) dan nutrisi B (kalium di-hidro fosfat, ammonium sulfat, seng sulfat, dan lainnya), yang perlu dilarutkan dalam media air dengan nilai TDS (*Total Dissolved Solid*) yang diukur dalam PPM (*Parts Per Million*). Pengukuran TDS dan pengawasan kadar pH sangat penting, karena setiap tanaman memiliki target PPM dan pH tertentu untuk tumbuh dengan sehat [6].

Tabel 1 Nama tanaman beserta kadar pH dan PPM yang direkomendasikan.

Nama Tanaman	pH	PPM
Pakcoy	7,0	1050 – 1400
Sawi Manis	5,5 – 6,5	1050 – 1400
Sawi Pahit	6,0 – 6,5	840 – 1680
Kangkung	5,5 – 6,5	1050 – 1400
Selada	6,0 – 7,0	560 – 840
Seledri	6,5	1260 – 1680

Sumber: (Susilawati, 2019)

Salah satu tanaman yang cocok digunakan pada sistem DFT adalah pakcoy. Nutrisi AB Mix dengan kepekatan 1050 PPM hingga 1400 PPM dan pH dengan nilai 7,0 bisa memberikan pertumbuhan pakcoy cukup baik [7].

2.2. Energi Baru Terbarukan

Kebutuhan listrik global semakin penting, namun tidak semua energi yang dihasilkan bersih. Dibutuhkan energi terbarukan yang

lebih baik [8]. Energi Baru Terbarukan (EBT) adalah energi ramah lingkungan yang berasal dari alam, seperti cahaya matahari, angin, air, dan *geothermal*, yang tidak merusak iklim atau memperburuk pemanasan global. Salah satu penerapannya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang menggunakan cahaya matahari [9].

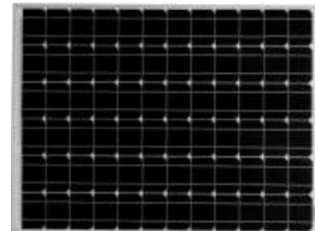
2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Panel surya (Photovoltaic/PV) adalah sumber energi terbarukan yang mengubah cahaya matahari menjadi listrik, dan dapat mencegah pemadaman listrik, terutama jika diterapkan pada hidroponik dengan teknik DFT [10]. Cara kerjanya berdasarkan prinsip fotovoltaiik, di mana cahaya matahari menghasilkan energi foton yang diserap oleh elektron pada sambungan p-n, sehingga elektron mengalir dan menghasilkan arus listrik yang dialirkan melalui kabel [11].

2.3.1. Komponen Panel Surya

1. Photovoltaic

PLTS adalah sistem sel surya yang dirancang untuk menyerap sinar matahari, menghasilkan listrik melalui pergerakan elektron positif dan negatif. Jenis-jenis PV yang ada meliputi *Monocrystalline*, *Polycrystalline*, *Amorphous Silicon*, dan *Hybrid Silicon PV Module* [12].



Gambar 1 Modul Photovoltaic.

2. Solar Charger Controller

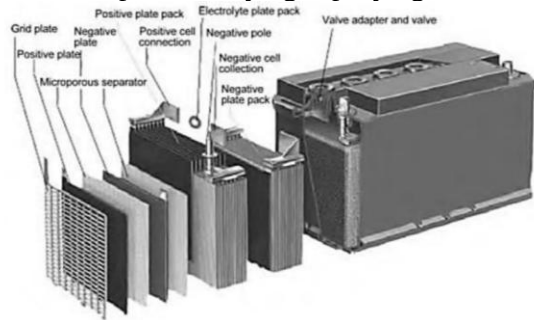
SCC (*Solar Charger Controller*) adalah komponen PLTS yang mengatur arus DC antara baterai dan beban, mencegah *overcharging* dan *overload*, karena panel surya 12V umumnya menghasilkan *output* 16-21 Volt yang dapat merusak baterai tanpa SCC [10].



Gambar 2 Solar Charger Controller.

3. Baterai

Accumulator (Aki) adalah perangkat untuk menyimpan arus listrik dari panel surya sebelum digunakan pada beban [13]. Salah satu jenis baterai yang tersedia adalah SLA (*Sealed-Lead-Acid*), memiliki kelebihan harga terjangkau dan tersedia dalam berbagai ukuran. Namun, kekurangannya termasuk waktu pengisian yang lama, dimensi berat, dan kebutuhan perawatan jangka panjang [14].



Gambar 3 Konstruksi baterai *Sealed-Lead-Acid* (SLA).

2.3.2. Kelebihan dan Kekurangan Panel Surya

Kelebihan panel surya adalah sumber energi matahari yang tidak terbatas, gratis, dan bebas polusi. Kekurangannya biaya pembangunan yang mahal dan ketergantungan pada cuaca, yang dapat mengurangi tegangan di wilayah dengan cahaya terbatas [15].

2.4. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah konsep objek yang dapat mengirimkan data melalui jaringan dan memerlukan perintah dari manusia ke manusia atau perangkat. IoT berkembang dengan adanya teknologi nirkabel, MEMS, dan internet [16].

2.4.1. Sensor

Sensor berfungsi untuk menerima dan mengoleksi data yang akan ditampilkan. Beragam jenis sensor, seperti sensor pH untuk mengukur kandungan air dan sensor TDS untuk mengukur kepekatan air, tersedia [17].



Gambar 4 Sensor yang digunakan;
a) TDS meter, b) pH meter.

Berikut ini merupakan spesifikasi tegangan dan arus kerja dari sensor TDS maupun sensor pH yang digunakan.

Tabel 2 Datasheet Sensor TDS Meter V1.0.

Hardware Items	Specification
Input Voltage	DC 3,3 ~ 5V
Output Voltage	DC 0 ~ 2,3V
Working Current	3 ~ 6mA
TDS Measurement Accuracy	± 10% F.S. (25°)

Tabel 3 Datasheet Sensor pH-4502C.

Hardware Items	Specification
Operation Voltage	DC 5V ± 0,2V
Working Current	5 ~ 10mA
Detectable Concentration Range	pH 0 – 14
Modul Size	42mm x 32mm x 20mm

Diketahui sensor TDS dan pH perlu daya sebesar 0,03 Watt dan 0,05 Watt.

2.4.2. CPU

Perangkat utama dari IoT adalah *Central Processing Unit*. Perangkat ini berfungsi untuk menerima data dan mengolah data dari sensor dan menentukan tindakan selanjutnya setelah data tersebut diolah. Contoh perangkat CPU yang umum digunakan adalah Arduino, ESP32 atau pun Raspberry Pi [16].

Penelitian kali ini, penulis menggunakan ESP32 berjenis WROOM-32 dengan berjumlah 30 pin. Berikut ini merupakan datasheet dari ESP32-WROOM-32.

Tabel 4 Datasheet ESP32-WROOM-32

Hardware Items	Specification
Modul Interface	UART, SDIO, SPI, LED PWM, Motor PWM, I2C, I2S, pulse counter, GPIO, IR, capacitive touch sensor, ADC, Two-Wire Automotive Interface (TWAI®), DAC, compatible with ISO11898-1 (CAN Specification 2.0), SD card
Integrated crystal	40 MHz crystal
Integrated SPI flash	4 MB
Operating voltage/Power supply	3.0 V ~ 3.6 V
Operating current	Average: 80 mA
Package size	18 mm × 25.5 mm × 3.10 mm
Recommended operating ambient temperature range	−40 °C ~ +85 °C

Sumber: (Espressif Systems, 2023)

Dari *datasheet*, dapat disimpulkan bahwa tegangan dan arus kerja ESP32 adalah 3,0-3,6V dan 80mA, yang menunjukkan bahwa konsumsi daya ESP32-WROOM-32 hanya sebesar 0,26W.

2.4.3. Sistem Operasi

Perangkat IoT memerlukan sistem operasi untuk memprogram komponen agar dapat menjalankan perintah, yang menjadi nyawa dari modul dan perangkat IoT [17]. Salah satu *platform* sistem operasi yang tersedia adalah *Blynk App*, yang membantu pemantauan dan pengendalian perangkat melalui aplikasi Android [18].

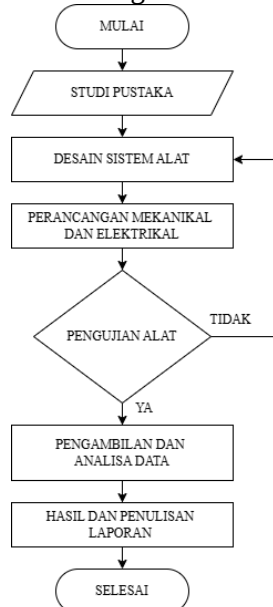
2.4.4. Jalur Komunikasi

Setelah sensor menerima data dan CPU mengolahnya, komponen IoT membutuhkan jalur komunikasi untuk mengirimkan data ke pengguna atau server pusat. Media komunikasi yang digunakan bisa berupa Bluetooth, Wi-Fi, atau internet untuk jangkauan lebih luas tanpa batasan waktu dan ruang [17].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

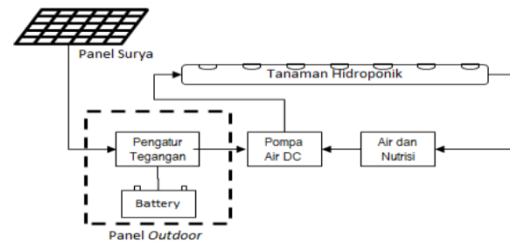
Berikut ini merupakan *flowchart* yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut.



Gambar 5 Flowchart proses penelitian.

3.2. Blok Diagram

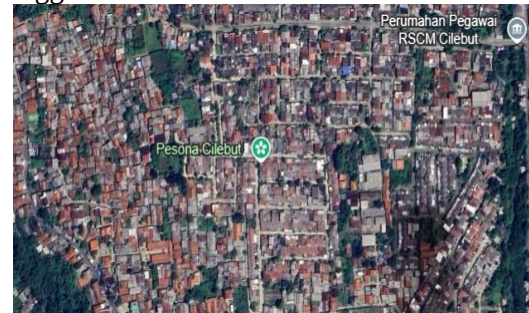
Perancangan keseluruhan pada sistem akan digambarkan dalam blok diagram pada gambar dibawah ini.



Gambar 6 Rangkaian panel surya untuk hidroponik.

3.3. Lokasi Penelitian

Pada pengujian kali ini dilakukan di Perumahan Pesona Cilebut 1, Blok G1/37, Cilebut Barat, Kecamatan Sukaraja, Kabupaten Bogor, Jawa Barat pada tanggal 7 Januari 2024 hingga 9 Januari 2024.



Gambar 7 Lokasi penelitian berada di Perumahan Pesona Cilebut 1.

3.4. Alat dan Bahan

Berikut ini merupakan rincian alat, bahan dan spesifikasi yang diperlukan.

Tabel 5 Alat yang digunakan.

Nama Alat	Qty	Fungsi
Obeng	1	Untuk memasang dan melepas baut
Multimeter	1	Untuk mengukur tegangan pada rangkaian
Tang Potong	1	Untuk memotong dan mengupas kabel
Tang Crimping	1	Sebagai skun pada kabel-kabel yang digunakan
Solder	1	Untuk menyambung kabel pada perangkat
Bor	1	Untuk melubangi panel dan benda lainnya
Gerinda	1	Untuk memotong/menghaluskan benda
Trafo Las	1	Untuk menyambung besi hollow
Meteran	1	Untuk pengukuran panjang benda
Lem	1	Untuk merekatkan dan menyambung benda
Multimeter	1	Untuk melakukan pengukuran Voltase pada baterai
Wattmeter DC	1	Untuk melakukan pengukuran tegangan DC, arus dan daya

Tabel 6 Datasheet Multimeter XL830-L.

General	Specification
Maximum Voltage between Terminals and Earth Ground	1000VDC or 700VAC
Power	9V Battery, NEDA 1604 or 6F22
Display	LCD, 1999 counts, updates 2-3/sec.
Measuring Method	Dual-slope integration A/D converter
Size	31,5 mm x 91 mm x 189 mm
Weight	Approx. 280g.
DC Voltage	$\pm (0,8\% + 3 - 4)$
AC Voltage	$\pm (0,8\% - 1,2\% + 3)$

Tabel 7 Datasheet Wattmeter DC (Max. 150A)

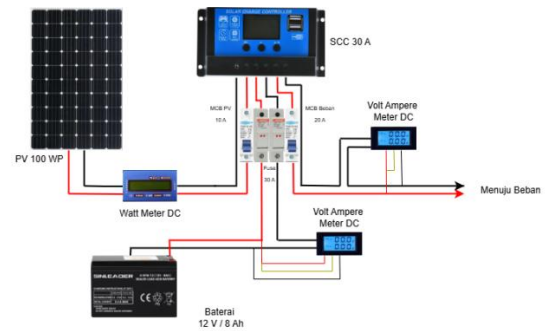
General	Specifications
Operates Voltage	4,8 – 60V
Display	LCD Display 16x2 with backlight
Voltage Measures	0 – 60V ($\pm 0,01V$)
Current Measures	0 – 150A ($\pm 0,01A$)
Power Measures	0 – 6554W ($\pm 0,1A$)
Ampere Hour Measure	0 – 65 Ah ($\pm 0,001Ah$)
Watt Hour Measures	0 – 6554 ($\pm 0,01Wh$)

Tabel 8 Bahan yang diperlukan.

Nama	Qty	Spesifikasi
Photovoltaic	1 unit	Polycrystalline 100 WP
SCC	1 unit	12V/24V 30A
Baterai	1 unit	12V 8Ah
MCB DC	2 pcs	125V, 10A dan 20A, 1P
Fuse Keramik	2 pcs	32A 10x38mm
Fuse Holder	2 pcs	RT18-32 10x38mm
Watt Meter DC	1 unit	Max. 60V/150A
Volt-Ampere Meter	2 unit	Max. 100V/10A
Terminal Pin	2 pcs	Max. 600V/25A 3P
Konektor Kabel	3 pcs	Wago PCT 2-2, Max. 250V/32A
Konektor MC4	4 pcs	Max. 1000V
Kabel PV	2 m	PV1-F 2x4mm ² Max. 1000V/35A
Skun Y 2-4	16 pcs	SVD 2-4, kabel 1,25 - 2,5mm
Skun Y 1.25-3.5	6 pcs	SYD 1.25-3.5, kabel 0,25 - 1,25mm
Skun Tusuk 2-14	6 pcs	DBV 2-14, kabel 1.5-2,5mm
Din Rail	20 cm	Lebar = 3,5cm
Besi Hollow	6 m	3cm x 3cm
Kayu/Triplek	1 pcs	2m x 1m

3.5. Wiring Panel Surya Sebagai Sumber Listrik Hidroponik

Berikut ini merupakan wiring panel surya tersebut.


Gambar 8 Wiring panel surya menuju smart hydroponic.

Tegangan dari PV yang bersumber dari cahaya matahari diukur oleh Watt Meter, diproteksi oleh MCB, dan masuk SCC. Jalur menuju baterai diukur dengan Volt-Ampere meter dan dilindungi Fuse. Jalur SCC ke beban diamankan oleh MCB dan diukur dengan Volt-Ampere Meter. Beban terbagi untuk mikrokontroler, pompa DC, dan pompa peristaltik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Panel Surya untuk Sumber Smart Hidroponik

Pembuatan rancangan panel surya dan hidroponik diawali dengan membuat desain, kemudian diperlukan juga perhitungan terhadap kerangka dasar panel surya yang sesuai dan akurat.


Gambar 9 Proses design 3D PLTS dengan aplikasi Prisma3D.

Hasil design tersebut kemudian menjadi acuan sebagai gambaran kerangka PLTS.


Gambar 10 Panel yang sudah mulai terbentuk wujudnya.

4.2 Total Beban Harian, Spesifikasi Panel Surya dan Baterai yang Perlu Digunakan

Menghitung total beban selama 1 hari, menentukan spesifikasi panel surya, baterai, dan SCC yang diperlukan, harus mengetahui konsumsi daya masing-masing komponen. Berikut adalah proses perhitungannya.

4.2.1 Total Beban pada Rangkaian Smart Hidroponik

Persamaan untuk melakukan perhitungan total daya yang dibutuhkan dalam waktu satu hari adalah sebagai berikut.

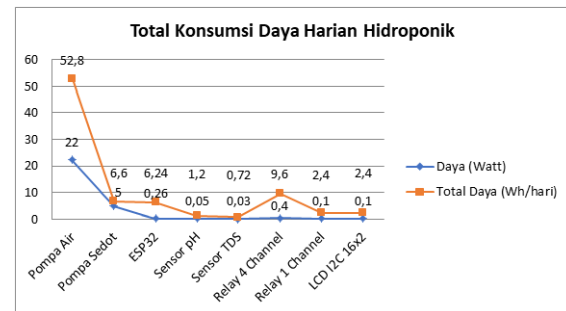
$$E_{\text{total}} \left(\frac{\text{Wh}}{\text{hari}} \right) = P_{\text{komponen}} \times \text{jumlah} \times \text{lama bekerja}$$

Berikut ini merupakan detail perhitungan total kebutuhan daya harian *smart* hidroponik dengan menggunakan persamaan diatas.

Tabel 9 Tabel Perhitungan Total Kebutuhan Daya Harian.

Nama Komponen	Daya (Watt)	Jumlah (unit)	Durasi Aktif (jam/hari)	Total Daya (Wh/hari)
Pompa Air DC	22	1	2,4	52,8
Pompa Sedot DC	5	4	0,33	6,6
ESP32	0,26	1	24	6,24
Sensor pH	0,05	1	24	1,2
Sensor TDS	0,03	1	24	0,72
Relay 4 Channel	0,4	1	24	9,6
Relay 1 Channel	0,1	1	24	2,4
LCD I2C 16x2	0,1	1	24	2,4
Total				81,96

Total daya yang diperlukan sebesar 81,96 Wh/hari. Perhitungan ini bergantung terhadap penggunaan pompa sedot DC yang tidak selalu digunakan dalam periode 1 hari, dikarenakan tanaman hidroponik hanya perlu menyesuaikan kadar pH atau Nutrisi AB Mix dalam jangka waktu 2-3 hari.



Gambar 8 Grafik konsumsi daya harian pada *smarthydroponic*.

Pada gambar 4.3, grafik yang menunjukan konsumsi daya harian tertinggi oleh pompa air DC 22 Watt.

4.2.1 Daya Panel Surya yang Dibutuhkan

Total kebutuhan daya harian sebesar 81,96 Wh/hari dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$P_{\text{panel}} = \frac{E_{\text{total}}}{\text{Waktu efektif matahari} \times \text{efisiensi sistem}}$$

Maka dapat dijabarkan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{81,96 \frac{\text{Wh}}{\text{hari}}}{5 \text{ jam} \times 0,7} = 23,4 \text{ W} \approx 30 \text{ W}$$

Dengan demikian, kebutuhan daya sistem hidroponik dapat dipenuhi oleh panel surya 30 WP. Namun, untuk hasil yang lebih optimal, disarankan menggunakan panel surya dengan kapasitas lebih besar.

4.2.2 Kapasitas Baterai yang Dibutuhkan

Umumnya, baterai memiliki efisiensi sekitar 70%. Menggunakan baterai 12V, kapasitas yang dibutuhkan dapat dihitung sebagai berikut.

$$\frac{81,96 \frac{\text{Wh}}{\text{hari}} \times 1 \text{ hari}}{0,7 \times 12 \text{ V}} = 9,7 \text{ Ah}$$

Dengan demikian, smart hidroponik memerlukan baterai dengan spesifikasi minimal 12V 9,7Ah agar sistem dapat beroperasi selama 1 hari tanpa sinar matahari. Namun, karena keterbatasan bahan pada penelitian ini, baterai yang dipasang hanya berkapasitas 8Ah.



Gambar 9 Baterai yang digunakan bermerk Motoled jenis 12V SLA 8Ah.

4.2.3 Spesifikasi Solar Charger Controller yang Disarankan

Persamaan untuk mengetahui spesifikasi SCC yang disarankan sebagai berikut.

$$I_{SCC} = \frac{P_{panel} \times N_{panel}}{V_{sistem}}$$

Kapasitas panel yang digunakan adalah 100 WP sebanyak 1 unit, dan sistem beroperasi pada tegangan 12 Volt. Berdasarkan persamaan di atas, perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$\frac{100 \text{ WP} \times 1 \text{ unit}}{12} = 8,3 \text{ A} \approx 10 \text{ A}$$

Dapat diketahui bahwa penggunaan SCC yang aman pada 10 A, Pada penelitian kali ini spesifikasi *solar charger controller* yang digunakan adalah 30 A.



Gambar 10 Menggunakan *charger controller* dengan arus maksimal 30A.

4.3 Pengujian dan Pengukuran Hasil Total Daya Panel Surya

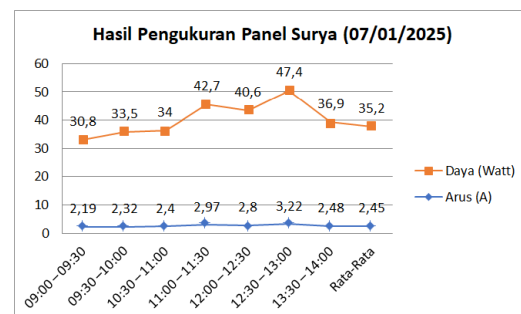
Proses pengukuran dimulai sejak pukul 09.00 hingga pukul 14.00 WIB pada tanggal 7 Januari 2025 dengan keadaan cuaca cerah berawan. Didapati hasil total daya yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

Tabel 10 Tabel pengukuran voltase, arus dan daya pada tanggal 07/01/2025.

Pukul (WIB)	Voltase (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
09:00 – 09:30	14,05	2,19	30,8
09:30 – 10:00	14,43	2,32	33,5
10:00 – 10:30	13,71	1,85	25,3
10:30 – 11:00	14,17	2,40	34,0

11:00 – 11:30	14,38	2,97	42,7
11:30 – 12:00	14,08	2,18	30,7
12:00 – 12:30	14,49	2,80	40,6
12:30 – 13:00	14,72	3,22	47,4
13:00 – 13:30	14,80	2,12	31,4
13:30 – 14:00	14,89	2,48	36,9
Rata-Rata	14,37	2,45	35,2

Berdasarkan tabel 10, dapat disimpulkan bahwa tegangan rata-rata yang dihasilkan PV pada tanggal 7 Januari 2025, didapati angka 14,37V. Kemudian arus rerata yang dihasilkan yaitu 2,45A, dan daya rata-rata sejak pukul 09:00-14:00 WIB mendapatkan 35,2W.



Gambar 11 Grafik tegangan, arus dan daya pada PV (07/01/2025).

Pada gambar 11, dari grafik dapat disimpulkan bahwa puncak daya yang dihasilkan sebesar 47,4 Watt pada pukul 12:30-13:00 WIB pada saat mahari berada di puncak dengan arus terbesar berada di 3,22A.

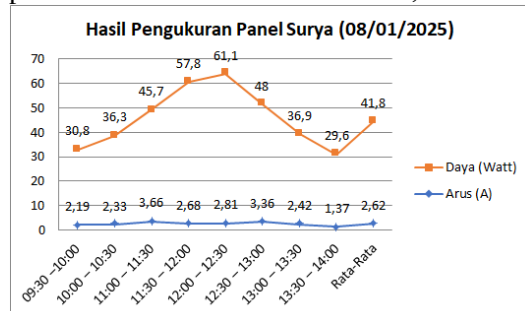
Penelitian berikutnya dilakukan pada tanggal 8 Januari 2025, dimulai dari pukul 09:00-14:00 WIB. Berikut data yang diambil.

Tabel 11 Tabel pengukuran voltase, arus, dan daya pada tanggal 08/01/2025.

Pukul (WIB)	Voltase (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
09:00 – 09:30	11,90	2,9	34,5
09:30 – 10:00	14,05	2,19	30,8
10:00 – 10:30	15,58	2,33	36,3
10:30 – 11:00	15,03	2,53	38,0
11:00 – 11:30	12,50	3,66	45,7
11:30 – 12:00	21,58	2,68	57,8
12:00 – 12:30	21,74	2,81	61,1

12:30 – 13:00	14,29	3,36	48,0
13:00 – 13:30	15,28	2,42	36,9
13:30 – 14:00	21,58	1,37	29,6
Rata-Rata	16,35	2,62	41,8

Pada Tabel 11, dapat disimpulkan bahwa pada tanggal 8 Januari 2025, rata-rata tegangan yang dihasilkan oleh panel surya (PV) adalah 16,35V. Arus rata-rata yang dihasilkan sebesar 2,62A, dan daya rata-rata yang tercatat antara pukul 09:00-14:00 WIB adalah 41,8W.



Gambar 13 Grafik tegangan, arus dan daya pada PV (08/01/2025).

Ditarik kesimpulan ketika tanggal 8 Januari 2024, cuaca relatif cerah sehingga daya tertinggi yang dihasilkan PV pada pukul 12:00-12:30 WIB meningkat menjadi 61,1W. Arus menjadi lebih tinggi dibanding hari sebelumnya, yaitu dengan nilai 2,81A.



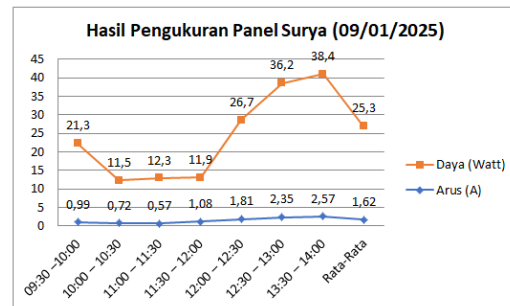
Gambar 13 Puncak pengukuran menunjukkan 61,0W (08/01/2025).

Percobaan berikutnya dilakukan pada hari berikutnya.

Tabel 12 Tabel pengukuran voltase, arus dan daya pada tanggal 09/01/2025.

Pukul (WIB)	Voltase (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
09:00 – 09:30	15,14	2,49	37,7
09:30 – 10:00	21,51	0,99	21,3
10:00 – 10:30	15,95	0,72	11,5
10:30 – 11:00	10,98	1,09	12,0
11:00 – 11:30	21,6	0,57	12,3
11:30 – 12:00	10,98	1,08	11,9
12:00 – 12:30	14,76	1,81	26,7
12:30 – 13:00	15,42	2,35	36,2
13:00 – 13:30	15,05	2,53	38,1
13:30 – 14:00	14,95	2,57	38,4
Rata-Rata	15,63	1,62	25,3

Dari tabel 12, rerata voltase dan arus yang dihasilkan PV sebesar 15,63V dan 1,62A dan daya yang dihasilkan hanya sebesar 25,3W.



Gambar 14 Grafik tegangan, arus dan daya pada PV (09/01/2025).

Puncak daya terjadi pada pukul 13:30-14:00 WIB dapat menghasilkan daya sebesar 38,4W.

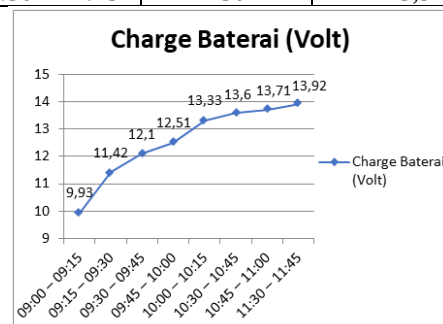
Berdasarkan tiga hari percobaan, disimpulkan rerata daya yang dihasilkan oleh PV selama 3 hari adalah 36,14W.

4.4 Analisa Pengisian Baterai Ketika Tanpa Beban

Pengukuran baterai dilakukan pada tanggal 7 Januari 2024 dari pukul 09:00 WIB hingga pukul 11:45 WIB. Diketahui hasil tegangan yang dikeluarkan adalah sebagai berikut.

Tabel 13 Data pengisian baterai *seal-lead-acid* dengan kapasitas 8Ah.

Pukul (WIB)	Life Time (Menit)	Charge Baterai (Volt)
09:00 – 09:15	15	9,93
09:15 – 09:30	30	11,42
09:30 – 09:45	45	12,10
09:45 – 10:00	60	12,51
10:00 – 10:15	75	13,33
10:15 – 10:30	90	13,47
10:30 – 10:45	105	13,60
10:45 – 11:00	120	13,71
11:15 – 11:30	135	13,83
11:30 – 11:45	150	13,92



Gambar 16 Grafik proses charging baterai SLA 12V 8Ah.

Dapat disimpulkan pengisian baterai pada tanggal 7 Januari 2024 dari 9,93V (habis atau 0%) hingga 13,92V (penuh atau 100%) membutuhkan durasi pengisian selama 150 menit (2 jam 30 menit) dimulai pukul 09:00 hingga 11:45 WIB.



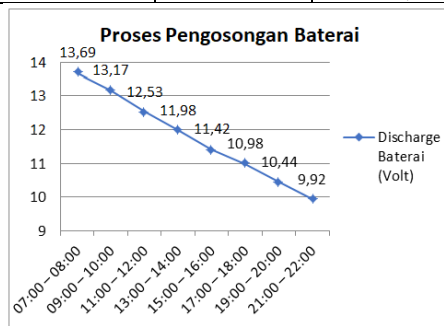
Gambar 17 Hasil akhir pengukuran *charging* baterai menunjukkan 13,92V.

4.5 Analisa Pengosongan Baterai dengan Beban

Proses pengosongan ini dilakukan dengan cara memutus tegangan yang dihasilkan oleh PV menuju baterai dengan hasil dibawah ini.

Tabel 14 Pengosongan Baterai SLA 12V 8Ah

Pukul (WIB)	Life Time (Menit)	Discharge Baterai (Volt)
07:00 – 08:00	60	13,69
08:00 – 09:00	120	13,33
09:00 – 10:00	180	13,17
10:00 – 11:00	240	12,96
11:00 – 12:00	300	12,53
12:00 – 13:00	360	12,22
13:00 – 14:00	420	11,98
14:00 – 15:00	480	11,74
15:00 – 16:00	540	11,42
16:00 – 17:00	600	11,19
17:00 – 18:00	660	10,98
18:00 – 19:00	720	10,69
19:00 – 20:00	780	10,44
20:00 – 21:00	840	10,18
21:00 – 22:00	900	9,92



Gambar 19 Grafik proses *discharge* baterai dengan beban Smart Hidroponik.

Berdasarkan tabel, disimpulkan bahwa baterai dapat menyuplai hidroponik selama 900 menit (15 jam) tanpa *supply* dari PLTS

dengan tegangan awal pengujian adalah 13,69V dan berakhir pada 9,92V.



Gambar 18 Akhir pengukuran baterai hingga habis menampilkan 9,92V.

Dengan daya tahan baterai selama 15 jam, baterai mampu menyuplai daya apabila ketika malam hari. Konsumsi daya yang dibutuhkan Smart Hidroponik ini tidak terlalu besar. Semakin besar kapasitas baterai, semakin kuat daya tahannya untuk menyuplai ke hidroponik.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Perancangan panel surya 100 WP sebagai sumber listrik untuk smart hidroponik di Perumahan Pesona Cilebut 1 berjalan sesuai rencana, total daya harian sebesar 81,96 Wh/hari yang dapat dipenuhi oleh panel surya tersebut, terutama saat cuaca cerah. Pengujian menunjukkan bahwa panel surya menghasilkan daya rata-rata 36,14W pada cuaca bervariasi antara 7 hingga 9 Januari 2025, pukul 09.00-14.00 WIB. Baterai Seal-Lead-Acid 12V8Ah dapat menopang beban harian selama 15 jam, dengan waktu pengisian dari 0% hingga 100% memakan waktu sekitar 2,5 jam.

5.2 Saran

PLTS adalah energi terbarukan yang dapat mengurangi emisi gas buang pembangkit konvensional. Untuk meningkatkan kinerja, disarankan meningkatkan kapasitas baterai lebih dari 8Ah untuk mendukung suplai hidroponik IoT, terutama saat cuaca buruk. Perawatan rutin pada panel surya, baterai, SCC, dan komponen IoT juga penting agar sistem tetap optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Aripin Triyanto atas bantuan, masukan, dan sarannya, serta kepada rekan-rekan mahasiswa Universitas Pamulang, terutama Andoyo Sudarman dan Annas Arrashid, yang telah membantu dalam perancangan alat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiawan, D., Eteruddin, H., & Siswati, L. (2020). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Tanaman Hidroponik. *JURNAL TEKNIK*, 14(2), 208–215. <https://doi.org/10.31849/teknik.v14i2.5377>
- [2] Muhammad Hurairah, Ardian Eza Pratama, & Eliza. (2024). Otomasi Sistem Hidroponik Berbasis Mikrokontroler ESP32. *Jurnal Surya Energy*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.32502/jse.v9i1.172>
- [3] Tiya Puspita, Yus Rama Denny, & Ilham Akbar Darmawan. (2023). Pres (Photovoltaic Renewable Energy Resources): Rancang Bangun Esp Berbasis Modul Surya 50 WP Pada Sistem Hidroponik DFT (Deep Flow Technique). *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman*, 2(2), 01–14. <https://doi.org/10.55606/jurrit.v2i2.1770>
- [4] Zainul Falah, M., Tri Handoko, W., Iskandar Syah, A., Zakiyatul Azizah, F., Gumilar, L., Syaikhoni Aziz, F., & Studi Teknik Elektro, P. (2023). IMPLEMENTATION OF SMART FARMING BASED SOLAR CELL SYSTEM IN HYDROPONIC IN THE AGRICULTURAL AREA OF BLITAR VILLAGE. *Communnity Development Journal*, 4, 7015–7020.
- [5] Cahyaningtyas, A. P. (2020). Perbandingan antara kendali pid dengan fuzzy pada pengendalian ph larutan nutrisi sistem hidroponik netode nft (nutrient film technique). *Jurnal Teknik Elektro*, 9(3), 791–801.
- [6] Nandika, R., & Amrina, E. (2021). (INTERNET of THINGS (IoT)-BASED HYDROPONIC SYSTEMS) SISTEM HIDROPONIK BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT). *Sigma Teknika*, 4(1), 1–8.
- [7] Gustaman, D. (2022). Pengaruh Nutrisi AB Mix terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (Brassica Rapa L) dalam Sistem Hidroponik. *Fakultas Pertanian*, 1(1), 30–35.
- [8] Nurjaman, H. B., & Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga. *Jurnal Edukasi Elektro*, 6(2), 136–142. <https://doi.org/10.21831/jee.v6i2.51617>
- [9] Diantari, R. A., Darmana, T., Zaenal, Z., Hidayat, S., Jumiaty, J., Soewono, S., & Indradjaja, I. M. (2019). Sosialisasi Energi Baru Terbarukan dan Lingkungan Hidup Untuk Masyarakat Desa Sukawali KAB. Tangerang, Banten. *Terang*, 2(1), 53–59. <https://doi.org/10.33322/terang.v2i1.538>
- [10] Mungkin, M., Satria, H., Yanti, J., Turnip, G. B. A., & Suwarno, S. (2020). Perancangan Sistem Pemantauan Panel Surya Polycrystalline Menggunakan Teknologi Web Firebase Berbasis IoT. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 3(2), 319–327. <https://doi.org/10.31539/intecom.v3i2.1861>
- [11] Widiawati, N. W. G., Wiryajati, I. K., & Setiawan, I. N. W. (2025). MODELING DAN IMPLEMENTASI PANEL SURYA PADA. *JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, 13(1), 162–170.
- [12] Syarifuddin, M. (2023). *Kendali Posisi Pid Pada Panel Surya Single Axis*. 10(5), 3974–3976.
- [13] Usman, M. (2020). ANALISIS INTENSITAS CAHAYA TERHADAP ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN PANEL SURYA. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52–57. <https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2047>
- [14] Nur, R., & Barry, Ak. (2024). OPTIMALISASI WAKTU PENGISIAN DENGAN SMART DUAL CHARGER PLUG AND PLAY PADA KENDARAAN LISTRIK BERTENAGAKAN BATERAI SLA/VRLA. *Polteknik Negeri Banjarmasin*, 6(2), 193–204. <https://doi.org/10.20527/jtamrotary.v7i>
- [15] Hidayat, T. N., & Sutrisno, S. (2021). Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10Wp, 20Wp, Dan 30Wp. *Jurnal Crankshaft*, 4(2), 9–18. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v4i2.6013>
- [16] Assa, F. B., Rumagit, A. M., & Najoran, M. E. L. (2022). Internet of Things-Based Hydroponic System Monitoring Design Perancangan Monitoring Sistem Hidroponik Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Informatika*, 17(1), 129–138.
- [17] Fachrun Nisa, & Nurul Chafid. (2022). PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING RUANG SERVER DI PT. MACROSENTRA NIAGA BOGA. *JURNAL SATYA INFORMATIKA*, 6(01), 22–37. <https://doi.org/10.59134/jsk.v6i01.36>
- [18] Ade, B., & Yudi, R. (2021). Pengontrolan Alat Elektronik Menggunakan Modul NODEMCU ESP8266 Dengan Aplikasi Blynk Berbasis IOT. *EProsiding Teknik Informatika (PROTEKTIF)*, 2(1), 68–74.
- [19] Susilawati. (2019). *Dasar – Dasar Bertanam Secara Hidroponik* (1st ed.). Unsri Press.
- [20] Espressif Systems. (2023). ESP32--WROOM--32. *Espressif*. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf