



Rancang Bangun Kontrol *Spreader* Berbasis Android Menggunakan Arduino Mega 2560 di Kapal Floating

Muh. Nasrul¹, Agus Dwi Santoso², Teguh Pribadi³

^{1,2,3}Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

Abstract. *The shipping industry is closely related to economic growth in various countries. This transportation is very dependent on export and import activities. As the country's economy improves, especially in Asia, the maritime transportation business in Indonesia will also develop. The pattern of sending goods via sea transportation has changed, especially in terms of bulk transportation. which demands modern technology such as automation and intelligent control systems. This research aims to design and develop Android-based spreader control using Arduino Mega 2560 on a floating ship. This project is designed to increase efficiency and ease of operation in the loading and unloading process on ships, which previously still used manual control with a remote control or joystick which had limitations such as limited visibility. In this research, the spreader control system is connected to an Arduino Mega 2560 microcontroller via the HC-05 Bluetooth module, allowing the operator to control the spreader via an Android device. Test results show that data is obtained at a distance of 1 to 13 meters, the Android-based spreader control system shows a response time ranging from 1 to 9 seconds, which shows that the system is functioning properly. At a distance of 14 to 19 meters, the response time increases to 18 seconds, indicating quite good system performance. This shows that there is quite significant latency in data transmission. However, the system still managed to carry out spreader control well. At 20 meters, the system failed to respond to the spreader control. This shows that the effective range of this Bluetooth module is below 15 meters. This research makes a significant contribution to the development of automatic control technology in the shipping industry, especially in the use of intelligent control systems integrated with mobile devices.*

Keywords: *Arduino Mega 2560, Spreader, Bluetooth HC-05.*

Abstrak. Industri pelayaran memiliki kaitan erat dengan pertumbuhan ekonomi di berbagai negara. Transportasi ini sangat bergantung pada aktivitas ekspor dan impor. Seiring dengan meningkatnya perekonomian negara, terutama di Asia, bisnis transportasi laut di Indonesia juga akan berkembang. Pola pengiriman barang melalui transportasi laut telah mengalami perubahan, terutama dari segi angkutan curah. yang menuntut adanya teknologi modern seperti otomatisasi dan sistem kendali cerdas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan kontrol spreader berbasis Android menggunakan Arduino Mega 2560 di kapal floating. Proyek ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan kemudahan operasi dalam proses bongkar muat di kapal, yang sebelumnya masih menggunakan kendali manual dengan remote control atau joystick yang memiliki keterbatasan seperti jarak pandang yang terbatas. Pada penelitian ini, sistem kontrol spreader dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560 melalui modul Bluetooth HC-05, memungkinkan operator untuk mengendalikan spreader melalui perangkat Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data diperoleh pada jarak 1 hingga 13 meter, sistem kontrol spreader berbasis Android menunjukkan waktu respons berkisar antara 1 hingga 9 detik, yang menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik. Pada jarak 14 hingga 19 meter, waktu respons meningkat hingga 18 detik, menunjukkan kinerja sistem yang cukup baik. Hal ini menunjukkan adanya latensi dalam transmisi data yang cukup signifikan. Namun, sistem masih berhasil menjalankan kontrol spreader dengan baik. Pada jarak 20 meter, sistem gagal dalam merespons kontrol spreader. Hal ini menunjukkan bahwa jangkauan efektif dari modul bluetooth ini berada di bawah 15 meter. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi pengendalian otomatis di industri pelayaran, khususnya dalam penggunaan sistem kendali cerdas yang terintegrasi dengan perangkat mobile.

Kata Kunci: *Arduino Mega 2560, Spreader, Bluetooth HC-05.*

1. PENDAHULUAN

Industri pelayaran memiliki kaitan erat dengan pertumbuhan ekonomi di berbagai negara. Transportasi ini sangat bergantung pada aktivitas ekspor dan impor. Seiring dengan meningkatnya perekonomian negara, terutama di Asia, bisnis transportasi laut di Indonesia juga akan berkembang. Pola pengiriman barang melalui transportasi laut telah mengalami perubahan, terutama dari segi angkutan curah. yang menuntut adanya teknologi modern seperti otomatisasi dan sistem kendali cerdas. (Rizahwa, T. R 2021).

Kemajuan dalam teknologi ini, termasuk penggunaan sensor, mikrokontroler, dan sistem kontrol yang canggih, sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan yang kompleks dalam proses bongkar muat. Fungsi utama *spreader* adalah untuk bertindak sebagai mesin penyebar lanjutan dalam operasi penyebaran batu bara skala besar. Namun, dalam praktiknya, banyak *spreader* yang masih menggunakan sistem kontrol manual atau semi-manual, yang dapat mengurangi efisiensi operasional dan meningkatkan risiko human error. Dengan perkembangan teknologi, khususnya di bidang elektronik dan kontrol, muncul peluang untuk mengotomatisasi sistem kontrol *spreader*, sehingga pengoperasiannya menjadi lebih efisien, aman, dan mudah dioperasikan.

Sistem kontrol berbasis Android memungkinkan operator untuk mengendalikan *spreader* dengan lebih mudah dan cepat, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi dalam operasi pemuatan. Selain itu, aspek keamanan dan kelestarian lingkungan dalam operasi pelabuhan semakin menjadi perhatian utama.

Oleh karena itu, *spreader*, alat yang digunakan untuk memindahkan material, harus dirancang sesuai dengan standar keamanan dan prinsip ramah lingkungan.

Dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan dalam operasi *spreader*, proyek ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kontrol *spreader* berbasis Android yang menggunakan platform Arduino Mega 2560. Arduino dipilih karena merupakan platform mikrokontroler yang fleksibel dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi otomasi. Dengan bantuan modul Bluetooth HC-05, sistem ini akan memungkinkan pengoperasian *spreader* dari jarak jauh melalui perangkat Android, yang memberikan kemudahan bagi operator dalam menjalankan tugas mereka.

Implementasi sistem kontrol berbasis Android ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan keselamatan dalam operasi *spreader*, serta mengurangi ketergantungan pada sistem kontrol manual. Selain itu, proyek ini juga menjadi langkah awal dalam pengembangan teknologi otomasi yang lebih maju di industri pelayaran dan logistik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kapal Floating

Floating adalah alat berat yang berguna untuk membantu pekerjaan manusia dalam mengangkut barang, seperti batu bara, ke kapal pengangkut yang lebih besar seperti kapal bulk carrier. Berbeda dengan kapal biasa, floating crane tidak dilengkapi dengan mesin utama dan umumnya didorong atau ditarik oleh tug boat.” (PT. Bumi Citra Traktor Nusantara).

Spreader

Spreader adalah mesin bergerak yang beroperasi di akhir dalam sistem dan secara terus menerus membuang atau menyebarkan material bahan padat curah seperti bijih besi, batu bara, biji-bijian ke kapal atau tongkang. Material yang diterima dari konveyor bangku pembuangan yang dapat digeser melalui mobil tripper atau dari konveyor transfer bergerak. Dalam artikel dari *Wikipedia* yang dipublikasikan pada website <https://en.wikipedia.org/wiki/Shiploader>.

Arduino Mega 2560

Dalam penelitian oleh NH Saidi (2020) menyatakan bahwa Arduino Mega 2560 sebagai mana yang ditunjukkan pada gambar 2.3 papan mikrokontroler ini menggunakan ATmega2560 dan dilengkapi dengan 54 pin input/output digital (15 di antaranya dapat berfungsi sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset Cahya Ardhitamara, R. (2021). Papan ini menyediakan semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler; cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau beri daya menggunakan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai menggunakannya. Mega 2560 juga kompatibel dengan sebagian besar perisai yang dirancang untuk Uno serta papan sebelumnya seperti Duemilanove atau Diecimila.

Module Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah protokol nirkabel yang beroperasi pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lainnya (Arrahman, R. 2022). Salah satu modul Bluetooth yang paling sering digunakan adalah tipe HC-05. Modul Bluetooth HC-05 ini mudah ditemukan di pasaran dengan harga yang relatif terjangkau. Modul HC-05 memiliki 6 pin konektor, masing-masing dengan fungsi yang berbeda.

Android

Dalam penelitian oleh Raihan Cahya Adi Putra (2023) menyatakan bahwa Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang digunakan pada perangkat mobile (Nazaruddin Safaat 2011). Selain berfungsi sebagai alat telekomunikasi elektronik portabel yang dapat mengirimkan pesan suara, Android kini telah menjadi bagian integral dari kehidupan manusia. Perangkat ini tidak hanya digunakan untuk komunikasi, tetapi juga sebagai media hiburan, bisnis, dan lain-lain. Saat ini, kita mengenal perangkat ini dengan istilah *smartphone* atau *ponsel pintar*.

Motor DC Gearbox

Motor DC, dilengkapi dengan gearbox yang berfungsi untuk mengubah rotasi motor DC sesuai dengan rasio rotasi yang ditentukan oleh gearbox tersebut. Sebagai contoh, untuk meningkatkan torsi pada motor DC yang berkecepatan tinggi, dapat digunakan jenis gearbox yang memperlambat putaran motor DC (Murdiansyah. M 2014). Selain itu, gear juga berfungsi untuk menambah atau mengurangi kecepatan; dengan menambah gear dengan rasio yang lebih besar, perputaran roda akan menjadi lebih lambat namun torsi yang dihasilkan akan lebih besar.

Driver Motor VNH2SP30

VNH2SP30 adalah driver motor yang dirancang untuk mengendalikan motor DC dengan arus tinggi hingga 30A. Driver ini sangat sesuai untuk aplikasi yang memerlukan pengendalian motor berdaya besar, seperti dalam robotika, kendaraan listrik, dan sistem otomasi. Diproduksi oleh STMicroelectronics, driver ini dilengkapi dengan berbagai fitur penting yang menjadikannya ideal untuk berbagai aplikasi motor (Artanto, D 2023).

Adaptor Power Supply

Dalam penelitian oleh Ulfa, H., Syafila, Z. D (2022) Adaptor adalah sebuah komponen listrik yang berfungsi untuk mengubah tegangan arus bolak-balik (AC) dengan nilai tinggi menjadi tegangan arus searah (DC) dengan nilai rendah. Penyesuaian ini merupakan alternatif pengganti dari sumber tegangan DC seperti baterai dan akumulator.

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang diterapkan dalam karya tulis ilmiah ini dengan metode *prototype*. Menurut Candra Novitasari (2020) dalam penelitian oleh Mardani dan Melda (2023) menyatakan bahwa metode *prototype* adalah metode pengembangan sistem yang umum digunakan, yang memfasilitasi interaksi antara pengembang dan pengguna selama pembuatan sistem. Metode ini merupakan suatu paradigma baru dalam pembuatan atau pengembangan perangkat lunak, dan juga salah satu metode *Prototype* merupakan suatu metode dalam pengembangan sistem yang menggunakan pendekatan untuk membuat sesuatu program dengan cepat dan bertahap sehingga segera dapat dievaluasi oleh pemakai.

Adapun tahapan-tahapan sebagai berikut:

1) Communication

Pada tahap ini, penulis berkonsultasi dengan dosen pembimbing untuk mendapatkan solusi dalam merancang alat kontrol *Spreader* Berbasis Android, termasuk menentukan sensor atau komponen yang diperlukan untuk membuat prototipe.

2) Modeling Quick Plan

Pada tahap ini, penulis mengembangkan prototipe kontrol *spreader* berbasis Android dengan tujuan mengurangi risiko kerusakan dan kecelakaan kerja. Pada fase ini, penulis merancang model sistem atau alur kerja prototipe menggunakan alat pengembangan seperti diagram blok dan flowchart.

3) *Construction of prototype*

Tahapan ini menentukan apakah komponen, sensor, atau alat tersebut berfungsi dengan baik atau tidak, dan mendapatkan hasil dari pengujian alat sesuai rancangan.

4) *Deployment delivery & Feedback*

Dalam penelitian tentang rancang bangun kontrol *Spreader* berbasis Android, pengembangan dapat diterapkan dalam beberapa cara untuk meningkatkan kualitas dan keefektifan penulis. Validasi terhadap alat oleh penguji dapat membantu memastikan bahwa alat tersebut akurat dan mudah digunakan.

Perancangan Sistem

Perancangan alat yang dibahas dalam penelitian ini mencakup beberapa komponen krusial. Pertama, terdapat perancangan perangkat keras yang mencakup model *spreader*, pengkabelan Arduino mega 2560, modul bluetooth HC-05, driver motor, motor DC, power

supply. Komponen-komponen ini dirancang untuk bekerja bersama-sama dalam sistem yang terintegrasi. Berikut *software* dan *hardware* yang digunakan pada perancangan alat ini :

- 1) *Hardware*
 - a. Arduino Mega 2560
 - b. *Bluetooth* HC-05
 - c. Driver motor
 - d. Motor DC
 - e. Power Supply
- 2) *Software*
 - a. Arduino IDE
 - b. *Flowchart*

Rencana Pengujian

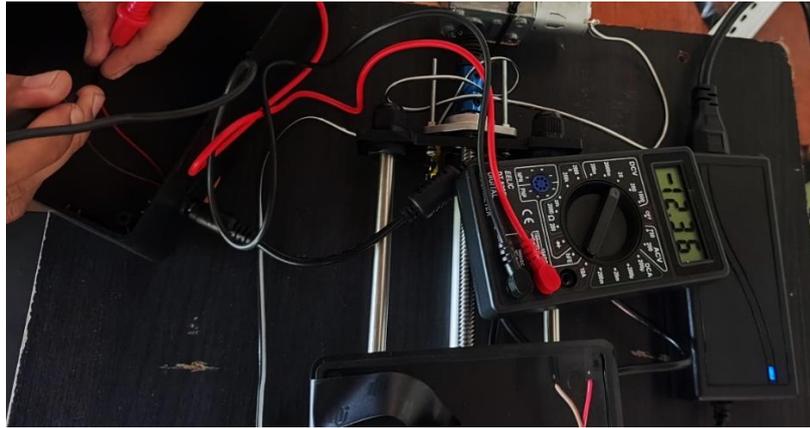
Rencana pengujian ini merupakan proses untuk mengukur potensi alat yang dibuat untuk mengetahui bagaimana cara kerja dan kemungkinan kesalahan yang terjadi pada alat. Pengujian alat ini dilakukan dengan pengujian respons kontrol untuk mengukur waktu respons dari saat perintah diberikan melalui Android hingga perintah tersebut dieksekusi oleh spreader.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Uji Coba Komponen

Hasil Pengujian Adaptor Power Supply

Pengujian Adaptor Power Supply 12V adalah tahap penting dalam proses penjaminan kualitas produk elektronik. Power Supply yang stabil dan andal merupakan kunci utama untuk memastikan kinerja optimal perangkat elektronik, termasuk dalam aplikasi Rancang Bangun Kontrol *Spreader* berbasis Android menggunakan Arduino Mega 2560 ini. Pada pengujian ini, kami akan melakukan uji coba terhadap Adaptor Power Supply 12V.



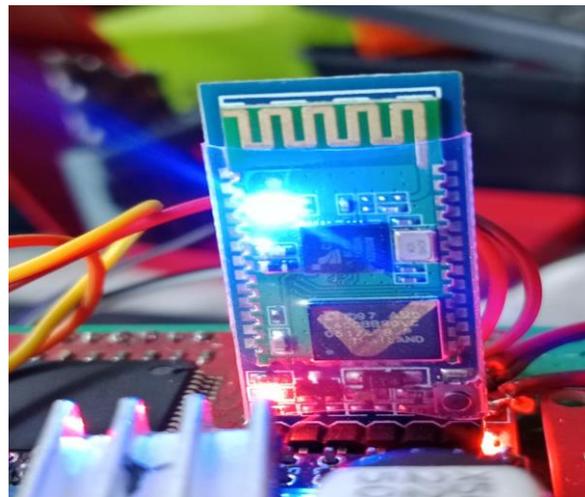
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 1. Pengujian Adaptor Power Supply

Tujuan Pengujian: Memastikan keluaran Power Supply sesuai dengan spesifikasi dan dapat menjaga stabilitas tegangan dan arus dalam batas yang diinginkan. Pengujian ini ditunjukkan pada gambar 1. Hasil pengukuran menunjukkan tegangan tanpa beban sebesar 12,36 V. Ini menunjukkan bahwa Power Supply mampu memberikan daya yang cukup untuk memastikan alat yang dibuat berfungsi dengan baik.

Hasil Pengujian Modul Bluetooth HC-05

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan modul Bluetooth ke aplikasi di smartphone. LED pada modul Bluetooth akan berkedip cepat saat smartphone belum terhubung, dan akan berkedip setiap 2 detik sekali ketika sudah terhubung. Gambar 4.2 menunjukkan modul Bluetooth.



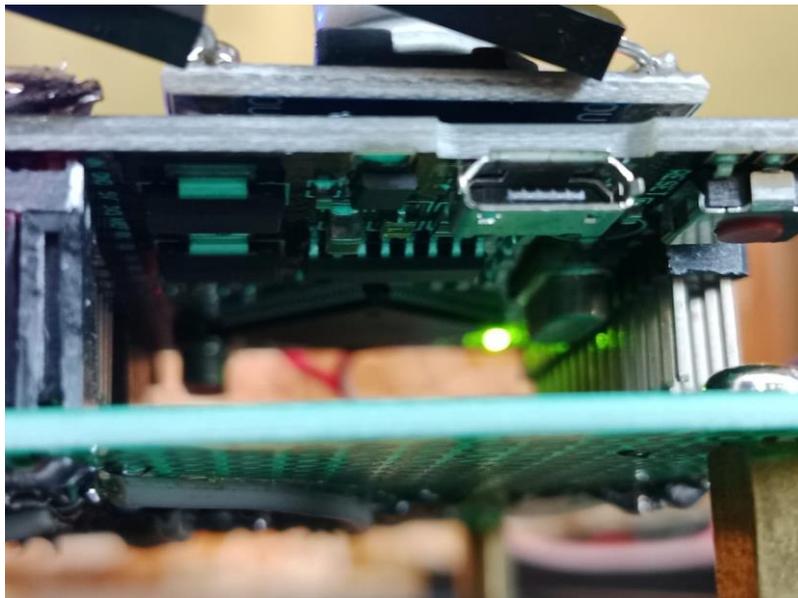
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 2. Perngujian Bluetooth HC-05

Modul Bluetooth HC-05 memiliki keterbatasan, yakni hanya dapat terhubung dengan satu perangkat dalam satu waktu. Jika perangkat lain ingin terhubung, koneksi yang ada harus diputus terlebih dahulu. Dengan kata lain, modul ini hanya bisa digunakan oleh satu perangkat secara bergantian. Modul Bluetooth HC-05 juga memiliki jarak jangkauan terbatas. Pengujian dilakukan dengan mencoba menyambungkan perangkat dengan dan tanpa penghalang, serta mengukur jarak jangkauan saat perangkat terhubung. Berikut adalah tabel yang menunjukkan batas jarak yang dapat dijangkau.

Hasil Pengujian Arduino Mega 2560

Pengujian perangkat keras Arduino Mega 2560 dilakukan dengan mengalirkan tegangan melalui jack adaptor 12 volt atau menggunakan kabel USB yang terhubung ke laptop atau sumber tegangan lainnya. Hal ini terlihat dari penyalakan lampu LED berwarna hijau pada Arduino Mega 2560 sebagai indikator bahwa perangkat tersebut berfungsi dengan baik.



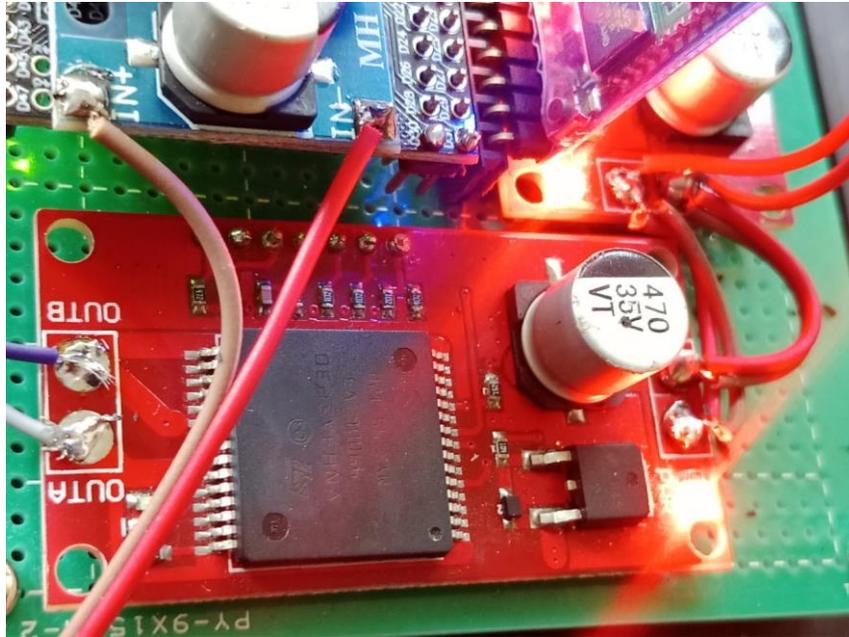
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 3. Pengujian Arduino Mega 2560

Gambar 3 menunjukkan bahwa LED indikator berwarna hijau menyala pada Arduino Mega 2560 yang menerima tegangan melalui kabel USB, menunjukkan bahwa Arduino dalam kondisi baik.

Hasil Pengujian Driver Motor VNH2SP30

Pengujian driver motor VNH2SP30 dilakukan dengan memberikan tegangan 5VDC atau 12VDC pada modul driver motor VNH2SP30, yang ditandai dengan penyalakan lampu LED berwarna merah.

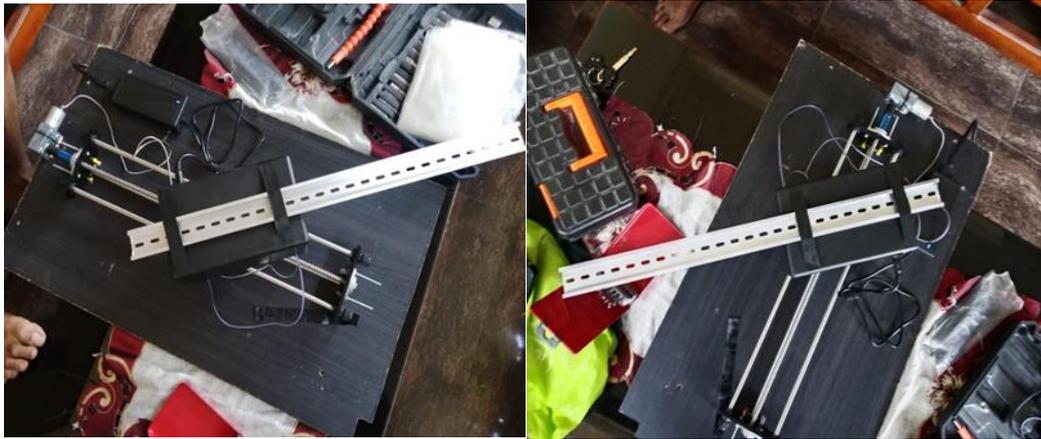


Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 4. Pengujian Driver Motor

Hasil Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa alat berfungsi dengan baik secara keseluruhan. Setiap komponen yang telah dirakit dan diprogram kemudian diuji untuk memeriksa fungsinya secara menyeluruh. Pengujian dalam penelitian ini dilakukan pada *prototipe spreader* yang dikendalikan menggunakan Android. Pertama, Android mengirimkan instruksi melalui antarmuka Bluetooth, yang kemudian diterima oleh modul bluetooth dan diteruskan ke mikrokontroler arduino untuk dieksekusi oleh motor DC (1), menghasilkan pergerakan pada bagian swing spreader. Selanjutnya, Android mengirimkan perintah kedua melalui driver motor ke motor DC (2) untuk mengendalikan pergerakan maju dan mundur pada spreader.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 5. Pengujian Keseluruhan Alat

Penyajian Data

Pengambilan Data Respon Kontrol

Pengujian respons kontrol dilakukan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan dari saat perintah diberikan melalui aplikasi Android hingga perintah tersebut dieksekusi oleh spreader. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem memiliki waktu respons yang cepat dan dapat diandalkan dalam operasi nyata.

Tabel 1. Data Respons Kontrol

No	Skenario	Waktu Respon (detik)	Keterangan
1	1 Meter	1	Respon Normal
2	2 Meter	1	Respon Normal
3	3 Meter	2	Respon Normal
4	4 Meter	2	Respon Normal
5	5 Meter	2	Respon Normal
6	6 Meter	4	Respon Normal
7	7 Meter	4	Respon Normal
8	8 Meter	4	Respon Normal
9	9 Meter	6	Respon Normal
10	10 Meter	6	Respon Normal
11	11 Meter	7	Respon Normal
12	12 Meter	7	Respon Normal
13	13 Meter	9	Respon Normal
14	14 Meter	10	Respon Lambat
15	15 Meter	12	Respon Lambat
16	16 Meter	15	Respon Lambat
17	17 Meter	17	Respon Lambat
18	18 Meter	18	Respon Lambat
19	19 Meter	18	Respon Lambat
20	20 Meter	-	Tidak ada Respon

Pada tabel 1 Penelitian ini menguji waktu respon dari sistem kontrol spreader berbasis Android pada berbagai jarak untuk mengevaluasi performa dan efektivitas koneksi antara modul Bluetooth HC-05 dan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Pengujian dilakukan pada jarak 1 meter hingga 20 meter, dengan hasil yang bervariasi tergantung pada jarak antara perangkat kendali dan spreader.

- 1) **Jarak 1-13 Meter:** Pada jarak ini, waktu respon berkisar antara 1 hingga 9 detik. Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan performa yang optimal dengan keterangan "Respon Normal". Hal ini menunjukkan bahwa pada rentang jarak ini, sistem berfungsi dengan baik dan tanpa adanya penundaan signifikan dalam transmisi data.
- 2) **Jarak 14-19 Meter :** Pada jarak ini, terjadi peningkatan waktu respon yang signifikan, yaitu antara 10 hingga 18 detik. Peningkatan waktu respon ini diidentifikasi dengan keterangan "Respon Lambat", yang menunjukkan bahwa performa sistem mulai menurun pada jarak yang lebih jauh. Hal ini bisa disebabkan oleh penurunan kekuatan sinyal Bluetooth yang mengakibatkan latensi dalam pengiriman data.
- 3) **Jarak 20 Meter :** Pada jarak ini, sistem tidak memberikan respon, yang ditandai dengan keterangan "Tidak ada Respon". Kegagalan sistem pada jarak ini mengindikasikan bahwa jarak 20 meter berada di luar jangkauan efektif dari modul Bluetooth HC-05 yang digunakan dalam sistem ini.

Analisis Data

Dari data yang diperoleh pada bagian penyajian data, penulis melakukan analisis untuk mengevaluasi kinerja sistem yang telah dibuat. Hasil pengujian sistem, dilakukan beberapa pengujian untuk menilai kinerja sistem kontrol spreader berdasarkan jarak dan waktu respon. Pengujian dilakukan pada jarak 1 hingga 20 meter dengan hasil sebagai berikut:

- 1) **Jarak 1-13 meter:** Sistem menunjukkan waktu respon berkisar antara 1 hingga 9 detik, yang mengindikasikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dalam jarak ini. Respon yang cepat ini menunjukkan efektivitas koneksi antara modul bluetooth HC-05 dengan mikrokontroler Arduino Mega2560.
- 2) **Jarak 14-19 meter:** Terjadi peningkatan waktu respon hingga 18 detik. Peningkatan ini menunjukkan adanya latensi yang cukup signifikan dalam transmisi data pada jarak yang lebih jauh. Meskipun demikian, sistem masih dapat menjalankan fungsi kontrol spreader secara memadai.

- 3) **Jarak 20 meter:** Sistem gagal memberikan respon, menunjukkan bahwa jangkauan efektif sistem ini berada di bawah 15 meter. Hal ini menegaskan bahwa modul Bluetooth HC-05 memiliki keterbatasan dalam hal jarak transmisi yang mempengaruhi kinerja keseluruhan sistem.

Data yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem kontrol spreader berbasis Android ini memiliki kinerja yang baik pada jarak pendek hingga menengah (1-13 meter), namun mulai mengalami penurunan performa pada jarak yang lebih jauh. Kegagalan sistem pada jarak 20 meter menunjukkan bahwa sistem ini tidak cocok untuk operasi di lingkungan yang memerlukan jangkauan kendali yang lebih luas.

Hasil pengujian dan analisis menunjukkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam pengoperasian spreader, meskipun masih memiliki keterbatasan pada jangkauan kendali. Pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk memperbaiki latensi dan meningkatkan jangkauan kendali agar lebih optimal untuk aplikasi di lapangan.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta pembahasan yang telah diuraikan pada karya tulis skripsi ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Rancang Bangun Kontrol Spreader Berbasis Android Menggunakan Arduino Mega 2560 di Kapal Floating diperoleh bahwa untuk merancang alat kontrol spreader berbasis Android yang dapat mempermudah proses loading ke kapal, penelitian ini mengembangkan aplikasi Android yang terhubung ke sistem kontrol spreader melalui modul komunikasi seperti Bluetooth. Aplikasi tersebut dirancang untuk mengirimkan perintah dan menerima umpan balik dari spreader yang dikendalikan oleh mikrokontroler, seperti Arduino Mega 2560. Sistem ini memungkinkan operator untuk mengendalikan spreader melalui perangkat Android, yang memberikan efisiensi dan kemudahan dalam proses bongkar muat. Sistem ini menggantikan metode manual dengan remote control atau joystick yang memiliki keterbatasan, seperti jarak pandang yang terbatas.
- 2) Spreader yang dikontrol menggunakan Android menunjukkan kinerja yang optimal pada jarak di bawah 15 meter, dengan waktu respon yang cepat dan andal. Namun, kinerja mulai menurun secara signifikan pada jarak lebih dari 15 meter, dan sistem

mengalami kegagalan total pada 20 meter. Ini menunjukkan bahwa untuk operasi yang efisien, modul bluetooth harus berada dalam jarak maksimal 15 meter dari spreader.

Saran

Berdasarkan hasil uji coba pada pembuatan produk ini sudah dapat berjalan dengan baik. Namun sistem ini masih memiliki banyak potensi untuk dikembangkan lagi. Pengembangan berikutnya yang dapat dilakukan oleh peneliti lain antara lain.

- 1) Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan teknologi komunikasi alternatif seperti Wi-Fi atau LoRa yang mungkin menawarkan jangkauan yang lebih luas dan latensi yang lebih rendah dibandingkan Bluetooth, tergantung pada kebutuhan aplikasi.
- 2) Mempertimbangkan untuk menggunakan platform mikrokontroler lain selain Arduino Mega 2560, seperti Raspberry Pi.
- 3) Penelitian berikutnya, disarankan untuk menambahkan fitur video streaming pada perangkat sehingga dapat dikendalikan tanpa memerlukan pengawasan visual langsung.
- 4) Perbaiki Perakitan komponen dan tempat pengaman agar komponen terlindungi dengan baik dan aman.

REFERENSI

- Arrahman, R. (2022). Rancang bangun pintu gerbang otomatis menggunakan Arduino Uno R3. *Jurnal Portal Data*, 2(2).
- Artanto, D., Arbiyanti, P., Cahyono, E. A. B., Siswoyo, A., & Pranowo, I. D. (2023). *Workshop Mekatronika: Sistem otomasi konveyor*. Sanata Dharma University Press.
- Cahya Ardhitamara, R. (2021). *Perancangan robot pemotong rumput berbasis Android dengan kontrol PWM dan variasi pisau potong* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Ponorogo).
- Murdiansyah, M., Paniran, P., & Akbar, A. I. (2014). Rancang bangun prototype sistem pemanggang kue (oven) otomatis dengan menggunakan mikrokontroler AVR Atmega 8535. *Dielektrika*, 1(2), 68-81.
- Mardani, R., & Melda, A. (2023). Sistem informasi manajemen prestasi mahasiswa pada prodi sistem informasi berbasis web. Institut Informatika dan Bisnis. <http://repo.darmajaya.ac.id/14328/>
- Saidi, N. H. (2020). Tampilan Arduino Mega. https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/3651/8/UINIKOM_Nur%20Hidayat%20Saidi_BAB%20II.pdf

- Raihan Cahya Adi Putra, Wahyudi Chris, D. Y., Elok Wigati, & Syarif Fahmi, M. (2023). Pengembangan game edukasi berbasis Android sebagai media pembelajaran untuk anak usia dini. *Jurnal ISAINTEK*, 6.
- Rizahwa, T. R. (2021). Optimalisasi pelayanan jasa bongkar muat curah soybean meal oleh PT. Harindra Mitra Sempurna pada PT. Chaeron Phokpand Indonesia di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Karya Tulis*.
- Sawallia, P. (2017). *Rancang bangun robot kontrol digital dan monitoring menggunakan Matlab* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Ulfa, H., Syafila, Z. D., Herlambang, T., Hasana, A. N., & Zahra, N. A. (2022). Perancangan dan simulasi power supply simetris pada Yenka. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 3(2), 107-119.