

RANCANG BANGUN ROBOT BOAT PEMUNGUT SAMPAH DI PERAIRAN WADUK LHOKSEUMAWE BERBASIS MIKROKONTROLER

Muhammad Mauliadi¹, M.Basyir², Aidi Finawan³

^{1,2,3}Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: Muhammadmauliadi07071998@gmail.com

Abstrak- Dalam penelitian ini merancang sebuah robot boat Teleoperated yang dapat memungut sampah, dengan menggunakan conveyor sebagai alat untuk memungut sampah. Pada percobaan ini ada tiga jenis sampah yang dimaksud adalah seperti sampah plastik, sampah kertas, sampah kaleng, dan lain-lain. Pada pengujian ini bertujuan untuk membantu manusia untuk melakukan pemungutan sampah yang telah menumpuk di perairan. Berdasarkan pengujian robot pemungut sampah tersebut, robot boat mampu mengangkat sampah secara terus menerus, apa bila sampah yang di angkat hanya satu lalu di depan conveyor tidak terdeteksi adanya sampah maka conveyor mati secara otomatis dengan hitungan waktu 10 detik, dan apabila terdeteksi adanya sampah terus menerus maka perhitungan akan kembali sampai sampah tidak terdeteksi lagi. Pada bak penampung, robot hanya mampu menampung sampah dengan berat 5Kg. Pengujian ini dilakukan mengaktifkan sensor laser, motor DC, conveyor, Modul relay, dan modul ESP8266. Dalam pengujian ini dilakukan untuk mengetahui semua rangkaian sistem yang telah bekerja sesuai fungsinya. Sistem kontrol dari program mikrokontroler robot pemungut sampah berjalan dengan sempurna.

Kata Kunci - Robot Teleoperated, Sensor Laser, Motor DC, Conveyor, Modul Relay, Modul ESP8266.

I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan, negara ini didominasi oleh lautan sebagai tempat bermuaranya sungai, namun banyak sumber daya yang dihasilkan dari laut sudah tercemar akibat hasil bawaan sungai yang kotor dan penuh sampah. Indonesia menghasilkan sampah sekitar 66 - 67 juta ton sampah pada tahun 2019. Jumlah ini lebih tinggi dibandingkan jumlah sampah per tahunnya yang mencapai 64 juta ton. Berdasarkan laporannya kepada Presiden RI Joko Widodo, Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Siti Nurbaya mengatakan jenis sampah yang dihasilkan didominasi oleh sampah organik yang mencapai sekitar 60 persen dan sampah plastik yang mencapai 15 persen. Contoh tempat yaitu waduk (tempat penampungan air) Kota Lhokseumawe yang kerap dijadikan sebagai salah satu objek wisata menyuguhkan pemandangan yang tidak sedap. Pasalnya, kondisi area tersebut saat ini sudah dicemari oleh limbah sampah yang menumpuk di beberapa sudut dan mengeluarkan bau tak sedap. di sejumlah titik areal itu dicemari oleh limbah sampah, seperti sampah plastik makanan, botol bekas, sampah rumah tangga, dedaunan dan beberapa jenis sampah lainnya yang dibuang begitu saja serta sudah bertumpuk di pinggir waduk tersebut.

Proses otomatisasi adalah penggunaan robot kapal pengangkut sampah sebagai kendaraan air tanpa awak atau *unmanned water vehicles* (UWV) sebagai alat bantu manusia untuk meringankan pekerjaan. Penelitian ini menjelaskan tentang robot *autonomous* pengangkut sampah. Tujuan dari dibuatnya robot ini adalah mengurangi sampah yang banyak terdapat di permukaan-permukaan sungai.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis berkeinginan mengangkat sebuah judul tugas akhir yaitu "Rancang Bangun Robot Boat Pemungut Sampah Di Perairan Waduk Lhokseumawe Berbasis Mikrokontroler". Maka dengan dibuatnya robot ini diharapkan dapat meminimalisir pencemaran tersebut. Rupa dari robot ini adalah sebuah robot boat yang dapat beroperasi di sungai dan daerah perairan yang masih memungkinkan robot ini untuk bisa beroperasi.

Beberapa penelitian sebelumnya tentang robot kapal pembersih sampah di perairan telah dilakukan oleh Suyatno and putra (2016). Tentang pengontrolan robot kapal berbasis arduino menggunakan android. Hasil pengujian yang telah dilakukan 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 secara manual [1]

Abimanyu and Saeful (2019), meneliti tentang robot *autonomous* pengangkut sampah berbasis pengolahan citra. Tujuan dari dibuatnya robot ini adalah mengurangi sampah yang banyak terdapat di permukaan sungai. Hasil pengujian yang telah dilakukan bahwa proses kerja dari robot perahu ini yaitu, pertama robot bernavigasi mencari objek sampah dengan pendeteksian menggunakan image processing. Jika sampah terdeteksi, robot akan bermanuver dan mengaktifkan motor brushless dengan algoritma manuever sampah. Instruksi dikirim dari mikrokontroler pada Arduino Mega 2560, robot mendekati objek sampah dan mejaringnya. Terdapat dua objek sampah yang ditentukan, yaitu styrofoam dan botol biru, Perahu ini dapat melakukan eksekusi manuever maju, kanan dan kiri dengan persentase keberhasilan mencapai 80-90%. Keunggulan perahu ini adalah Objek sampah dapat dideteksi dari berbagai arah dan beroperasi secara semi otomatis [2].

Adlin Fakhrana, (2016). Meneliti tentang robot kapal pemungut sampah dibuat dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan aplikasi pengendali berbasis android. Hasil pengujian yang telah dilakukan yaitu prototype robot kapal bergerak sesuai dengan perintah melalui aplikasi pengendali. Namun uji coba yang dilakukan pada aplikasi pengendali terdapat perbedaan pada tiap smartphone yaitu terletak pada tampilan dari aplikasi tersebut [3].

Nurul Aini, (2019). Meneliti tentang rancang bangun prototype alat pemungut sampah otomatis pada pintu air waduk lhokseumawe berbasis mikrokontroler. Dari hasil pengujian sensor ultrasonik pada alat pemungut sampah pada pintu air ini yaitu jarak sampah yang terdeteksi oleh sensor adalah 15 cm dengan waktu tempuh 882 μ s. Dan jarak sampah yang tidak terdeteksi oleh sensor ultrasonik adalah 20 cm dengan waktu tempuh 1176 μ s. Dalam kondisi sampah 15 cm kecepatan kincir pemungut sampah hanya memutar dengan kecepatan 10 detik [4].

II. TINJAUAN PUSTAKA

Robotika adalah multidisiplin ilmu yaitu komputer, elektronika, dan mekanika. Robotika merupakan satu cabang teknologi yang berhubungan dengan desain, konstruksi, operasi, disposisi struktural, pembuatan, dan aplikasi dari robot. Klasifikasi robot berdasarkan kebutuhan akan operator robot ada tiga jenis yaitu *Autonomous robot*, *teleoperated robot* dan semi

autonomous. Penjelasan tentang masing-masing jenis robot tersebut sebagai berikut.

A. Sensor Laser

Sensor laser merupakan alat untuk mendeteksi keberadaan benda kerja dengan menggunakan bantuan cahaya laser. Karena sifatnya, laser memiliki kekuatan yang lebih kuat dibanding LED sehingga jarak deteksi relatif lebih jauh. Jenis sinarnya juga lebih terfokus seperti garis lurus dan terlihat, berbeda dengan LED yang kebanyakan memancarkan cahaya yang menyebar.

Tipe sensor ini bisa mendeteksi benda berdasarkan intensitas cahaya yang diterima ataupun berdasarkan posisi. Perbedaan kedua tipe sensor laser ini berdasarkan prinsip kerjanya.



Gambar 1. Sensor Laser

B. Motor DC

Motor DC adalah jenis motor yang menggunakan tahanan searah (DC) yang secara otomatis akan berputar terus-menerus selama motor ini mendapat pasokan tahanan. Motor seperti ini biasa digunakan pada mainan yang menggunakan motor atau kipas angin DC.



Gambar 2. DC Motor

C. Module Stepdown LM 2596

Modul stepdown lm2596 adalah modul yang memiliki IC LM2596 sebagai komponen utamanya. IC LM2596 adalah sirkuit terpadu / integrated circuit yang berfungsi sebagai Step-Down DC converter dengan current rating 3A. Terdapat beberapa varian dari IC seri ini yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu versi adjustable yang tegangan keluarannya dapat diatur, dan versi fixed voltage output yang tegangan keluarannya sudah tetap / fixed.



Gambar 3. Module Stepdown LM 2596

D. Baterai

Baterai adalah alat elektro kimia yang berfungsi untuk menyimpan tenaga listrik dalam bentuk tenaga kimia. Tenaga listrik yang tersimpan akan dialirkan lagi untuk memberikan arus listrik pada lampu posisi, lampu indikator, lampu rem belakang dan klakson.

Konstruksi baterai terdiri dari kotak baterai yang didalamnya terdapat elektrolit asam sulfat, elektrode positif, dan elektrode negatif. Baterai terdiri dari dua jenis yaitu baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja atau *single use* dan baterai yang dapat di isi ulang atau *rechargeable*.

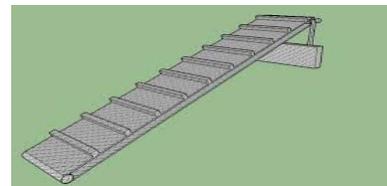


Gambar 4. Baterai

E. Conveyor

Conveyor atau mesin kompayer merupakan peralatan sederhana yang dapat bergerak dari satu tempat ke tempat lain sebagai alat angkut suatu barang tertentu untuk kapasitas kecil sampai besar. *Conveyor* dijadikan sebagai alat transportasi yang cepat dan efisien. *Conveyor* terdapat beberapa macam, seperti roller *conveyor*, belt *conveyor*, dan lain sebagainya.

Dalam sebuah industri kadang kala terdapat bahan-bahan yang berat dan juga berbahaya bahkan tidak bisa jika dibawa atau diangkat oleh manusia. sehingga diperlukan alat bantu angkut untuk mengatasi keterbatasan manusia tersebut dalam dal tenaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan para pekerja industri. Untuk itu mesin kompayer banyak dipilih sebagai alat angkut bahan-bahan industri yang padat.



Gambar 5. Conveyor

F. Modul Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

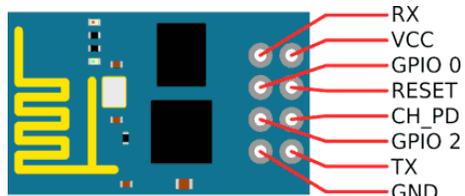


Gambar 6. Modul Relay

Cara kerja relay adalah apabila kita memberi tegangan pada kaki 1 dan kaki ground pada kaki 2 relay maka secara otomatis posisi kaki CO (Change Over) pada relay akan berpindah dari kaki NC (Normally close) ke kaki NO (Normally Open). Relay juga dapat disebut komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup.

G. Modul ESP8266

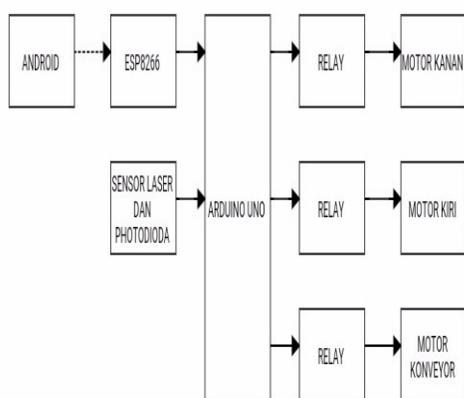
Modul *ESP8266* adalah sebuah komponen chip terintegrasi yang didesain untuk keperluan dunia masa kini yang serba tersambung. Chip ini menawarkan solusi networking Wi-Fi yang lengkap dan menyatu, yang dapat digunakan sebagai penyedia aplikasi atau untuk memisahkan semua fungsi networking Wi-Fi ke pemroses aplikasi lainnya. *ESP8266* memiliki kemampuan on-board prosesiing dan storage yang memungkinkan chip tersebut untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor atau dengan aplikasi alat tertentu melalui pin input output hanya dengan pemrograman singkat.



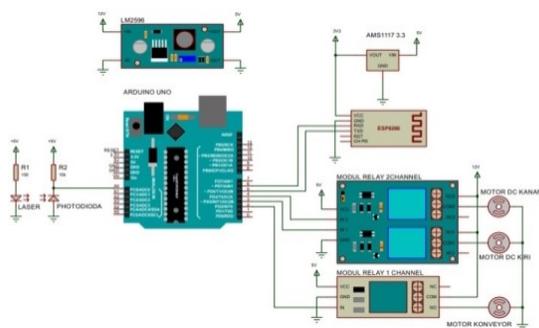
Gambar 7. Modul *ESP8266*

III. METODOLOGI PENELITIAN

Dibawah ini adalah blok diagram fungsi keseluruhan dari sistem yang di rancang, untuk lebih jelasnya dapat dilihat dibawah ini.

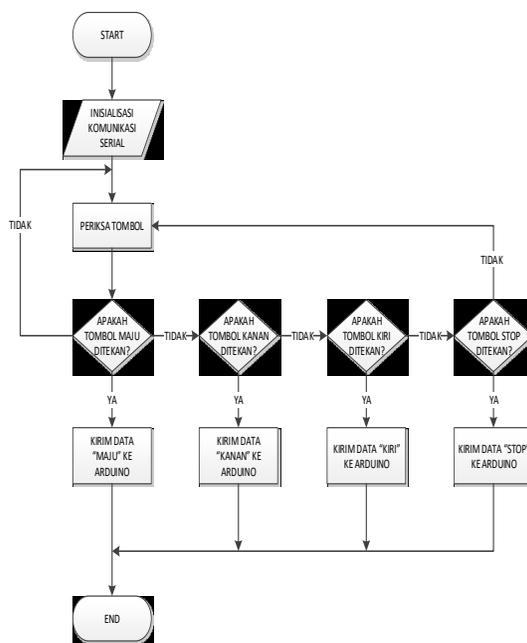


Gambar 8. Blok Diagram Keseluruhan



Gambar 9. Fungsional dan Struktur Alat

Program yang digunakan pada pembuatan modul tugas akhir ini yaitu menggunakan pemrograman bahasa C. Bahasa C merupakan bahasa pemrograman yang bersifat *portable*, yaitu suatu program yang diketik dengan bahasa C pada suatu komputer juga dapat dijalankan pada komputer lain dengan atau tanpa ada perubahan.



Gambar 10. *Flowchart* Sistem Kerja Boat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pembuatan *hardware* dan *software*, maka penulis melakukan pengujian dan analisa terhadap alat yang sudah selesai dibuat, apakah alat dapat bekerja sesuai dengan perencanaan.

A. Pengujian conveyor

Pengujian *conveyor* sebagai lengan atau pengangkat sampah, pada kasus dibawah terlihat jika sensor mendeteksi sampah maka sensor akan perintahkan mikrokontroler untuk menghidupkan conveyor. Yang mana di pengujian ini ada 3 sampah yang akan di uji yaitu pada sampah plastik, sampah kaleng, dan sampah kertas, sampah yang dapat di angkat yaitu sebanyak 1 sampai 6 buah saja, apa bila melebihi dari angka tersebut maka lengan robot atau conveyor tidak sanggup mengangkat sampah tersebut, apa bila di paksa maka kapal akan terbalik. pengujian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian *conveyor*

NO	Sampah plastik	Sampah kaleng	Sampah kertas	Total Sampah	Keterangan
1	Js = 0 buah	Js = 0 buah	Js = 1 buah	1 buah	Berhasil di angkat
2	Js = 1 buah	Js = 0 buah	Js = 1 buah	2 buah	Berhasil di angkat
3	Js = 2 buah	Js = 1 buah	Js = 0 buah	3 buah	Berhasil di angkat
4	Js = 2 buah	Js = 1 buah	Js = 2 buah	5 buah	Berhasil di angkat
5	Js = 2 buah	Js = 2 buah	Js = 2 buah	6 buah	Berhasil di angkat
6	Js = 3 buah	Js = 6 buah	Js = 6 buah	15 buah	Tidak berhasil di angkat
7	Js = 5 buah	Js = 6 buah	Js = 6 buah	17 buah	Tidak berhasil di angkat

B. Pengujian Modul *ESP8266*

Pengujian modul *ESP8266* bertujuan untuk mengetahui jarak dari robot ke android, ketika robot di gerakkan sekitar jarak 10 meter sampai 30 meter maka robot masih bisa di kendalikan atau modul *ESP8266* masih terkoneksi di android, apabila jarak melebihi 30 atau sekitar 40 meter sampai 100 meter maka robot tidak bisa di kendalikan oleh android.

Tabel 2. Modul *ESP8266*

NO	Jarak robot boat	Keterangan
1	10 meter	Terkoneksi
2	20 meter	Terkoneksi
3	30 meter	Terkoneksi
4	40 meter	Tidak terkoneksi
5	50 meter	Tidak terkoneksi
6	60 meter	Tidak terkoneksi
7	80 meter	Tidak terkoneksi

C. Pengujian Kapasitas Sampah Yang Tertampung

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas sampah yang bisa di tampung oleh robot boat tersebut, kapasitas sampah yang dapat di tampung oleh robot boat yaitu sekitar 5Kg, apabila melebihi dari 5Kg atau apabila tempat penampungan penuh bisa di lihat dari garis merah tidak terlihat pada robot boat tersebut maka robot boat di arahkan untuk kembali ke permukaan. Untuk melihat hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Kapasitas Sampah Yang Tertampung

NO	Sampah plastik	Sampah kaleng	Sampah kertas	Jumlah Sampah Keseluruhan	Berat sampah keseluruhan	Keterangan
1	Js = 1 buah	Js = 0 buah	Js = 1 buah	2 buah	1,7 Kg	Garis Merah Terlihat
2	Js = 2 buah	Js = 0 buah	Js = 2 buah	4 buah	3,4 Kg	Garis Merah Terlihat
3	Js = 2 buah	Js = 1 buah	Js = 3 buah	6 buah	5,1 Kg	Garis Merah Terlihat
4	Js = 3 buah	Js = 1 buah	Js = 3 buah	7 buah	5,2 Kg	Garis Merah Terlihat
5	Js = 2 buah	Js = 2 buah	Js = 4 buah	8 buah	6,8 Kg	Garis Merah Tidak Terlihat
6	Js = 5 buah	Js = 5 buah	Js = 4 buah	14 buah	11,9 Kg	Garis Merah Tidak Terlihat
7	Js = 5 buah	Js = 6 buah	Js = 6 buah	17 buah	14,4 Kg	Garis Merah Tidak Terlihat

D. Pengujian Keseluruhan

Dari pengujian pada tabel 4. diperoleh kesimpulan bahwa setiap sampah memiliki 2 percobaan sampah atau di tabel terdapat 2 kolom, dalam pengujian sampah di coba sebanyak 5 kali pengujian, Di setiap pengujian di beri waktu selama 8 menit apa bila dalam waktu 8 menit tidak terangkat semua maka dianggap robot boat tidak sempurna. Pengujian pertama dengan durasi waktu 8 menit, hanya satu sampah kaleng yang tidak terangkat, pada pengujian kedua sampah yang tidak terangkat yaitu satu buah sampah plastic, lalu pengujian ketiga yaitu sama seperti pengujian pertama hanya sampah kaleng yang tidak terangkat, dan pada saat pengujian keempat dan kelima yaitu sangat sempurna, bias mengambil semua sampah dalam waktu 8 menit.

Keterangan pada tabel 4. :

- : Sampah yang berhasil di angkat ke dalam boat
- : Sampah yang tidak berhasil di angkat ke dalam boat

Tabel 4. Pengujian Keseluruhan

No	Nama	Sampah Kertas		Sampah Plastik		Sampah kaleng		Waktu Keseluruhan	Tidak Terangkat	Keterangan
		1	2	3	4	5	6			
1	Pengujian pertama	<input checked="" type="checkbox"/>	8 menit	1	Tidak sempurna					
2	Pengujian kedua	<input checked="" type="checkbox"/>	8 menit	1	Tidak sempurna					
3	Pengujian sampah ketiga	<input checked="" type="checkbox"/>	8 menit	1	Tidak sempurna					
4	Pengujian sampah keempat	<input checked="" type="checkbox"/>	8 menit	0	sempurna					
5	Pengujian sampah kelima	<input checked="" type="checkbox"/>	8 menit	0	sempurna					
Jumlah		3	4	2	1	2	2	Total berhasil = 14		

E. Analisa Keseluruhan Rangkaian Kinerja Sistem

Berdasarkan dari pengujian yang telah penulis lakukan maka dapat dianalisa pada Pengujian conveyor sebagai lengan atau pengangkat sampah. robot mampu mengangkat sampah secara terus menerus, apa bila sampah yang di angkat hanya satu lalu di depan konveyor tidak terdeteksi adanya sampah maka conveyor mati secara otomatis dengan hitungan waktu 10 detik, dan apabila terdeteksi adanya sampah terus menerus maka perhitungan akan kembali sampai sampah tidak terdeteksi lagi. Pada tabel 1 menjelaskan tentang sampah yang di angkat oleh conveyor.

Pada pengujian Modul *ESP8266* pada tabel 2 menjelaskan bahwa modul *ESP8266* akan terkoneksi ke android, yang mana *ESP8266* mempunyai batas jarak yang dapat di kendalikan oleh android yaitu dari 10 meter sampai 30 meter dan apabila lebih dari 30 meter maka modul *ESP8266* tidak dapat terkoneksi ke dalam aplikasi android tersebut.

Pada pengujian kapasitas sampah yang tertampung yang dapat dilihat pada tabel 3. menjelaskan bahwa Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas sampah yang bisa di tampung oleh robot boat tersebut, kapasitas sampah yang dapat di tampung oleh robot boat yaitu sekitar 5Kg, apabila melebihi dari 5Kg atau apabila tempat penampungan penuh bisa di lihat dari garis merah tidak terlihat pada robot boat tersebut maka robot boat di arahkan untuk kembali ke permukaan.

Pada pengujian keseluruhan yang dapat dilihat pada tabel 4. yang mana pengujian ini memperhatikan keakuratan robot saat memungut sampah. Pengujian yang telah dilakukan terdapat beberapa jenis sampah yang sudah dibuat untuk melihat apakah robot mampu memungut sampah dengan sempurna atau tidak sempurna. Pada tabel 4 dapat dilihat pada pola pertama ada 6 buah sampah yang harus di pungut oleh robot, tetapi robot hanya mampu memungut 5 buah sampah saja maka robot tidak dapat memungut dengan sempurna. Pada pola kelima robot mampu memungut 6 buah sampah tersebut maka robot sudah berjalan dengan sempurna dari hasil pengujian keempat dan pengujian kelima maka dari itu penulis memiliki presentase perhitungan yang mana perhitungan ini menjelaskan kaleng yang dapat dipungut sempurna dengan kaleng yang tidak dapat di pungut dengan sempurna.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada pembuatan robot boat pemungut sampah di perairan , maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Robot mampu mendeteksi ada nya sampah di perairan dengan menggunakan sensor laser dan menjalankan robot secara jarak jauh menggunakan remot control android, jarak yang bisa di kendalikan yaitu sekitar 10 meter sampai 30 meter .
2. Robot mampu memungut sampah dengan sempurna dengan nilai presentase pemungutan sebesar 90%.
3. Robot hanya mampu memungut sampah yang hanya mengambang dan sesuai kemampuan robot boat tersebut.
4. Sampah yang mampu di pungut atau di bawa dalam bak penampung yaitu sebanyak 6 buah sampah basah.
5. Saran Untuk pengembangan selanjutnya system ini dapat dirancang untuk kapasitas menengah dengan menambahkan sensor - sensor pada robot, dan pengontrolan secara *Autonomous* robot yang dapat melakukan tugas-tugas yang diinginkan dalam lingkungan yang tidak terstruktur tanpa bimbingan manusia terus menerus berdasarkan logika-logika yang diberikan manusia kepada robot.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adlin Fakhra . 2016 (Desember). "Pembuatan Prototype Robot Kapal Pemungut Sampah Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Aplikasi Pengendali Berbasis Android", Jurnal Teknologi Rekayasa , Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, hal 185-195.
- [2] Ketut Abimanyu. 2019 (April). Robot Perahu Pengangkut Sampah Berbasis Pengolahan Citra . Jurnal TELEKONTRAN, Kota Bandung, Jawa Barat, hal 25-41.
- [3] Nurul Aini. 2019 (Maret). Rancang Bangun Prototype Alat Pemugut Sampah Otomatis Pada Pintu Air Waduk Lhokseumawe Berbasis Mikrokontroler. JURNAL TEKTRO, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe, hal 34-39.
- [4] Suyatno Budiharjo , & Rola Setia Putra . 2016. Rancang Bangun Model Perahu Mini Robot Pembersih Sampah Di Sungai Menggunakan Android Berbasis Arduino Uno . Jurnal ICT Penelitian dan Penerapan Teknologi , Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta, hal.28-40.