

Prototipe Konveyor Pembersih Sampah Air Sungai Dengan Notifikasi SMS Berbasis Arduino Uno

Zaenurrohman¹, Novita Asma Ilahi², Mohamad Iqbal Husain³

^{1,2,3}Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Cilacap

Jl. DR Soetomo No. 1 Sidakaya, Cilacap

E-mail: zaenur@pnc.ac.id, nasmailahi@pnc.ac.id, iqbalsain25@gmail.com

Abstrak— Masalah sampah merupakan masalah yang berpotensi menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan. Penumpukan sampah pada saluran air ataupun di sungai berpotensi timbulnya banjir. Penumpukan sampah pada sungai perlu dibersihkan secara rutin. Perancangan prototipe alat konveyor pembersih sampah pada air sungai didesain dengan notifikasi SMS (*Short Message Service*) berbasis arduino uno. Alat ini dilengkapi dengan pengaturan sudut atau tinggi ujung konveyor yang digunakan untuk mengambil sampah berdasarkan ketinggian air sungai. Mekanisme pengaturan sudut konveyor menggunakan sebuah motor *stepper*. Notifikasi SMS ke nomer tujuan berisi informasi status bak penampungan sampah yang telah penuh menggunakan modul SIM800L. Pengangkatan sampah jenis kotak karton dan kayu, diketahui memiliki rata-rata tingkat keberhasilan sebesar 66% untuk jenis sampah kotak karton dan 76% untuk sampah jenis kayu. Terdapat perbedaan tingkat keberhasilan konveyor dalam mengangkat sampah, jenis sampah kotak karton memiliki keberhasilan pembersihan lebih rendah tingkat dibanding dengan jenis sampah kayu. Pengangkutan sampah mendapatkan rata-rata durasi waktu pengangkatan sampah sebesar 17,4 detik. Lama durasi ini dipengaruhi oleh proses pengangkatan sampah oleh konveyor 1 yang lebih banyak memakan waktu, dikarenakan antara sampah dengan bel konveyor cukup licin sehingga sampah terkadang cukup sulit untuk dapat terangkat.

Kata Kunci— *Arduino, Konveyor, Sampah, SMS*

I. PENDAHULUAN

Masalah sampah merupakan masalah yang cukup berpotensi menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan di perkotaan maupun di pedesaan. Yang cukup berpotensi terhadap adanya banjir yaitu penumpukan sampah pada saluran air ataupun di sungai. Pada mayoritas masyarakat perkotaan, sampah secara ilegal dibuang pada badan sungai atau pun sengaja ditumpuk pada bantaran sungai. Hal tersebut akan menyebabkan pencemaran pada air sungai dan mengurangi ketinggian irigasi sungai. Sampah kadang juga berasal dari orang-orang yang beraktivitas di sekitar bantaran sungai seperti berdagang, bertani atau aktivitas lainnya [1].

Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tercatat sampah nasional mencapai 67,8 juta ton per tahun 2020. Hal tersebut berarti sampah penduduk Indonesia mencapai 185.753 ton per hari atau 0.68 kilogram per orang [2]. Dengan permasalahan tersebut maka perlu alat yang mampu membantu untuk menangani masalah sampah, khususnya yang terdapat di sungai. Penanganan sampah di sungai dapat menggunakan sistem konveyor untuk dapat mengangkat sampah dari permukaan air. Konveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain [3]. Penggunaan alat dalam penanganan sampah bertujuan agar lebih efektif, mengurangi tenaga operator, dan menghindari terpapar penyakit akibat bersentuhan langsung dengan sampah

dialiran sungai [4]. Berbagai upaya telah dilakukan untuk membuat alat pengangkut sampah, namun hingga saat ini hasil yang didapatkan belum maksimal. Perancangan alat pengangkut sampah menggunakan motor penggerak yang dipasangkan di sepanjang sungai berfungsi untuk menahan sampah yang terseret oleh arus sungai [5].

Alat pengangkat sampah di sungai secara otomatis menggunakan sensor cahaya dan konveyor. Digunakan sensor cahaya untuk mendeteksi adanya sampah di atas permukaan air sungai. Sampah yang diangkat menggunakan konveyor pertama dan selanjutnya dialihkan ke konveyor kedua. Secara khusus pada alatnya belum dilengkapi wadah penampungan sampah sementara [6]. Pada alat sebelumnya, konveyor belum dilengkapi sistem penyesuaian sudut konveyor terhadap tinggi rendahnya permukaan air sungai.

Pada sebuah rancang prototipe pengeruk sampah pada aliran sungai digunakan sebuah sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air. Sistem konveyor dapat menyesuaikan terhadap ketinggian air, namun belum dilengkapi pendeteksi sampah [7]. Berbeda dengan rancang bangun prototipe alat pemungut sampah otomatis pada pintu air waduk berbasis mikrokontroler, telah dilengkapi sensor untuk mendeteksi adanya sampah. Selain itu mekanisme serokan untuk memungut sampah di permukaan air sungai. Ketika sistem mendeteksi adanya sampah maka sampah dipindahkan ke konveyor menggunakan serokan. Setelah dimasukkan ke konveyor selanjutnya sampah dialihkan ke bak penampungan [8]. Pada perancangannya, desain tersebut belum menggunakan sistem notifikasi tentang kondisi bak penampungan sampahnya.

Konveyor pengangkat sampah dirancang dengan tujuan untuk menanggulangi masalah banjir di perkotaan [9]. Dalam perancangannya diperoleh varian terbaik dengan kombinasi prinsip solusi penggerak motor AC (*Alternating Current*), transmisi v-belt, dan prinsip solusi pengangkut *bucket conveyor*. Sistem konveyor pengangkat sampah di sungai ini belum menerapkan sistem otomatisasi. Beberapa rancang bangun alat penanganan sampah di sungai telah menerapkan sistem notifikasi dan monitoring. Konveyor diinstalasi sebagai pengangkut sampah yang terdapat pada muka sungai dan aplikasi blynk digunakan sebagai penampil monitoring kenaikan air sungai [10]. Sistem pemantau sampah pada bak penampungan sementara tidak terdapat pada rancangan yang dilakukan sebelumnya pada penelitian tersebut..

Pada sebuah perancangan prototipe sistem pemantau dan pengangkat sampah di sungai secara otomatis berbasis mikrokontroler, ketinggian sampah pada permukaan sungai dideteksi menggunakan sensor ultrasonik. Sampah akan dituangkan ke bak penampung jika ketinggian sampah dipermukaan lebih dari sama dengan 10 cm menggunakan sistem motor servo. Setelah ketinggian sampah pada bak penampungan lebih dari 15 cm maka informasi tersebut akan

dikirim melalui SMS menggunakan modul GSM SIM800L v2.0 ke nomer yang dituju. Sistem prototipe ini tidak menggunakan sistem konveyor serta belum menggunakan mekanisme penyesuaian terhadap ketinggian air sungai [11]. Pada alat yang serupa yaitu implementasi alat pengontrol pengumpul sampah pada irigasi aliran air sawah juga telah dilengkapi modul SIM800L untuk pengiriman notifikasi SMS. Selain itu juga pemasangan sensor *load cell* pada kerangka yang telah dibuat untuk menimbang berat sampah yang sudah terkumpul [12].

Pada konveyor pengangkut sampah, daya penggerak yang dibutuhkan untuk menggerakkan konveyor memenuhi empat persamaan berikut: [13]

$$FH + FN = L.C.f.[qR + (2.qG.qL)\cos\delta].....(1)$$

$$Fst_1 = qL.H(2)$$

$$F = FH + FN + Fst + fs(3)$$

$$P = F.v(4)$$

Beban yang mempengaruhi dalam menentukan penggerak adalah beban akibat massa yang dipindahkan (qL), beban akibat roller (qR), beban akibat massa band (qG), gaya hambatan akibat kemiringan konstruksi (Fst).

Pada penelitian ini dibuat sebuah rancang bangun alat prototipe konveyor pembersih sampah pada air sungai dengan notifikasi SMS berbasis arduino uno. Alat ini dilengkapi dengan pengaturan sudut atau tinggi ujung konveyor yang digunakan untuk mengambil sampah berdasarkan ketinggian air sungai. Mekanisme pengaturan sudut konveyor menggunakan sebuah motor stepper. Notifikasi berupa pesan SMS bertujuan untuk memonitoring atau sebagai pengingat ketika kondisi bak penampungan sampah sudah penuh dan sampah harus segera dipindahkan ke tempat penampungan sampah selanjutnya. Penggunaan notifikasi berupa SMS diharapkan lebih efektif dan efisien, karena dalam penggunaannya notifikasi ini muncul hanya ketika bak penampung sampah sudah penuh. Pada sistem yang dirancang, pesan SMS dikirimkan ke nomer tujuan menggunakan sebuah modul modem GSM.

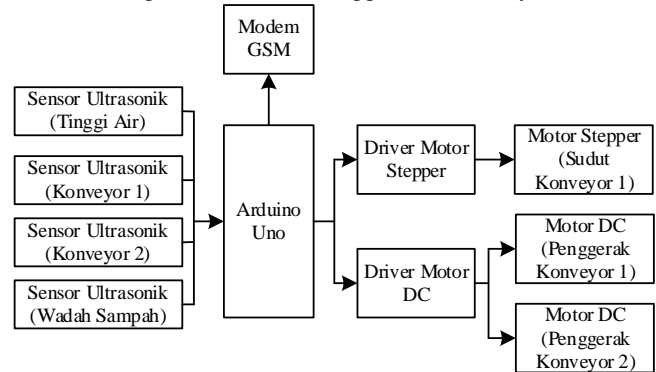
II. BAHAN DAN METODE

A. Diagram Blok Sistem.

Beberapa bahan dalam sistem prototipe sistem pembersih sampah pada sungai yaitu sensor ultrasonik, arduino uno, modem GSM SIM800L, driver TB6650, driver L298, motor stepper, dan motor DC (*Direct Current*). Sensor ultrasonik merupakan sensor yang dapat digunakan untuk mengukur ketinggian air dengan akurasi yang cukup tinggi [14]. Pada perancangan ini, sensor ultrasonik yang digunakan sebanyak 4 yaitu untuk mendeteksi ketinggian air sungai, mendeteksi sampah di atas air yang akan diangkat oleh konveyor 1, mendeteksi sampah di konveyor 2 serta untuk mendeteksi wadah penampung sampah ketika sudah penuh. Arduino uno digunakan untuk memproses data dari sensor ultrasonik serta memberikan sinyal perintah ke bagian aktuator (motor *stepper* dan motor DC) dan perintah mengirim notifikasi SMS (Modem GSM). Motor *stepper* digunakan untuk mengubah sudut konveyor 1, sedangkan motor DC digunakan untuk menjalankan konveyor 1 dan konveyor 2.

Berdasarkan diagram blok sistem yang ditunjukkan pada gambar 1, bagian input berupa empat sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian air, mendeteksi adanya sampah yang mengambang di air,

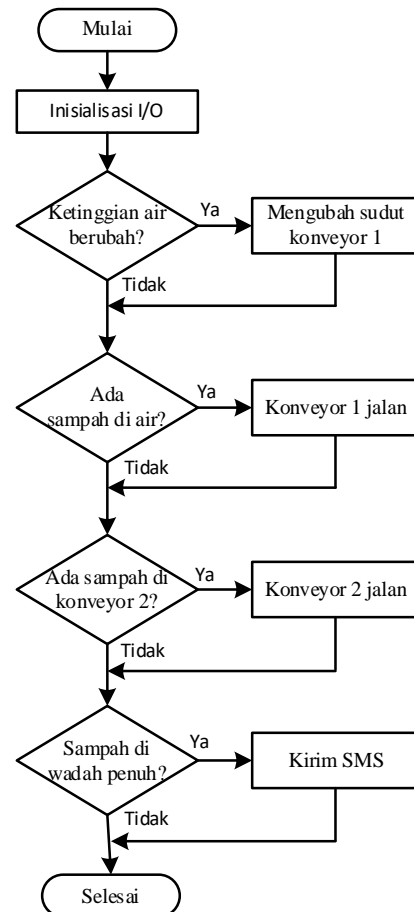
mendeteksi sampah di konveyor 2 serta untuk mendeteksi kondisi wadah penampungan sampah. Bagian proses yaitu arduino uno digunakan untuk memproses data input sehingga menghasilkan data output. Pada bagian bagian output terdapat motor *stepper* dan motor DC yang terhubung dengan arduino uno melalui masing-masing *drivernya*. Motor *stepper* digunakan untuk menaikkan dan menurunkan sudut kemiringan konveyor pemindah sampah, sedangkan motor DC digunakan untuk menggerakkan konveyor.



Gambar 1. Diagram blok sistem

B. Diagram Alir.

Prototipe sistem pembersih sampah bekerja dengan beberapa proses seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



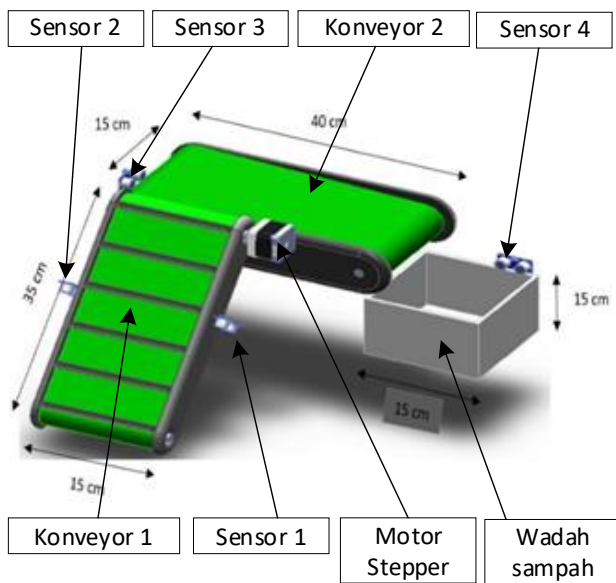
Gambar 2. Diagram alir kerja sistem

Berdasarkan gambar 2 proses pembersih sampah pada sungai yang pertama adalah proses inisialisasi. proses inisialisasi ini merupakan proses terkait *interface* baik input maupun output pada kontroler (*arduino uno*). Kemudian

sistem akan mengubah sudut konveyor 1 apabila ada perubahan ketinggian permukaan air di sungai. Pendeteksian perubahan ketinggian permukaan air tersebut berdasarkan hasil pembacaan jarak antara sensor ultrasonik (tinggi air) dengan permukaan air sungai. Sensor proses berikutnya adalah menjalankan konveyor 1 apabila terdeteksi adanya sampah didekat konveyor 1. Deteksi adanya sampah yang mengapung di sungai berdasarkan pembacaan jarak antara sensor ultrasonik (konveyor 1) dengan sampah, dan kemudian dibandingkan dengan jarak sensor ultrasonik (tinggi air) dengan air. Jika ada perbedaan kedua nilai jarak tersebut, maka dapat disimpulkan adanya sampah. Proses berikutnya konveyor 1 akan mengangkat dan membawa sampah menuju konveyor 2. Selanjutnya apabila sensor ultrasonik (konveyor 2) mendeteksi ada sampah di konveyor 2 maka konveyor 2 akan dijalankan untuk membawa sampah menuju ke wadah penampungan sampah. Proses selanjutnya adalah sensor ultrasonik (wadah sampah) mendeteksi ketinggian sampah pada wadah penampungan sampah, apabila terdeteksi penuh maka sistem akan mengirim notifikasi berupa SMS ke nomor tujuan.

C. Perancangan Mekanik

Mekanik sistem pembersih sampah pada sungai didesain menggunakan gambar tiga dimensi yang dilengkapi ukuran dimensinya serta nama bagian-bagiannya. Desain ini ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Desain mekanik sistem

Fungsi bagian-bagian pada sistem berdasarkan gambar 3 ditunjukkan pada tabel I.

TABLE I. FUNGSI BAGIAN-BAGIAN SISTEM

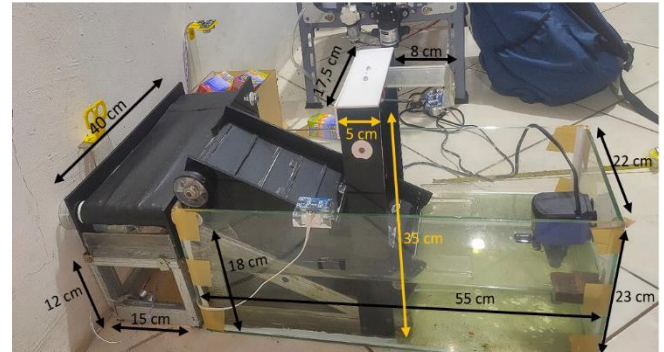
Nama Bagian	Fungsi
Sensor 1	Mengukur tinggi permukaan air
Sensor 2	Mendeteksi sampah di air
Sensor 3	Mendeteksi sampah di konveyor 2
Sensor 4	Mendeteksi sampah di wadah sampah
Konveyor 1	Mengangkat sampah dari air
Konveyor 2	Membawa sampah ke wadah sampah
Motor stepper	Merubah sudut konveyor 1

Wadah sampah	Menampung sampah
--------------	------------------

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik dapat direalisasikan dengan baik. Hasil perancangan sistem keseluruhan ditunjukkan pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Prototipe pengangkut sampah tampak samping



Gambar 5. Prototipe pengangkut sampah tampak atas

B. Pengujian Deteksi Ketinggian Air

Pengujian deteksi ketinggian air bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat mengukur ketinggian air sungai atau tidak, serta mengetahui keakurasiannya berdasarkan perbandingan dengan alat ukur standar. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada tabel II.

TABLE II. HASIL PENGUJIAN DETEKSI KETINGGIAN AIR

Ketinggian air (cm)	Hasil Pembacaan Sensor (cm)	Error (%)
5	5,01	2,0
6	6,00	0,0
7	7,30	4,2
8	8,00	0,0
9	9,5	5,5
10	10,03	0,3
11	11,10	0,9
12	12,12	1,0
13	13,11	0,8
14	14,08	0,5

15	15,35	2,3
Rata-rata		1,9

C. Pengujian Perubahan Sudut Konveyor

Pengujian perubahan muka air dilaksanakan untuk mengetahui respon (perubahan sudut) konveyor 1 berdasarkan ketinggian air sungai. Berdasarkan perancangan, setiap perubahan ketinggian air sungai sebesar 1cm, maka perubahan sudut konveyor sebesar 3°. Hasil pengujian dengan menaikkan ketinggian air ditunjukkan pada tabel III.

TABLE III. HASIL PENGUJIAN PERUBAHAN SUDUT KONVEYOR

Perubahan Ketinggian air (cm)	Perubahan ketinggian konveyor (°)	Error (%)
+1	3	0
+2	6	0
+3	9	0
+4	12	0
+5	15	0
Rata-rata		0

Hasil pengujian dengan penurunan ketinggian air ditunjukkan pada tabel IV.

TABLE IV. HASIL PERUBAHAN SUDUT KONVEYOR TERHADAP PENURUNAN MUKA AIR

Perubahan Ketinggian air (cm)	Perubahan ketinggian konveyor (°)	Error (%)
-1	3	0
-2	6	0
-3	9	0
-4	12	0
-5	15	0
Rata-rata		0

Berdasarkan hasil pengujian perubahan sudut konveyor, dapat diketahui bahwa konveyor 1 dapat menyesuaikan posisinya dengan baik berdasarkan ketinggian air sungai dengan nilai *error* sebesar 0 persen.

D. Pengujian Pengangkatan Sampah

Pengangkatan sampah dalam hal ini adalah proses pengangkatan sampah dari permukaan air sampai dapat terbawa oleh konveyor 1 menuju konveyor 2. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui presentase keberhasilan konveyor 1 dalam mengangkat sampah dari atas permukaan air sungai. Jenis sampah yang digunakan pada pengujian ini yaitu kotak karton berukuran 13x5x4 cm dan kayu berukuran 6x4x3 cm dengan jumlah masing-masing sebanyak 10 buah. Hasil pengujian pengangkatan sampah jenis kotak karton ditunjukkan pada tabel V.

TABLE V. HASIL PENGUJIAN PENGANGKATAN SAMPAH KARTON

Percobaan	Berhasil	Gagal	Persentase Keberhasilan (%)
1	7	3	70
2	8	2	80
3	6	4	60
4	5	5	50
5	7	3	70
Rata-rata			66

Sedangkan hasil pengujian pengangkatan sampah jenis kayu ditunjukkan pada tabel VI.

TABLE VI. HASIL PENGUJIAN PENGANGKATAN SAMPAH KAYU

Percobaan	Berhasil	Gagal	Persentase Keberhasilan (%)
1	9	1	90
2	8	2	80
3	6	4	60
4	7	3	70
5	8	2	80
Rata-rata			76

Berdasarkan hasil pengujian pengangkatan sampah jenis kotak karton dan kayu, dapat diketahui bahwa konveyor 1 dapat mengangkat sampah dengan rata-rata tingkat keberhasilan sebesar 66 % untuk jenis sampah kotak karton dan 76 % untuk jenis kayu. Terdapat perbedaan tingkat keberhasilan konveyor dalam mengangkat sampah. Dapat dikatakan bahwa untuk jenis sampah kotak karton lebih rendah tingkat keberhasilannya dibanding dengan jenis sampah kayu. Hal ini dapat disebabkan karena jenis kotak karton bobotnya lebih ringan daripada sampah jenis kayu. Selain itu juga dapat disebabkan karena desain *belt* konveyor yang digunakan.

Hasil pengujian serupa sebagai pembandingan juga pernah dihasilkan sebelumnya. dimana respon sensor pengangkat sampah ditentukan juga oleh jarak sensor terhadap sampah. Sensor *ultrasonic* dapat digunakan secara baik untuk pengangkutan sampah dengan mekanik serupa [15].

E. Pengujian Pengangkutan Sampah

Pengangkutan sampah dilakukan mulai dari sampah berada di atas air sampai ke bak penampungan sampah melalui konveyor 1 dan konveyor 2. Pengujian ini untuk mengetahui durasi lamanya waktu yang ditempuh untuk pengangkutan sampah tersebut. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada tabel VII.

TABLE VII. HASIL PENGUJIAN PENGANGKUTAN SAMPAH

Percobaan ke-	Durasi waktu pengangkutan (detik)
1	15,6
2	18,8
3	16,8
4	18,4
5	17,8
Rata-rata	17,4

Berdasarkan hasil pengujian pengangkutan sampah diketahui bahwa rata-rata durasi waktu pengangkutan sampah yaitu sebesar 17,4 detik. Lama durasi ini dipengaruhi oleh proses pengangkutan sampah oleh konveyor 1 yang lebih banyak memakan waktu, dikarenakan antara sampah dengan *belt* konveyor cukup licin sehingga sampah terkadang cukup sulit untuk dapat terangkat.

F. Pengujian Notifikasi SMS

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem dapat mengirimkan notifikasi SMS atau tidak ketika wadah penampungan sampah sudah penuh. Sampah pada wadah

penampung dideteksi menggunakan sensor ultrasonik berdasarkan pembacaan jarak antara sensor ultrasonik dengan sampah. Nilai set poin digunakan untuk menentukan apakah ketinggian tumpukan sampah pada wadah penampung sudah maksimum (penuh) atau belum. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada tabel VIII.

TABLE VIII. HASIL PENGUJIAN NOTIFIKASI SMS

No	Kondisi Pengujian	Status Kirim SMS
1	Wadah kosong	Tidak mengirim
2	Wadah terisi Sebagian	Tidak mengirim
3	Wadah penuh	Mengirim

Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa sistem dapat mengirim notifikasi SMS ke nomer tujuan ketika wadah penampung sampah sudah penuh. Tampilan notifikasi SMS pada HP yang digunakan ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan notifikasi SMS

Hasil pengujian pengiriman informasi berfungsi dengan baik, serupa pada pengujian terdahulu yang telah dilakukan dimana alat pengangkut sampah yang diintegrasikan dengan system informasi akan memberikan perintah kepada SIM untuk memberikan informasi volume sampah saat proximity mendeteksi bak sampah dalam keadaan penuh [16].

IV. KESIMPULAN

Rancang bangun prototipe konveyor pembersih sampah telah berhasil dilakukan. Proses pengangkutan sampah dari permukaan air ke dalam wadah penampung sampah sementara dapat dilakukan secara otomatis sehingga dapat memudahkan dalam pembersihan sampah pada sungai. Konveyor

angkat sampah dapat menyesuaikan sudutnya secara otomatis berdasarkan perubahan ketinggian air dengan akurat, sehingga sistem ini lebih adaptif dengan perubahan lingkungannya. Sistem mampu memberikan pesan Notifikasi status wadah penampung sampah melalui SMS, sehingga kondisi sampah dapat terpantau dengan mudah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Indrawati, "Upaya Pengendalian Pencemaran Sungai yang diakibatkan oleh Sampah," *Indones. J. Urban Environ. Technol.*, vol. 5, no. 6, hal. 193–200, 2011.
- [2] D. Setiawan, T. Syahputra, dan M. Iqbal, "Rancang Bangun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, hal. 55–62, 2014.
- [3] Hendri, Siswanto, Agus, S. Komputer, S. Dinamika, dan B. Jambi, "Miniatur Conveyor Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *J. Ilm. Media Process.*, vol. 9, no. 1, hal. 46–57, 2014.
- [4] A. Indra Komara dan L. Fattah Buchari, "Perancangan Alat Pengangkut Sampah Pada Saluran Air Secara Kontinyu," *J. Teknol. dan Rekayasa Manufaktur*, vol. 1, no. 2, hal. 73–86, 2019, doi: 10.48182/jtrm.v1i2.10.
- [5] Azmi dkk., "Perancangan Conveyor Pengangkut Sampah Apung Sungai," *Progr. Stud. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 2, hal. 58–64, 2023.
- [6] I. Wahyuni, "Rancangan Bangun Sistem Rancang Sampah pada Sungai Secara Otomatis," *Sains dan Teknol.*, no. 1, hal. 89, 2015, [Daring]. Tersedia pada: http://repositori.uin-alaudidin.ac.id/8302/1/IRMAH_WAHYUNI.pdf
- [7] I. D. Cahya, *Prototipe pengeruk sampah pada aliran sungai*. 2020. [Daring]. Tersedia pada: <http://lib.unnes.ac.id/38495/1/5301414074.pdf>
- [8] N. Aini, "Rancang Bangun Prototype Alat Pemungut Sampah Otomatis Pada Pintu Air," vol. 3, no. 1, hal. 34–39, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <http://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/tektro/article/view/1542>
- [9] J. M. Afiff, S. Tono, dan M. Siebert, "Perancangan Konveyor Pengangkut Sampah dari Dasar Sungai," *JTM-ITI (Jurnal Tek. Mesin ITI)*, vol. 5, no. 3, hal. 135, 2021, doi: 10.31543/jtm.v5i3.678.
- [10] B. Endhartana, "Rancang Bangun Simulasi Alat Pengangkut Sampah Pada Sungai Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Online Mhs. Bid. Tek. Elektro*, vol. 01, no. 01, hal. 2–12, 2020.
- [11] Y. Elvina dan H. Harmadi, "Prototipe Sistem Pemantau dan Pengangkut Sampah di Sungai Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *J. Fis. Unand*, vol. 11, no. 2, hal. 201–207, 2022, doi: 10.25077/jfu.11.2.201-207.2022.
- [12] E. Putrawan dkk., "Implementasi Alat Pengontrol Pengumpul Sampah pada Irigasi Aliran Air Sawah Menggunakan Mikrokontroler," *J. Krisnadana*, vol. 1, no. 1, hal. 57–68, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.catuspata.com/index.php/jkdn/index>
- [13] R. Adhianto dan R. Y. Felvi, "Perancangan sistem konveyor pembersih sampah pada saluran air dengan menggunakan tenaga air 1),2)," *saluran air, sampah, Sist. konveyor, tenaga air, VDI 2222, CAE*, vol. 15, no. 1, hal. 55–63, 2021.
- [14] A. Sumardiono, E. Alimudin, Z. Zaenurrohman, dan H. Susanti, "Rancang Bangun Monitoring Early Warning System Bencana Banjir Berdasarkan Ketinggian Aliran Sungai Menggunakan Modem SIM900 dan Internet of Things," *Infotekmesin*, vol. 13, no. 1, hal. 112–117, 2022, doi: 10.35970/infotekmesin.v13i1.1019.
- [15] S. Muddin, A. Haslinah, S. Ma'ruf, dan H. Gunawan, "Rancang Bangun Prototype Alat Pengangkut Sampah Otomatis Pada Saluran Air," *ILTEK J. Teknol.*, vol. 17, no. 1, hal. 32–36, 2022, doi: 10.47398/iltek.v17i1.706.
- [16] M. Zainal, H. Sanjaya, dan A. Rahman, "Alat Pengambil Sampah pada Aliran Air Sungai dengan Sistem Informasi Keadaan Volume Sampah Melalui SMS," *J. Mosfet*, vol. 2, no. 1, hal. 11–14, 2022, doi: 10.31850/jmosfet.v2i1.1532.