



**RANCANG BANGUN MODEL PERAHU MINI ROBOT PEMBERSIH
SAMPAH DI SUNGAI MENGGUNAKAN ANDROID BERBASIS ARDUINO UNO**

¹⁾SUYATNO BUDIHARJO ²⁾ROLA SETIA PUTRA

^{1,2)}AKADEMI TEKNIK TELEKOMUNIKASI SANDHY PUTRA JAKARTA

¹⁾suyatno_budiharjo@yahoo.co.id ²⁾rolasetiaputra24@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi saat sekarang ini memiliki peranan yang sangat penting dalam kemajuan kehidupan manusia. Banyak peralatan dibuat yang fungsinya mempermudah suatu pekerjaan menjadi lebih efisien dan cepat. Salah satunya adalah pengontrolan alat jarak jauh. Pada penelitian ini dibuat alat teknologi pengontrolan robot berbasis arduino menggunakan android. Dalam pemrograman arduino bahasa yang digunakan adalah bahasa C, karena lebih mudah dipelajari dan mempunyai struktur bahasa tingkat tinggi yang muda dipahami. Penghubung komunikasi antara robot dengan android adalah modul bluetooth yang terlebih dahulu dipairing dengan bluetooth android. Robot ini akan dikontrol dengan tombol-tombol yang ada di android untuk bergerak maju, mundur, belok kanan, belok kiri, buka, tutup dan berhenti. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat bahwa robot perahu ini dapat bergerak dengan jarak maksimal 30 meter antara perangkat android dengan perahu, dengan syarat tidak ada halangan apapun yang menghalangi komunikasinya. Dan hasil pengujian yang telah dilakukan didapat bahwa robot perahu dapat berjalan dengan baik sesuai perintah android pada saat bergerak maju, mundur, belok kanan, belok kiri, buka, tutup dan berhenti. Selain itu, robot perahu dapat mengambil sampah sesuai dengan perintah android.

Kata Kunci : Arduino, Bahasa C, Robot, Android

ABSTRACT

The development of technology nowadays has a very important role in the progress of human life. Much of the equipment is made that functions facilitate a work more efficiently and quickly. One is a remote control tool. In this study, based robot control technology tool arduino using android. In the arduino programming language used is C language, because it is easier to learn and have a high-level language structure that the young understood. Communication link between the android is a robot with a bluetooth module that first paired with a bluetooth android. This robot will be controlled by buttons on the android to move forward, backward, turn right, turn left, open, close and stop. From the testing that has been done this boat found that the robot can move at a maximum distance of 30 meters between an android device with a boat, provided that no obstacle obstructs communication. And the results of testing that was done found that the robot boat can run properly as instructed android while on the move forward, backward, turn right, turn left, open, close and stop. In addition, the robot can pick up the garbage boat in accordance with the command android.

Keywords : Arduino, C Language, Robot, Android

2. PENDAHULUAN

B. Latar belakang

Sampai saat ini, sampah masih menjadi persoalan yang terjadi di masyarakat, salah satunya yaitu tentang kebersihan lingkungan di sungai. Kesadaran masyarakat akan kebersihan lingkungan sungai masih sangat kurang, banyak orang-orang yang tetap membuang sampah di sungai. Untuk hal membersihkan sungai sudah menjadi tanggungjawab bersama, namun di sisi lain sudah terdapat petugas-petugas kebersihan yang diberi pekerjaan untuk membersihkan sungai.

Saat ini mereka masih menggunakan cara manual untuk membersihkan sampah-sampah yang ada di sungai. Pembersihan masih dilakukan dengan cara menaiki sebuah perahu atau dengan menggunakan alat berat. Apabila *volume* sampah sangat banyak, pekerjaan tersebut dirasa sangat tidak maksimal dan melelahkan karena beban yang sangat banyak dan tidak diimbangi dengan kekuatan manusia yang ada.

Perkembangan teknologi saat ini sudah sangat maju, banyak bermunculan aplikasi dan peralatan yang serba otomatis. Android adalah sebuah sistem operasi yang berbasis Linux untuk telepon seluler seperti telepon pintar seluler dan computer tablet. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam piranti bergerak. Dengan semakin berkembangnya teknologi tersebut, diharapkan muncul sebuah solusi untuk memecahkan masalah yang ada, khususnya untuk membantu dan memudahkan pekerjaan manusia.

Dengan permasalahan tersebut, maka penulis membuat sistem dengan judul "RANCANG BANGUN MODEL PERAHU MINI ROBOT PEMBERSIH SAMPAH DI SUNGAI MENGGUNAKAN ARDUINO UNO BERBASIS ANDROID". Dengan adanya alat ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi tenaga dan waktu. Karena sistem ini berbasis Teknologi pada android dan bluetooth maka bisa dikontrol secara jarak jauh, masyarakat dapat dengan mudah menggunakan dan memanfaatkan alat tersebut.

C. Maksud Dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang sistem kerja perancangan perahu mini robot pembersih sampah di sungai menggunakan android berbasis arduino uno
2. Mempelajari sistematika kerja sistem perancangan perahu mini robot pembersih sampah di sungai menggunakan android berbasis arduino uno
3. Meningkatkan efisiensi tenaga dan waktu serta perekonomian

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penulisan proyek tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang sistem kerja perahu mini robot pembersih sampah di sungai menggunakan android berbasis arduino uno ?
2. Bagaimana prinsip kerja perancangan sistem kerja perahu mini robot pembersih sampah di sungai menggunakan android berbasis arduino uno ?
3. Bagaimana cara menganalisis hasil dari pengerjaan sistem perahu mini robot pembersih sampah di sungai menggunakan android berbasis arduino uno ?

E. Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan dalam laporan tugas akhir ini hanya terbatas pada masalah-masalah yang berhubungan dengan :

1. Rancangan pembersih sampah di sungai terhadap perahu miniatur yang di pasang pada bagian depan guna dapat membersihkan sampah dengan cara menyaring sampah tersebut sehingga dapat masuk ke dalam penampungan sampah
2. Cara kerja alat ini hanya berdasarkan perintah dari android yang diterima oleh *bluetooth* yang selanjutnya setiap data itu dibaca oleh arduino uno sehingga akan menghasilkan gerak maju, mundur, kanan, kiri, buka dan tutup
3. Alat ini hanya dapat membersihkan sampah yang berada pada area permukaan air sungai
4. Ujicoba perahu mini robot pembersih sampah ini dilakukan dengan cara menganalisa perintah dari android ke HC-06 pada saat robot sedang aktif

F. DASAR TEORI

Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya.^[3]

Jenis-Jenis Mikrokontroler secara umum mikrokontroler terbagi menjadi tiga keluarga besar. Setiap keluarga mempunyai ciri khas dan karakteristik sendiri sendiri, berikut pembagian keluarga dalam mikrokontroler.

1. Keluarga MCS51

Mikrokontroler ini termasuk dalam keluarga mikrokontroler CISC. Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus clock. Mikrokontroler ini berdasarkan arsitektur Harvard dan meskipun awalnya dirancang untuk aplikasi mikrokontroler chip tunggal, sebuah mode perluasan telah mengizinkan sebuah ROM luar 64KB dan RAM luar

64KB diberikan alamat dengan cara jalur pemilihan chip yang terpisah untuk akses program dan memori data

2. AVR

Mikro kontroler Alv and Vegard’s Risc processor atau sering disingkat AVR merupakan mikrokontroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus clock. AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi.

3. PIC

PIC ialah keluarga mikrokontroler tipe RISC buatan Microchip Technology. Bersumber dari PIC1650 yang dibuat oleh Divisi Mikroelektronika General Instruments. Teknologi Microchip tidak menggunakan PIC sebagai akronim, melainkan nama brandnya ialah PICmicro. Hal ini karena PIC singkatan dari Peripheral Interface Controller, tetapi General Instruments mempunyai akronim PIC1650 sebagai Programmabel Intelligent Computer..^[7]

A. Mikrokontroler ATmega 328

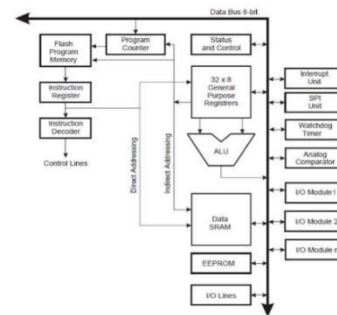
ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain :

1. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.
2. 32 x 8-bit register serba guna.
3. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
4. 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai bootloader.
5. Memiliki EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanent karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
6. Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2KB.
7. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (Pulse Width Modulation) output.
8. Master/ Slave SPI Serial interface.

Mikrokontroler ATmega 328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism. instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program.

Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (Arithmetic Logic unit) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit.

Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik memory mapped I/O selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register control Timer/ Counter, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register – register ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh. ^[9]



Gambar 2.1 Architecture ATmega 328

C. Arduino Uno

Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuanya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram

sebagai USB-to-serial converter untuk komunikasi serial ke computer melalui port USB.^[10]

Board Arduino Uno memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut :

1. pinout : menambahkan SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin RESET, dengan I/O REF yang memungkinkan sebagai buffer untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan prosesor yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan Arduino karena beroperasi dengan 3,3V. Yang kedua adalah pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.
2. Sirkit reset
3. ATmega 16U2 ganti 8U yang digunakan sebagai konverter USB-to-serial.^[6]



Gambar 2.2 Board Arduino Uno

Ringkasan Spesifikasi	
Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan Operasi	5 Volt
Input Voltage (disarankan)	7 - 12 Volt
Input Voltage (batas akhir)	6 - 20 Volt
Digital I/O Pin	14 (6 pin sebagai output PWM)
Analog Input Pin	6
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega 328) 0,5 KB untuk Bootloader
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EEPROM	1 KB (ATmega 328)
Clock Speed	16 MHz

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

1. Sumber Daya (Tegangan) ^[4]

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya akan dipilih secara otomatis oleh Arduino. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker, 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal

dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor power.

Papan Arduino Uno dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut :

- a. VIN : Adalah input tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai 'saingan' tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- b. 5V : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (built-in) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari jack power DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada board (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.
- c. 3V3 : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- d. GND : Pin Ground atau Massa.
- e. IOREF : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

2. Memori ^[4]

Prosesor ATmega328 memiliki memori sebesar 32 KB yang mana sebesar 0,5 KB digunakan untuk menyimpan file bootloader. ATmega328 juga memiliki 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

3. Input dan Output ^[4]

Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai input atau output,

dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. Semua pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (terputus secara default) sebesar 20-50 kOhm.

4. Komunikasi [4]

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5 Volt), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan pin 1 (TX). Sebuah chip ATmega16U2 yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai COM Port Virtual (pada Device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer. Firmware 16U2 menggunakan driver standar USB COM, dan tidak membutuhkan driver eksternal. Namun pada sistem operasi Windows, file .inf masih dibutuhkan. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip USB-to-serial yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1).

5. Pemrograman [4]

Arduino Uno dapat diprogram dengan software Arduino. ATmega328 pada Arduino Uno sudah tersedia preburned dengan bootloader yang memungkinkan anda untuk mengunduh kode baru tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Hal ini karena komunikasi yang terjadi menggunakan protokol asli STK500. Anda juga dapat melewati bootloader dan program mikrokontroler melalui pin header ICSP (In-Circuit Serial Programming).

Kemudian Anda dapat menggunakan Atmel FLIP software (sistem operasi Windows) atau DFU programmer (sistem operasi Mac OS X dan Linux) untuk memuat firmware baru. Atau Anda dapat menggunakan pin header ISP dengan programmer eksternal (overwrite DFU bootloader).

6. Reset Software Otomatis [1]

Tombol reset *Uno Arduino* dirancang untuk menjalankan program yang tersimpan didalam mikrokontroler dari awal. Tombol reset terhubung ke ATmega328 melalui kapasitor 100nf. Setelah tombol reset ditekan cukup lama untuk me-reset chip, *software IDE* Arduino dapat juga berfungsi untuk *meng-upload* program dengan hanya menekan tombol *upload* di *software IDE* Arduino.

D. Bluetooth [8]

Bluetooth adalah protokol komunikasi wireless yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz. Penggunaan utama dari modul Bluetooth ini adalah menggantikan komunikasi serial menggunakan kabel. Modul bluetooth seri HC memiliki banyak jenis atau varian, yang secara garis besar terbagi menjadi dua yaitu jenis ‘industrial series’ yaitu HC-03 dan HC-04 serta ‘civil series’ yaitu HC-05 dan HC-06. Modul Bluetooth serial, yang selanjutnya disebut dengan modul BT saja digunakan untuk mengirimkan data serial TTL via bluetooth. Modul BT terdiri dari dua jenis perangkat, yaitu Master (pengirim data) dan Slave (penerima).



Gambar 2.3 Module Bluetooth HC-06

Pada Gambar 2.3 diatas merupakan tampilan dari bluetooth HC-06. Bluetooth HC-06 dari produsen koneksi secara default diset di kecepatan 9,600 bps (bisa dikustomisasi antara 1200 bps hingga 1,35 Mbps). Modul HC-06 hanya bisa berperan sebagai slave device, module selain modul bluetooth HC-06 ada modul Bluetooth HC-05, modul ini dapat berperan juga sebagai bluetooth master device ataupun slave, secara default slave.



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin Bluetooth HC-06

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin Bluetooth HC-06

Pin	Nama	Deskripsi
1	RXD	Receiver Line
2	TXD	Transmitter Line
3	GND	Ground
4	VCC	Power Supply 3,3 V

Modul Bluetooth HC-06 ini dioperasikan lewat perintah AT (AT commands) yang dikirimkan secara serial. Koneksi secara default diset di kecepatan 9,600 bps (bisa dikustomisasi dari 1200 bps hingga 1,35 Mbps). Catu daya untuk modul ini sebesar 3,3 V (untuk pengguna Arduino, Anda bisa menyambungkan keluaran 3,3 V ke pin Vcc pada modul ini). Besar arus yang digunakan antara 8 mA (saat komunikasi) hingga 30 mA (saat proses pairing).

5. Resistor

Resistor adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menahan atau menghambat arus listrik. Resistor disebut juga sebagai hambatan, karena memang fungsinya sebagai penghambat arus listrik. Semua rangkaian elektronika atau peralatan elektronika pasti didalamnya terdapat komponen resistor.

Selain disebut hambatan, banyak yang menamai istilah resistor ini seperti tahanan atau resistansi dilambangkan dengan 'R' untuk mendefinisikan nilai resistansi tertentu dari sebuah komponen resistor. Sedangkan satuan dari resistor ini dilambangkan dalam omega (Ω) atau "ohm".

Resistor Bekerja dengan Hukum Ohm yang diformulasikan sebagai berikut :

$$V = I \cdot R$$

$$I = \frac{V}{R}$$

dimana V adalah tegangan listrik dalam satuan Volt (V), I adalah arus yang mengalir dalam satuan Ampere (A), dan R adalah hambatan dari resistor dengan satuan Ohm (Ω).

Dari rumus diatas menunjukkan bahwa resistansi akan berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir. Sehingga dapat dikatakan nilai resistansi yang mengalir pada suatu hambatan/resistor maka arusnya akan semakin kecil dan sebaliknya. Itulah kenapa fungsi utama resistor adalah sebagai "penghambat arus".^[15]



Gambar 2.5 Resistor

Fungsi resistor secara spesifik memang untuk membatasi arus yang mengalir pada suatu rangkaian. Misalnya pada sebuah rangkaian elektronika terdapat komponen aktif transistor yang memerlukan tegangan bias tertentu agar transistor tersebut dapat bekerja. Sedangkan tegangan power supply yang dibutuhkan adalah 12 Volt. Untuk memberikan

tegangan basis transistor tidak mungkin sama dengan sumber tegangan (12 Volt), maka dari itu diperlukan beberapa resistor yang disusun sebagai pembagi tegangan dan arus agar menghasilkan tegangan tertentu agar transistor pada rangkaian tersebut dapat bekerja.

Pada rangkaian elektronika, fungsi resistor adalah sebagai berikut :

1. Fungsi resistor untuk menghambat/membatasi arus listrik.
2. Fungsi resistor untuk menurunkan tegangan.
3. Fungsi resistor untuk membagi tegangan.
4. Fungsi resistor untuk menurunkan tegangan sesuai dengan yang diinginkan.

Resistor untuk dapat menjalankan fungsi-fungsi dasar seperti diatas memerlukan hambatan tertentu yang sudah fix (tetap) yang ditentukan berdasarkan pita atau gelang warna yang ada pada badan resistor itu sendiri. Atau hambatan tidak tetap, yang mana hambatan ini dapat diubah-ubah.^[17]

3. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

A. Analisa Masalah dan Solusi

Perkembangan teknologi yang ada saat ini sangat pesat, perkembangan tersebut sudah hampir merata menyentuh diseluruh aspek yang ada khususnya teknologi robot. Robot dibuat bertujuan untuk berbagai macam fungsi, salah satunya yaitu dapat mempermudah pekerjaan manusia sehingga menjadi lebih efisien, menghemat waktu, lebih mudah dan praktis.

Saat ini sudah banyak perusahaan yang mengembangkan robot menjadi lebih baik dan mempunyai banyak sekali kelebihan. Salah satu kelebihan yang ada yaitu membuat sebuah robot yang dapat dikontrol jarak jauh dan dapat digerakan sesuai dengan keinginan penggunanya.

1. Analisa Masalah

Sampah-sampah di sungai masih menjadi masalah yang sulit ditangani, itu semua dikarenakan dalam proses pembersihkannya masih menggunakan cara manual yaitu dengan cara hanya menggunakan tangan. Apabila terjadi penumpukan volume sampah, otomatis akan membuat pekerjaan petugas menjadi lebih berat.

2. Solusi

Untuk mengatasi masalah tersebut, pada proyek akhir ini penulis terinspirasi untuk membuat sebuah perahu mini robot yang dapat digerakan sesuai dengan keinginan sendiri. Menggunakan motor DC sebagai penggerak, Arduino Uno R3 sebagai mikrokontroler dan menggunakan Android yang terhubung ke Bluetooth sebagai pengirim perintah untuk menggerakkan motor.

Alat ini dibuat bertujuan untuk mempermudah tugas dari petugas kebersihan dalam proses pembersihan sampah di sungai, sehingga kinerja dan efisiensi waktu dapat lebih ditingkatkan serta lebih praktis.

B. Proses Perancangan

Pada bab ini akan membahas proses yang akan dilakukan terhadap alat yang akan dibuat dari perancangan rangkaian hingga hasil yang akan difungsikan.

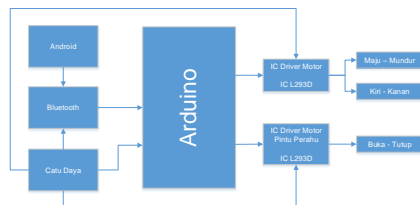
Perancangan dan pembuatan alat merupakan bagian yang terpenting dari seluruh pembuatan tugas akhir. Pada prinsipnya perancangan dan sistematis yang baik akan memberikan kemudahan dalam proses pembuatan alat.

Adapun tahap dalam proses perancangan alat yaitu:

- a. Tahap perancangan rangkaian pada rancang bangun kinerja sistem android
- b. Tahap pembuatan layout pada PCB
- c. Tahap merakit komponen

1. Blok Diagram Perancangan Sistem Arduino Uno

Pada bab ini akan dibahas tentang perancangan alat sistem arduino uno yang menjelaskan prinsip kerja dari masing – masing blok diagram, yang akan dipasang pada perahu sebagai hubungan atau koneksi jalannya dan gerakannya perahu melalui sistem arduino uno



Gambar 3.1 Blok Diagram

Fungsi dari blok diagram diatas adalah sebagai berikut :

- a. Arduino**
Berfungsi untuk mendukung mikrokontroler, terhubung ke computer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya
- b. Catu daya**
Berfungsi untuk menyediakan daya pada peralatan elektronik.
- c. Bluetooth**
Berfungsi untuk mengkoneksikan ke hp android agar proses output bisa maju mundur kanan kiri atas bawah (naik turun).
- d. Driver Motor**
Berfungsi untuk menggerakkan motor dc naik turun (atas bawah) kanan kiri maju mundur dimana perintah tersebut dikeluarkan oleh arduino uno berdasarkan android.

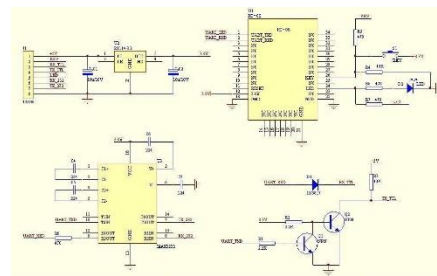
e. Motor DC

Berfungsi sebagai penggerak media (balong-balong atau yang lainnya) dimana sesuai dengan perintah yang diberikan oleh arduino melalui driver motor

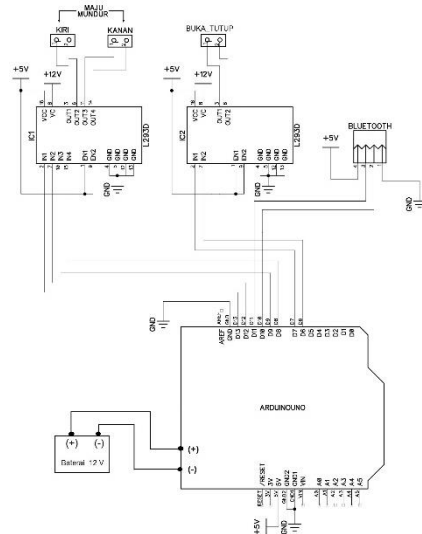
f. Rangkaian pendeteksi berat beban sampah

Bagian ini berfungsi sebagai pelengkap / pendukung robot perahu yaitu sebuah indikator yang menampilkan warna kondisi berat, apabila perahu makin berat beban yang didapat maka lampu tersebut akan berubah warna. Perubahan warna lampu tersebut didapat dari air yang menyentuh sensor platinya

C. Skematik Diagram



Gambar 3.2 Skematik Bluetooth



Gambar 3.3 Skematik Keseluruhan

Fungsi Cara Kerja Rangkaian Keseluruhan di atas adalah sebagai berikut :

- 1. Perintah 1 berarti perahu bergerak maju, disini pin Arduino uno D12 dan D8 high masuk ke IC 1 (L293D) di pin 7 dan 15 mendapatkan input high maka out pada IC 1 L293D pin 6 dan 14 akan high sedangkan pin 3 dan 11 low. Maka didapat perahu bergerak maju
- 2. Perintah 2 berarti perahu belok ke kiri, disini pin Arduino uno D13 dan D8 high masuk ke IC 1

(L293D) di pin 2 dan 15 mendapatkan input high maka out pada IC 1 L293D pin 3 dan 14 akan high sedangkan pin 6 dan 11 low. Maka didapat perahu belok ke kiri

3. Perintah 3 berarti perahu bergerak mundur, disini pin Arduino uno D13 dan D9 high masuk ke IC 1 (L293D) di pin 2 dan 10 mendapatkan input high, maka out pada IC 1 L293D pin 3 dan 11 akan high sedangkan pin 6 dan 14 low. Maka didapat perahu bergerak mundur
4. Perintah 4 berarti perahu belok ke kanan, disini pin Arduino uno D12 dan D9 high masuk ke IC 1 (L293D) di pin 7 dan 10 mendapatkan input high maka out pada IC 1 L293D pin 6 dan 11 akan high sedangkan pin 3 dan 14 low. Maka didapat perahu belok ke kanan
5. Perintah 5 berarti pintu menutup, disini Arduino uno di pin D7 high dan D6 low, maka masuk ke IC 2 (L293D) pin 2 high dan pin 7 low. Input IC 2 pada pin 2 high dan pin 7 low, maka out pin 3 high dan pin 6 low. Maka pintu perahu menutup
6. Perintah 6 berarti pintu membuka, disini Arduino uno di pin D6 high dan D7 low, maka masuk ke IC 2 (L293D) pin 7 high dan pin 2 low. Input IC 2 pada pin 7 high dan pin 2 low, maka out pin 6 high dan pin 2 low. Maka pintu perahu membuka

D. Komponen Rangkaian

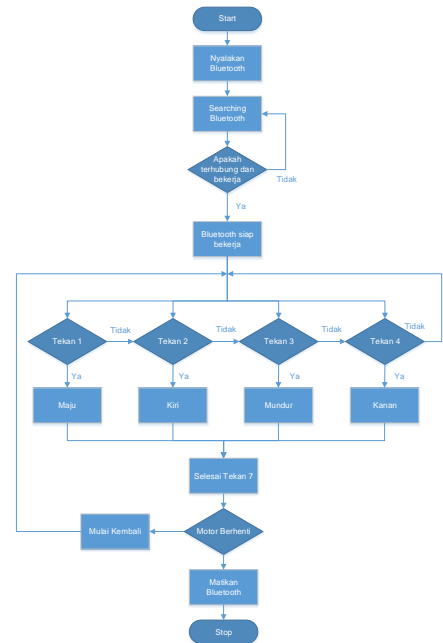
Rangkaian perahu mini pembersih sampah menggunakan Bluetooth, komponen yang digunakan adalah sebagai berikut :

No	Nama Komponen	Nilai	Jumlah
1	Modul Arduino UNO R3		1
2	Bluetooth HC – 06		1
3	Driver Motor L293D		2
4	Motor DC		3
5	Baterai Charger	12 V	1
6	Catu daya linier :		
	• ICLM317		1
	• Kapasitor 1	1 mikrof	1
	• Kapasitor	10 mikrof	1
	• Resistor	220 Ω	1
	• Dioda	IN 4007	1
	• Kapasitor	470 mikrof	1
7	Saklar on – off		
	• Speser pendek		10
	• Speser panjang		10
	• Kabel secukupnya		
8	LED		2

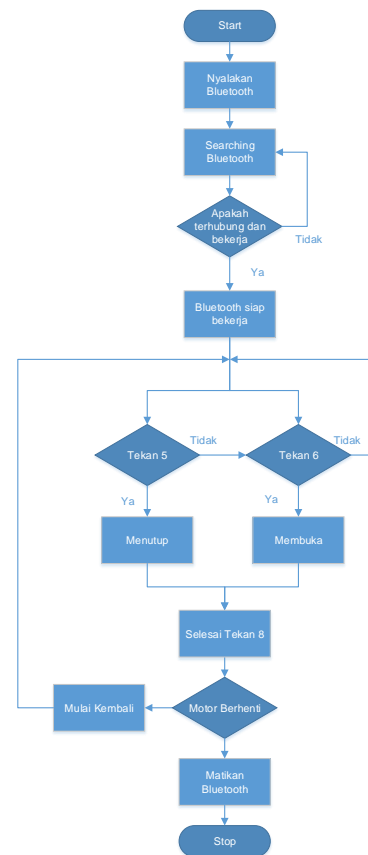
Tabel 3.1 Daftar Komponen

E. Diagram Alir Sistem Kerja Alat

Diagram alir adalah gambaran dari algoritma-algoritma dalam suatu program yang menyatakan arah alur program tersebut. Berikut ini diagram alir dari sistem kerja alat :



Gambar 3.4 Diagram Alir Motor Perahu



Gambar 3.5 Diagram Alir Pintu Perahu

F. Perancangan Perangkat Keras

Dalam perancangan, robot ini menggunakan arduino uno sebagai dasar utamanya, sehingga diperlukan sebuah modul arduino uno untuk menjadi otak dasarnya. Perancangan perangkat keras ini dilakukan untuk mewujudkan terciptanya sebuah kerangka robot perahu yang simple, agar dapat bergerak maju, mundur, belok kanan, kiri, dan berhenti.

G. Cara Kerja Alat

1. Start
2. Menyalakan bluetooth
 - Menandakan bahwa bluetooth sudah aktif dilanjutkan ke proses selanjutnya
3. Searching bluetooth
 - Searching disini proses bluetooth searching sampai konek ke hp
4. Apakah terhubung dan bekerja
 - Jika “ Ya ” bluetooth siap bekerja
 - Jika “ Tidak ” kembali ke proses searching
5. Bluetooth siap bekerja
 - Jika “ Ya ” lanjut ke perintah tekan angka
 - Jika “ Tidak ” kembali sampai ada aktifitas untuk bekerja
6. Angka 1
 - Jika “ Ya ” maka dilanjutkan ke perintah motor bergerak maju
 - Jika “ Tidak ” dilanjutkan ke perintah selanjutnya
7. Angka 2
 - Jika “ Ya ” maka dilanjutkan ke perintah motor belok kiri
 - Jika “ Tidak ” dilanjutkan ke perintah selanjutnya
8. Angka 3
 - Jika “ Ya ” maka dilanjutkan ke perintah motor bergerak mundur
 - Jika “ Tidak ” dilanjutkan ke perintah selanjutnya
9. Angka 4
 - Jika “ Ya ” maka dilanjutkan ke perintah motor belok kanan
 - Jika “ Tidak ” maka dilanjutkan ke perintah selanjutnya
10. Angka 5
 - Jika “ Ya ” maka dilanjutkan ke perintah motor pintu bergerak menutup
 - Jika “ Tidak ” maka dilanjutkan ke perintah selanjutnya
11. Angka 6
 - Jika “ Ya ” maka dilanjutkan ke perintah motor pintu bergerak membuka
 - Jika “ Tidak ” maka dilanjutkan ke perintah selanjutnya
12. Angka 7
 - Jika “ Ya ” maka motor perahu berhenti dan menunggu perintah selanjutnya
 - Jika “ Tidak ” motor perahu akan terus bergerak maju, mundur, kanan atau kiri
13. Angka 8

- Jika “ Ya ” maka motor pintu berhenti dan menunggu perintah selanjutnya
- Jika “ Tidak ” maka motor pintu akan terus bergerak membuka dan menutup

H. Prinsip Kerja Catu Daya

Rangkaian catu daya disini hanya dengan menggunakan baterai 12 volt DC, yang fungsinya untuk memberikan sumber tegangan yang dihubungkan ke arduino, IC L239D dan driver motor DC.

I. Tahap pembuatan PCB

Pembuatan PCB dilakukan dengan cara membuat layout PCB berdasarkan skema rangkaian yang telah dibuat sebelumnya, disini PCB dibuat menggunakan software DipTrace.

- a. Proses pembuatan layout pada PCB :
 1. Bersihkan PCB yang telah disiapkan Pindahkan gambar jalur penghubung komponen yang telah dibuat pada lapisan tembaga PCB dengan cara sablon, transfer paper atau dengan cara di strika.
 2. Masukkan PCB yang telah berisi gambar skema layout rangkaian ke dalam wadah yang telah berisi larutan FeCl₃ yang telah dicampur dengan air panas. Kemudian dicelup dan digoyang-goyangkan sehingga lapisan tembaga yang tidak digambar larut dan hanya tertinggal jalur-jalur saja.
 3. Bila semua lapisan tembaga yang tidak ditutup sudah larut maka PCB segera diambil, kemudian cuci dan keringkan
 4. Bersihkan penutup jalur penghubung dengan bensin atau bahan pelarut lain
 5. Buat lubang untuk tempat kaki komponen sesuai dengan ukuran yang diinginkan

J. Tahap Merakit Komponen

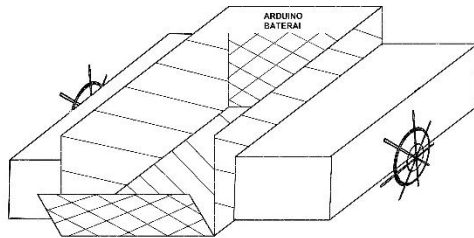
Tahap Merakit Komponen

- a. Proses pengelasan komponen :
 1. Memeriksa seluruh komponen pasif seperti resistor, kapasitor, trimpot, LED, kumparan (lilitan) dan komponen aktif yaitu transistor, IC.
 2. Mengecek jalur PCB yang telah dibuat apakah ada jalur yang terputus.
- b. Proses perakitan alat:
 1. Pasang komponen pasif terlebih dahulu, solder dengan rapi, jika telah selesai potong kaki komponen dengan rapi, kemudian pasang komponen aktif, solder, dalam penyolderan jangan terlalu lama, hal ini dapat menyebabkan komponen aktif akan rusak.
 2. Pasang kabel penghubung, catu daya, alat siap di coba.

K. Spesifikasi Keunggulan Perahu Mini Robot Pembersih Sampah

1. Dikendalikan dari hp (handphone) berbasis android
2. Media yang digunakan adalah bluetooth HC-06
3. Memperingan pekerjaan petugas kebersihan di sungai

L. Rancangan Gambar Perahu Mini Robot Pembersih Sampah



Gambar 3.6 Model Desain Perahu Mini Robot Pembersih Sampah

4. PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA RANCANG BANGUN MODEL PERAHU MINI ROBOT PEMBERSIH SAMPAH

A. Analisa Kemampuan Jarak Bluetooth

Pada perancangan perahu mini robot ini menggunakan handphone berbasis android sebagai pemberi perintah gerak kepada perahu yang terhubung melalui Bluetooth HC-06 yang terdapat pada rangkaian perahu.

Setelah melakukan pengujian dan analisa jarak serta kemampuan gerak perahu mini robot pembersih sampah ini terhadap bluetooth, didapat jarak maksimal antara perangkat handphone android dengan perahu yaitu maksimal 30 meter tanpa ada halangan apapun. Apabila jarak melebihi 30 meter, maka receiver tidak akan bekerja sesuai perintah dan semua gerakan yang diperintahkan melalui android terhadap perahu tidak akan berfungsi. Pada tabel 4.1 dibawah ini adalah analisa jarak kemampuan bluetooth antara perahu dengan perangkat android.

Jarak Antara Perahu Dengan Perangkat Android	Kondisi Kapasitas Baterai Handphone	Kondisi Gerak Perahu
10 meter	50%	Berfungsi
15 meter	50%	Berfungsi
15 meter	50%	Berfungsi
25 meter	50%	Berfungsi
30 meter	50%	Berfungsi
35 meter	50%	Tidak Berfungsi

Tabel 4.1 Analisa Kemampuan Jarak Bluetooth Antara Perahu Dengan Android

Pada tabel 4.1 di atas dapat disimpulkan bahwa jarak maksimal antara perangkat handphone android

dengan perahu adalah 30 meter. Apabila jarak melebihi 30 meter, maka receiver tidak akan bekerja sesuai perintah dan semua gerakan yang diperintahkan melalui android terhadap perahu tidak akan berfungsi.

Kondisi Kapasitas Baterai Handphone	Jarak Antara Perahu Dengan Perangkat Android	Kondisi Gerak Perahu
90%	5 meter	Berfungsi
50%	5 meter	Berfungsi
25%	5 meter	Berfungsi
10%	5 meter	Berfungsi
5%	5 meter	Berfungsi
1%	5 meter	Berfungsi
0%	5 meter	Tidak Berfungsi

Tabel 4.2 Pengaruh Daya Baterai Handphone Android Terhadap Kinerja Bluetooth

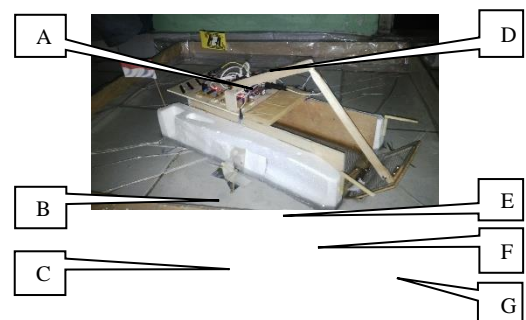
Dari data pada tabel 4.2 di atas dapat disimpulkan bahwa kondisi kapasitas baterai handphone android tidak mempengaruhi gerak pada perahu, terkecuali kondisi baterai 0% yang berarti handphone dalam keadaan mati atau tidak memiliki daya dan bluetooth tidak dapat berfungsi.

B. Pengujian Catu Daya Baterai

Pada perancangan alat ini menggunakan catu daya baterai dengan tegangan 12 volt dan kapasitas baterai sebesar 2300 mAh. Dengan kapasitas 2300 mAh dapat memberikan daya kepada perahu selama 4 jam.

C. Hasil Perancangan Prototipe

Berikut ini adalah gambar hasil dari perancangan perahu mini robot pembersih sampah menggunakan android berbasis arduino uno. Hasil perancangan dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Prototipe Perahu

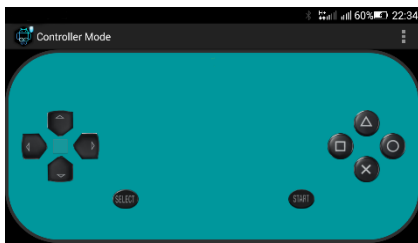
Keterangan :

- A. Arduino Uno disini sebagai pusat kendali dari prototipe perahu mini robot pembersih sampah.
- B. Motor DC sebagai penggerak engsel yang berfungsi untuk membuka dan menutup pintu perahu

- C. Motor DC sebagai penggerak yang menghasilkan gerak maju, mundur, kanan dan kiri pada perahu.
- D. Bluetooth sebagai media komunikasi penghubung antara perahu dengan android
- E. Baterai 12 V sebagai catu daya atau sumber tenaga dari perahu.
- F. Sebagai tempat untuk penampungan sampah yang terletak pada lambung perahu.
- G. Sebagai pintu untuk membuka dan menutup pintu perahu dan dapat juga digunakan untuk mendorong sampah ke dalam penampungan sampah pada lambung perahu

D. Hasil Pengujian Aplikasi Android

Pada perancangan alat ini menggunakan aplikasi Android sebagai pemberi perintah gerak untuk perahu.



Gambar 4.2 Tampilan Aplikasi Android

Pada tabel 4.3 di bawah ini adalah fungsi dari setiap tombol pada aplikasi android yang digunakan untuk menggerakkan perahu dan pintu perahu.

Gerak Perahu			Gerak Pintu Perahu		
Input Tombol	Nomor Tombol	Output Gerak Perahu	Input Tombol	Nomor Tombol	Output Gerak Perahu
	1	Maju Lurus		5	Pintu Menutup
	2	Belok Kiri		6	Pintu Membuka
	3	Mundur		8	Pintu Berhenti
	4	Belok Kanan		-	-
	7	Berhenti		-	-

Tabel 4.3 Fungsi Tombol Penggerak Pada Aplikasi Android

E. Hasil Pengujian Alat

Pada Perancangan alat ini, setiap motor DC memiliki fungsi yang berbeda-beda. Berikut ini adalah fungsi dari setiap motor DC yang digunakan.

- a. Motor DC 1 yang terletak pada bagian kanan perahu berfungsi untuk menggerakkan perahu bergerak maju, mundur, kanan dan kiri.
- b. Motor DC 2 yang terletak pada bagian kiri perahu berfungsi untuk menggerakkan perahu bergerak maju, mundur, kanan dan kiri.
- c. Motor DC 3 yang terletak pada bagian atas perahu yang terhubung dengan engsel pada pintu

perahu, sehingga pintu perahu dapat bergerak membuka dan menutup.

F. Hasil Pengukuran Tegangan

1. Tabel untuk pengukuran tegangan motor perahu

Dari tabel pengukuran tegangan yang telah dianalisa pada saat kaki IC ada aktifitas maka tegangan yang didapat adalah 2,6 volt pada output arduino, yang nantinya digunakan sebagai input untuk IC L293D. Sedangkan untuk output IC L293D didapat tegangan 8,8 Volt sebagai penggerak motor DC perahu.

Tombol Angka	Input L239D				Output L239D				Kondisi Reaksi
	2	7	10	15	3	6	11	14	
1	0 V	2,6 V	2,6 V	0 V	0 V	8,8 V	8,8 V	0 V	Maju
2	0 V	2,6 V	0 V	2,6 V	0 V	8,8 V	0 V	8,8 V	Kiri
3	2,6 V	0 V	0 V	2,6 V	8,8 V	0 V	0 V	8,8 V	Mundur
4	2,6 V	0 V	2,6 V	0 V	8,8 V	0 V	8,8 V	0 V	Kanan
7	0 V		0 V		0 V		0 V		Stop
					Motor 1		Motor 2		

Tabel 4.4 Pengukuran Tegangan Motor 1 dan 2

2. Tabel untuk pengukuran tegangan motor pintu perahu

Dari tabel pengukuran tegangan yang telah dianalisa pada saat kaki IC ada aktifitas maka tegangan yang didapat adalah 2,6 volt pada output arduino, yang nantinya digunakan sebagai input untuk IC L293D. Sedangkan untuk output IC L293D didapat tegangan 2,6 Volt sebagai penggerak motor DC pintu

Tabel 4.5 Pengukuran Tegangan Motor 3

Tombol Angka	Input L293D		Output L293D		Kondisi Reaksi
	2	7	3	6	
5	2,6 V	0 V	2,6 V	0 V	Buka
6	0 V	2,6 V	0 V	2,6 V	Tutup
8	0 V	0 V	0 V	0 V	Stop
	Motor 3				

Saat terjadi aktifitas perintah dari salah satu tombol, maka tegangan akan berubah menjadi 2,6 volt pada output arduino, yang diberikan untuk IC L293D. Sedangkan untuk output ICL293D tegangan berubah menjadi 8,8 volt untuk perintah maju, mundur, kanan dan kiri. Sedangkan untuk perintah buka dan tutup, output pada IC L293D tegangan akan menjadi 2,6 volt.

Saat kondisi aktif *low* yaitu tidak ada salah satu tombol yang memberi perintah, maka tegangan menjadi 0 volt sehingga tidak terjadi aktifitas.

Sedangkan untuk perintah tombol 7 dan 8, ada atau tidaknya perintah maka tegangan akan tetap menjadi 0 volt yang dikarenakan tombol tersebut berfungsi sebagai tombol berhenti.

5. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Alat pemodelan perahu mini robot pembersih sampah berbasis android ini dapat bergerak maju, mundur, kanan, kiri, buka pintu, menutup pintu dan berhenti dengan daya minimal.
2. Perahu mini robot ini dapat berfungsi sesuai dengan yang diperintahkan oleh android melalui bluetooth.
3. Komunikasi antara perangkat handphone android dengan arduino menggunakan via Bluetooth, dimana pada pengujian ini perahu mini robot ini akan berfungsi dengan jangkauan maksimal 30 meter apabila tidak ada halangan apapun. Apabila jangkauan percobaan melebihi 30 meter, maka perahu mini robot ini tidak akan berfungsi.
4. Catu daya yang digunakan yaitu sebesar 5 volt untuk bluetooth, IC Driver motor L293D, dan motor DC penggerak pintu. Sedangkan catu daya sebesar 12 volt digunakan untuk motor DC penggerak perahu.

B. Saran

1. Untuk catu daya supaya dapat diperbaiki kualitasnya dengan cara menambahkan arus yang digunakan, supaya penggunaan dapat bertahan lebih lama.
2. Untuk pengembangan alat ini selanjutnya dapat ditambahkan perangkat untuk membuang sampah keluar dari penampungan secara otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adrianus Mangasi Siagian. Perancangan Permodelan Mobil Mini Robot Pengangkut Barang Menggunakan Android Berbasis Arduino Uno. Proyek Akhir, Jurusan Teknik Telekomunikasi, Akademi Telkom Jakarta, 2015
- [2] Agus Purnama. Driver Motor DC L293D. Diakses <http://elektronika-dasar.web.id/driver-motor-dc-l293d/>, 9 Juni 2016
- [3] _____. Pengertian dan Kelebihan Mikrokontroler. Diakses <http://elektronika-dasar.web.id/pengertian-dan-kelebihan-mikrokontroler/>, 1 Juni 2016
- [4] Dede Hendriono. Mengenal Arduino Uno. Diakses <http://www.hendriono.com/blog/post/mengenal-arduino-uno>, 20 April 2016
- [5] Faylen Angel A.S, dkk. Makalah Motor DC. Makalah, Politeknik Negeri Bandung, Program Studi Diluar Domisili (PPD), Rintisan Akademi Komunitas Negeri Kajen, 2014
- [6] Febriadi Santosa. Arduino Uno. Diakses <http://febriadisantosa.weebly.com/knowledge/arduino-uno>, 5 Mei 2016
- [7] Immersa Lab. Jenis-jenis Mikrokontroler. Diakses <http://www.immersa-lab.com/jenis-jenis-mikrokontroler.htm>, 2 Juni 2016
- [8] Ines Adelita. Sistem Pengendali Beban Listrik 220 VAC Menggunakan Bluetooth HC-06 Memanfaatkan Voice Command Pada Android. Laporan Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. 2015
- [9] Lamhot Sihaloho. Rancangan Quadcopter Untuk Sistem Pemantau Udara Berbasis Mikrokontroler Atmega 328. Skripsi, Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2014.
- [10] Maratur Gabe Simanjuntak. Perancangan Prototipe Smart Building Berbasis Arduino Uno. Skripsi, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan, 2012.
- [11] Mohamad Arif Zakariya. Tiga Komponen Utama Motor DC. Diakses <http://arifzakariya.blog.ugm.ac.id/2011/05/02/tiga-komponen-utama-motor-dc/>, 9 Juni 2016
- [12] Nur Huda. Apakah Lampu LED dan Apa Fungsinya. Diakses <http://blog.kangmiftah.com/2014/03/apakah-lampu-led-dan-apa-fungsinya.html>, 9 Juni 2016
- [13] Rida Angga Kusuma. Pengertian Dioda. Diakses <http://skemaku.com/pengertian-dioda/>, 9 Juni 2016
- [14] _____. Pengertian Kapasitor. Diakses <http://skemaku.com/pengertian-kapasitor/>, 9 Juni 2016
- [15] _____. Pengertian Resistor. Diakses <http://skemaku.com/pengertian-resistor/>, 9 Juni 2016
- [16] _____. Fungsi Kapasitor Pada Rangkaian Elektronika. Diakses <http://skemaku.com/fungsi-kapasitor-pada-rangkaian-elektronika/>, 9 Juni 2016

- [17] _____. Fungsi Resistor Pada Rangkaian Elektronika. Diakses <http://skemaku.com/fungsi-resistor-pada-rangkaian-elektronika/>, 9 Juni 2016
- [18] _____. Inilah Beberapa Macam Fungsi Dioda. Diakses <http://skemaku.com/inilah-beberapa-macam-fungsi-dioda/>, 9 Juni 2016