

Rancang Bangun Robot Kapal Pembersih Sampah Tenaga Surya Menggunakan Modul *ESP32-CAM* Dengan Kontrol Melalui Smartphone

Rizki Alfandi¹, Danang Erwanto², Dian Efytra Yuliana³.

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri, Kediri

E-mail: ^{*1}rizkialfandi76@gmail.com, ²danangerwanto@uniska-kediri.ac.id ³dianefytidra@uniska-kediri.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted:
July 09, 2024

Accepted:
July 18, 2024

Published:
July 31, 2024

ABSTRACT

Increasing human growth causes the need for raw materials to increase, which ultimately results in an increase in the amount of waste. Garbage that accumulates in water channels can cause flooding. Manual cleaning of water channels by the community requires more time and energy. For this reason, a solar-powered trash cleaning robot ship was created using the *ESP32-CAM* module with control via smartphone. This robot uses wireless control via smartphone so it is easier to operate. In testing battery charging on a day with cloudy weather conditions, an average power of 2.24W was obtained, on the second day with mostly cloudy weather conditions an average power of 3.37W was obtained and on the third day with sunny weather conditions, an average power of 3.37W was obtained. average of 4.05W. In the battery usage test, on the first day the duration was 35 minutes, on the second day it was 65 minutes and on the third day it was 75 minutes. The robot can function well at a maximum distance of up to 20 meters without obstacles and when obstructed the maximum distance is only up to 6 meters. The conveyor is capable of lifting a maximum load of waste weighing 250 grams, if it is more than that then the conveyor will not be able to lift the waste. The maximum capacity of rubbish that can be accommodated in a rubbish bin is 1.8 kg.

Keywords:

solar power, waste, wireless,
ESP32-CAM

Kata Kunci:

tenaga surya, sampah,
nirkabel, *ESP32-CAM*

ABSTRAK

Meningkatnya pertumbuhan manusia menyebabkan kebutuhan bahan baku semakin besar, yang pada akhirnya mengakibatkan meningkatnya jumlah sampah. Sampah yang menumpuk pada saluran air dapat menimbulkan banjir. Pembersihan saluran air secara manual yang dilakukan masyarakat membutuhkan lebih banyak waktu dan tenaga. Untuk itu dibuatlah robot kapal pembersih sampah tenaga surya menggunakan modul *ESP32-CAM* dengan kontrol melalui smartphone. Robot ini menggunakan kontrol melalui smartphone secara nirkabel sehingga lebih mudah dioperasikan. Dalam pengujian pengisian baterai pada hari dengan kondisi cuaca mendung diperoleh daya rata-rata sebesar 2,24W, pada hari kedua dengan kondisi cuaca sebagian besar berawan diperoleh daya rata-rata sebesar 3,37W dan pada hari ketiga dengan kondisi cuaca cerah diperoleh daya rata-rata sebesar 4,05W. Pada pengujian penggunaan baterai pada hari pertama durasi yang diperoleh selama 35 menit, pada hari kedua selama 65 menit dan pada hari ketiga selama 75 menit. Robot dapat berfungsi dengan baik pada jarak maksimal sampai 20 meter tanpa halangan dan ketika terhalang jarak maksimal hanya sampai 6 meter. Conveyor mampu mengangkat beban sampah maksimal seberat 250 gram, jika lebih dari itu maka conveyor tidak akan mampu mengangkat sampah. Kapasitas maksimal sampah yang mampu ditampung oleh bak sampah yaitu seberat 1,8 kg.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Rizki Alfandi,
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri
Jalan Sersan Suharmadji No. 38, Kota Kediri, Jawa Timur, Indonesia.
Email: rizkialfandi76@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya pertumbuhan manusia menyebabkan kebutuhan bahan baku semakin besar, yang pada akhirnya mengakibatkan meningkatnya jumlah sampah seiring dengan perkembangan zaman. Menjaga kebersihan lingkungan sangatlah penting untuk dilakukan, dengan lingkungan yang bersih maka akan terasa nyaman. Namun di lingkungan kita, yang terjadi justru sebaliknya banyak tumpukan sampah ditempat-tempat yang tidak semestinya. Permasalahan sampah selalu menjadi perhatian, terlepas dari kehidupan manusia atau kemajuan teknologi [1]. Pencemaran yang disebabkan oleh sampah dapat berdampak buruk terhadap keseimbangan lingkungan, antara lain pencemaran air, tanah, dan udara.

Di Indonesia, sistem pengelolaan sampah masih tergolong tradisional, dan karena kurangnya kesadaran masyarakat tentang cara membuang sampah yang benar, banyak oknum-oknum yang membuang sampah secara sembarangan tanpa mematuhi aturan yang berlaku [2]. Tidak hanya sampah dari hasil perkembangan teknologi saja, namun banyak juga sampah rumah tangga dan pabrik yang juga mencemari sungai dan danau. Akibatnya kualitas air sungai akan menurun dan jika dikonsumsi manusia maka akan menimbulkan wabah penyakit. Jika dibiarkan terlalu lama maka menyebabkan bau yang tidak sedap [3]. Selain tidak enak dipandang sampah akan menumpuk dan menyebabkan bencana banjir [4]. Menghadapi masalah sampah yang tiada habisnya setiap hari, pembersihan secara manual yang dilakukan masyarakat membutuhkan lebih banyak waktu dan tenaga. Dan tentunya biaya yang dikeluarkan tidak sedikit, belum lagi kesalahan manusia dan kecelakaan kerja yang dapat menambah tidak efektifnya penanganan tersebut [5].

Beberapa penelitian yang membahas tentang Robot kapal pembersih sampah yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini antara lain: Martinus katu pada tahun 2016 meneliti tentang robot kapal pemungut sampah di sungai menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan pengendali jarak jauh. Pada penelitian ini digunakan motor servo sebagai pengangkat beban untuk mengoperasikan robot pengumpul sampah. Pengujian servo menunjukkan sudut yang diinginkan adalah 45 derajat dan 135 derajat. Apabila alat pembuangan sampah berada pada posisi 45 derajat dikatakan dalam keadaan standby. Namun jika alat pengangkut sampah berada pada sudut 135 derajat, maka alat tersebut sedang mengangkut sampah [6]. Nurtia Dewi dkk. pada tahun 2019 meneliti tentang prototype robot kapal pemungut sampah pada permukaan air dengan pengendali smartphome. Dalam penelitian ini, sistem kendali yang terdiri dari motor DC berpasangan dan motor servo digunakan untuk lengan pengumpul sampah. Pengguna dapat mengontrol pergerakan robot dan proses pengumpulan sampah melalui antarmuka pada smartphome melalui komunikasi Bluetooth. Operator robot tersebut menggunakan Bluetooth dan hanya dapat beroperasi pada jarak hingga 8 meter. Berat sampah yang dapat diangkat dengan kapal maksimal 60 gram [7]. Wahyu Tafta Zani dan Cosmas Eko Suharyanto pada tahun 2022 meneliti tentang prototype perahu pengangkut sampah berbasis arduino. Pada penelitian ini dibuat prototipe perahu menggunakan modul Arduino yang dapat dikendalikan dari smartphome melalui Bluetooth. Robot tersebut bekerja dengan baik dengan memanfaatkan servo sebagai penggerak lengan perahu untuk mengangkat sampah ke bak mandi yang tersedia. Namun, penulis menyarankan untuk menambahkan daya baterai karena cepat habis jika digunakan terus-menerus dan juga untuk menambahkan kamera untuk memudahkan pemantauan jarak jauh oleh penulis atau pengguna [8]. Muhammad Aiman Shahrul Suhaimi dan Hisyam Abdul Rahman pada tahun 2020 melakukan penelitian dengan judul "Waste Controller Boat by Bluetooth Applications". Pada penelitian ini desain dan mengembangkan Perahu Pengendali Sampah telah berhasil dikembangkan. Prototipe perahu tersebut dapat mengapung dengan baik di permukaan air dan juga dapat mengumpulkan sampah. Prototipe perahu dapat dikendalikan menggunakan perangkat smartphome yang memiliki fitur Bluetooth dan disinkronkan dengan aplikasi Arduino Bluetooth yang telah diinstal pada perangkat tersebut. Evaluasi terhadap fungsionalitas Smart Waste Controller juga tercapai. Hal ini dibuktikan dengan kemampuan prototipe yang mampu mengumpulkan sampah dan juga bergerak dengan baik di permukaan air [9]. Nurul Anis Syahira Kamarudin dkk. pada tahun 2021 melakukan penelitian dengan judul "Development of Water Surface Mobile Garbage Collector Robot". Pada penelitian tersebut prototipe perahu pengumpul sampah di air terbukti mampu mengumpulkan sampah di atas air, mengapung dan sebagian terendam di permukaan air. Setelah dilakukan beberapa kali percobaan, terbukti bahwa aplikasi smartphome MIT dapat digunakan sebagai kendali navigasi jarak jauh maju, mundur, belok kiri dan kanan. Prototipe perahu tersebut berhasil mengumpulkan sampah sebanyak 192g dalam area kolam berukuran 4,5 meter x 2,0 meter [10].

Tujuan penelitian ini adalah merancang robot kapal pembersih sampah tenaga surya menggunakan modul *ESP32-CAM* dengan kontrol melalui smartphome. Robot ini menggunakan kontrol melalui smartphome yang mudah dioperasikan. Robot ini menggunakan kamera on-board pada modul *ESP32-CAM* yang berfungsi untuk memantau sampah yang akan dibersihkan di perairan. Jika terdeteksi ada sampah didepan robot maka pengguna bisa memberikan perintah untuk menyalakan konveyor melalui smartphome sehingga memudahkan pengguna dalam mengoperasikannya. Robot ini juga telah menggunakan sumber energi yang ramah lingkungan yaitu dengan tenaga surya sehingga menambah keunggulan dari robot ini. Dengan adanya robot kapal pembersih sampah tenaga surya ini diharapkan dapat berkontribusi dalam menjaga kebersihan lingkungan khususnya kebersihan pada lingkungan sungai.

2. METODE PENELITIAN

Dalam proses penyusunan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Robot Kapal Pembersih Sampah Tenaga Surya Menggunakan Modul *ESP32-CAM* dengan Kontrol Melalui Smartphone”, maka dibuat beberapa tahapan pengerjaan. Dimulai dari studi literatur sampai dengan penyelesaian tugas akhir. Berikut merupakan flowchart tahapan penyelesaian tugas akhir dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1 Flowchart tahapan penelitian

2.1. Perancangan Sistem dan Alat

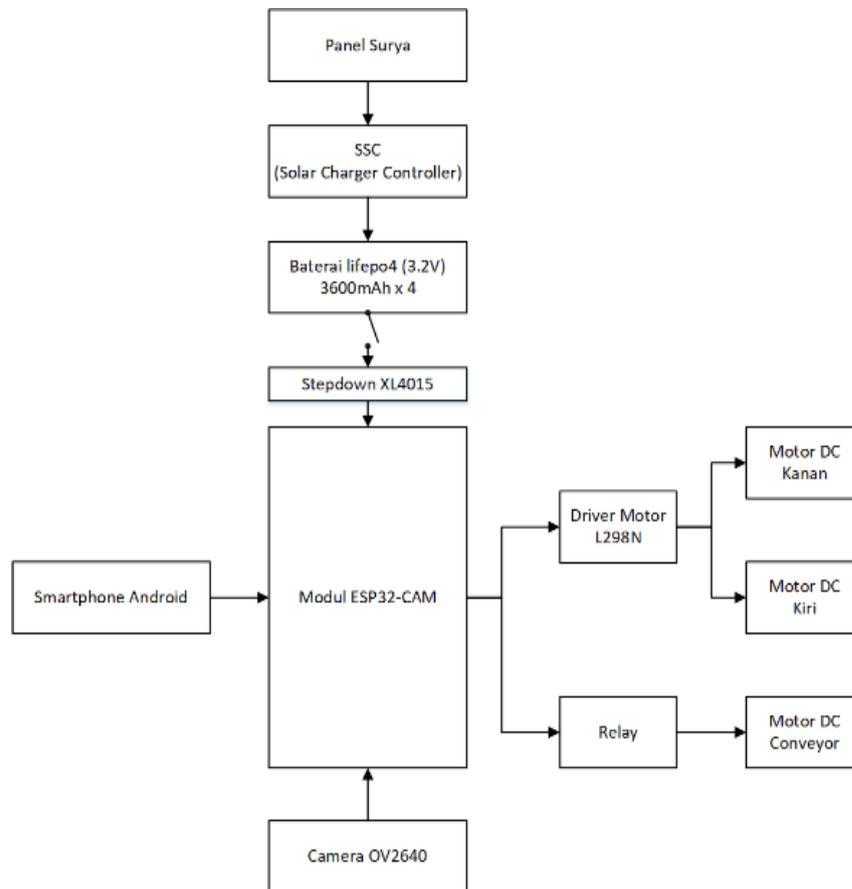
Sebelum merancang sebuah robot maka membutuhkan peralatan baik itu berupa perangkat lunak ataupun perangkat keras, diantaranya yaitu:

Tabel 1 Perangkat Keras yang dibutuhkan

No	Nama
1	Panel surya 10WP
2	SCC (<i>Solar Charger Controller</i>) 10A
3	Baterai <i>Lifepo4</i> 3600 mAh x 4
4	Modul <i>ESP32-CAM</i>
5	<i>Motor DC Gearbox</i>
6	Kabel
7	<i>Driver Motor DC</i>
8	BMS 4S 100A
9	Pipa paralon 3"
10	Tutup pipa paralon 3"
11	Klem pipa 3"
12	Siku aluminium
13	Mur baut
14	Roller karet
15	<i>Bearing</i>
16	<i>Coupler</i> 6mm to 6mm
17	<i>Belt conveyor</i> PVC 1mm

2.2. Perancangan Perangkat Keras

Berikut merupakan blok diagram perancangan perangkat keras.



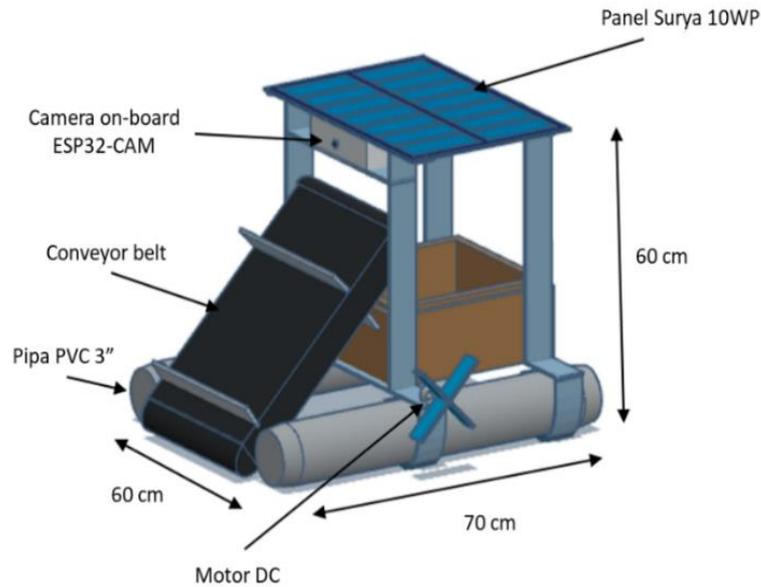
Gambar 2 Blok diagram perancangan perangkat keras

Berikut merupakan penjelasan setiap komponen pada blok diagram:

- Smartphone android berfungsi sebagai controller Robot melalui jaringan *Wi-Fi* yang dipancarkan modul *ESP32-CAM*.
- Panel surya dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan akan berguna sebagai charger baterai. Panel surya yang digunakan adalah 10WP.
- SSC (Solar Charger controller)* digunakan untuk mengontrol pengisian DC dari panel surya ke baterai dan untuk mengontrol distribusi daya DC dari baterai ke perangkat listrik (beban). *SSC* ini dapat mencegah baterai mengalami tegangan berlebih (*overcharging*).
- Baterai digunakan untuk menyimpan energi listrik dan sebagai catu daya dari komponen-komponen lainnya. Baterai yang digunakan adalah baterai berjenis *Lifepo4* 3.2V 3600 mAh sebanyak 4 buah
- Saklar berfungsi untuk menyalakan dan mematikan robot.
- ESP32-CAM* berfungsi sebagai pusat kendali keseluruhan sistem. Modul ini dapat mengendalikan *Motor DC* sesuai perintah yang diberikan melalui smartphone.
- Camera OV2640* berfungsi mengambil gambar dan mengirimkan data pada perangkat smartphone melalui sinyal *Wi-Fi* yang dipancarkan oleh *ESP32-CAM*.
- Driver Motor L298N* berfungsi untuk mengendalikan kecepatan dan arah putar *Motor DC*.
- Motor DC Gearbox* berfungsi untuk megerakkan robot kapal tersebut sesuai dengan perintah dari smartphone

2.3. Desain Rancangan Robot

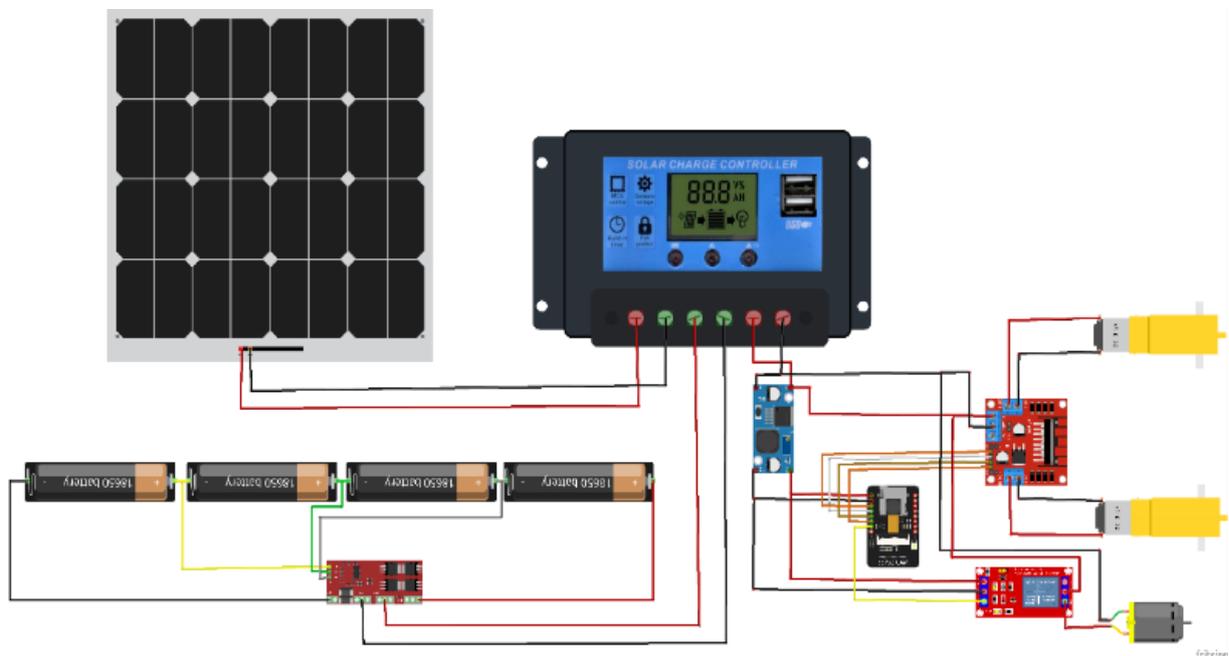
Desain rancangan robot dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3 Desain Robot Kapal Pembersih Sampah

2.4. Perancangan Perangkat Elektrik

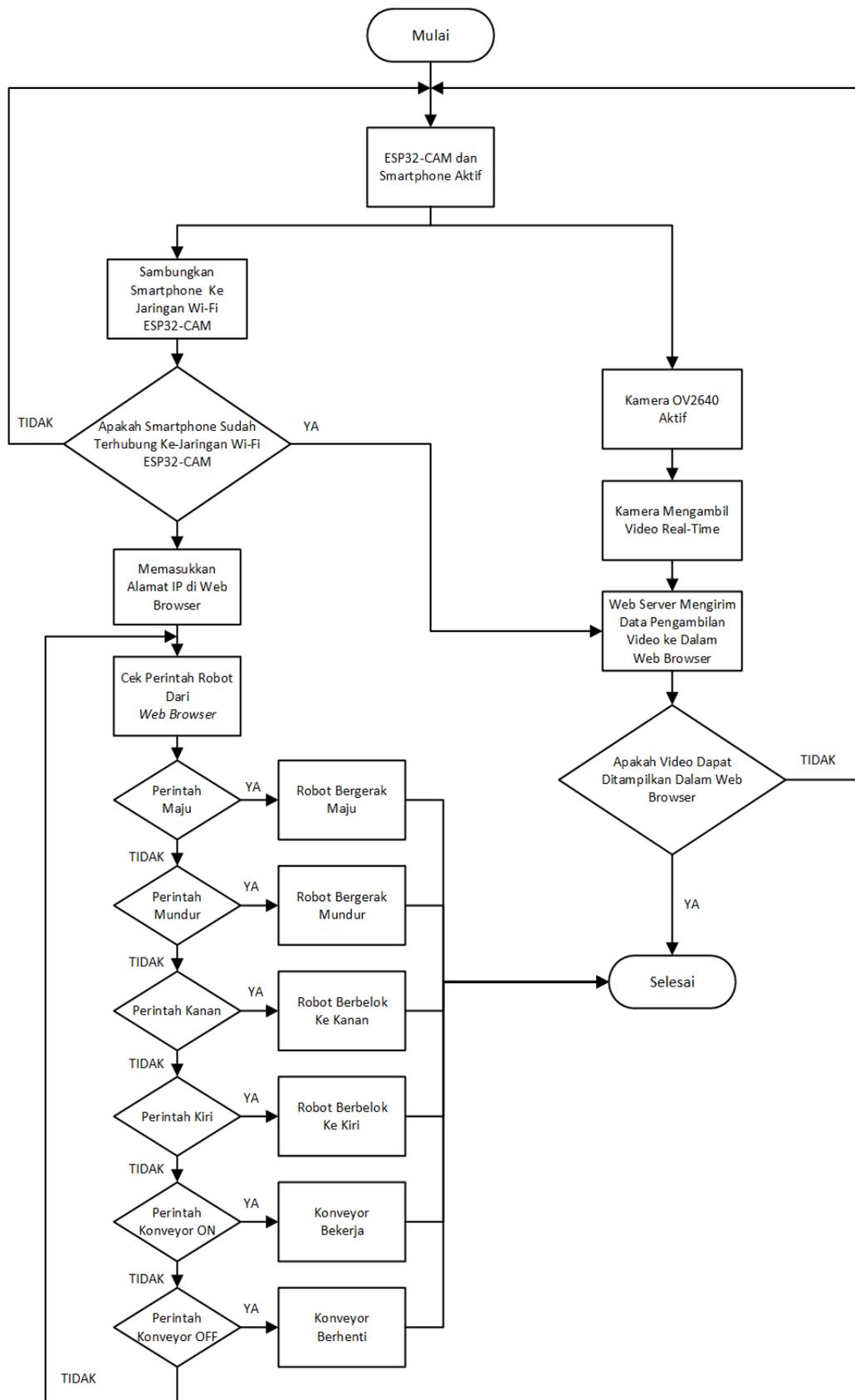
Perancangan ini merupakan bagian terpenting dalam perancangan sistem robot kapal. Perancangan perangkat elektrik harus dilakukan dengan teliti karena jika salah dalam penyambungan akan mengakibatkan komponen rusak hingga terbakar yang menyebabkan robot tidak dapat bekerja dengan semestinya. Untuk mengurangi resiko terlebih dahulu dirancang menggunakan aplikasi Fritzing. Perancangan Perangkat Elektrik dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4 Skema Perancangan Perangkat Elektrik

2.5. Perancangan Perangkat Lunak

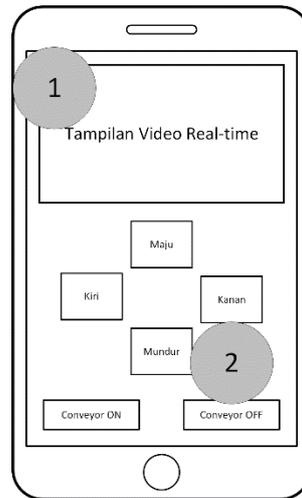
Perancangan Perangkat Lunak berupa merancang sistem kontrol keseluruhan pada Robot Kapal Pembersih Sampah. *Flowchart* sistem kontrol secara keseluruhan ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 5 Flowchart Sistem Kerja Robot

2.6. Desain Rancangan Tampilan Web “Remote Control”

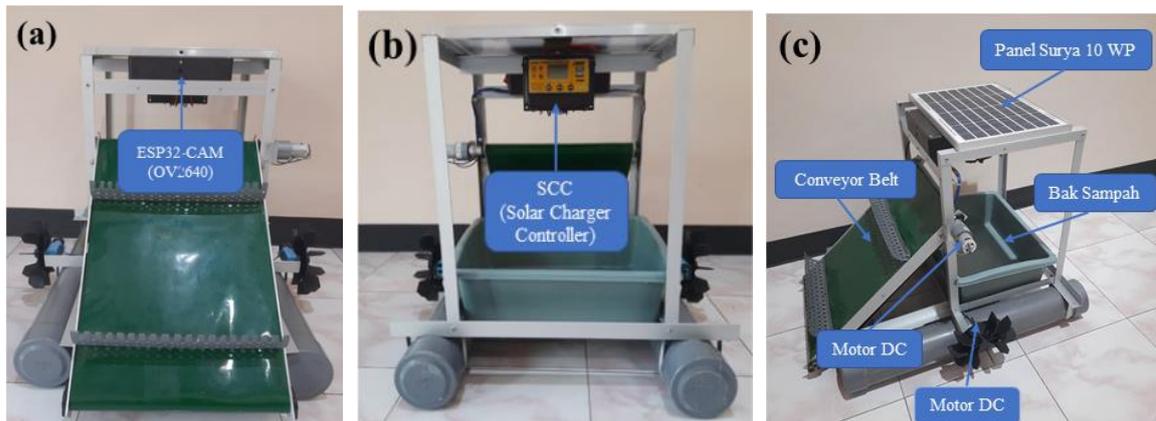
Desain rancangan tampilan web “Remote Control” dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3 Desain Rancangan Tampilan Web “Remote Control”

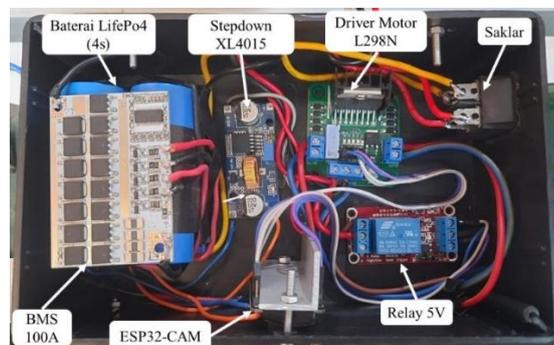
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Rancangan Perangkat Keras



Gambar 7 Hasil perancangan perangkat keras: (a) tampak sisi depan, (b) tampak sisi belakang, (c) tampak sisi samping

3.2. Hasil Rancangan Perangkat Elektrik



Gambar 8 Hasil penempatan komponen elektrik

3.3. Hasil Rancangan Web “Remote Controller”



Gambar 9 Hasil tampilan web Remote controller

3.4. Pengujian pengisian baterai

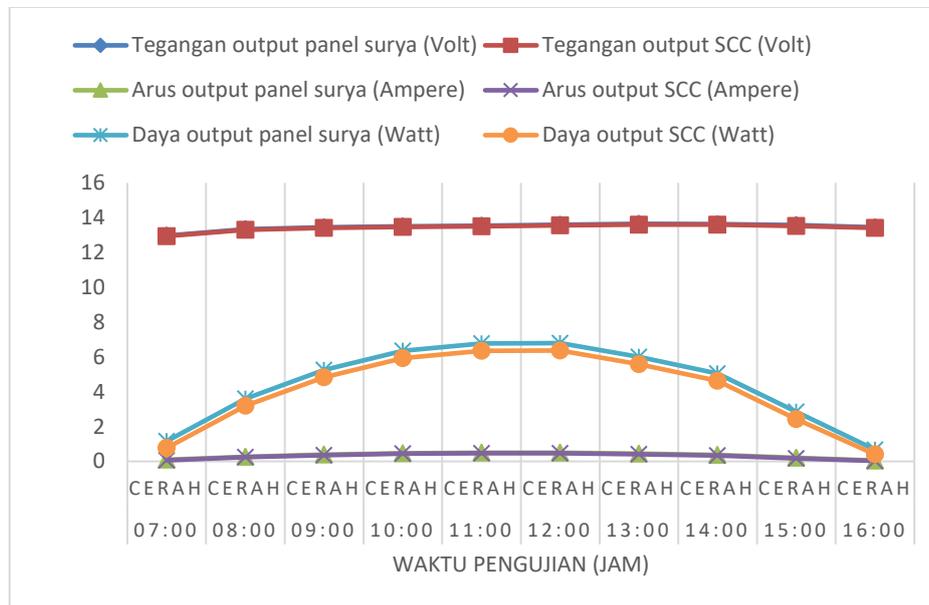
Dalam pengujian ini robot diletakkan dibawah terik sinar matahari dimulai dari pukul 08.00 – 16.00 WIB dengan pengambilan sampel pengukuran dilakukan setiap 1 jam sekali. Baterai yang digunakan adalah baterai jenis *LifePo4* (Litium Iron Phospate 4) sel yang dirangkai seri dengan spesifikasi masing-masing 3,2V 3600mAh, sehingga tegangan nominal baterai total menjadi 12,8V.

Tabel 2 Hasil Pengujian Pengisian Baterai *LifePo4*

No	Jam	Cuaca	Keluaran dari panel surya			Keluaran dari SCC		
			V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
1	07:00	Cerah	12,97	0,09	1,17	12,94	0,06	0,78
2	08:00	Cerah	13,34	0,27	3,60	13,30	0,24	3,19
3	09:00	Cerah	13,45	0,39	5,25	13,41	0,36	4,83
4	10:00	Cerah	13,51	0,47	6,35	13,47	0,44	5,93
5	11:00	Cerah	13,54	0,50	6,77	13,50	0,47	6,35
6	12:00	Cerah	13,59	0,50	6,80	13,55	0,47	6,37
7	13:00	Cerah	13,65	0,44	6,01	13,60	0,41	5,58
8	14:00	Cerah	13,64	0,37	5,05	13,60	0,34	4,62
9	15:00	Cerah	13,57	0,21	2,85	13,53	0,18	2,44
10	16:00	Cerah	13,45	0,05	0,67	13,41	0,03	0,40
Rata-rata			13,47	0,33	4,45	13,43	0,30	4,05

Berdasarkan tabel 2 menjelaskan hasil data yang diperoleh pada hari kedua berupa pengukuran tegangan, arus dan daya dari keluaran panel surya yang masuk ke SCC dan keluaran dari SCC diteruskan untuk mengisi baterai. Pada pengukuran keluaran dari panel surya didapatkan rata-rata tegangan sebesar 13,47 Volt. Untuk arus rata-rata sebesar 0,33 Ampere dan rata-rata daya yang yang dihasilkan sebesar 4,45 Watt. Sedangkan untuk keluaran dari SCC

didapatkan rata-rata tegangan sebesar 13,43 Volt. Untuk arus rata-rata sebesar 0,30 ampere dan rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 4,05 Watt. Grafik hasil pengukuran tegangan, arus dan daya bisa dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Grafik Hasil Pengujian Pengisian Baterai *LifePo4*

Berdasarkan gambar 10 menjelaskan bahwa pada pengukuran keluaran dari panel surya didapat nilai tegangan terendah sebesar 12,97 Volt dan nilai tertinggi sebesar 13,65 Volt. Untuk arus keluaran panel surya terendah sebesar 0,09 Ampere dan arus tertinggi 0,50 Ampere. Daya yang dihasilkan panel surya pada pukul 07.00 sebesar 1,17 Watt dan terus naik hingga puncaknya pada pukul 12.00 sebesar 6,80 Watt, kemudian terjadi penurunan daya pada pukul 13.00 menjadi 6,01 Watt dan terus menurun hingga pada pukul 16.00 menjadi 0,40 Watt dengan kondisi cuaca cerah sepanjang hari. Sementara itu, pada pengukuran tegangan keluaran SCC diperoleh nilai tegangan terendah sebesar 12,94 Volt dan nilai tegangan tertinggi sebesar 13,60 Volt. Untuk arus keluaran terendah SCC sebesar 0,06 Ampere dan arus tertinggi sebesar 0,50 Ampere, sedangkan daya terendah yang dihasilkan sebesar 0,78 Watt dan daya tertinggi sebesar 6,37 Watt. Pada pengujian ini kondisi cuaca cerah sepanjang hari sehingga daya yang dihasilkan dari panel surya lebih optimal untuk mengisi baterai.

3.5. Pengujian Penggunaan Baterai

Pengujian ini dilakukan di sungai dalam kondisi arus yang tenang dan dangkal. Pengujian dilakukan dengan menjalankan semua fungsi robot secara kontinyu dan dalam keadaan beban sampah penuh. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kebutuhan daya yang diperlukan untuk menyuplai *ESP-32 CAM*, Motor driver, dan Motor DC. Pada pengaturan SCC diatur batas bawah baterai yaitu sebesar 12,9 Volt, yang artinya jika saat robot dipakai ketika tegangan dibawah batas yang telah ditentukan maka SCC akan meng-*cut off* output ke beban sehingga sistem robot akan mati. Hal ini dilakukan untuk menjaga performa baterai agar tetap dalam kondisi yang baik. Pengukuran pengujian ini meliputi hasil pengukuran tegangan baterai, arus yang keluar dari baterai menuju ke beban dan daya kebutuhan beban yang dihitung dengan mengalikan tegangan baterai dengan arus keluaran baterai. Pengujian ini dilakukan dengan jeda setiap 5 menit untuk diambil sampel pengukuran.

Tabel 3 Hasil penggunaan baterai

menit	V_{Batt} (Volt)	I_{out} (Amp)	P_{Batt} (Watt)
0	13,33	1,98	26,53
5	13,24	1,98	26,22
10	13,24	1,97	26,08
15	13,23	1,98	26,20
20	13,22	1,97	26,04

25	13,2	1,96	25,87
30	13,15	1,96	25,77
35	13,13	1,97	25,87
40	13,12	1,97	25,85
45	13,11	1,96	25,70
50	13,1	1,96	25,68
55	13,09	1,97	25,79
60	13,05	1,97	25,71
65	13	1,96	25,48
70	12,97	1,97	25,55
75	12,92	1,97	25,45
80	12,87	0	0
Rata-rata		1,97	25,86

Pada tabel 3 merupakan hasil pengukuran penggunaan baterai berupa tegangan, arus dan daya. Pada pengujian hari kedua ini dilakukan berdasarkan hasil dari pengisian baterai pada hari ketiga. Pada saat kondisi awal baterai memiliki tegangan sebesar 13,33 Volt. Seiring dengan berjalannya waktu tegangan baterai terus menurun. Untuk arus ke beban berkisar antara 1,96 sampai 1,98 Ampere. Durasi yang diperoleh yaitu selama 75 menit dengan arus rata-rata sebesar 1,97 Ampere dan daya rata-rata sebesar 25,86 Watt. Memasuki menit ke 80 arus yang keluar sebesar 0 Ampere yang artinya output dari baterai ke sistem robot sudah di *cut-off* (diputus) oleh SCC dengan tegangan baterai terukur 12,87 Volt.

3.6. Pengujian Jarak Jangkauan Robot dengan Perangkat Kontroller

Tabel 4 Hasil Pengujian Jarak Jangkauan Robot dengan Perangkat Kontroller

No	Jarak	Keterangan Status Kondisi	
		Tanpa halangan	Terhalang
1	1-2 Meter	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)
2	3-4 Meter	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)
3	5-6 Meter	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)
4	7-8 Meter	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)	Koneksi melemah (Robot dapat dikendalikan dengan delay)
5	9-10 Meter	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)	Terputus (Robot tidak dapat dikendalikan)
6	11-12 Meter	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)	Terputus (Robot tidak dapat dikendalikan)
7	13-14 Meter	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)	Terputus (Robot tidak dapat dikendalikan)
8	15-16 Meter	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)	Terputus (Robot tidak dapat dikendalikan)
9	17-18 Meter	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)	Terputus (Robot tidak dapat dikendalikan)
10	19-20 Meter	Terkoneksi (Robot dapat dikendalikan dengan baik)	Terputus (Robot tidak dapat dikendalikan)
11	21-22 Meter	Koneksi Melemah (Robot dapat dikendalikan tetapi dengan delay)	Terputus (Robot tidak dapat dikendalikan)
12	23-24 Meter	Koneksi Melemah (Robot dapat dikendalikan tetapi dengan delay)	Terputus (Robot tidak dapat dikendalikan)
13	25-26 Meter	Koneksi Terputus (Robot tidak dapat dikendalikan)	Terputus (Robot tidak dapat dikendalikan)

Pada tabel 4 merupakan data hasil dari pengukuran jarak antara robot dengan kontroller smartphone. Dalam kondisi tanpa halangan pada ruang terbuka robot dapat dikendalikan dengan baik pada jarak 1 sampai 20 meter dengan kualitas sinyal yang bagus. Pada jarak 21 sampai 24 meter kualitas sinyal melemah sehingga robot dapat dikendalikan namun dengan *delay*. Kemudian pada jarak memasuki 25 meter keatas koneksi wifi dari *ESP32-CAM* terputus sehingga robot tidak dapat dikendalikan. Sementara itu dalam kondisi terhalang pada ruang tertutup robot dapat dikendalikan dengan baik pada jarak 1 sampai 6 meter dengan kualitas sinyal yang baik. Pada saat jarak 7 sampai 8 meter kualitas sinyal melemah sehingga robot dapat dikendalikan namun dengan *delay*. Kemudian pada jarak memasuki 9 meter keatas koneksi *wifi* dari *ESP32-CAM* terputus sehingga robot tidak dapat dikendalikan.

3.7. Pengujian Beban Sampah Pada Conveyor

Tabel 5 Hasil Pengujian Beban Sampah Pada Conveyor

Jenis Beban	Berat Beban	Keterangan
Kantong plastik	4gr	Dapat diangkat
Botol plastik 100ml	11gr	Dapat diangkat
Botol plastik 150ml	12gr	Dapat diangkat
Botol plastik 200ml	14gr	Dapat diangkat
Botol plastik 250ml	15gr	Dapat diangkat
Botol plastik 300ml	17gr	Dapat diangkat
Botol plastik 350ml	18gr	Dapat diangkat
Kaleng 150ml	66gr	Dapat diangkat
Kaleng 200ml	88gr	Dapat diangkat
Botol berisi air	250gr	Dapat diangkat
Botol berisi air	270gr	Tidak dapat diangkat

Berdasarkan data hasil pengujian pada tabel 5 dapat disimpulkan bahwa conveyor mampu mengangkat sampah dengan beban maksimal 250gr jika lebih dari itu maka conveyor sudah tidak mampu lagi mengangkat beban. Sementara itu kapasitas maksimal bak sampah adalah sebesar 1,8kg.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian secara keseluruhan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Perancangan robot kapal pembersih sampah dilakukan dengan merakit seluruh komponen yang dibutuhkan sesuai dengan skema dan desain perancangan. Hasil dari rancangan robot kapal sudah sesuai dari perencanaan dan dapat bekerja dengan baik.
- Sistem kerja dari robot kapal pembersih sampah ini adalah dikontrol melalui smartphone secara *nirkabel* dengan memanfaatkan mode *access point* dari modul *ESP32-CAM* dan beroperasi sesuai dengan perintah yang diberikan.
- Robot dapat mengangkat sampah seperti kantong plastik, botol minuman dan kaleng sehingga dapat diterapkan untuk pembersihan saluran air, sungai, dan lain-lain.
- Kondisi cuaca sangat mempengaruhi pengisian baterai. Jika keadaan cuaca mendung maka akan menghasilkan daya yang sedikit, namun saat cuaca dalam kondisi cerah maka daya yang dihasilkan oleh panel surya akan lebih banyak, sehingga mempengaruhi durasi dari penggunaan robot kapal pembersih sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Patar Pasaribu *et al.*, “Prototype Robot Kapal Pengangkut Sampah Di Perairan Prototype of Waste Transporting Boat in Waters,” pp. 1–10, 2024, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.15578/marlin.V5.I1.2024.1-10>
- [2] I. Arifin, M. Sari, and P. W. Ciptadi, “Kapal Pemungut Sampah Menggunakan Arduino,” *Semin. Nas. Din. Inform. Univ. PGRI Yogyakarta*, pp. 204–207, 2021.
- [3] M. Mauliadi *et al.*, “Rancang Bangun Robot Boat Pemungut Sampah Di Perairan Waduk Lhokseumawe Berbasis Mikrokontroler,” *J. Tektro*, vol. 4, no. 2, p. 68, 2020.
- [4] K. Abimanyu, S. Rohman, A. Setya, and P. Octa, “Garbage Carrier Roboboat Based On Image Processing,” *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 25–41, 2019, doi: 10.34010/telekontran.v7i1.1636.
- [5] S. Budiharjo and R. S. Putra, “Rancang bangun model perahu mini robot pembersih sampah di sungai menggunakan android berbasis arduino uno,” *J. ICT, Dioda*, 2016, [Online]. Available: <http://ejournal.akademitelkom.ac.id/index.php/ictjurnal/article/view/110%0Ahttp://ejournal.akademitelkom.ac.id/index.php/ictjurnal/article/viewFile/110/91>
- [6] M. Katu, “Robot Kapal Pemungut Sampah di Sungai Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno dengan Pengendali Jarak Jauh (Garbage Collecting Ship Robot on the River Using Arduino Uno Microcontroller with Remote Control),” 2021.
- [7] N. Dewi, A. Z. Hasibuan, and A. Sembiring, “Prototype Robot Kapal Pemungut Sampah Pada Permukaan Air Dengan Pengendali Smartphone,” *Semin. Nas. Teknol. Inf. Komun.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8–1–8, 2020, [Online]. Available: <http://prosiding.snastikom.com/index.php/SNASTIKOM2020/article/view/5>
- [8] W. T. Zani and C. E. Suharyanto, “PROTOTYPE PERAHU PENGANGKUT SAMPAH BERBASIS ARDUINO,” *Comasie*, vol. 07, pp. 19–26, 2022.
- [9] M. Aiman, S. Suhaimi, and H. A. Rahman, “Waste Controller Boat by Bluetooth Applications,” *Evol. Electr. Electron. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 637–641, 2021, [Online]. Available: <http://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/eeee>
- [10] N. A. S. Kamarudin, I. N. A. M. Nordin, D. Misman, N. Khamis, M. R. M. Razif, and F. H. M. Noh, “Development of Water Surface Mobile Garbage Collector Robot,” *Alinteri J. Agric. Sci.*, vol. 36, no. 1, pp. 534–540, 2021, doi: 10.47059/alinteri/v36i1/ajas21076.