

## **PROPOSAL PROYEK DESAIN INOVASI ROBOTIK**

**"Inovasi Robot Pembersih Sampah Sungai untuk Mendukung Program Sungai  
Bersih dan Ramah Lingkungan"**



**Kelompok : 24**

**Anggota Kelompok:**

- 1. Deasy Maria Natalie – 255150307111048**
- 2. Muhammad Faiz – 255150301111018**
- 3. Nur Azizah – 255150301111038**
- 4. Naufal Achmad Zamroni – 255150307111002**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**2025**

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB I</b>	
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>4</b>
1.1 Latar Belakang.....	4
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat.....	5
<b>BAB II</b>	
<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Teori dan Teknologi yang Digunakan.....	7
2.2 Proyek dan Penelitian Terdahulu.....	7
2.3 Literatur Akademik Pendukung.....	8
2.4 Kesenjangan Penelitian.....	8
<b>BAB III</b>	
<b>METODOLOGI DAN SOLUSI.....</b>	<b>9</b>
3.1 Metodologi Perancangan.....	9
3.2 Solusi.....	9
<b>BAB IV</b>	
<b>HIPOTESIS HASIL.....</b>	<b>10</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>11</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>12</b>

## **ABSTRAK**

Sampah yang menumpuk di sungai merupakan salah satu penyebab utama pencemaran lingkungan dan gangguan terhadap ekosistem air. Upaya pembersihan secara manual sering kali tidak efisien karena membutuhkan banyak tenaga dan waktu. Untuk mengatasi hal tersebut, dirancang sebuah robot pembersih sampah sungai yang dapat bergerak secara otomatis di permukaan air. Robot ini bekerja dengan sistem mekanik dan sensorik yang memungkinkan robot mendeteksi arah gerak dan menghindari halangan. Penggerak utama menggunakan motor DC yang dikendalikan oleh mikrokontroler sederhana, sedangkan alat pengambil sampah menggunakan mekanisme serok yang terhubung dengan wadah penampung. Dengan kombinasi sistem gerak dan kendali otomatis, robot ini mampu mengumpulkan sampah ringan seperti plastik dan daun secara mandiri tanpa bantuan manusia langsung. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif dan efisien untuk menjaga kebersihan sungai, sekaligus sebagai penerapan nyata dari teknologi robotika dalam bidang lingkungan. Selain itu, proyek ini juga dapat menjadi dasar pengembangan robotika ramah lingkungan di masa depan.

**Kata Kunci:**

Robot Pembersih Sampah Sungai, Mikrokontroler, Motor DC, Sensor Ultrasonik, Sistem Kendali Otomatis, Teknologi Robotika, Lingkungan, Sungai Bersih.

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Sungai memiliki peran penting dalam kehidupan manusia, mulai dari sumber air, irigasi, hingga jalur pembuangan air hujan. Namun, saat ini banyak sungai di Indonesia mengalami penurunan kualitas akibat penumpukan sampah. Menurut Kepala Bidang Kebersihan Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kota Malang, Lilis Pujiharti, volume sampah domestik mencapai sekitar 660 ton per hari, dan sebagian diantaranya masih berakhir di aliran sungai karena keterbatasan sistem pengelolaan sampah. Sampah yang menumpuk, seperti plastik, daun, dan popok sekali pakai, seringkali menyumbat aliran air dan menyebabkan pencemaran. Berdasarkan laporan DLH Kota Malang, sungai-sungai seperti Sungai Brantas, Metro, dan Bunulrejo sering dipenuhi sampah, terutama saat musim kemarau ketika debit air berkurang dan sampah mengapung di permukaan.

Masalah sampah sungai ini tidak hanya mengganggu keindahan, tetapi juga berdampak langsung pada lingkungan dan masyarakat. Sungai yang kotor dapat menyebabkan banjir, menurunkan kualitas air, serta menjadi sarang penyakit. Proses pembersihan yang dilakukan secara manual juga masih memiliki banyak kendala, seperti keterbatasan tenaga kerja, luasnya area sungai, dan risiko keselamatan bagi petugas. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi yang lebih efisien dan aman untuk membantu menjaga kebersihan sungai secara berkelanjutan.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah melalui pemanfaatan teknologi robotika. Teknologi ini memungkinkan manusia untuk menciptakan alat yang dapat bekerja otomatis dalam melakukan tugas-tugas tertentu, termasuk membersihkan sampah. Dengan bantuan sistem mekanik, sensor, dan mikrokontroler, robot dapat dirancang untuk bergerak di permukaan air, mendeteksi halangan, dan mengumpulkan sampah ringan secara mandiri. Robot pembersih sungai diharapkan dapat membantu proses pembersihan menjadi lebih cepat, aman, dan efektif dibandingkan cara manual.

Selain memberikan manfaat langsung bagi lingkungan, proyek ini juga menjadi sarana penerapan ilmu robotika dan elektronika yang dipelajari oleh mahasiswa. Melalui pengembangan robot pembersih sampah, mahasiswa dapat belajar merancang sistem yang tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga memiliki nilai sosial dan lingkungan. Dengan begitu, teknologi tidak hanya berhenti pada inovasi, tetapi juga mampu memberikan dampak positif bagi masyarakat.

Proyek ini mendukung beberapa Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals / SDGs), terutama SDG 6 (Clean Water and Sanitation) yang menekankan pentingnya menjaga kebersihan air, SDG 11 (Sustainable Cities and Communities) terkait pembangunan kota yang bersih dan berkelanjutan, serta SDG 12 (Responsible Consumption and Production) dalam upaya pengelolaan limbah secara

bertanggung jawab. Melalui penerapan teknologi robotika, proyek ini diharapkan menjadi langkah kecil menuju lingkungan yang lebih bersih dan kehidupan masyarakat yang lebih sehat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam proyek ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan robot pembersih sampah sungai berbasis sistem kendali otomatis yang mampu bergerak di permukaan air serta mengumpulkan sampah ringan seperti plastik, daun, dan limbah rumah tangga dengan efisien?
2. Sejauh mana efektivitas robot pembersih sampah sungai dalam membantu proses pembersihan lingkungan perairan, terutama dalam hal kecepatan kerja, kapasitas pengumpulan, dan kemudahan pengoperasian dibandingkan metode manual?
3. Bagaimana penerapan proyek ini dapat meningkatkan kesadaran masyarakat dan mahasiswa terhadap pentingnya menjaga kebersihan sungai serta pemanfaatan teknologi robotika dalam bidang lingkungan?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem robotika pembersih sampah sungai yang mampu bekerja secara otomatis di permukaan air dengan memanfaatkan sensor dan sistem kendali untuk mengumpulkan sampah ringan secara efisien.
2. Menguji dan menganalisis kinerja robot dalam membersihkan sampah di sungai, meliputi kecepatan pengumpulan, kapasitas tampung, daya tahan, serta kemudahan penggunaan, kemudian membandingkannya dengan metode pembersihan manual.
3. Memberikan manfaat edukatif dan sosial dengan menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kebersihan sungai serta menunjukkan penerapan nyata ilmu robotika, elektronika, dan sistem kendali dalam menyelesaikan permasalahan lingkungan.
4. Menjadi sarana pembelajaran akademik bagi mahasiswa, khususnya dalam mengintegrasikan teori dan praktik pada bidang robotika serta memberikan referensi bagi pengembangan inovasi robot pembersih serupa di masa mendatang.

## **1.4 Manfaat**

### **1. Manfaat Teknis**

Proyek ini dapat menghasilkan robot pembersih sampah sungai yang bisa bekerja otomatis di permukaan air. Melalui pembuatan alat ini, mahasiswa dapat mempraktikkan ilmu tentang robotika, sistem kendali, dan elektronika, serta memahami cara kerja robot dalam membantu pekerjaan manusia. Hasilnya juga bisa dijadikan contoh atau referensi untuk pengembangan robot sejenis di masa depan.

### **2. Manfaat Lingkungan**

Robot ini diharapkan bisa membantu mengurangi sampah yang mengapung di sungai, seperti plastik dan daun kering. Dengan adanya alat ini, proses pembersihan sungai bisa jadi lebih cepat dan efisien tanpa harus selalu mengandalkan tenaga manusia. Sungai yang bersih juga akan membuat lingkungan jadi lebih sehat dan nyaman bagi masyarakat sekitar.

### **3. Manfaat Sosial dan Edukatif**

Proyek ini dapat meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan sungai. Selain itu, bisa menjadi contoh penerapan teknologi sederhana untuk membantu mengatasi masalah lingkungan. Mahasiswa juga bisa belajar bekerja sama dalam tim dan memahami bagaimana teknologi dapat digunakan untuk hal-hal yang bermanfaat bagi banyak orang.

### **4. Manfaat Akademik**

Proyek ini menjadi sarana belajar yang nyata bagi mahasiswa untuk menggabungkan teori dengan praktik di bidang robotika. Hasil penelitian ini juga bisa dijadikan bahan referensi atau tugas akhir bagi mahasiswa lain yang ingin mengembangkan inovasi robot pembersih sampah atau teknologi serupa.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Teori dan Teknologi yang Digunakan

Teknologi robotika merupakan rumpun ilmu yang mempelajari perancangan, pembuatan, serta pengoperasian robot untuk membantu pekerjaan manusia sehari hari. Dalam konteks robot pembersih sungai, konsep utama yang digunakan adalah robot otonom (autonomous robot), yaitu robot yang dapat bekerja secara mandiri berdasarkan sensor dan algoritma yang tertanam pada sistem kendalinya. Komponen utama dari robot jenis ini meliputi:

1. **Mikrokontroler** berfungsi sebagai otak robot yang mengatur seluruh pergerakan dan respon sensor. Contoh yang umum digunakan adalah Arduino Uno atau ESP32.
2. **Motor DC dan Motor Servo** digunakan untuk menggerakkan robot di atas permukaan air serta menggerakkan alat pengambil sampah.
3. **Sensor Ultrasonik dan Sensor IR (Infrared)** berfungsi untuk mendeteksi halangan, menentukan jarak, serta membantu robot menghindari tabrakan dengan objek lain di sungai.
4. **Sistem Mekanik Serok atau Conveyor** digunakan sebagai alat pengambil sampah yang mengarahkan sampah ke wadah penampung.
5. **Sumber Daya dan Modul Kontrol Jarak Jauh (opsional)** untuk mendukung mobilitas robot, biasanya menggunakan baterai lithium dan sistem remote atau aplikasi kontrol berbasis Bluetooth/Wi-Fi.

Dengan perpaduan sistem mekanik dan elektronik tersebut, robot dapat bergerak, mendeteksi, serta mengambil sampah secara otomatis. Prinsip kerja ini didasarkan pada konsep mechatronics system, dimana mekanika, elektronika, dan pemrograman dikombinasikan untuk menghasilkan sistem yang cerdas dan adaptif terhadap lingkungan.

#### 2.2 Proyek dan Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian dan proyek sebelumnya telah dilakukan untuk mengembangkan robot pembersih sampah air:

1. **Nur Hanif Nandarusman dan Mohammad Nasrul Mubin (2024)** dalam jurnal "Implementasi Robot Ranger River Pembersih Sampah Sungai Berbasis IoT dan Energi Terbarukan" mengembangkan robot pembersih sungai yang dikendalikan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik. Robot ini mampu mendeteksi sampah dan menghindari halangan secara efektif, dengan conveyor sebagai mekanisme pengambil sampah. Penggunaan energi surya sebagai sumber daya utama membuat robot ramah lingkungan dan mampu beroperasi lebih lama tanpa perlu pengisian baterai manual. Selain itu, robot dapat dipantau dan dioperasikan secara real-time melalui sistem berbasis IoT.

2. **Rahman dan Putra (2022)** dalam penelitian berjudul “*Automatic River Cleaning Robot Based on IoT System*” menambahkan fitur Internet of Things (IoT) agar robot dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi berbasis web. Dengan teknologi ini, proses pemantauan kebersihan sungai dapat dilakukan dari jarak jauh.
3. **Astuti et al. (2020)** melakukan eksperimen terhadap robot pengambil sampah berbasis tenaga surya. Robot tersebut menggunakan panel surya sebagai sumber energi utama, sehingga ramah lingkungan dan dapat beroperasi lebih lama tanpa perlu pengisian baterai manual.
4. **Darmawan dan Suryana (2023)** merancang *prototype* robot pembersih kolam dengan sistem penggerak propeller. Hasil uji menunjukkan bahwa sistem serok berbentuk conveyor belt lebih efisien dalam mengumpulkan sampah ringan seperti plastik dan daun kering.

Dari beberapa penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa inovasi robot pembersih sampah sungai terus berkembang dengan beragam pendekatan, mulai dari sistem manual, semi-otomatis, hingga otomatis berbasis IoT. Namun, kebanyakan masih memiliki keterbatasan dalam daya tahan baterai, efisiensi sistem serok, dan kemampuan adaptasi terhadap kondisi sungai yang kompleks.

### 2.3 Literatur Akademik Pendukung

Beberapa literatur dan sumber ilmiah juga menjadi dasar teori dalam proyek ini:

- **Siciliano, B., & Khatib, O. (2016).** *Springer Handbook of Robotics*. Springer.  
Buku ini membahas dasar-dasar sistem kendali robot, aktuator, dan sensor yang menjadi acuan utama dalam merancang sistem gerak robot pembersih.
- **Arduino Documentation (2023).** *Arduino Uno Rev3 Technical Reference*.  
Menjelaskan detail teknis terkait cara kerja mikrokontroler Arduino yang digunakan sebagai pengendali utama sistem robotik.
- **Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.**  
Menjadi dasar hukum penting terkait pengelolaan dan pengurangan sampah, serta mendorong inovasi teknologi ramah lingkungan untuk membantu program pemerintah dalam menjaga kebersihan sungai

### 2.4 Kesenjangan Penelitian

Dari tinjauan pustaka di atas, terlihat bahwa sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada robot pembersih air berskala kecil (kolam atau danau) dengan jangkauan terbatas. Oleh karena itu, proyek ini menawarkan inovasi baru dalam bentuk robot pembersih sampah sungai yang lebih adaptif terhadap arus air, hemat energi, dan menggunakan sistem deteksi halangan yang lebih efisien.

Selain itu, proyek ini juga mengedepankan nilai edukatif dan sosial, yaitu meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kebersihan lingkungan

melalui penerapan teknologi robotika yang mudah dipahami dan direalisasikan oleh mahasiswa.

## **BAB III**

### **METODOLOGI DAN SOLUSI**

#### **3.1 Metodologi Perancangan**

##### **3.1.1 Pendekatan Penelitian**

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam perancangan robot pengambil sampah sungai berbasis remote control dan sensor pintar real-time ini adalah pendekatan prototyping, dengan dukungan dari studi literatur dan observasi lapangan.

##### **1. Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teoritis dan referensi teknis dalam perancangan sistem. Beberapa aspek yang ditinjau meliputi:

- Desain robot amfibi dan robot pengambil sampah berbasis mekanik.
- Teknologi sensor arus air, sensor berat, dan sensor level ultrasonik.
- Sistem kendali menggunakan **remote control** berbasis Bluetooth atau RF.
- Algoritma dasar untuk monitoring real-time melalui mikrokontroler.

Dari hasil studi ini diperoleh pemahaman yang kuat mengenai pemilihan komponen, integrasi sistem, dan algoritma kendali.

##### **2. Observasi Lapangan**

Observasi dilakukan di area sungai dengan arus yang relatif stabil untuk mengamati karakteristik medan operasional.

Data lapangan yang dikumpulkan mencakup:

- Kecepatan arus air rata-rata.
- Jenis dan ukuran sampah yang mengapung.
- Kedalaman dan lebar sungai.
- Kondisi lingkungan sekitar yang dapat memengaruhi kinerja sensor.

Hasil observasi ini menjadi dasar dalam menentukan desain bodi robot (bentuk, ukuran, dan material) serta kapasitas penampungan sampah yang optimal.

Dengan kombinasi ketiga pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan rancangan robot yang tidak hanya inovatif dari sisi teknologi, tetapi juga aplikatif dan efektif digunakan di lingkungan sungai nyata.

##### **3.1.2 Tahapan Perancangan**

Tahapan perancangan dilakukan secara sistematis dan terstruktur agar pengembangan robot dapat berjalan sesuai metodologi rekayasa sistem. Setiap tahap memiliki sasaran dan keluaran (output) yang spesifik.

## 1. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap ini berfokus pada pengumpulan dan identifikasi kebutuhan fungsional dan nonfungsional robot.

- Kebutuhan fungsional mencakup kemampuan robot untuk:
  - Bergerak secara stabil di permukaan air.
  - Mengambil dan menampung sampah menggunakan mekanisme servo atau jaring mekanik.
  - Mengirimkan data sensor secara real-time ke operator.
- Kebutuhan nonfungsional meliputi:
  - Daya tahan terhadap air dan karat.
  - Efisiensi energi baterai.
  - Ketahanan material terhadap benturan ringan dan paparan sinar matahari.

Hasil tahap ini berupa daftar kebutuhan sistem yang menjadi dasar desain teknis.

## 2. Perancangan Konseptual

Pada tahap ini dibuat rancangan konseptual robot, meliputi bentuk fisik, sistem penggerak, mekanisme pengambilan sampah, serta integrasi sensor.

- Bentuk bodi dirancang menyerupai kapal kecil dengan dasar datar agar stabil di air.
- Sistem propulsif menggunakan motor DC waterproof dengan baling-baling mini.
- Mekanisme pengambil sampah dirancang menggunakan servo yang dapat menggerakkan jaring ke dalam air.
- Sistem sensor terdiri dari sensor arus air, sensor berat, sensor level penampungan, dan sensor baterai.
- Kendali utama dilakukan oleh mikrokontroler (ESP32 atau Arduino) yang terhubung ke remote control untuk pergerakan, serta menampilkan data sensor pada layar indikator.

### 3. Perancangan Sistem dan Komponen

Tahap ini melibatkan desain skematik, pemilihan komponen, dan pembuatan diagram blok sistem.

- Mikrokontroler sebagai pusat kendali menerima input dari sensor dan mengontrol aktuator motor serta servo.
- Modul komunikasi (Bluetooth/RF) digunakan untuk menghubungkan robot dengan remote kontrol jarak jauh.
- Data sensor dikirimkan secara real-time agar operator dapat mengambil keputusan dengan cepat.
- Struktur fisik robot menggunakan bahan **PVC atau aluminium ringan** yang tahan air dan mudah dibentuk.

Selain itu, dilakukan perhitungan kebutuhan daya, berat maksimum beban, serta rancangan distribusi massa agar keseimbangan robot tetap terjaga saat membawa sampah.

### 4. Pembuatan Prototipe

Pada tahap ini, seluruh komponen yang telah dirancang diintegrasikan menjadi sebuah prototipe robot.

- Komponen elektronik dipasang di dalam wadah kedap air.
- Mekanisme penggerak dan servo diuji satu per satu untuk memastikan kompatibilitas.
- Rangka robot diuji terhadap tekanan dan daya apung di air.

Prototipe ini merupakan model awal untuk pengujian dan penyempurnaan.

### 5. Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan di lingkungan sungai nyata untuk mengevaluasi kinerja robot. Parameter yang diuji meliputi:

- Kemampuan manuver di permukaan air dengan arus ringan hingga sedang.
  - Respon sistem kendali terhadap perintah remote.
  - Ketepatan pembacaan sensor arus air, level penampungan, dan daya baterai.
- Efisiensi energi selama operasi.

Setelah uji coba dilakukan, data hasil pengujian dianalisis untuk menemukan kelemahan sistem, yang selanjutnya diperbaiki dalam iterasi desain berikutnya.

### **3.1.3 Tools / Software / Hardware yang Digunakan**

Dalam proses perancangan dan pembuatan robot pengambil sampah berbasis remote control dengan sistem sensor cerdas, digunakan berbagai perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang saling mendukung agar sistem dapat berfungsi secara optimal. Pemilihan tools ini didasarkan pada prinsip efisiensi, kompatibilitas, kemudahan integrasi, serta ketersediaan komponen di pasaran.

#### **A. Hardware (Perangkat Keras)**

Perangkat keras berfungsi sebagai komponen fisik yang membentuk sistem robot dan menjalankan seluruh proses mekanik, elektronik, serta komunikasi antarbagian. Adapun komponen utama yang digunakan adalah sebagai berikut:

##### **1. Mikrokontroler (Arduino Uno atau ESP32)**

Mikrokontroler berperan sebagai otak utama robot yang mengatur seluruh fungsi sistem, mulai dari pengendalian motor, pembacaan sensor, hingga komunikasi data ke remote.

- Arduino Uno digunakan karena mudah diprogram, memiliki banyak pin I/O, dan didukung komunitas luas.
- Alternatif lain, ESP32, dapat dipilih karena memiliki fitur Wi-Fi dan Bluetooth bawaan, memungkinkan pengiriman data sensor secara real-time tanpa modul tambahan.

##### **2. Motor DC dan Motor Servo**

- Motor DC digunakan sebagai penggerak utama untuk pergerakan robot ke depan, belakang, kanan, dan kiri. Motor ini dikendalikan melalui motor driver (L298N atau L293D) agar kecepatan dan arah putarannya dapat diatur dengan akurat.
- Motor servo digunakan untuk menggerakkan gripper (penjepit sampah), karena servo memiliki kontrol posisi presisi tinggi sehingga mampu membuka, menutup, dan mengangkat objek dengan stabil.

##### **3. Modul Komunikasi (Transmitter–Receiver RF atau Bluetooth)**

- Modul ini digunakan untuk menghubungkan remote control dengan robot.
- Pada sistem berbasis RF (Radio Frequency), digunakan modul nRF24L01 atau HC-12 yang memiliki jangkauan hingga ratusan meter.

- Jika menggunakan Bluetooth HC-05/HC-06, maka komunikasi dapat dihubungkan dengan perangkat smartphone atau laptop yang mendukung Bluetooth.
- Modul ini memungkinkan pengguna mengirim perintah kontrol dan menerima data sensor secara real time.

#### **4. Sensor Sistem Cerdas**

- Sensor Arus Air (Water Flow Sensor): Mengukur laju aliran air di sekitar robot. Bila arus meningkat signifikan, sistem akan mengirimkan sinyal peringatan kepada pengguna.
- Sensor Tegangan (Voltage Sensor): Memantau kondisi daya baterai untuk mencegah robot mati mendadak akibat kehabisan energi.
- Sensor Volume Sampah (Ultrasonic Sensor / Infrared Proximity Sensor): Mendeteksi ketinggian atau volume sampah di wadah penampung.
- Sensor Beban (Load Cell): Mengukur berat sampah yang diangkat oleh gripper agar pengguna tahu jika beban sudah melebihi batas aman.

#### **5. Power Supply dan Baterai**

- Sistem robot menggunakan baterai lithium-ion (Li-ion 18650) yang ringan namun memiliki kapasitas tinggi.
- Dilengkapi DC-DC converter untuk menstabilkan tegangan ke berbagai komponen seperti mikrokontroler, motor, dan sensor.

#### **6. Rangka Robot dan Wadah Penampung Sampah**

- Dibuat menggunakan bahan akrilik tebal, aluminium ringan, atau PVC tahan air, tergantung kebutuhan di lapangan.
- Desain dirancang agar aerodinamis dan stabil saat bergerak di permukaan air atau daratan basah.

#### **7. Remote Control atau Pengendali Manual**

- Remote dapat berupa transmitter fisik dengan joystick dan tombol kontrol, atau smartphone dengan antarmuka aplikasi sederhana (apabila menggunakan komunikasi Bluetooth).
- Dilengkapi layar indikator untuk menampilkan status sensor real-time, seperti kondisi baterai, volume sampah, dan kecepatan arus air.

### **B. Software (Perangkat Lunak)**

Perangkat lunak berfungsi untuk merancang, memprogram, dan menguji sistem robot sebelum diimplementasikan ke perangkat keras. Adapun software yang digunakan antara lain:

### **1. Arduino IDE**

- Digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke mikrokontroler Arduino atau ESP32.
- Mendukung berbagai library yang digunakan untuk pengendalian motor, komunikasi nirkabel, serta pembacaan data sensor.
- Pemrograman dilakukan dengan bahasa C/C++ sederhana yang sesuai untuk sistem embedded.

### **2. Proteus / Tinkercad Circuits (Simulasi Elektronik)**

Proteus dan Tinkercad Circuits digunakan sebagai perangkat lunak utama untuk melakukan simulasi rangkaian elektronik sebelum dilakukan implementasi langsung pada perangkat keras. Kedua software ini memiliki fungsi yang sangat penting dalam tahap perancangan dan verifikasi sistem agar setiap komponen seperti sensor, motor, dan mikrokontroler dapat berfungsi dengan benar sesuai rancangan awal.

#### **a. Fungsi dan Peran dalam Perancangan**

Melalui simulasi di Proteus atau Tinkercad Circuits, perancang dapat:

- Menguji koneksi antar-komponen elektronik tanpa perlu merakit fisik terlebih dahulu.
- Melihat respon sistem terhadap input tertentu, misalnya bagaimana Arduino mengontrol motor saat sensor mendeteksi sampah atau tegangan baterai menurun.
- Mendeteksi kesalahan wiring atau program lebih awal sehingga dapat memperkecil risiko kerusakan perangkat keras.
- Melakukan pengujian logika program (firmware) langsung di dalam lingkungan simulasi sebelum diunggah ke mikrokontroler sesungguhnya.

Simulasi semacam ini membantu perancang memperoleh hasil yang lebih akurat dan menghemat waktu serta biaya dalam proses pengembangan robot.

#### **b. Kelebihan Proteus dibandingkan Software Simulasi Lain**

Proteus memiliki sejumlah keunggulan yang membuatnya lebih unggul dan populer di kalangan mahasiswa teknik, dosen, maupun peneliti dibandingkan perangkat lunak simulasi lain seperti Multisim, Tinkercad Circuits, atau Circuit Wizard, di antaranya:

## **1. Integrasi Langsung antara Simulasi Elektronik dan Mikrokontroler**

- Proteus memungkinkan pengguna mengimpor langsung file program (hex file) dari Arduino IDE atau compiler C ke dalam simulasi.
- Artinya, pengguna dapat menjalankan kode asli yang akan diunggah ke mikrokontroler dan melihat bagaimana program tersebut mengontrol motor, sensor, atau LED dalam simulasi real-time.
- Fitur ini tidak dimiliki oleh Tinkercad atau Multisim dengan tingkat kedetailan yang sama.

## **2. Koleksi Komponen yang Sangat Lengkap dan Realistik**

- Proteus memiliki ribuan model komponen elektronik dari berbagai produsen (misalnya motor driver, regulator, relay, sensor digital, hingga IC komunikasi seperti HC-12 dan ESP32).
- Setiap komponen dilengkapi parameter teknis realistik seperti tegangan kerja, waktu respon, dan arus maksimum.
- Hal ini membuat hasil simulasi mendekati kondisi nyata di lapangan.

## **3. Antarmuka Profesional dengan Kemampuan Visualisasi Sirkuit yang Dinamis**

- Tampilan Proteus memungkinkan pengguna melihat arus listrik dan tegangan secara real time melalui indikator visual seperti jarum voltmeter atau animasi LED yang menyala.
- Fitur “oscilloscope virtual” dan “logic analyzer” bawaan juga membantu dalam analisis sinyal dan debugging sistem kontrol.

## **4. Mendukung Integrasi Sistem Embedded yang Kompleks**

- Proteus dapat digunakan untuk simulasi sistem tertanam multi-mikrokontroler (misalnya integrasi dua atau lebih unit Arduino/ESP32).
- Fitur ini sangat berguna dalam penelitian robotika dan Internet of Things (IoT), di mana komunikasi antarperangkat menjadi aspek penting.

## **5. Kinerja Simulasi yang Cepat dan Akurat**

- Proteus menggunakan mesin simulasi SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) yang terkenal stabil dan cepat, menghasilkan hasil simulasi dengan tingkat akurasi tinggi.

- Dibandingkan dengan Tinkercad Circuits yang lebih cocok untuk simulasi dasar berbasis web, Proteus mampu menangani rangkaian kompleks tanpa lag atau keterbatasan komponen.

## **6. Kemudahan Pembuatan PCB Langsung dari Rangkaian**

- Setelah simulasi rangkaian berhasil, pengguna dapat langsung melanjutkan ke tahap desain PCB (Printed Circuit Board) tanpa berpindah software.
- Fitur auto-routing dan layout editor-nya mempermudah pembuatan papan sirkuit yang siap diproduksi secara profesional.

## **7. Dukungan Dokumentasi dan Komunitas Luas**

- Proteus memiliki komunitas global aktif dan dokumentasi resmi lengkap, termasuk tutorial simulasi Arduino, ESP32, sensor, dan modul komunikasi.
- Hal ini sangat membantu mahasiswa dalam proses belajar dan troubleshooting.

### **c. Perbandingan dengan Tinkercad Circuits**

Meskipun Tinkercad Circuits juga digunakan dalam tahap awal untuk simulasi sederhana, namun Tinkercad lebih cocok untuk:

- Eksperimen dasar atau pembelajaran konsep rangkaian bagi pemula.
- Simulasi berbasis web tanpa perlu instalasi software.
- Memvisualisasikan program Arduino sederhana.

Namun, untuk simulasi lanjutan yang membutuhkan ketelitian tinggi, seperti pengujian sistem komunikasi RF, sensor beban, atau kontrol motor multi-channel, Proteus lebih unggul karena menyediakan kontrol penuh terhadap parameter komponen dan respon sistem.

### **d. Kesimpulan Penggunaan**

Dengan mempertimbangkan kelebihan-kelebihan tersebut, Proteus dipilih sebagai software utama dalam simulasi robot pengambil sampah berbasis remote control karena:

- Memberikan hasil simulasi yang akurat dan mendekati kondisi nyata.
- Dapat mengintegrasikan kode program Arduino secara langsung.
- Menyediakan lingkungan pengujian yang komprehensif untuk analisis perilaku sensor dan aktuator.

Penggunaan Proteus secara optimal akan mempercepat proses validasi sistem sebelum implementasi fisik dilakukan, sehingga menekan biaya, waktu, dan risiko kesalahan pada tahap perakitan.

### **3. Fritzing / Autodesk Eagle (Perancangan PCB dan Skematik)**

- Digunakan untuk menggambar rangkaian skematik dan tata letak PCB agar sistem kelistrikan robot lebih rapi dan mudah diimplementasikan.
- Software ini membantu perancangan jalur koneksi antar-komponen seperti mikrokontroler, motor driver, dan sensor.

### **4. Serial Monitor / GUI Monitoring (Data Real-Time)**

- Berfungsi untuk menampilkan data sensor secara langsung dari robot ke komputer atau smartphone.
- Misalnya, pengguna dapat melihat pesan “Baterai Lemah”, “Arus Air Deras”, atau “Wadah Penuh” secara otomatis melalui layar antarmuka.

## **C. Tools (Peralatan Pendukung)**

Selain hardware dan software utama, dibutuhkan pula berbagai alat pendukung teknis untuk proses perakitan dan pengujian robot, antara lain:

- Multimeter digital, untuk mengukur tegangan dan arus listrik pada rangkaian.
- Solder, timah, dan breadboard, untuk menyambung dan menguji komponen secara sementara sebelum perakitan permanen.
- Obeng set, tang, dan lem tembak, untuk merakit rangka robot.
- Alat ukur fisik (penggaris, jangka sorong) untuk memastikan presisi dimensi komponen.
- Laptop/PC sebagai pusat pemrograman dan simulasi sistem.

#### **D. Rancangan Anggaran Biaya**

No	Kategori	Nama Komponen / Alat	Spesifikasi / Keterangan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Subtotal (Rp)
1	Hardware	Mikrokontroler	Arduino Uno R3 / ESP32	1 unit	150.000	150.000
2	Hardware	Motor DC	12V + Gearbox	2 unit	70.000	140.000
3	Hardware	Motor Servo	SG90 / MG995	1 unit	60.000	60.000
4	Hardware	Motor Driver	L298N / L293D	1 unit	50.000	50.000
5	Hardware	Modul Komunikasi	Bluetooth HC-05 / RF nRF24L01	1 unit	60.000	60.000
6	Hardware	Sensor Arus Air	Water Flow Sensor YF-S201	1 unit	85.000	85.000
7	Hardware	Sensor Tegangan	Voltage Sensor 0–25V	1 unit	25.000	25.000
8	Hardware	Sensor Volume Sampah	Ultrasonic HC-SR04	1 unit	30.000	30.000
9	Hardware	Sensor Beban	Load Cell 5 kg + HX711	1 set	80.000	80.000

10	Hardware	Power Supply & Baterai	Li-ion 18650 + DC-DC Converter	1 set	150.000	150.000
11	Hardware	Rangka & Wadah	Akrilik / Aluminium	1 set	200.000	200.000
12	Hardware	Remote Control	Joystick / Bluetooth App	1 set	100.000	100.000
13	Software	Arduino IDE	Pemrograman mikrokontroler	1	Gratis	0
14	Software	Proteus / Tinkercad	Simulasi rangkaian elektronik	1	Gratis	0
15	Software	Fritzing / Eagle	Desain PCB & skematik	1	Gratis	0
16	Software	Serial Monitor / GUI	Pemantauan data sensor real-time	1	Gratis	0
17	Tools	Multimeter Digital	Pengukuran tegangan dan arus	1 unit	120.000	120.000
18	Tools	Solder & Timah	Perakitan komponen	1 set	100.000	100.000
19	Tools	Breadboard + Kabel Jumper	Uji rangkaian sementara	1 set	50.000	50.000
20	Tools	Obeng Set & Tang	Perakitan rangka robot	1 set	75.000	75.000

21	Tools	Lem Tembak + Stick Lem	Penyambung komponen mekanik	1 set	40.000	40.000
22	Tools	Alat Ukur	Penggaris, jangka sorong	1 set	60.000	60.000
23	Tools	Laptop / PC	Pemrograman & simulasi	1 unit	0	0
<b>TOTAL</b>						1.575.000

Dengan kombinasi perangkat keras, perangkat lunak, dan alat pendukung tersebut, proses perancangan robot dapat berjalan lebih sistematis, efisien, dan aman, serta meminimalkan potensi kesalahan sebelum tahap implementasi di lapangan. Selain itu, pemilihan komponen yang bersifat modular dan mudah diperoleh juga memudahkan proses pengembangan lebih lanjut jika di masa depan ingin dilakukan upgrade sistem seperti penambahan sensor baru atau integrasi ke jaringan Internet of Things (IoT).

### 3.2 Solusi

#### 3.2.1 Penjelasan Solusi Utama

Solusi yang diusulkan adalah robot pengambil sampah sungai berbasis remote control dengan dukungan sistem sensor pintar real-time. Robot ini dirancang untuk membantu manusia dalam menjaga kebersihan sungai tanpa harus terjun langsung ke dalam air.

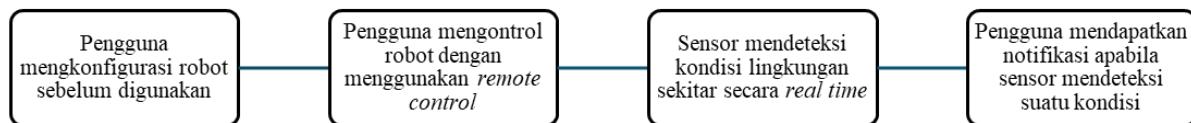
Sistem kendali manual menggunakan remote control nirkabel, memungkinkan operator mengatur arah gerak robot dan mengoperasikan lengan pengambil sampah secara fleksibel.

Selain itu, robot dilengkapi dengan beberapa sensor canggih yang berfungsi untuk:

- Mendeteksi arus air yang terlalu deras, agar pengguna bisa segera menarik atau menghentikan robot.
- Memberi peringatan ketika wadah penampung hampir penuh atau beban terlalu berat.
- Menunjukkan status daya baterai, sehingga pengguna dapat mengatur waktu pengoperasian dengan efisien.

Informasi dari seluruh sensor dikirim secara real-time ke pengguna melalui sistem komunikasi nirkabel dan ditampilkan di layar indikator atau dashboard monitoring.

### 3.2.2 Cara Kerja Solusi



#### 1. Pengoperasian Dasar

Pengguna menyalakan robot dan menghubungkan remote control dengan sistem penerima sinyal pada robot. Robot bergerak di permukaan air menggunakan dua motor DC yang dikendalikan oleh remote, memungkinkan gerakan maju, mundur, kiri, dan kanan.

#### 2. Proses Pengambilan Sampah

Setelah robot diarahkan ke titik sampah, pengguna mengaktifkan sistem servo yang menggerakkan jaring atau penjepit mekanik untuk mengumpulkan sampah ke wadah penampungan.

#### 3. Pemantauan Kondisi Real-Time

Sensor bekerja secara simultan:

- Sensor arus air memantau kondisi aliran dan memberi sinyal jika arus meningkat tajam.
- Sensor berat dan level memantau kapasitas wadah agar tidak melebihi batas aman.
- Sensor baterai memberi notifikasi ketika daya hampir habis.

Data sensor dikirim ke remote control atau dashboard dan ditampilkan secara langsung untuk operator.

#### 4. Respon Pengguna terhadap Peringatan Sensor

Jika salah satu sensor mendeteksi kondisi kritis, sistem memberikan peringatan berupa indikator LED atau sinyal suara. Pengguna dapat mengambil tindakan cepat seperti menghentikan operasi, mengosongkan wadah, atau menarik robot ke tepi sungai.

Dengan sistem ini, robot mampu bekerja secara aman, efisien, dan adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

### **3.2.3 Manfaat Solusi**

Implementasi robot ini memberikan manfaat luas di bidang lingkungan, sosial, dan teknologi:

1. Efisiensi dan Produktivitas Tinggi

Proses pembersihan sampah menjadi lebih cepat tanpa melibatkan banyak tenaga manusia.

2. Keamanan Operator

Pengguna tidak perlu terjun langsung ke sungai yang berpotensi berbahaya.

3. Pemantauan Cerdas

Sistem sensor memberikan informasi kondisi secara akurat dan cepat.

4. Kontribusi Lingkungan

Membantu menjaga ekosistem sungai dengan mengurangi pencemaran secara berkelanjutan.

5. Inovasi Teknologi

Membuka peluang pengembangan ke arah IoT (Internet of Things) untuk pengendalian jarak jauh melalui aplikasi online.

### **3.2.4 Batasan Solusi**

Walaupun efektif, sistem ini memiliki beberapa batasan teknis yang perlu diperhatikan:

1. Jangkauan sinyal remote terbatas, sehingga area operasi robot masih harus berada dalam radius transmisi.

2. Kapasitas baterai terbatas, yang membatasi waktu kerja sebelum perlu pengisian ulang.

3. Kinerja sensor terganggu pada kondisi air yang sangat keruh atau berlumpur.

4. Belum sepenuhnya otomatis, karena robot masih dikendalikan manual oleh operator.

Batasan-batasan ini menjadi acuan untuk pengembangan tahap berikutnya, seperti penerapan sistem navigasi otomatis, komunikasi berbasis IoT, dan penggunaan energi terbarukan seperti panel surya.

## **BAB IV**

### **HIPOTESIS HASIL**

#### **4.1 Prediksi Keluaran Utama**

Berdasarkan hasil analisis permasalahan dan metodologi perancangan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, proyek ini diprediksi akan menghasilkan sebuah robot pembersih sampah sungai berbasis remote control dan sensor pintar real-time yang mampu beroperasi secara efektif di permukaan air.

Robot yang dirancang diharapkan dapat:

1. Bergerak dengan stabil di permukaan sungai menggunakan sistem penggerak motor DC tahan air.
2. Mengambil dan menampung sampah ringan seperti plastik, daun, dan limbah rumah tangga dengan mekanisme jaring atau servo secara efisien.
3. Mengirimkan data sensor (seperti arus air, kapasitas wadah, dan daya baterai) secara real-time kepada pengguna melalui sistem komunikasi nirkabel.
4. Memberikan peringatan otomatis apabila terjadi kondisi kritis seperti wadah penuh, arus air deras, atau baterai lemah.

Sebagai indikator keberhasilan, robot ini ditargetkan mampu:

- Mengurangi volume sampah terapung di area uji coba hingga 60–80% dalam satu kali siklus pembersihan dibandingkan kondisi sebelum operasi.
- Mengumpulkan sampah ringan sebanyak 2–3 kilogram dalam waktu 10–15 menit pada kondisi arus air normal dengan kapasitas wadah optimal.
- Menjaga stabilitas operasi dengan tingkat keberhasilan sistem sensor dan kendali mencapai lebih dari 90% dalam mendeteksi kondisi lingkungan dan mengirimkan data real-time tanpa gangguan.

Dengan demikian, robot ini diprediksi mampu berfungsi secara teknis maupun fungsional sesuai rancangan awal, serta memberikan kontribusi nyata terhadap upaya pembersihan lingkungan sungai melalui penerapan teknologi robotika yang efisien dan ramah lingkungan.

## **4.2 Pencapaian Tujuan**

Melalui implementasi metode prototyping yang disertai dengan studi literatur dan observasi lapangan, proyek ini diperkirakan dapat mencapai tujuan sebagaimana telah dijelaskan pada Bab I, yaitu:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem robotika pembersih sungai yang mampu bekerja secara otomatis di permukaan air untuk mengumpulkan sampah ringan dengan efisien.
2. Menguji efektivitas dan kinerja robot dalam proses pembersihan sungai dibandingkan metode manual, terutama dalam hal waktu kerja, kapasitas pengumpulan, dan kemudahan operasional.
3. Memberikan manfaat edukatif dan sosial bagi mahasiswa dan masyarakat dengan menunjukkan penerapan nyata teknologi robotika dalam mengatasi permasalahan lingkungan.

Berdasarkan rancangan dan skenario pengujian yang direncanakan, diperkirakan bahwa robot pembersih ini mampu mempercepat proses pembersihan sungai hingga beberapa kali lipat dibandingkan metode manual. Selain itu, penggunaan robot juga dapat mengurangi risiko keselamatan bagi petugas lapangan, sehingga memberikan dampak positif baik dari aspek teknis maupun sosial.

## **4.3 Kesesuaian dengan Kajian Pustaka**

Hipotesis hasil proyek ini diperkirakan akan selaras dengan teori dan penelitian terdahulu yang telah dibahas dalam Bab II, di antaranya:

- Penelitian oleh Nur Hanif Nandarusman dan Mohammad Nasrul Mubin (2024) yang menunjukkan bahwa penerapan sensor ultrasonik dan sistem IoT efektif dalam mendeteksi serta menghindari halangan di air.
- Hasil studi oleh Rahman dan Putra (2022) serta Astuti et al. (2020) yang membuktikan bahwa sistem kendali nirkabel dan tenaga surya dapat meningkatkan efisiensi robot pembersih air.

Proyek ini berpotensi memperkuat hasil-hasil tersebut dengan menambahkan sistem sensor pintar real-time serta kendali jarak jauh adaptif yang menyesuaikan terhadap kondisi sungai. Dengan demikian, hasil yang diperoleh diharapkan dapat mendukung dan memperkaya literatur robotika lingkungan, khususnya dalam konteks penerapan teknologi pada perairan terbuka seperti sungai.

## DAFTAR PUSTAKA

Penulis tidak disebutkan. (n.d.). *Kondisi aliran Sungai Brantas di wilayah Kedungkandang, Kota Malang* [Laporan]. <https://share.google/NTgdMcNN4xuqJMywr>

Fariyah, L. (2020). *Perancangan wisata edukasi pengelolaan sampah di Kota Malang dengan pendekatan arsitektur hijau* [Tugas Akhir, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim]. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. <http://etheses.uin-malang.ac.id/21872/1/13660028.pdf>

Nandarusman, N. H., & Mubin, M. N. (2024). *Implementasi robot Ranger River pembersih sampah sungai berbasis IoT dan renewable energy* [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta]. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. <https://eprints.ums.ac.id/126246/1/NASKAH%20PUBLIKASI%20.pdf>

Purnama, M. E., & Ihsan, M. (2024). *Alat pengangkut sampah sungai berbasis Internet of Things (IoT)*. *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, 7(2), 1–5. <https://doi.org/10.32502/digital.v7i2.9284>

Andalangit, A. F., & Jez, E. (2023). *Prototype robot kapal pembersih kolam renang dengan pengendali remot kontrol* [Laporan Projek Akhir, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung]. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Mauliadi, M., Basyir, M., & Finawan, A. (2020). *Rancang bangun robot boat pemungut sampah di perairan Waduk Lhokseumawe berbasis mikrokontroler*. *Jurnal TEKTRO*, 4(2), 68–72. <https://e-jurnal.pnl.ac.id/TEKTRO/article/download/2768/2318>

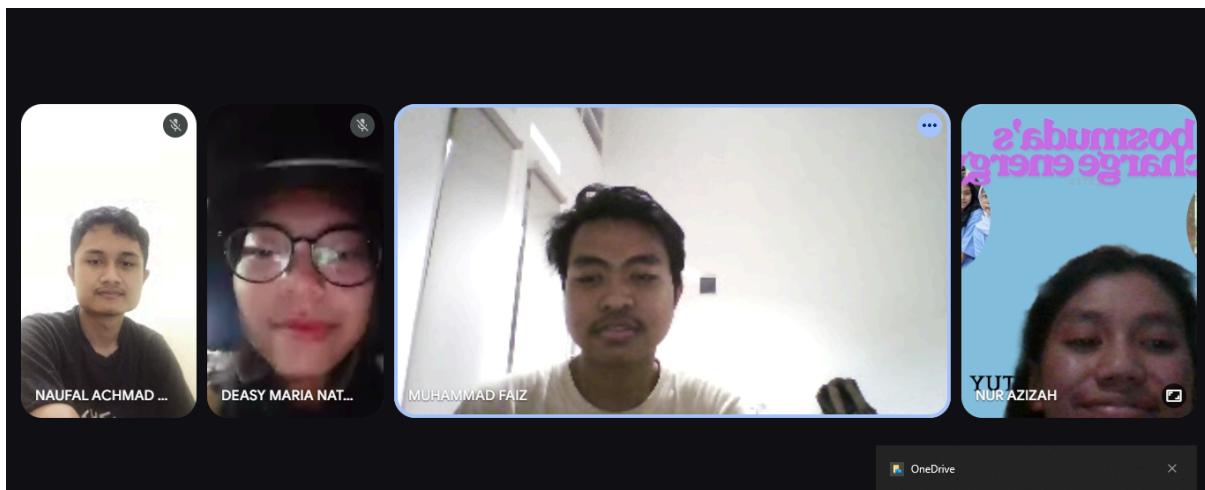
Cahya, I. D. (2020). *Prototipe penggeruk sampah pada aliran sungai* [Skripsi, Universitas Negeri Semarang]. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. <https://jurnal.um-palembang.ac.id/digital/article/view/9284>

## LAMPIRAN

- List Pembagian kerja kelompok

No	Nama	Tugas
1	Nur Azizah	Abstrak dan Bab 1
2	Naufal Achmad Zamroni	Bab 2
3	Muhammad Faiz	Bab 3 Menyusun Proposal
4	Deasy Maria Natalie	Daftar Pustaka dan Lampiran Menyusun Proposal
5	Seluruh Anggota Kelompok	Bab 4

- Foto Kerja bareng dengan teman kelompok



- foto min. 2 kali dengan mentor (2 kali konsultasi dengan mentor).



