E-ISSN : 2988-1986
Saintek
https://ejournal.warunayama.org/kohesi

Kohesi: Jurnal Multidisiplin

Volume 10 No 5 Tahun 2025

RANCANG BANGUN TEMPAT SAMPAH PINTAR BERTENAGA SOLAR SEL BERBASIS ARDUINO DAN IoT

Yakaria Unun Sadewa[1], Ayu Fitriani[2], Syafriwel[3], Jhoni Hidayat[4], Nurmahendra Harahap[5]
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tjut Nyak Dhien

E-mail: ununsadewa@gmail.com

Abstrak: Ketergantungan terhadap energi fosil yang semakin menipis mendorong pemanfaatan energi terbarukan, salah satunya energi surya. Penelitian ini bertujuan merancang sistem tempat sampah pintar yang ramah lingkungan, beroperasi secara otomatis, dan dipantau secara real-time melalui Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan panel surya 60 WP sebagai sumber energi utama, disimpan dalam baterai 12V/12Ah melalui solar charge controller (SCC) untuk mencegah overcharging. Mikrokontroler Arduino Mega bertindak sebagai otak sistem, mengendalikan motor servo untuk membuka-tutup tutup tempat sampah berdasarkan deteksi sensor ultrasonik. Selain itu, modul ESP8266 digunakan untuk mengirimkan notifikasi ke Telegram ketika kapasitas sampah mencapai 70%. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu beroperasi stabil dengan tegangan 12V, menghasilkan energi rata-rata 171,09 Wh/hari dari panel surya, dan notifikasi IoT berfungsi akurat. Namun, baterai hanya mampu mendukung operasional selama ±16 jam, sehingga disarankan peningkatan kapasitas baterai menjadi minimal 12V/30Ah untuk operasional 24 jam penuh. Sistem ini menjadi solusi inovatif dalam pengelolaan sampah berbasis teknologi dan energi terbarukan.
Kata Kunci: *Energi Terbarukan, Solar Cell, Tempat Sampah Pintar, Arduino Mega, IoT, Telegram Bot*

***Abstract*:** *The increasing scarcity of fossil fuels drives the utilization of renewable energy, particularly solar energy. This study aims to design an environmentally friendly smart trash bin system that operates automatically and is monitored in real-time via the Internet of Things (IoT). The system employs a 60 WP solar panel as the primary energy source, stored in a 12V/12Ah battery through a solar charge controller (SCC) to prevent overcharging. The Arduino Mega microcontroller serves as the system's brain, controlling servo motors to open and close the bin lid based on ultrasonic sensor detection. Additionally, the ESP8266 module sends notifications to Telegram when trash capacity reaches 70%. Testing results demonstrate that the system operates stably at 12V, generates an average of 171.09 Wh/day from the solar panel, and the IoT notification functions accurately. However, the battery only supports approximately 16 hours of operation, suggesting an upgrade to at least 12V/30Ah for full 24-hour functionality. This system presents an innovative solution for technology and renewable energy-based waste management.*

Keywords: *Renewable Energy, Solar Cell, Smart Trash Bin, Arduino Mega, IoT, Telegram Bot*

Article History
Received: Oktober 2025
Reviewed: Oktober 2025
Published: Oktober 2025

Plagiarism Checker No 761
Prefix DOI : Prefix DOI : 10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

1. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman dan kemajuan teknologi telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Inovasi teknologi terus bermunculan dengan tujuan utama untuk mempermudah aktivitas sehari-hari, meningkatkan efisiensi, dan menciptakan solusi terhadap berbagai permasalahan sosial dan lingkungan. Salah satu isu yang semakin mendesak untuk ditangani adalah masalah kebersihan lingkungan, khususnya terkait pengelolaan sampah.

Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti pencemaran lingkungan, penyebaran penyakit, dan penurunan kualitas hidup masyarakat. Meskipun kesadaran masyarakat terhadap pentingnya membuang sampah pada tempatnya mulai meningkat, masih banyak tantangan yang dihadapi, terutama dalam hal kenyamanan dan kebersihan fasilitas tempat sampah yang tersedia. Tempat sampah konvensional umumnya masih menggunakan sistem manual, di mana pengguna harus membuka tutup tempat sampah secara langsung. Hal ini berisiko menyebabkan tangan bersentuhan dengan permukaan yang kotor dan penuh bakteri, sehingga menimbulkan kekhawatiran akan aspek higienitas.

Untuk menjawab tantangan tersebut, diperlukan inovasi dalam bentuk tempat sampah pintar yang dapat beroperasi secara otomatis tanpa perlu kontak langsung dari pengguna. Tempat sampah ini dirancang agar tutupnya dapat membuka dan menutup secara otomatis ketika mendeteksi keberadaan sampah, sehingga lebih higienis dan menarik minat masyarakat untuk membuang sampah dengan benar. Agar alat ini dapat beroperasi secara mandiri dan ramah lingkungan, digunakan solar cell sebagai sumber energi utama. Solar cell merupakan bagian dari Energi Baru Terbarukan (EBT) yang semakin relevan di tengah krisis energi global dan isu perubahan iklim.

Penggunaan energi fosil seperti minyak bumi, gas, dan batu bara untuk pembangkit listrik konvensional telah menyebabkan penurunan cadangan sumber daya alam dan peningkatan emisi karbon. Oleh karena itu, transisi menuju energi terbarukan menjadi kebutuhan yang mendesak. Energi surya, sebagai salah satu bentuk EBT, memiliki potensi besar di Indonesia yang berada di wilayah tropis dengan intensitas sinar matahari yang tinggi sepanjang tahun. Pemanfaatan solar cell dalam perangkat elektronik publik seperti tempat sampah pintar tidak hanya mendukung pengurangan ketergantungan terhadap energi fosil, tetapi juga memperluas akses energi bersih ke berbagai wilayah, termasuk daerah terpencil.

Selain itu, data menunjukkan bahwa pertumbuhan konsumsi energi di Indonesia mencapai rata-rata 6,5% per tahun, namun belum diimbangi dengan suplai energi yang memadai. Masih terdapat tantangan seperti mahalnya harga energi, subsidi yang besar, penggunaan energi yang boros, serta keterbatasan akses masyarakat terhadap energi modern. Rasio elektrifikasi nasional pun masih belum mencapai 100%, terutama di wilayah pedesaan dan pulau-pulau terluar. Oleh karena itu, penerapan teknologi berbasis EBT seperti solar cell dalam perangkat publik menjadi langkah strategis untuk mendukung pembangunan berkelanjutan dan pemerataan akses energi.

Tujuan Penelitian

1. Merancang tempat sampah pintar bertenaga solar cell.
2. Mengatasi masalah pengisian baterai saat penuh.
3. Menjaga tegangan baterai tetap stabil di 12V.

Batasan Masalah

1. Menggunakan panel surya 60 WP.
2. Memanfaatkan solar charger controller untuk mencegah overcharging.

3. Menggunakan mikrokontroler Arduino Mega.
4. Menggunakan baterai 12V 12Ah untuk penyimpanan energi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan pengembangan (R&D). Tahapan penelitian meliputi:
Metode yang digunakan dalam perancangan alat untuk pencapaian tujuan memiliki beberapa tahapan.

Perancangan

Dalam perancangan alat menggunakan dua buah tempat sampah pintar yang terbagi atas sampah organik dan anorganik yang bekerja secara otomatis berbasis ramah lingkungan dengan menggunakan solar sel 60WP sebagai sumber energi kelistrikan untuk menjalankan program mikrokontroller arduino uno untuk membedakan jenis sampah organik dan anorganik.

Pemrograman

Pada metode pemrograman, perancangan tempat sampah pintar menggunakan *solar charger controller* yang berfungsi sebagai pengatur arus searah (DC) yang masuk ke baterai menghindari *overcharging* dan *overvoltage* dan arus yang di ambil dari baterai ke beban agar baterai tidak *full discharge* dan *overloading*.

Tujuan metode pada alat ini adalah membuat masyarakat sadar akan pentingnya menjaga kebersihan dan kesehatan dengan mebuang sampah pada tempatnya, hal ini disikapi pemerintah terbukti dengan adanya UU nomor 18 tahun 2008 tentang pengolahan sampah. Banyaknya sampah yang dibuang sembarangan dan berserakan di jalanan dibutuhkan wadah agar masyarakat dapat membuang sampah pada tempatnya dibuatlah alat tempat sampah pintar yang dapat membuka dan menutup sendiri dan memilah sesuai jenis sampah, dengan tampilan yang unik dan menarik agar masyarakat tertarik membuang sampah pada tempatnya.

Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Perangkat Keras (*Hardware*)
Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini antara lain :

Laptop
Alat-Alat Ukur Tegangan, Voltmeter Digital
Peralatan Listrik (*Tool Set*)

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian dn penulisan tugas akhir ini antara lain :

Microsoft Word
Microsoft Excel
Microsoft Power Point
Arduino Mega

Prosedur Penelitian

Penelitian dan pengambilan data direncanakan akan dilakukan pada bulan Februari s/d Mei 2025 bertempat di Rumah saya. Adapun langkah-langkah yang harus diketahui dalam melaksanakan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut :

Studi Literatur

Tahap awal dilakukan dengan melakukan kajian pustaka untuk memperoleh teori-teori, konsep, serta penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Studi literatur ini bertujuan untuk memperkuat landasan teori dan memberikan gambaran umum mengenai pengembangan sistem tempat sampah pintar berbasis mikrokontroler serta pemanfaatan energi solar cell.

Perancangan dan Persiapan Alat serta Bahan

Setelah studi literatur selesai, dilakukan perancangan sistem tempat sampah pintar yang akan dikembangkan. Selanjutnya, disiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian, seperti modul solar cell, mikrokontroler Arduino Mega, sensor, motor servo, baterai, dan komponen pendukung lainnya.

Implementasi Sistem dan Pengujian

Dilakukan proses perakitan dan integrasi sistem tempat sampah pintar. Sistem diuji secara bertahap, khususnya terkait kinerja solar cell sebagai sumber energi utama, efisiensi pengisian baterai, serta respons sistem terhadap kondisi lingkungan (seperti intensitas cahaya matahari dan deteksi sampah).

Pengumpulan Data

Data dikumpulkan selama proses pengujian, meliputi tegangan dan arus output solar cell, waktu pengisian baterai, konsumsi daya sistem, serta kinerja keseluruhan tempat sampah pintar dalam kondisi terang dan teduh.

Pengolahan Data

Data yang telah terkumpul kemudian diolah dan disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau diagram untuk mempermudah analisis lebih lanjut.

Analisis Hasil Penelitian

Dilakukan analisis terhadap data yang telah diolah untuk mengevaluasi efektivitas solar cell sebagai sumber energi, stabilitas sistem, serta kemampuan sistem dalam beroperasi secara otomatis dan berkelanjutan.

Penarikan Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis, ditarik kesimpulan mengenai kinerja sistem tempat sampah pintar yang dikembangkan. Selain itu, disampaikan juga saran untuk pengembangan sistem serupa di masa depan.

Secara umum cara kerja rangkayan ini dapat dilihat dari Bagan di atas, Adapun untuk pejelasan dari keseluruhan sistem tersebut adalah sebagai berikut :

Solar Sel

Solar sel merupakan sebuah perangkat yang diguakan untuk mengubah energi dari sinar matahari menjadi energi listrik.

Solar Charger Solar charge controller

Solar Charger Solar charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah (DC) yang diisi ke baterai dan diteruskan dari baterai ke beban

Baterai

Baterai merupakan komponen yang berfungsi sebagai media penyimpanan sementara arus listrik, sebelum di alirkan kembali ke peralatan elektronika

Motor Servo

Motor Servo merupakan alat penggerak utuk membuka dan menutup tempat sampah secara mekaik

Arduio Mega

Arduino Mega adalah mikrokontroller single-board yang sifatnya open- source. Maksudnya open-source adalah dapat mempelajari serta mengembangkan prototype dari Arduino dan mengembangkannya dengan brand versi sendiri

Sensor ultrasonik

Sensor ultrasonic adalah sensor jarak yang dapat mendeteksi gerakan.

Modul ESP 8266

Modul ESP8266 adalah sebuah *modul WiFi* yang digunakan untuk menghubungkan perangkat elektronik (seperti Arduino) ke jaringan internet. Modul ini sangat populer di dunia Internet of Things (IoT) **sudah memiliki mikrokontroler sendiri** yang bisa diprogram

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini adalah direalisasikan sebuah alat yang berfungsi sebagai pensuplai arus untuk tempat sampah otomatis dari sumber energi cahaya matahari. Sebuah panel surya menyerap energi dari cahaya matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Rancangan ini menggunakan panel surya dengan kapasitas 60WP sebagai konversi energi. Sistem pembangkit ini dilengkapi dengan baterai kering agar dapat beroperasi pada malam hari disaat cahaya matahari tidak ada. Tegangan yang dihasilkan oleh panel akan disimpan terlebih dahulu pada baterai. Baterai akan menyalurkan arus untuk mensuplai sistem pembuangan sampah otomatis. Untuk mengatur proses pengisian baterai digunakan sebuah modul *charger controler* atau SCC. Modul berfungsi mengatur arus masuk kebaterai agar tidak over charge dan dapat mensupali rangkaian kontroler yang berfungsi mengatur proses kerja sistem pembuangan sampah. Rangkaian kontroler menggunakan Arduino Mega sebagai pengendali sistem yang mengatur pintu tempat sampah agar dapat beroperasi otomatis.



Gambar Tempat Sampah Otomatis

Pengujian Sistem

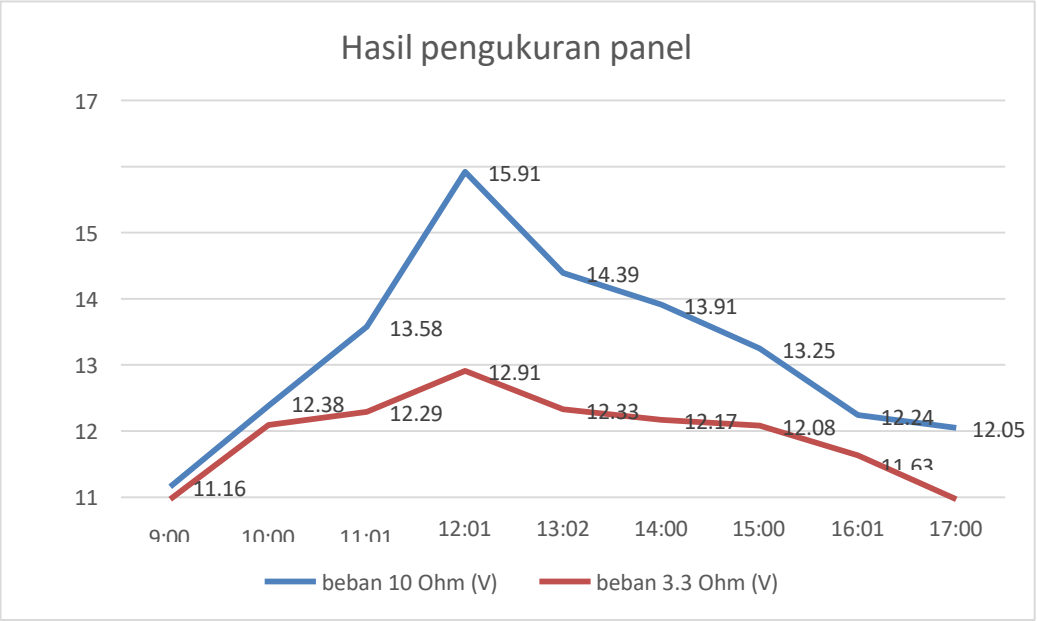
Pengujian dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja sistem, khususnya dalam mengevaluasi efisiensi dan keandalan pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber daya listrik bagi alat tempat sampah otomatis. Langkah-langkah pengujian dimulai dengan mempersiapkan seluruh peralatan ukur yang diperlukan, seperti multimeter digital, clamp meter, lux meter untuk mengukur intensitas cahaya matahari, dan data *logger* untuk mencatat parameter secara kontinu. Setelah semua peralatan siap, objek pengujian yaitu sistem tempat sampah otomatis yang terintegrasi dengan panel surya dijalankan dalam kondisi kerja nyata di bawah paparan sinar matahari. Pengukuran dilakukan pada berbagai komponen penting, meliputi tegangan dan arus output dari panel surya, tegangan pengisian baterai, konsumsi daya oleh motor servo, serta waktu respons sistem saat mendeteksi keberadaan sampah. Seluruh data hasil pengukuran dicatat secara sistematis pada interval waktu tertentu untuk menganalisis kinerja sistem secara keseluruhan, termasuk efisiensi konversi energi surya, kestabilan suplai daya, dan kemampuan sistem beroperasi secara mandiri tanpa gangguan. Hasil pengujian ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi performa sistem dan melakukan perbaikan atau optimasi jika diperlukan.

Pengujian Panel Surya (Solar Panel)

Panel surya yang digunakan adalah panel berkapasitas daya 60 WP. Pengujian panel dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran panel dengan pemberian input dari cahaya matahari. Pengujian dilakukan dari pagi hingga sore untuk mengetahui energi yang diperoleh dalam 1 hari. Pengukuran dilakukan dengan beban resistor karena beban resistor adalah beban yang konstan terhadap suhu dan dapat dipilih nilainya dengan mudah. Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan pada pada panel surya.

Tabel Hasil Pengukuran Panel Surya Pada Tanggal 29 Mei 2025

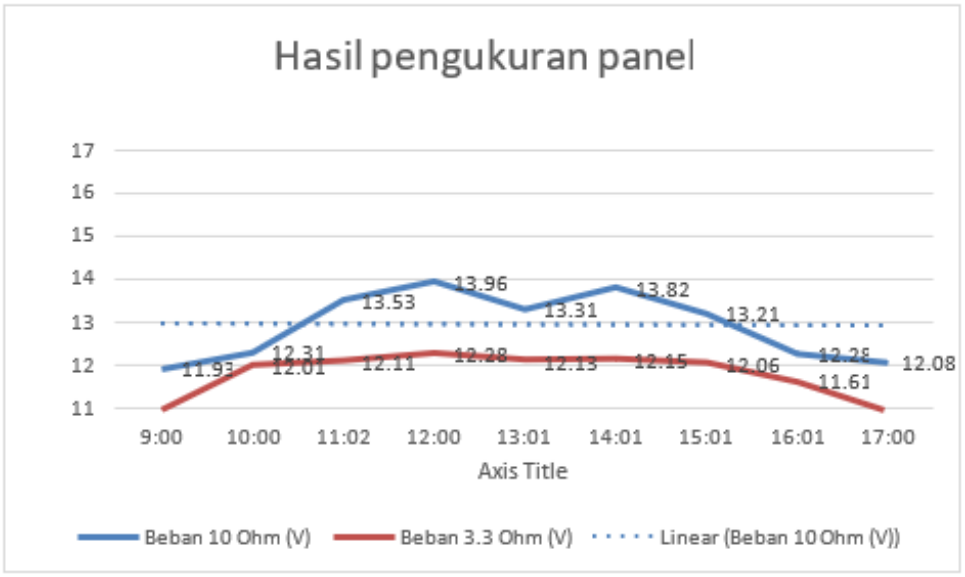
Waktu	beban 10 Ohm (V)	beban 3,3 Ohm (V)
09:00	11,15	10,96
10:00	12,35	12,05
11:01	13,51	12,27
12:01	15,91	12,91
13:02	14,38	12,34
14:00	13,92	12,15
15:00	13,26	12,06
16:01	12,25	11,64
17:00	12,0	10,96



Gambar Grafik hasil pengukuran panel surya pada Tanggal 29 Mei 2025

Tabel Hasil pengukuran panel surya pada Tanggal 30 Mei 2025

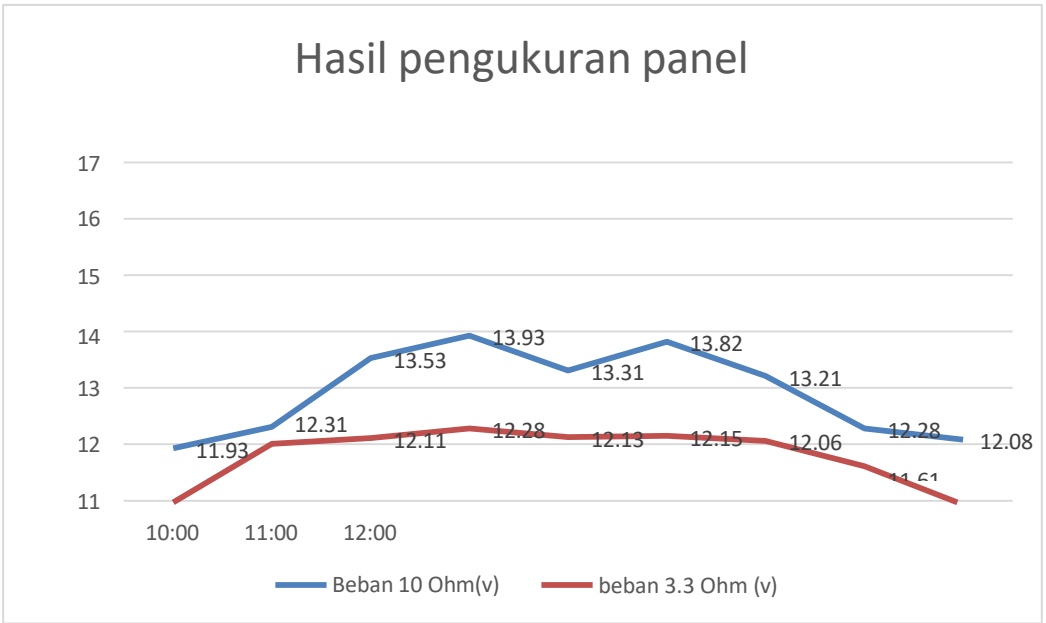
Waktu	beban 10 Ohm (V)	beban 3,3 Ohm (V)
09:00	10,16	9,97
10:01	12,18	11,33
11:00	13,22	12,37
12:02	14,12	13,01
13:01	14,29	12,78
14:00	13,37	12,37
15:01	13,20	12,06
16:00	12,21	12,23
17:01	12,01	11,90



Gambar Grafik Hasil pengukuran panel surya pada Tanggal 30 Mei 2025

Tabel Hasil pengukuran panel surya pada Tanggal 31 Mei 2025.

Waktu	Beban 10 Ohm (V)	Beban 3,3 Ohm (V)
09:00	11,93	10,97
10:00	12,31	12,01
11:02	13,53	12,11
12:00	13,96	12,28
13:01	13,31	12,13
14:01	13,82	12,15
15:01	13,21	12,06
16:01	12,28	11,61
17:00	12,08	10,93



Gambar Grafik hasil pengukuran panel surya pada Tanggal 31 Mei 2025.



Gambar Pengukuran tegangan panel surya

Keterangan**:**

Pengujian dilakukan selama 3 hari yaitu pada tanggal 29, 30 dan 31 . Pengukuran dimulai dari jam 9:00 hingga jam 17:00 sore dimana cahaya matahari masih cukup menyinari panel. Tegangan output panel akan fluktuatif bergantung pada cahaya matahari saat itu.

Analisa data :

Dari data diatas dapat dihitung arus ,daya serta energi yang diberikan oleh panel surya.

Rumus : I = V/R

Contoh pada data pertama :

$$I = 11{,}16V/10\ Ohm = 1{,}11\ A$$

Daya beban :

$$P = V \times I$$

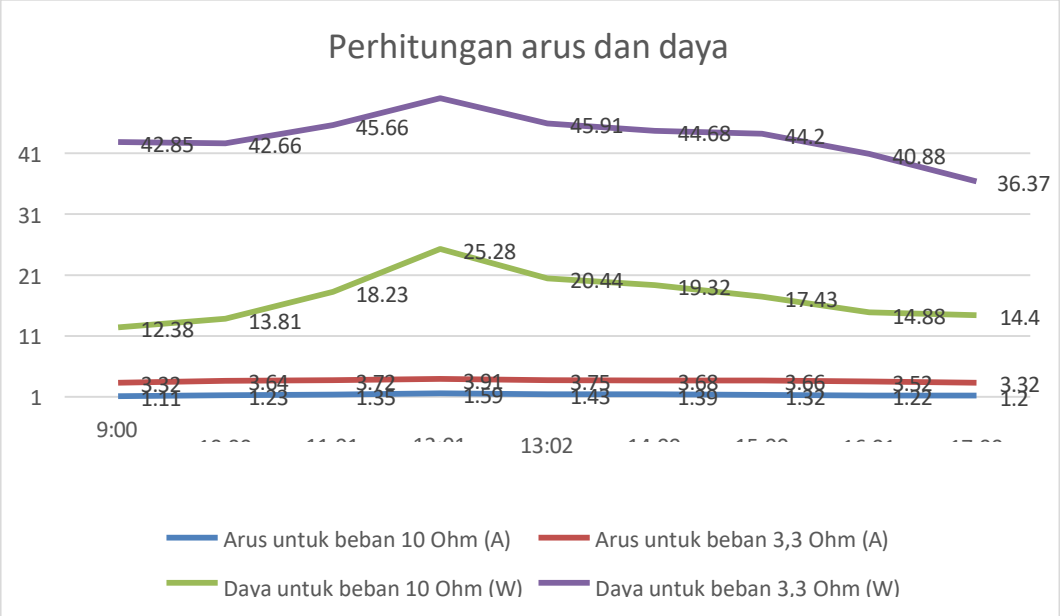
P = 11,16V x 1,11A =12,38 Watt

Demikian lah untuk mencari arus dan daya seterusnya dan diperoleh tabel perhitungan sebagai berikut :

Tabel Hasil perhitungan arus dan daya untuk data tanggal 29 Mei 2025

Waktu	Arus untuk beban 10 Ohm (A)	Arus untuk beban 3,3 Ohm (A)	Daya untuk beban 10 Ohm (W)	Daya untuk beban 3,3 Ohm (W)
09:00	1,11	3,32	12,38	36,42
10:00	1,23	3,64	13,81	42,85
11:01	1,35	3,72	18,23	45,66

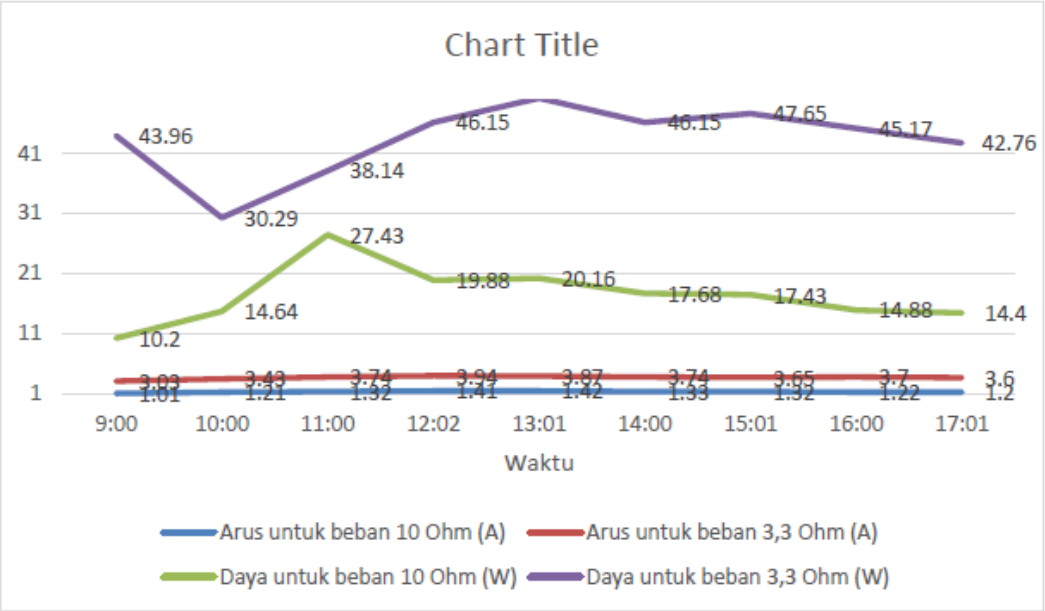
12:01	1,59	3,91	25,28	50,04
13:02	1,43	3,73	20,44	45,91
14:00	1,39	3,68	19,32	44,68
15:00	1,32	3,66	17,43	44,20
16:01	1,22	3,52	14,88	40,88
17:00	1,20	3,32	14,40	36,37



Gambar Grafik Hasil perhitungan arus dan daya untuk data tanggal 29 Mei 2025

Tabel Hasil perhitungan arus dan daya untuk data tanggal 30 Mei 2025

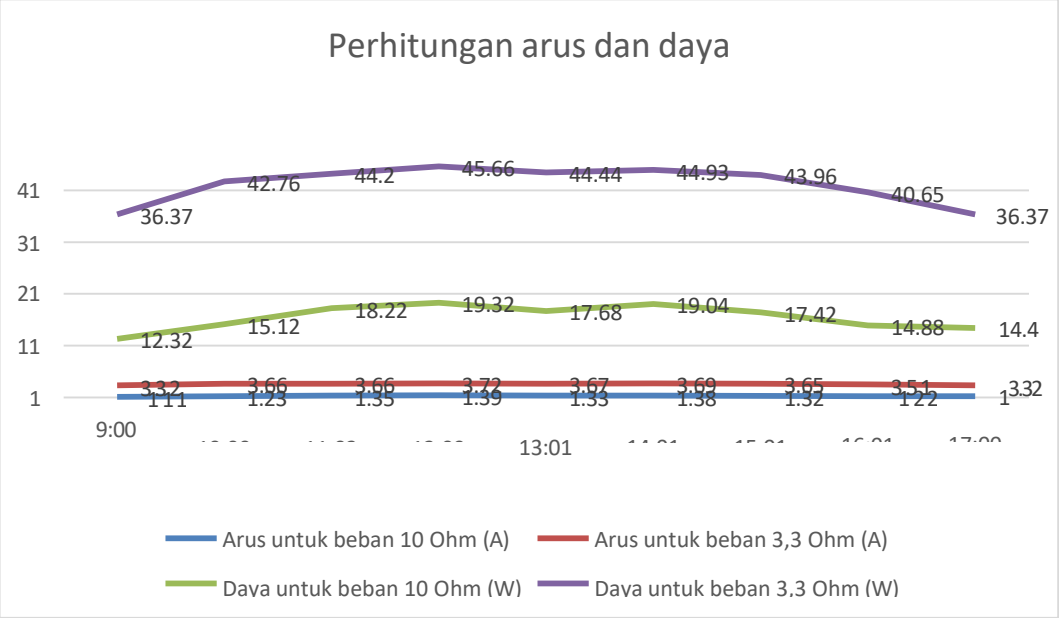
Waktu	Arus untuk beban 10 Ohm (A)	Arus untuk beban 3,3 Ohm (A)	Daya untuk beban 10 Ohm (W)	Daya untuk beban 3,3 Ohm (W)
09:00	1,01	3,03	10,20	30,29
10:01	1,21	3,43	14,64	38,14
11:00	1,32	3,74	27,43	46,15
12:02	1,41	3,94	19,88	50,22
13:01	1,42	3,87	20,16	47,65
14:00	1,33	3,74	17,68	46,15
15:01	1,32	3,65	17,43	43,96
16:00	1,22	3,70	14,88	45,17
17:01	1,20	3,60	14,40	42,76



Gambar Grafik Hasil Perhitungan Arus Dan Daya Untuk Data Tanggal 30 Mei 2025

Tabel Hasil perhitungan arus dan daya untuk data tanggal 31 Mei 2025

Waktu	Arus untuk beban 10 Ohm (A)	Arus untuk beban 3,3 Ohm (A)	Daya untuk beban 10 Ohm (W)	Daya untuk beban 3,3 Ohm (W)
09:00	1,11	3,32	12,32	36,37
10:00	1,23	3,66	15,12	42,76
11:02	1,35	3,66	18,22	44,20
12:00	1,39	3,72	19,32	45,66
13:01	1,33	3,67	17,68	44,44
14:01	1,38	3,69	19,04	44,93
15:01	1,32	3,65	17,42	43,96
16:01	1,22	3,51	14,88	40,65
17:00	1,20	3,32	14,40	36,37



Gambar Grafik Hasil Perhitungan Arus Dan Daya Untuk Data Tanggal 31 Mei 2025

Selanjutnya untuk mencari energi yang diberikan oleh panel surya dari jam 9 hingga jam 17 adalah :

E total = Daya x waktu E Total = P x t

Untuk tanggal 29 Mei 2025 :

E Total = 36,42+42,75+45,66+50,04+45,91+44,68+44,20+40,88+36,37

E Total = 386,91 Watt Hour

Dengan cara yang sama untuk tanggal 30 Mei 2025

E Total = 390,49 Watt Hour

Dan , untuk tanggal 31 Mei 2025

E Total = 379,34 Watt Hour

Rata-rata energi yang diperoleh selama 3 hari adalah :

E rata-rata /hari = (386,91 + 390,49 + 379,34)/3 = 385,58 Watt hour

Keterangan :

Adapun pengujian yang dilakuan bertujuan untuk melihat kelayakan solar sel yang digunakan apakah sudah memenuhi standard yang diharapkan, dan alasan penggunaan resistor sebagai uji coba output solar sel dikarenakan resistor yang memiliki nilai resistansi yang konstan, dengan variabelnya yang hanya cahaya matahari, dengan demikian hanya ada satu variable sehingga hasil pengujian solar sel lebih baik.

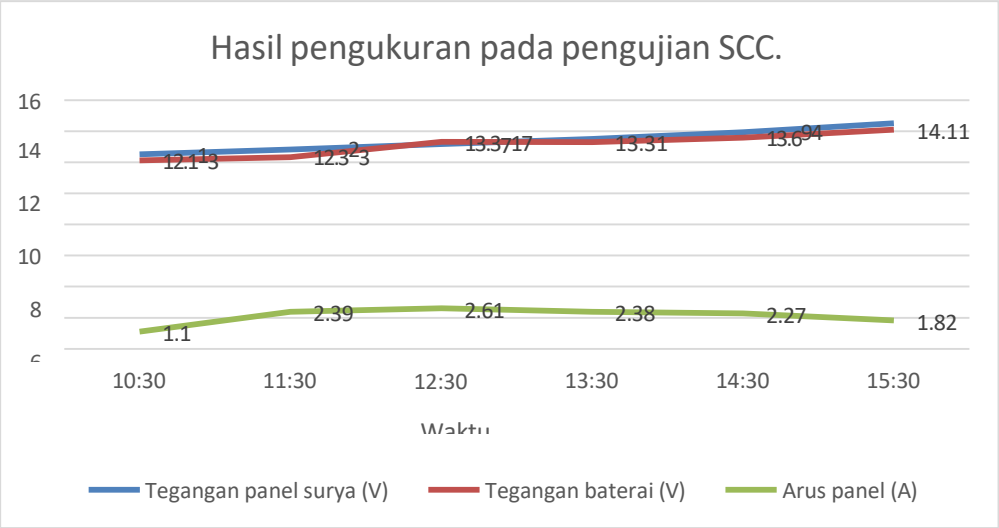
Pengujian Modul SCC (*Solar Charge Controller*)

Pengujian dilakukan dengan cara memasang panel surya ke modul solarcharger kontroler dan baterai. Ada terdapat 3 terminal pada modul SCC yaitu terminal masukan input dari panel surya, masukan input terminal untuk baterai dan output terminal pada beban, Pengujian dilakukan pada siang hari dibawah terik sinar matahari.

Pengukuran yang dilakukan adalah mengukur tegangan panel dan tegangan baterai serta arus yang mengalir ke baterai dengan hasil sebagai berikut:

Tabel Hasil pengukuran pada pengujian SCC *(Solar Charge Controller)*

Waktu(Jam)	Tegangan panel surya (V)	Tegangan baterai (V)	Arus panel (A)
10:30	12,51	12,13	1,10
11:30	12,82	12,33	2,39
12:30	13,17	13,17	2,61
13:30	13,51	13,31	2,38
14:30	13,94	13,60	2,27
15:30	14,51	14,11	1,82



Gambar Grafik Hasil pengukuran pada pengujian SCC *(Solar Charge Controller)*



Gambar Pengukuran tegangan pada pengujian baterai 12V

Analisa :

Dari pengujian diatas dapat ditentukan daya dan kapasitas energi yang tersimpan pada baterai selama 6 jam pengecasan, berikut akan dibahas cara menghitung daya output panel dan kapasitas yang diterima oleh baterai.

Daya output panel = tegangan panel x arus panel

Vp x Ip P = 12,51V x 1,1A = 13,76 Watt.

Demikian juga untuk daya seterusnya pada jam berikutnya.

Untuk mencari energi keluaran panel adalah daya panel dikali dengan lamanya waktu panel tersebut bekerja. Dalam pengujian ini ,dilakukan pengukuran tiap jam maka,

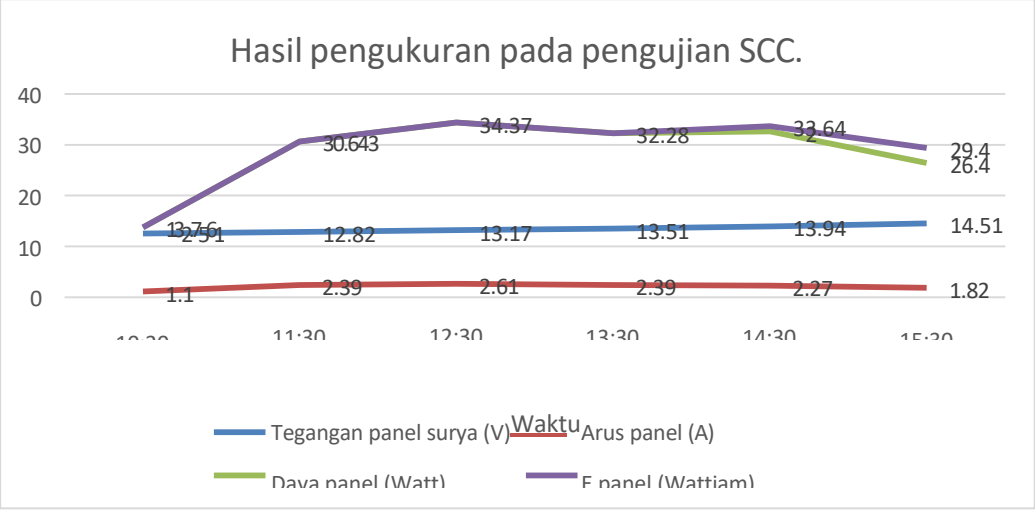
E = P panel x t Dimana : E = energi

P panel = daya keluaran panel surya t = lama waktu pengujian

E = 13,76Watt x 1 jam= 13,76 Watt.jam atau Watt.hour

Tabel Hasil pengukuran pada pengujian SCC *(Solar Charge Controller)*

Waktu(Jam)	Tegangan panel surya (V)	Arus panel (A)	Daya panel (Watt)	E panel (Wattjam)
10:30	12,51	1,10	13,76	13,76
11:30	12,82	2,39	30,63	30,64
12:30	13,17	2,61	34,37	34,37
13:30	13,51	2,39	32,28	32,28
14:30	13,94	2,27	32,64	33,64
15:30	14,51	1,82	26,40	26,40



Gambar Hasil Pengukuran Pengujian SCC *(Solar Charge Controller)*

Dengan demikian total energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya selama 6 jam adalah :

Total E = 13,76 + 30,64 + 34,37+ 32,28 + 33,64 +26,4 = 171,09 Watthour

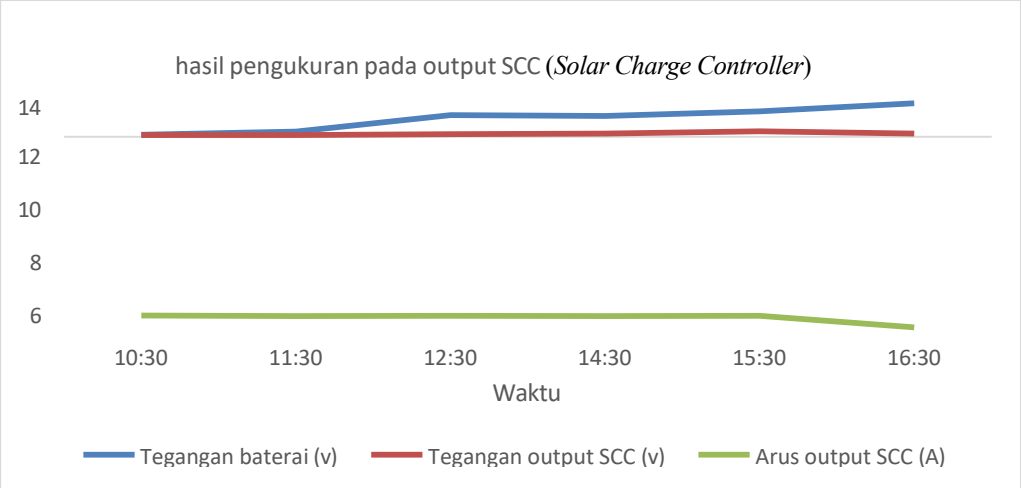
Sedangkan untuk Amper.Hour dapat diperoleh dari :

AH = 1,1 + 2,39 + 2,61 + 2,38 + 2,27 + 1,82 = 12,57

Selanjutnya pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran tegangan baterai, mengukur tegangan output scc dan mengukur arus outputbaterai dengan hasil sebagai berikut :

Tabel Hasil Pengukuran Pada Output SCC (*Solar Charge Controller*)

Waktu(Jam)	Tegangan baterai (Volt)	Tegangan output SCC (Volt)	Arus output SCC (A)
10:30	12,13	12,12	0,75
11:30	12,33	12,11	0,72
12:30	13,17	12,17	0,74
14:30	13,31	12,21	0,72
15:30	13,60	12,34	0,73
16:30	14,11	12,21	0,71



Gambar Grafik Hasil pengukuran output SCC (*Solar Charge Controller*)

Dari pengujian tersebut dapat ditentukan daya keluaran output yang dihasilkan SCC dengan rumus sebagai berikut :
Daya output SCC = tegangan output SCC x arus output SCC
P = 12,12V x 0,75A = 9,09Watt

Perhitungan Keperluan Daya Listrik

Perhitungan keperluan daya listrik dapat dilihat dari total daya listrik yang dibutuhkan untuk menjalankan peralatan tempat sampah pintar. dengan menghitung kebutuhan daya dari tiap komponen peralatan listrik

Tabel Perhitungan Kebutuhan Daya Listrik

Nama Komponen	Tegangan (Volt)	Arus (I)	Daya (watt)	Jumlah Komponen
Arduino mega	5 v	20 mA	0,1 watt	1
Motor servo	5 v	250 mA	1.25 watt	2
Sensor ultrasonik	5 v	15 mA	0,1 watt	4
Lcd (16x2)	5v	30mA	0,15 watt	1
Modul esp8266	5v	300 mA	0.25 watt	1
SSC		150 mA	1 wat	1

Analisa :

Dari tabel di atas dapat diketahui total energi yang dibutuhkan untuk mejalankan peralatan elektronoika dari tempat sampah pintar yaitu :
Total, E = 0,1+1.25+1.25+0.4+0.15+0.25+1 = 4,4 watt x 24 hour

E = 105.6 watthour

Menghitung jumlah daya dari panel surya 60 Watt Peak yang dibutuhkan, dengan 9 jam pengecasan :

Daya Solar panel – beban penggunaan 24 jam

171.09 watthour –105.6 watthour = 65.49 watthour.
Jadi, solar panel Watt Peak sanggup untuk memenuhi kebutuhan listrik dari komponen elektronika tempat sampah pintar bertenaga solar sel.

Selanjutnya Menghitung daya baterai 12 volt, 12 Ah untuk menjalankan peralatan elektronika selama 24 jam :

Kebutuhan baterai minimum (baterai hanya digunakan 50% untuk kebutuhan energi listrik) dengan demikian maka kebutuhan daya dikalikan 2x lipat

144 Wh (yang tersedia) - 105.6 Wh (kebutuhan) = 38.4 Wh

Perhitungan daya yang mampu untuk di berikan baterai tanpa adanya pasokan energi dari solar sel untuk baterai 12volt / 12Ah adalah selama 16 jam dengan perhitungan semua komponen kondisi bekerja :

T= E baterai / P alat

T= 72 WH / 4,4 = 16 jam (dibulatkan jadi 5 jam)

E alat = P X t

E alat = 4,4 x 16 jam = 70 Wh

(baterai mampu memenuhi kebutuhan listrik peralatan elektronika selama 16 jam dengan beban penuh).

Pengujian Sistem Tempat Sampah Otomatis

Pengujian sistem tempat sampah otomatis dilakukan secara terpisah untuk dua kompartemen, yaitu kompartemen kanan untuk sampah organik dan kompartemen kiri untuk sampah anorganik. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi respons

sistem terhadap keberadaan sampah, keakuratan sensor, serta kinerja mekanisme buka-tutup otomatis yang dikendalikan oleh mikrokontroler.



Gambar Pengujian sensor proximity

Pengujian Indikator Level Kapasitas Sampah

Untuk memantau tingkat kepadatan sampah di dalam wadah, digunakan sensor jarak berbasis ultrasonik yang dipasang di bagian atas setiap kompartemen. Sensor ini mengukur jarak antara sensor dan permukaan sampah. Data jarak kemudian dikonversi menjadi persentase kapasitas berdasarkan jarak maksimum (Tempat kosong) dan minimum (Tempat penuh).

Pengujian dilakukan dengan memasukkan benda berdimensi cukup besar secara bertahap ke dalam wadah sampah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa:

1. Saat wadah kosong, sistem menampilkan 0% pada LCD (*Liquid Crystal Display*) sebagai indikator kapasitas.
2. Setelah benda dimasukkan hingga mencapai kira-kira 1/5 dari ketinggian tempat, pembacaan level meningkat menjadi 20%.
3. Pengujian dilanjutkan hingga mencapai 70%, yang dianggap sebagai batas ambang "hampir penuh".

Perubahan level kapasitas terbaca dengan responsif dan konsisten pada LCD, menunjukkan bahwa sistem konversi jarak ke persentase berfungsi dengan baik. Tidak terjadi fluktuasi nilai yang signifikan, meskipun benda yang dimasukkan memiliki bentuk dan tekstur berbeda.



Gambar Indikator lcd kapasitas sampah

Sistem tempat sampah pintar yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya mengandalkan otomasi lokal, tetapi juga dilengkapi dengan fitur Internet of Things (IoT) untuk memungkinkan pemantauan jarak jauh secara real-time. Salah satu komponen utama dari sistem IoT ini adalah kemampuan untuk mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram ketika kapasitas sampah mencapai ambang batas tertentu. Jika kondisi penuh tersebut berlangsung lebih dari 6 jam, sistem akan mengirimkan notifikasi secara berkala (misalnya setiap 6 jam) hingga level sampah kembali turun di bawah 70% setelah dikosongkan. Mekanisme ini dirancang untuk mencegah kelalaian dalam pengosongan sampah dan memastikan respons yang cepat terhadap kebutuhan pemeliharaan.



Gambar Informasi sampah hampir penuh

Internet of Things (IoT) adalah konsep jaringan perangkat fisik ("*things*") yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan konektivitas internet, sehingga dapat saling bertukar data dan beroperasi secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara langsung. Dalam konteks penelitian ini, tempat sampah pintar merupakan salah satu contoh *smart device* dalam ekosistem IoT perkotaan (*smart city*).

Sistem IoT pada prototipe ini menggunakan modul ESP32, yang berfungsi sebagai mikrokontroler dengan kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth bawaan. ESP32 terhubung dengan mikrokontroler utama (Arduino Mega) untuk menerima data level sampah, lalu mengirimkannya ke server Telegram melalui koneksi internet.

Cara Kerja Sistem Notifikasi IoT:

1. Sensor membaca data → Sensor ultrasonik mengukur jarak ke permukaan sampah.
2. Data diproses → Arduino Mega menghitung persentase kapasitas berdasarkan jarak.
3. Kirim ke ESP32 → Jika level ≥ 70%, Arduino mengirim sinyal ke ESP32.
4. ESP32 kirim ke Telegram → Menggunakan API Telegram, ESP32 mengirim pesan ke chat ID yang telah dikodekan.
5. Notifikasi diterima → Pengguna menerima pesan instan di aplikasi Telegram, baik di smartphone maupun komputer.

Keunggulan Penggunaan Telegram sebagai Platform Notifikasi:

a. Gratis dan mudah diakses – Tidak memerlukan aplikasi khusus.
b. Dukungan bot API yang stabil – Memungkinkan integrasi otomatis antara perangkat dan aplikasi.

c. *Multi-platform* – Bisa diakses dari HP, tablet, atau PC.
d. Grup notifikasi – Petugas kebersihan atau tim pengelola bisa dimasukkan ke dalam satu grup, sehingga semua pihak menerima informasi secara bersamaan.

Penerapan IoT pada tempat sampah pintar ini merupakan langkah konkret menuju konsep *Smart City*, khususnya dalam bidang manajemen sampah berbasis teknologi. Dengan sistem notifikasi otomatis, pengelolaan sampah dapat dilakukan secara lebih efisien dan proaktif, menggantikan metode konvensional yang sering kali bersifat reaktif (baru dikosongkan saat sudah meluber).

Beberapa manfaat nyata dari integrasi IoT ini antara lain:

a. Mengurangi frekuensi pengosongan yang tidak perlu, karena petugas bisa mengetahui secara pasti kapan tempat sampah benar-benar hampir penuh.
b. Mencegah tumpukan sampah di area publik, yang dapat menimbulkan bau, sampah berserakan, dan menarik hewan liar.

Meningkatkan responsibilitas dan akuntabilitas dalam pengelolaan fasilitas umum.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

1. Sistem tempat sampah pintar berhasil dirancang dan direalisasikan dengan menggunakan energi terbarukan dari panel surya berkapasitas 60 *Watt peak* (WP). Sistem ini mampu bekerja secara otomatis dalam membuka dan menutup tutup tempat sampah berdasarkan deteksi sensor ultrasonik.
2. Solar sel menghasilkan energi rata-rata sebesar 171,09 Watthour per hari berdasarkan pengujian selama tiga hari berturut-turut. Jumlah energi tersebut terbukti cukup untuk memenuhi kebutuhan daya seluruh komponen elektronik yang digunakan dalam sistem.
3. *Solar Charge Controller* (SCC) berfungsi dengan baik dalam menjaga kestabilan tegangan pengisian baterai, mencegah terjadinya *overcharging* dan overdischarging. Pengujian menunjukkan SCC dapat menjaga tegangan baterai tetap berada di kisaran 12–14 volt..
4. Sistem notifikasi berbasis IoT (*Internet of Think*) melalui Telegram bekerja secara efektif dengan mengirimkan pesan saat level sampah mencapai 70%, serta mengirim ulang secara berkala selama level masih di atas ambang batas.
5. Dari hasil penghitungan kebutuhan energi, diketahui bahwa baterai 12V 12Ah hanya mampu mendukung operasional sistem selama kurang lebih 16 jam. Oleh karena itu, untuk menjamin operasional sistem selama 24 jam penuh, disarankan penggunaan baterai dengan kapasitas minimal 12V 30Ah.

SARAN

1. Peningkatan kapasitas baterai untuk memastikan sistem dapat bekerja penuh selama 24 jam tanpa tergantung pada sinar matahari, sebaiknya digunakan baterai dengan kapasitas yang lebih besar, minimal 12V 30Ah, agar daya cadangan mencukupi saat kondisi cuaca mendung atau hujan.
2. Integrasi sistem GPS untuk memantau lokasi tempat sampah secara *real time*, khususnya jika sistem diterapkan di ruang publik dengan jumlah unit yang banyak.

   Desain fisik yang lebih ergonomis dan tahan cuaca agar dapat digunakan di lingkungan luar ruangan dalam jangka waktu panjang.

3. Desain sensor hanya dapan mendeteksi benda padat yang *solid* , perlu dikembangkan untuk mendeteksi benda yang transparan.
4. Pengujian dapat dilakukan saat cuaca mendung atau gerimis, untuk mendapatkan hasil yang lebih bervariasi. Serta untuk menguji kemampuan solar panel untuk sistem pengisiannya

6. DAFTAR PUSTAKA

Ardiyansyah, M., & Suryono, T. (2021). Smart Trash Bin Berbasis IoT dengan Notifikasi Telegram Menggunakan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Rekayasa Elektrika dan Sistem Informasi (JRESI)*, *7*(1), 45–52.

Budiyanto, A., & Hidayat, R. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler dan IoT. *Jurnal Teknologi Elektro*, *15*(3), 89–96.

Faisal, P. Irsan, & Marcopolo. (2020). Perancangan Prototype Alat Pemilah Sampah Otomatis. *Jurnal Teknik Elektro*, *2*(1).

Kurniawan, D., & Nugroho, H. E. (2021). Sistem Pengelolaan Sampah Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Monitoring Real-Time. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, *7*(2), 201–208.

Taware, S., & Gawali, D. (2021). Solar Powered Smart Garbage Monitoring System Using IoT. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET)*, *10*(5), 4876–4882.

Yusuf, M., & Huda, M. (2021). Desain dan Implementasi Sistem Pengelolaan Sampah Berbasis IoT dengan Notifikasi Web dan Mobile. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, *8*(4), 789–796.

Zainuddin, Z., & Fauzi, A. (2022). Optimasi Penggunaan Energi Panel Surya pada Perangkat IoT untuk Aplikasi Lingkungan. *Jurnal Energi Terbarukan dan Teknologi Tepat Guna*, *5*(1), 1–8.

Ismail, M. A., Abdullah, R. K., & Abdussamad, S. (2021). *Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Sistem Teknologi Informasi*. Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, 3(1).

Trisudarmo, R., Syabani, M. I., Triyadi, D., Pratama, F. P., & Sulistiani, D. F. (2024). *Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT dengan Menggunakan Arduino Uno R3*. Jurnal Borneo Informatika & Teknik Komputer, 4(2), 44–50. Link PDF

Kurniawan, F. T., Widyantara, H., & Kamali, M. A. (2024). *Tempat Sampah Cerdas Berbasis IoT untuk Membantu Pemilahan Sampah*. Universitas Telkom Surabaya.

Desnanjaya, I. G. M. N., Sandika, I. K. B., Sarasvananda, I. B. G., Aditama, P. W., & Wiguna, I. K. A. G. (2023). *Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar untuk Meningkatkan Manajemen Sampah Berbasis Mikrokontroler*. IJCCS, 13(2), 207–216.

Syaljumairi, R., Prabowo, C., & Hanum, D. L. (2023). *Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT*. JITSI: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi, 4(1), 8–15. DOI

Gusniarti, R. (2020). *Kotak Sampah Pintar Berbasis IoT*. Universitas Sriwijaya.