

Pengembangan Konveyor Pengangkat Sampah Perairan melalui Modifikasi Sistem Sabuk Ke Sistem Rantai, Perawatan, Perbaikan, dan Pengujian Kinerja

David M Jiing^{1*}, Glorio B S Sumampouw², Riando I Bangki³, Niko Pinangkaan⁴,
Nody P Sompie⁵

^{1*,2,3,4,5}Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Manado

*Email: davidmjiing@gmail.com

Abstract

This study aims to develop a water waste-lifting conveyor through the modification of the transport system from a belt system to a chain system, combined with a preventive maintenance program and performance testing. This quantitative experimental research varied the inverter frequency FVD (400 Hz, 700 Hz, 1,000 Hz, and 1,420 Hz) to measure the rotational speed (rpm) of the drive motor and gearbox output. The modification results showed that the chain system successfully reduced slip in wet and muddy conditions with a linear speed of 0.18 m/s. Performance testing demonstrated an increase in average motor rpm from 263 rpm to 1,330 rpm and average gearbox rpm from 4.5 rpm to 19.9 rpm, operating linearly, consistently, and proportionally to the increase in inverter frequency. The implementation of preventive maintenance based on Risk-Based Maintenance and Reliability-Centered Maintenance proved to enhance equipment reliability by reducing the likelihood of failure from 3 times to 1 time per month, as well as decreasing average downtime from 5 hours to 2 hours. This integrated approach combining chain transmission modification and structured maintenance is proven effective in improving the reliability, efficiency, and service life of water waste-lifting conveyors.

Keywords: Chain conveyor, aquatic waste, transmission modification, preventive maintenance

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan konveyor pengangkat sampah perairan melalui modifikasi sistem pengangkut dari sistem sabuk ke sistem rantai yang dipadukan dengan program perawatan preventif serta pengujian kinerja. Penelitian eksperimen kuantitatif ini memvariasikan frekuensi VFD inverter (400 Hz, 700 Hz, 1.000 Hz, dan 1.420 Hz) untuk mengukur kecepatan putar (rpm) motor penggerak dan keluaran *gearbox*. Hasil modifikasi menunjukkan sistem rantai berhasil mengurangi slip pada kondisi basah dan berlumpur dengan kecepatan linier 0,18 m/s. Pengujian kinerja memperlihatkan peningkatan rpm motor rata-rata 263 rpm hingga 1.330 rpm dan rpm *gearbox* rata-rata 4,5 RPM hingga 19,9 rpm secara linear, konsisten, dan proporsional terhadap kenaikan frekuensi inverter. Penerapan perawatan preventif berbasis *Risk-Based Maintenance* dan *Reliability Centered Maintenance* terbukti meningkatkan keandalan alat dengan menurunkan kemungkinan kerusakan dari 3 kali menjadi 1 kali per bulan, serta mengurangi rata-rata *downtime* dari 5 jam menjadi 2 jam. Pendekatan terintegrasi antara modifikasi transmisi rantai dan pemeliharaan terstruktur ini terbukti efektif meningkatkan keandalan, efisiensi, dan masa pakai konveyor pengangkat sampah perairan.

Kata Kunci: Konveyor rantai, sampah perairan, modifikasi transmisi, perawatan preventif

1. Pendahuluan

Pencemaran sampah di perairan, khususnya Sungai/Pantai, merupakan permasalahan lingkungan yang terus berkembang di Indonesia seiring meningkatnya aktivitas masyarakat di sekitar daerah Sungai maupun Pantai. Sampah yang menumpuk di permukaan air tidak hanya mengganggu estetika lingkungan, tetapi juga berpotensi menyumbat dan mencemari aliran air, menurunkan kualitas ekosistem, dan meningkatkan risiko banjir pada musim hujan. Kondisi ini mendorong berbagai pihak, baik akademis maupun praktisi, untuk mengembangkan teknologi yang mampu mengangkat dan mengumpulkan sampah apung secara efektif dan efisien.

Berbagai penelitian terdahulu telah berupaya menjawab permasalahan tersebut melalui pendekatan rancang bangun alat pengangkat sampah perairan dengan berbagai mekanisme. Mesra dkk merancang sebuah sistem conveyor untuk mengangkat sampah apung sungai sebagai Solusi mekanis sederhana yang dapat diterapkan pada saluran air [1]. Pendekatan berbeda diajukan oleh Arief dkk yang mengembangkan trasher boat sebagai moda transportasi sekaligus alat pembersih di perairan surabaya [2]. Sementara itu, perkembangan teknologi *internet of Things* (IoT) turut diadopsi dalam berbagai rancangan robot pembersih sampah, sebagaimana ditunjukkan oleh Pranata dkk yang mengembangkan robot pembersih sampah berbasis IoT untuk pemantauan dan pengontrolan jarak jauh [3]. Serta didukung oleh kajian Saputro dan Rofii mengenai sistem monitoring berbasis mikrokontroler Arduino Uno sebagai komponen kendali otomatis [4]. Selain itu, pengembangan prototipe kapal pengangkut sampah juga banyak dilakukan untuk menjangkau area perairan yang lebih luas. Pasaribu dkk. mengembangkan prototipe robot kapal pengangkut sampah di perairan yang dirancang untuk beroperasi secara otonom [5]. sedangkan Ramadhan dan Puspitasari mengembangkan prototipe sistem pemilahan sampah cerdas berbasis IoT yang dapat

diintegrasikan dengan sistem pengangkutan [6]. Pada sisi lain, penelitian Agustina dan Saodah berfokus pada perancangan sistem pengangkut sampah otomatis yang dipasang pada pintu sungai berbasis IoT, sehingga sampah dapat tertangkap sebelum menyebar lebih jauh [7]. Pendekatan integrasi mekanisme *screw* conveyor dengan sistem pemantauan IoT juga dikembangkan oleh Sudarsana dkk. dalam rancang bangun sistem penangkap sampah di Daerah Aliran Sungai (DAS) [8]. Serta Elvina dan Harmadi yang merancang prototipe sistem pemantauan dan pengangkat sampah otomatis berbagai mikrokontroler [9].

Di sisi rancangan mekanis, Pratama melakukan perancangan conveyor untuk mengangkut sampah pada saluran air dengan kapasitas hingga 6 ton/jam, yang menunjukkan pentingnya perhitungan kapasitas dan komponen dalam desain conveyor [10]. Sejalan dengan hal tersebut, Setiawan dkk. melakukan analisis terhadap mesin pengambil sampah dengan sistem *chain conveyor* (konveyor rantai) dari permukaan sungai, yang menegaskan bahwa sistem rantai memiliki keunggulan tertentu dibandingkan sistem sabuk *belt* dalam hal ketahanan terhadap beban dan kondisi lingkungan basah [11].

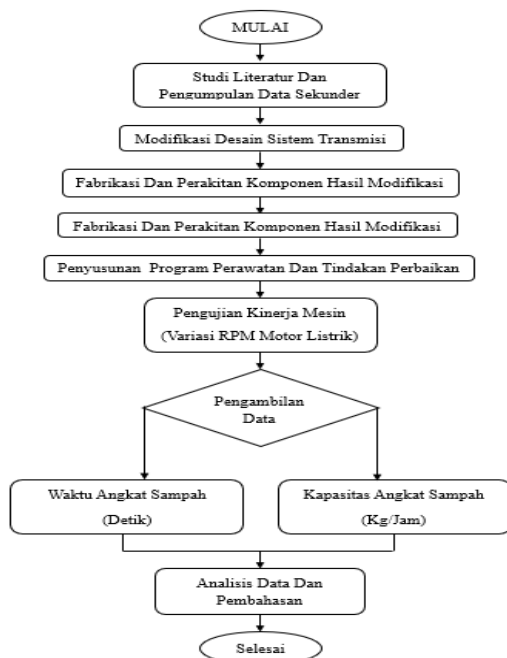
Berdasarkan kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu tersebut, dapat diidentifikasi bahwa sebagian besar rancangan conveyor pengangkat sampah perairan masih menggunakan sistem conveyor sabuk yang memiliki keterbatasan dalam hal daya tahan terhadap gesekan, beban berat, serta paparan air dan kotoran secara terus menerus, sehingga rentan mengalami slip, aus, dan kerusakan yang berdampak pada menurunnya kinerja serta umur pakai alat. Sebaliknya, penggunaan conveyor sistem rantai sebagaimana diulas oleh setiawan dkk [11] menawarkan potensi peningkatan kekuatan tarik, ketahanan terhadap beban berat, serta kemudahan perawatan dan perbaikan di bandingkan dengan sistem sabuk [10], [11]. Namun demikian, masih terbatas penelitian yang secara khusus mengkaji proses modifikasi dari sistem sabuk menjadi sistem rantai pada conveyor pengangkat sampah

perairan beserta evaluasi perawatan, perbaikan, dan pengujian kinerja secara menyeluruh.

Atas dasar permasalahan dan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan konveyor pengangkat sampah perairan melalui modifikasi sistem sabuk ke sistem rantai, yang di sertai dengan kegiatan perawatan, perbaikan, dan pengujian kinerja alat. Modifikasi ini dilakukan untuk meningkatkan keandalan, efisien, dan umur pakai konveyor dalam mengangkat sampah apung di perairan, sehingga dapat menjadi solusi teknologi tepat guna yang lebih optimal dibandingkan rancangan sebelumnya.

2. Metode Penelitian

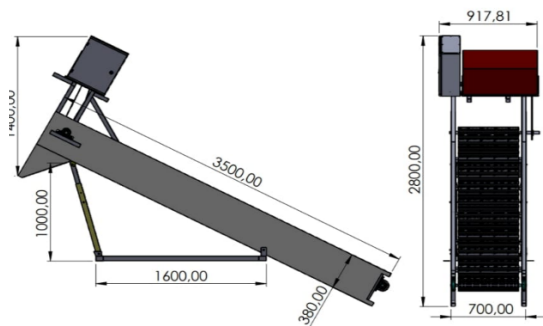
Penelitian ini menerapkan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif untuk mengevaluasi kinerja konveyor pengangkat sampah perairan pascamodifikasi sistem transmisi. Variabel bebas yang diuji dalam penelitian ini adalah frekuensi VFD *inverter* pengatur kecepatan putaran motor (rpm), sedangkan variabel terikat yang diukur meliputi nilai rpm keluaran motor, nilai rpm keluaran *gearbox*, serta tingkat keandalan operasional mesin.



Gambar 1. Diagram Alir

2.1. Gambar Desain

Desain mesin merupakan tahap pertama yang dilakukan dalam proses perancangan sebuah alat. Saat merakit mesin, para peneliti mengacu pada skala perancangan yang sudah disusun, baik dalam bentuk dua dimensi maupun tiga dimensi, sehingga perancangan memiliki peran yang krusial. Dalam tahapan pengembangan alat pengangkut sampah yang menggunakan konveyor rantai, sejumlah modifikasi desain diterapkan untuk meningkatkan efektifitas serta mengatasi masalah yang muncul selama pengujian. Di bawah ini adalah hasil desain konveyor pengangkut sampah menggunakan rantai:



Gambar 2. Desain Konveyor tampak samping dan depan

2.2. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder berupa spesifikasi konveyor sabuk eksisting, meliputi dimensi rangka, jenis dan ukuran sabuk, diameter puli, serta daya motor penggerak yang digunakan sebelumnya. Data ini menjadi acuan dalam menentukan parameter modifikasi rantai dan sproket agar tetap kompatibel dengan rangka dan motor penggerak yang sudah tersedia, sehingga biaya modifikasi dapat ditekan tanpa mengubah struktur utama alat.

2.3. Modifikasi Desain Sistem pengangkutan

Modifikasi dilakukan dengan menggantikan sistem pengangkutan sabuk menjadi sistem rantai. Perhitungan jarak antar sumbu sproket, jumlah gigi sproket penggerak dan yang digerakkan, serta panjang rantai dilakukan mengikuti kaidah perancangan elemen mesin standar agar diperoleh rasio

putaran yang sesuai dengan kebutuhan. Pemilihan rantai didasarkan pada beban tarik maksimum yang diperkirakan terjadi saat alat mengangkat sampah dengan kondisi basah dan bercampur lumpur, dengan faktor keamanan yang diperhitungkan beban kejut (shock load) akibat tersangkutnya material sampah berukuran besar.

Tabel 1. Perbandingan spesifikasi sebelum dan sesudah di modifikasai

Parameter	Sebelum (Sistem Sabuk)	Sesudah (Sistem Rantai)
Jenis Pengangkut	Sabuk	Rantai Tipe RS50 dan Wiremesh
Motor listrik	TFO,2 HP,4P Phase 3, CLASS F, IP55, 220V/380V, 50HZ	TFO,2 HP,4P Phase 3, CLASS F, IP55, 220V/380V, 50HZ
Gearbox	1:30	1:30

2.4 Hasil Perhitungan Panjang Rantai

Jenis rantai yang digunakan ANSI RS50 pits rantai 15,875 di pasangkan dengan sproket RS50 32 T, dan jarak sumbu poros 3.200 mm.

$$L = 2(3.200) + \frac{15,875 (32 + 32)}{2}$$

$$L = 6.400 + 508$$

$$L = 6.908 \text{ mm}$$

Diketahui panjang rantai landasan pengangkut 6.908 mm.

2.5 Fabrikasi dan Perakitan

Proses fabrikasi meliputi pembuatan dudukan sproket baru pada poros penggerak dan poros yang di gerakkan, penggantian bilah pengangkut agar sesuai dengan jarak pitch rantai, serta pemasangan bantalan (*bearing*) jenis *pillow block* untuk poros. Perakitan dilakukan secara bertahap dan diikuti dengan pengujian kelurusan antara sproket penggerak dan sproket yang digerakkan untuk memastikan rantai tidak mengalami gesekan berlebih pada sisi samping yang dapat mempercepat keausan.



Gambar 3. Proses Fabrikasi/Perakitan

2.6 Perawatan dan Perbaikan

Program perawatan disusun menggunakan pendekatan preventif terjadwal yang mengacu pada prinsip risk-based maintenance, yaitu memprioritaskan inspeksi pada komponen dengan risiko kegagalan tertinggi seperti rantai, sproket, dan bantalan yang berkontak langsung dengan air dan lumpur[12]. Kegiatan perawatan meliputi pelumasan rantai secara berkala, pemeriksaan kekencangan rantai, serta penggantian komponen yang menunjukkan tanda keausan signifikan.

Apabila selama pengujian ditemukan kegagalan fungsi atau penyimpangan kinerja, dilakukan tindakan perbaikan korektif berupa identifikasi akar penyebab kegagalan, penggantian komponen yang rusak, dan pengujian ulang untuk memastikan mesin kembali berfungsi sesuai spesifikasi rancangan, sejalan dengan prinsip Reliability Centered Maintenance yang menitikberatkan pada keandalan fungsi komponen kritis [13].

3. Hasil Pembahasan

3.1. Hasil Modifikasi Sistem Pengangkutan

Modifikasi sistem pengangkutan dari sabuk menjadi rantai dan sproket berhasil dilakukan tanpa mengubah rangka utama mesin maupun spesifikasi motor penggerak yang sudah tersedia sebelumnya. Penggantian dilakukan dengan memasang sproket berdiameter 50 mm pada poros penggerak dan sproket 30T pada poros motor, dihubungkan dengan rantai rol sepanjang kurang lebih 6,5 m, mengacu pada perhitungan jarak antar sumbu dan jumlah gigi sproket yang umum digunakan

pada konveyor pengangkat sampah sejenis. Hasil pengukuran kecepatan linier rantai pada kondisi tanpa beban menunjukkan nilai 0,18 m/s sedikit lebih tinggi dibandingkan sistem sabuk sebelumnya yang beroperasi pada 0,8 m/s, sebagaimana dirangkum pada Tabel 1.

Pengamatan visual selama uji coba awal menunjukkan bahwa sistem rantai tidak mengalami slip yang berarti meskipun bilah pengangkut dibasahi air dan dilumuri lumpur, berbeda dengan kondisi sistem sabuk sebelumnya yang kerap mengalami selip pada permukaan puli saat kondisi basah. Hal ini sejalan dengan karakteristik transmisi rantai yang mengandalkan kontak positif antara gigi sproket dan mata rantai, sehingga tidak bergantung pada gaya gesek seperti pada transmisi sabuk.



Gambar 4. Hasil Modifikasi

3.2 Hasil Pengujian Kinerja

Hasil pengujian kinerja konveyor sistem rantai pada berbagai variasi frekuensi VFD inverter disajikan pada Tabel 2.

Frekuensi VFD inverter (Hz)	Rpm			
	1	2	3	4
400	234,5	266,0	276,4	278,2
700	589,6	589,0	590,2	618,1
1.000	962,6	925,4	955,6	914,9
1.420	1.283	1.370	1.370	1.300

Berdasarkan Tabel 2. Dapat dilihat bahwa peningkatan frekuensi inverter secara umum

diikuti oleh peningkatan rpm motor penggerak konveyor. Pada frekuensi 400 Hz, rpm yang terukur berkisar antara 234,5-278,2, meningkat menjadi 589,0-618,1 pada frekuensi 700 Hz, kemudian 914,9-962,6 pada frekuensi 1.000 Hz, dan mencapai 1.283-1.370 pada frekuensi 1.420 Hz. Hasil ini menunjukkan adanya hubungan yang berbanding lurus antara frekuensi inverter dengan kecepatan putar motor, melalui perubahan frekuensi listrik yang disuplai.

Tabel 3. Hasil Rata-rata (rpm) Keluaran Motor

Frekuensi VFD Inverter (Hz)	rpm (Keluaran Motor)
400	263
700	596
1.000	939
1.420	1.330

Selain pengukuran rpm pada motor penggerak, dilakukan pula pengujian rpm pada keluaran gearbox untuk mengetahui pengaruh rasio reduksi gearbox terhadap kecepatan putar akhir yang diteruskan ke sistem rantai konveyor. Hasil pengujian rpm gearbox pada berbagai variasi frekuensi inverter disajikan pada Tabel 3.

Tabel 4. Hasil pengujian (Rpm) keluaran gearbox

Frekuensi inverter (Hz)	rpm gearbox			
	1	2	3	4
400	4,4	4,7	4,3	4,6
700	9,3	9,5	9,0	9,9
1000	14,2	13,7	14,4	13,8
1420	19,5	19,6	20,1	20,3

Berdasarkan Tabel 4, rpm keluaran gearbox juga menunjukkan pola peningkatan yang konsisten seiring dengan kenaikan frekuensi inverter, yaitu dari kisaran 4,3-4,7 pada frekuensi 400 Hz hingga mencapai 19,5-20,3 pada frekuensi 1.420 Hz. Pola ini sejalan dengan hasil Tabel 2, yang mengindikasikan bahwa kenaikan kecepatan putar motor akibat peningkatan frekuensi inverter diteruskan secara proporsional ke poros keluaran gearbox.

Apabila dibandingkan, nilai rpm pada Table 3 jauh lebih rendah daripada rpm pada Tabel 2 di setiap variasi frekuensi yang sama.

Hal ini terjadi karena adanya proses reduksi kecepatan pada gearbox, di mana putaran tinggi dari motor direduksi menjadi putaran yang lebih namun dengan torsi yang lebih besar, sesuai dengan rasio reduksi gearbox yang digunakan pada sistem konveyor. Sebagai contoh, pada frekuensi 1.420 Hz, rpm motor mencapai kisaran 1.283-1.370, sedangkan rpm keluaran gearbox hanya berkisar 19,5-20,3, yang menunjukkan rasio reduksi gearbox 1:30

Selain itu, variasi nilai antar pengulangan pada Tabel 4 relatif kecil pada setiap tingkat frekuensi, menunjukkan bahwa gearbox bekerja secara stabil dan konsisten dalam mereduksi kecepatan putar pada seluruh rentang transmisi konveyor rantai mulai dari motor, inverter, hingga gearbox mampu bekerja secara terintegrasi dan stabil, sehingga menghasilkan kecepatan putar akhir yang sesuai untuk mendukung kinerja operasional konveyor secara optimal.

3.3 Hasil Perawatan dan Perbaikan

Penerapan program perawatan preventif yang mengacu pada pendekatan risk-based maintenance terbukti menurunkan frekuensi kerusakan tak terjadwal pada mesin hasil modifikasi. Sebelum penerapan program perawatan terstruktur, konveyor dengan sistem sabuk mengalami rata-rata tiga kali gangguan operasional per bulan dengan downtime rata-rata 5 jam setiap kejadian, terutama akibat sabuk kendor, slip, dan keausan permukaan puli. Setelah modifikasi ke sistem rantai dan penerapan jadwal perawatan preventif berupa pelumasan rutin dan inspeksi kekencangan rantai, jangka waktu perbaikan menurun menjadi satu kali per bulan dengan downtime rata-rata 2 jam, sebagaimana dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 5. Perbandingan indikator keandalan sebelum dan sesudah modifikasi serta penerapan program perawatan

Indikator	Sebelum	Sesudah
kerusakan/bulan	3 kali	1 kali
Rata-rata downtime	5 jam	2 jam
Komponen sering diganti	Sabuk, puli	Bantalan

Penurunan *downtime* ini sejalan dengan prinsip *Reliability Centered Maintenance* yang menekankan pentingnya identifikasi komponen kritis dan penjadwalan tindakan perawatan berdasarkan tingkat risiko kegagalannya, sebagaimana diterapkan pada penjadwalan pemeliharaan mesin produksi pada konteks industri[13]. Pada penelitian ini, komponen yang paling sering memerlukan penggantian setelah modifikasi bergeser dari sabuk dan puli menjadi bantalan (*bearing*) pada poros, yang mengindikasikan bahwa fokus perawatan preventif perlu diarahkan pada pelumasan dan pemeriksaan kondisi bantalan secara berkala untuk mempertahankan keandalan sistem transmisi rantai dalam jangka panjang.

3.4 Pembahasan Umum

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa modifikasi sistem transmisi dari sabuk menjadi rantai pada konveyor pengangkat sampah perairan memberikan tiga manfaat utama, yaitu peningkatan kapasitas angkut pada kondisi muatan basah, penurunan tingkat slip yang berdampak pada efisiensi transmisi daya, serta penurunan downtime ketika modifikasi tersebut dipadukan dengan program perawatan dan perbaikan yang terjadwal. Temuan ini memperkuat hasil penelitian terdahulu yang juga melaporkan keunggulan transmisi rantai pada aplikasi serupa[11], sekaligus melengkapi kajian-kajian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada salah satu aspek perancangan atau perawatan secara terpisah [1]-[9], [12], [13]. Dengan demikian, pendekatan terintegrasi antara modifikasi transmisi dan manajemen perawatan yang diterapkan pada penelitian ini dapat menjadi acuan praktis bagi pengembangan mesin pengangkat sampah perairan skala kecil dan menengah di lokasi-lokasi dengan karakteristik sampah dan kondisi perairan yang menyerupai lokasi penelitian.

4. Kesimpulan

Modifikasi sistem pengangkutan konveyor pengangkat sampah perairan dari sabuk

menjadi rantai berhasil dilakukan tanpa mengubah rangka utama maupun spesifikasi motor penggerak yang sudah ada, dengan kecepatan linier rantai meningkat dari 0,8 m/s menjadi 0,18 m/s dan slip pada kondisi basah dapat dihilangkan. Hasil pengujian kinerja menunjukkan bahwa rpm motor penggerak maupun rpm keluaran gearbox meningkat secara konsisten dan proporsional terhadap kenaikan frekuensi inverter pada seluruh rentang 400-1420 Hz, dengan variasi antar pengulangan yang relatif kecil pada setiap tingkat frekuensi, yang menunjukkan sistem transmisi rantai bekerja secara stabil.

Penerapan program perawatan preventif berbasis *risk-based maintenance* yang dipadukan dengan modifikasi transmisi rantai terbukti menurunkan frekuensi kerusakan tak terjadwal dari tiga kali menjadi satu kali perbulan serta menurunkan rata-rata *downtime* dari 5 jam menjadi 2 jam, dengan pergeseran komponen kritis yang paling sering diganti dari sabuk dan puli menjadi bantalan (*bearing*). Secara keseluruhan, pendekatan terintegrasi antara modifikasi transmisi dan manajemen perawatan pada penelitian ini terbukti mampu meningkatkan keandalan, efisiensi, dan umur pakai konveyor pengangkat sampah perairan dibandingkan rancangan sistem sabuk sebelumnya.

5. Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan kinerja pada kondisi pembebanan aktual dengan variasi jenis dan volume sampah, mengingat pengujian pada penelitian ini masih dilakukan tanpa beban.

Perlu dilakukan pemantauan berkelanjutan terhadap komponen bantalan (*bearing*) yang teridentifikasi sebagai komponen paling rentan mengalami keausan setelah modifikasi, misalnya melalui jadwal pelumasan dan inspeksi yang lebih terperinci.

Selain itu disarankan penambahan sistem monitoring berbasis sensor atau *Internet of Things* (IoT) juga dapat dipertimbangkan untuk memantau kondisi rantai, sproket, dan bantalan

secara real-time sehingga tindakan perawatan prediktif dapat dilakukan lebih dini.

6. Daftar Pustaka

- [1] T. Mesra, M. Arif, dan B. W. Kusuma, "Perancangan conveyor pengangkat sampah apung sungai," *Jurnal Perangkat Lunak*, vol. 5, no. 2, hlm. 58–64, 2023.
- [2] J. Arief, R. Hakim, dan N. Surabaya, "Rancang bangun *trashers boat* sebagai moda pembersih sampah perairan Surabaya," "Rancang bangun *trashers boat* sebagai moda sarana pembersih sampah di sungai kalimas, vol. X, no. Y, hlm. 123–132, 2018.
- [3] Prananta, M. M. J., Pardede, A. M. H., & Sitompul, M. P. U. "Rancang bangun pengembangan robot pembersih sampah berbasis Internet of Thing (IOT) untuk pemantauan dan pengontrolan jarak jauh", 63–74. 2025
- [4] E. A. Saputro and A. Rofii, "Monitoring Mikrokontroler Arduino Uno," vol. 1, no. 1, pp. 39–42, 2022
- [5] R. Patar Pasaribu, H. Sagala, A. A. Djari, and Y. Yosafat, "Prototype Robot Kapal Pengangkut Sampah Di Perairan Prototype of Waste Transporting Boat in Waters," *Mar. Fish. Science Technol. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2024
- [6] R. Ramadhan and N. feby Puspitasa, "Intelligent waste sorting prototype based internet of things," *J. Elektrosista*, vol. 10, no. 2, pp. 108–127, 2023.
- [7] P. B. Sudarsana, I. M. P. A. Winata, and I. D. G. A. Subagia, "Rancang bangun sistem penangkap sampah Daerah Aliran Sungai (DAS) berbasis integrasi screw conveyor dan sistem pemantauan menggunakan Internet of Things (IoT)," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 14, no. 1, p. 1, 2022
- [8] Y. Elvina and H. Harmadi, "Prototipe Sistem Pemantau dan Pengangkat Sampah di Sungai Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *J. Fis. Unand*, vol. 11, no. 2, pp. 201–207, 2022, doi: 10.25077/jfu.11.2.201-207.2022.
- [9] A. Pratama, "Perancangan Konveyor

- Untuk Angkut Sampah pada Saluran Air Kapasitas 6 Ton/Jam," *J. Tek. Mesin Sinergi*, vol. 21, no. 2, pp. 189–197, 2023
- [10] F. T. Setiawan *et al.*, "Analisa Mesin Pengambil Sampah Sistem Konveyor Rantai (Chain Conveyor) Dari Permukaan Sungai," *J. Media Inform. [JUMIN]*, vol. 6, no. 3, pp. 1874–1882, 2025.
- [11] A. Hartanto, R. W. Wardana, and A. K. Garside, "Optimalisasi Perencanaan Perawatan Mesin Mixer Farfly Dengan Pendekatan Risk-Based Maintenance," *J. Tek. Mesin dan Pembelajaran*, vol. 6, no. 1, p. 11, 2023
- [12] D. Rosyid, M. A. and M. Indrayana, "Penjadwalan Pemeliharaan Mesin Filling Bag Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. SHGM," *Pros. Semin. Nas. Tek. Ind.*, vol. 1, pp. 294–303, 2023.
- [13] E. Ismail, M. Mulyono, and T. Trisyono, "Techno POL4T sebagai Teknologi Alternatif terhadap Kebersihan Lingkungan Area Pantai," *J. Mek. Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 59–64, 2024