

Robot Penempatan Barang Berdasarkan Kode Warna Rgb Menggunakan Arduino Nano

Darusman^{1,*}

¹ Program Studi Magister Ilmu Komputer; Universitas Nusa Mandiri Jakarta; Jl. Raya Jatiwaringin Cipinang Melayu, Kec. Makasar, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, No.telpon (021)28534471; e-mail: 14230029@nusamandiri.ac.id

* Korespondensi: e-mail: 14230029@nusamandiri.ac.id

Diterima: 4 Oktober 2024 ; Review: 19 November 2024; Disetujui: 11 Desember 2024

Cara sitasi: Darusman. 2024. Robot Penempatan Barang Berdasarkan Kode Warna Rgb Menggunakan Arduino Nano. Informatics for Educators and Professionals : Journal of Informatics. Vol.9 (2): 171 – 181.

Abstrak: Robot pemindah barang berbasis kode warna RGB dengan arduino nano adalah sebuah sistem otomatis yang dirancang untuk memindahkan barang menggunakan deteksi kode warna RGB. Sistem ini dilengkapi dengan dua motor DC untuk menggerakkan roda, sensor inframerah dan photodiode untuk mendeteksi garis, sensor RGB untuk membaca kode warna objek, motor servo untuk menggerakkan gripper, serta motor stepper untuk mengatur posisi barang, dengan tujuan menggantikan mobil pemindah barang dengan sistem yang lebih efisien. Penelitian ini mengadopsi pendekatan desain dan implementasi berbasis arduino nano, dengan menguji robot dalam lingkungan yang memiliki jalur panduan dan objek dengan warna tertentu sebagai fokus penelitian. Analisis dilakukan dengan mengamati bagaimana robot memindahkan barang sesuai dengan warna yang terdeteksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot dapat memindahkan barang secara otomatis dengan tingkat akurasi yang memadai. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan bagi bidang teknologi Informasi, terutama dalam pengembangan sistem otomatis berbasis robotik yang dapat diterapkan dalam industri logistik dan manufaktur, dengan meningkatkan efisiensi dan presisi.

Kata kunci: Arduino Nano, Barang, RGB, Robot

Abstract: An RGB color code based goods moving robot with Arduino nano is an automatic system designed to move goods using RGB color code detection. This system is equipped with two DC motors to move the wheels, infrared sensors and photodiodes to detect lines, RGB sensors to read object color codes, servo motors to move the gripper, and stepper motors to adjust the position of goods, with the aim of replacing goods moving cars with a similar system. more efficient. This research adopts an Arduino nano-based design and implementation approach, by testing the robot in an environment that has a guide path and objects with certain colors as the research focus. Analysis is carried out by observing how the robot moves items according to the detected color. The research results show that robots can move goods automatically with a sufficient level of accuracy. This research makes a significant contribution to the field of Information Technology, especially in the development of robotic-based automated systems that can be applied in the logistics and manufacturing industry, by increasing efficiency and precision..

Keywords: Arduino Nano, Item, RGB, Robot

1. Pendahuluan

Dalam industri modern, pengelolaan dan pemindahan barang merupakan kegiatan yang memerlukan ketelitian dan kecepatan tinggi. Namun, masih banyak perusahaan yang

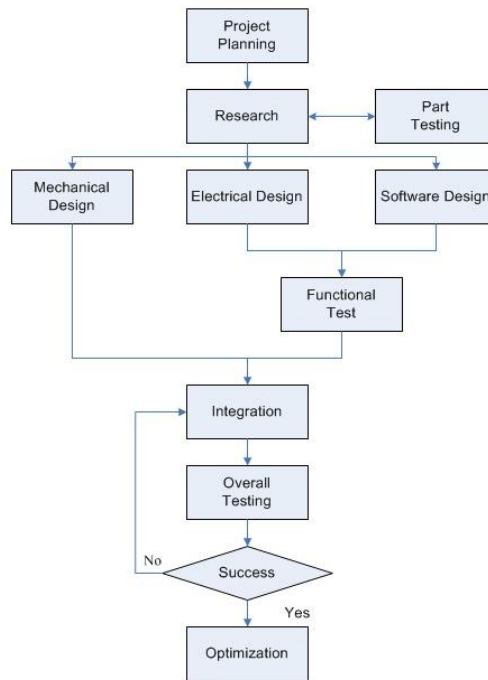
mengandalkan tenaga manusia untuk memindahkan barang, yang mengakibatkan penggunaan waktu yang lama, tenaga besar, dan berisiko tinggi terhadap kecelakaan kerja, terutama pada pekerjaan yang melibatkan barang-barang berat dan berbahaya [1] [2]. Fenomena ini sering menghambat efisiensi operasional, meningkatkan biaya produksi, dan berpotensi menurunkan keselamatan kerja. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi yang dapat menggantikan peran manusia dalam pemindahan barang untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan [3] [4]. Kondisi ideal yang diharapkan adalah terciptanya sistem otomatis yang dapat menggantikan peran manusia dalam memindahkan barang [5] [6]. Sistem ini harus dapat mendeteksi dan memindahkan barang dengan cepat, akurat, dan aman berdasarkan kode warna tertentu tanpa intervensi manusia. Dengan adanya sistem ini, efisiensi akan meningkat, kesalahan manusia dapat diminimalisir, dan risiko kecelakaan dapat dikurangi [7] [8]. Penggunaan robotika yang efisien diharapkan dapat mempercepat proses pemindahan barang serta meningkatkan keselamatan kerja di industri [9] [10].

Inovasi dalam penelitian ini adalah pengembangan robot pemindah barang berbasis kode warna RGB menggunakan arduino nano. Robot ini dirancang untuk mendeteksi warna RGB tertentu pada barang dan kemudian secara otomatis menempatkannya di lokasi yang telah ditentukan [11] [12]. Sistem ini menggunakan teknologi sensor RGB untuk membaca warna objek, motor DC untuk pergerakan robot, dan motor servo untuk menggerakkan gripper dalam mengambil dan memindahkan barang [13] [14]. Dengan sistem ini, diharapkan dapat menghemat waktu, tenaga, serta mengurangi risiko kecelakaan yang sering terjadi dalam proses pemindahan barang secara manual [15] [16]. Beberapa penelitian sebelumnya telah banyak mengembangkan robot pemindah barang, namun sebagian besar masih menghadapi keterbatasan dalam hal efisiensi dan presisi, terutama dalam hal deteksi warna dan pengendalian gerakan robot. [17] mengembangkan robot pemindah barang berbasis sensor, namun masih menggunakan motor servo untuk mengangkat barang yang tidak efisien. [18] serta [19] juga melakukan penelitian serupa, namun kurang memperhatikan akurasi dalam pembacaan warna dan kurangnya penggunaan sistem kendali yang terintegrasi. Berdasarkan penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa masih banyak robot yang belum mengintegrasikan sensor RGB yang tepat untuk pembacaan warna, serta belum memanfaatkan kontrol yang lebih efisien dalam pemindahan barang.

Beberapa kendala yang ditemukan pada penelitian sebelumnya terkait pengembangan robot pemindah barang adalah ketergantungan pada motor servo yang tidak efisien untuk pengangkatan barang dan terbatasnya kemampuan sensor dalam mendeteksi warna barang secara akurat. Kendala lainnya adalah kurangnya sistem kendali yang terintegrasi yang memungkinkan robot untuk bergerak secara otomatis mengikuti jalur yang telah ditentukan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dengan demikian, inovasi yang diajukan dalam penelitian ini, yakni robot pemindah barang berbasis kode warna RGB yang menggunakan arduino nano, menawarkan solusi untuk mengatasi permasalahan terkait efisiensi waktu, tenaga, serta akurasi pengendalian robot. Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi bagaimana merancang robot pemindah barang yang dapat mendeteksi dan memindahkan barang secara otomatis berdasarkan kode warna RGB, sekaligus memastikan kinerjanya efisien dan akurat dalam memindahkan barang ke lokasi yang telah ditentukan. Sistem robot pemindah barang berbasis kode warna RGB menggunakan arduino nano yang mampu mengikuti garis pandu, mendeteksi warna barang dengan sensor RGB, serta secara otomatis memindahkan barang ke lokasi yang sesuai. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia dalam proses pemindahan barang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode hardware programming [20] dengan pendekatan *mix method*, di mana robot pemindah barang berbasis arduino nano menjadi subjek penelitian. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui pengujian sistem robot untuk mengukur waktu dan akurasi deteksi warna, sedangkan teknik analisis data meliputi pengamatan terhadap kinerja robot, akurasi dalam mendeteksi warna, dan perbandingan waktu yang dibutuhkan. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

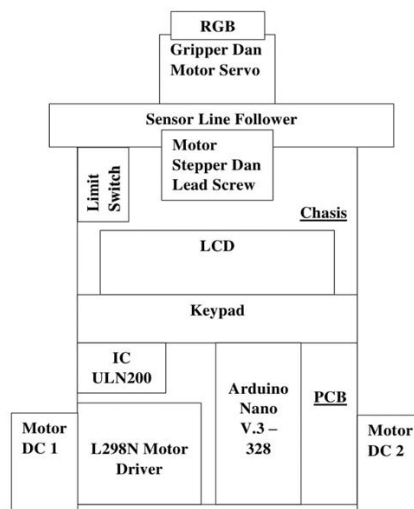
Gambar 1. Metode Penelitian dalam Bidang Hardware Programming

2.1 Perencanaan Proyek Penelitian (*Project Planning*)

Pada tahap perencanaan proyek penelitian, terdapat beberapa hal penting yang perlu ditentukan dan dipertimbangkan, seperti pemilihan topik penelitian dan estimasi kebutuhan alat serta bahan [21]. Dalam penelitian ini, topik yang dipilih adalah robot penempatan barang berdasarkan kode warna RGB menggunakan arduino nano.

2.2 Penelitian (*Research*)

Pada tahap penelitian, terlebih dahulu dilakukan perancangan mengenai lokasi peletakan alat serta pemilihan sensor-sensor yang akan digunakan [22]. Komponen utama yang berperan penting dalam penelitian ini adalah arduino nano, yang berfungsi sebagai pengendali utama untuk mengatur kerja alat dan menerima data dari berbagai sensor yang terhubung dalam rangkaian.



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

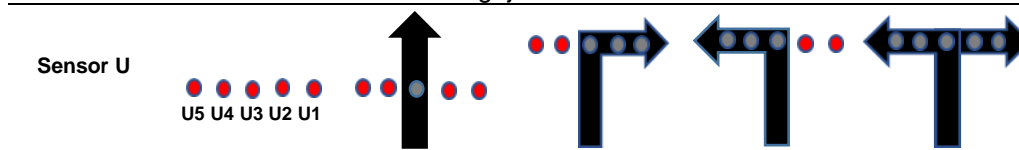
Gambar 2. Penelitian Research

2.3 Pengetesan Komponen (*Parts Testing*)

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur setiap bagian atau blok sistem alat, untuk membandingkan hasil pengujian dengan hasil yang diharapkan berdasarkan perancangan sistem [23]. Adapun pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian Sensor Garis
2. Pengujian Sensor Warna
3. Pengujian Motor DC
4. Pengujian Gripper dan Servo
5. Pengujian Motor stepper

Tabel 1 Pengujian Sensor Garis



Sensor U	U5	U4	U3	U2	U1	
U1	High	High	High	Low	High	Low
U2	High	High	High	Low	High	Low
U3	High	Low	Low	Low	Low	Low
U4	High	High	High	High	Low	Low
U5	High	High	High	High	Low	Low
Arah	Diluar Jalur	Lurus	Belok Kanan	Belok Kiri	Kiri/Kanan/ Stop	

Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Tabel 2 Pengujian Sensor Warna

Warna Kotak	Output Sensor Merah	Output Sensor Hijau	Kode Warna
Merah	Merah > Hijau	Merah > Biru	#FF0000
Hijau	Hijau > Merah	Hijau > Biru	#00FF00
Biru	Biru > Hijau	Biru > Merah	#0000FF
Warna Berbeda	-	-	Tidak Ada

Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Tabel 3 Pengujian Motor DC

Gerak Motor	IN 1	IN 2	IN 3	IN 4
Maju	0	1	0	1
Mundur	1	0	1	0
Belok Kanan	0	1	0	0
Belok Kiri	0	0	0	1
Putar Kanan	1	0	0	1
Putar Kiri	0	1	1	0
Stop	1	1	1	1

Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Tabel 4 Pengujian Gripper dan Servo

STEP	IN 1	IN 2	IN 3	IN 4
0	0	0	1	1
1	1	0	0	1
2	1	1	0	0
3	0	1	1	0

Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Tabel 5 Pengujian Motor stepper

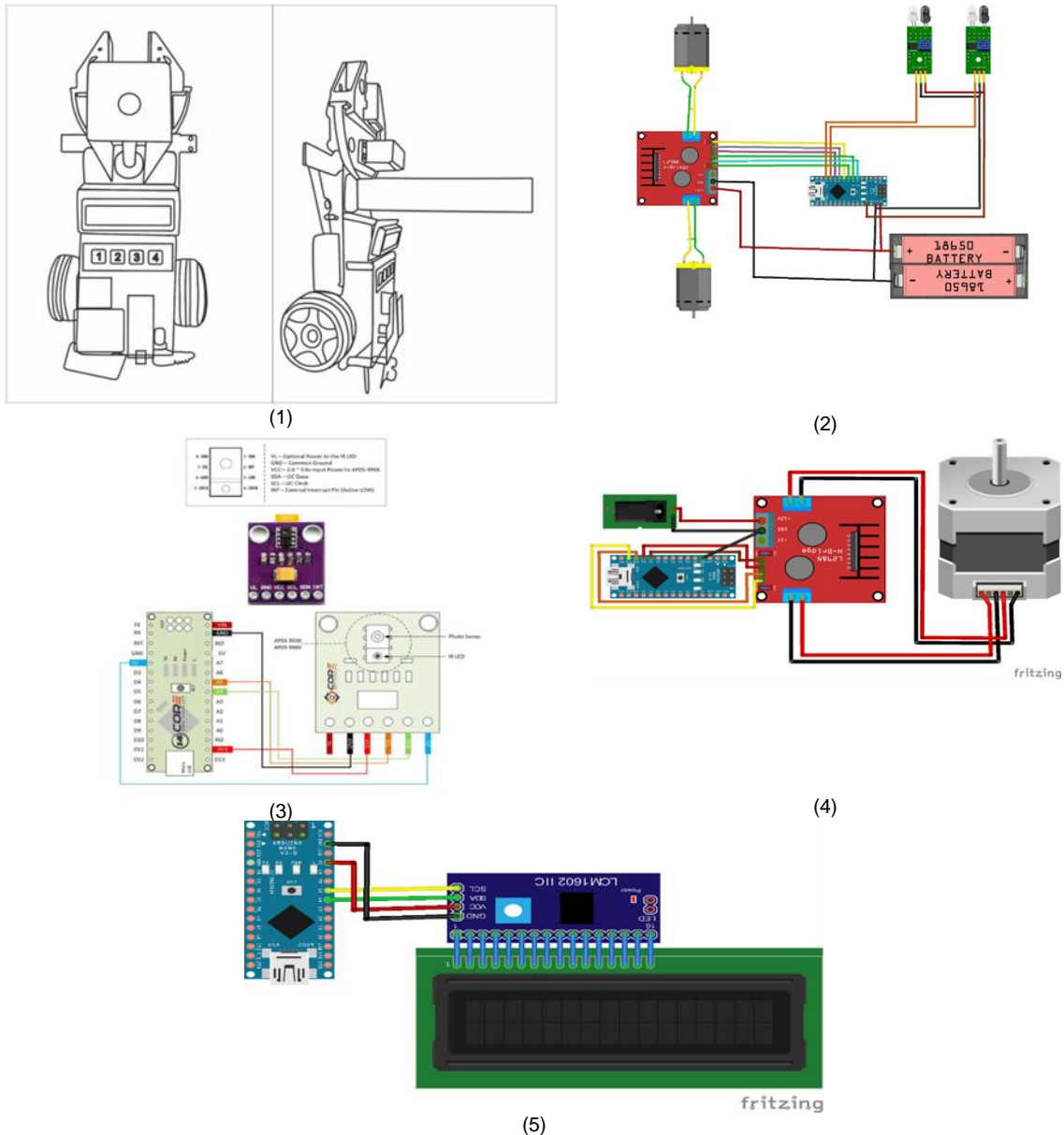
STEP	IN 1	IN 2	IN 3	IN 4
0	0	0	1	1
1	1	0	0	1
2	1	1	0	0
3	0	1	1	0

Sumber: Hasil Penelitian (2024)

2.4 Desain Sistem Mekanik (*Mechanical Design*)

Dalam mendesain perancangan dan implementasi suatu penelitian, terdapat beberapa tahapan penting yang perlu diperhatikan yang meliputi tahapan desain dari keseluruhan yang akan dibuat [24] sebagai berikut :

1. Dimensi Sistem Mekanik Keseluruhan Sistem
2. Perancangan Arduino Line Follower
3. Perancangan Arduino Sensor Warna
4. Perancangan Arduino Motor Stepper
5. Perancangan LCD ke Arduino



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Gambar 3. Desain Sistem Mekanik

2.5 Desain Sistem Listrik (*Electrical Design*)

Sumber daya untuk alat ini menggunakan baterai yang dihubungkan ke arduino nano. fungsi adaptor adalah untuk mengubah tegangan tinggi menjadi lebih rendah dan mengubah tegangan AC menjadi DC [25].

2.6 Desain Perangkat Lunak (*Software Design*)

Perancangan perangkat lunak umumnya diperlukan bersamaan dengan perancangan perangkat keras, yang meliputi software untuk sistem kontrol alat (aplikasi) dan software antarmuka untuk komputer PC [26]. Pada aplikasi yang bersifat *standalone* (berdiri sendiri) yang tidak memerlukan kontrol dari PC, hanya dibutuhkan perangkat lunak untuk mengendalikan alat yang telah dirancang.

2.7 Tes Fungsional (*Functional Test*)

Tes fungsional dilakukan untuk mengintegrasikan sistem listrik dan perangkat lunak yang telah dirancang. Pengujian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja perangkat lunak dalam mengontrol desain sistem listrik serta mengidentifikasi dan mengatasi kesalahan (*bug*) dalam perangkat lunak tersebut [27].

2.8 Integrasi atau Perakitan (*Integration*)

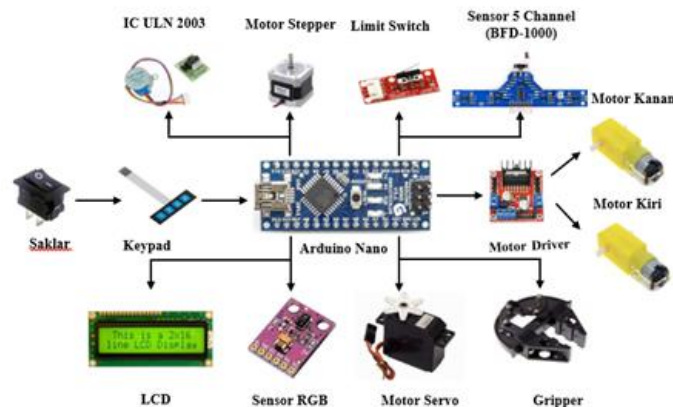
Modul listrik yang telah terintegrasi dengan perangkat lunak di dalam pengendaliannya, kemudian dipasang pada struktur mekanik yang telah dirancang. Setelah itu, dilakukan tes fungsional untuk menguji kinerja keseluruhan rangkaian atau sistem [28].

2.9 Tes Fungsional Keseluruhan Sistem (*Overall Testing*)

Pada tahap ini, dilakukan pengujian untuk memverifikasi fungsi dari seluruh sistem, dengan tujuan memastikan bahwa semua komponen yang telah dirangkai dan diprogram dengan perangkat lunak dapat berfungsi dengan baik sebagai satu kesatuan alat [29].

2.10 Optimasi Sistem (*Optimization*)

Optimasi dilakukan untuk meningkatkan kinerja aplikasi yang telah dirancang [30].



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

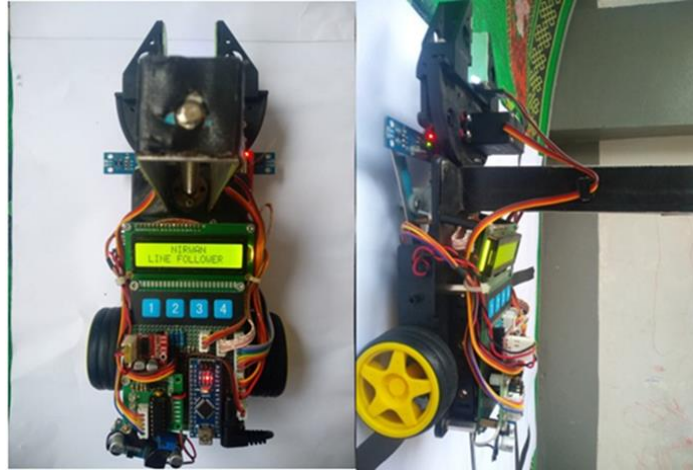
Gambar 4. Desain Sistem

Sistem pengangkatan barang dipengaruhi oleh kode warna. Robot berada ditempat parkir, robot on, kemudian robot berjalan untuk mengambil barang menggunakan sensor garis untuk mengenal lintasan berupa garis berwarna hitam, sehingga robot membaca kode warna *reed*, *gree* dan *blue*, kemudian robot berjalan menempatkan barang *reed*, *gree* dan *blue*. Jika kondisi barang tidak bisa di scan kode warna maka robot akan scan kode warna secara ulang *reed*, *gree* dan *blue* secara otomatis. Dan robot akan berjalan kembali ketempat parkir jika sudah menempatkan barang maka robot akan berhenti.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari perancangan alat, selanjutnya akan dijelaskan cara kerja setiap komponen yang digunakan. Robot ini mengandalkan arduino nano sebagai pengendali utama, yang kemudian terhubung dengan dua motor DC untuk menggerakkan roda. Selain itu, robot ini dilengkapi dengan dua pasang sensor, yaitu sensor inframerah dan photodiode, yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima sinyal di bagian bawah robot untuk mendeteksi garis hitam pada jalur yang dilalui. Untuk mengenali warna objek, robot menggunakan sensor RGB yang berfungsi untuk membaca warna saat robot mendekati lokasi

pemindahan barang. Motor servo digunakan untuk menggerakkan gripper agar dapat mengambil dan menempatkan barang, sementara motor stepper berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan barang sesuai dengan posisi yang diperintahkan. Sistem ini menerima pasokan daya sebesar 12 volt, yang disalurkan melalui baterai yang terhubung ke arduino nano.



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Gambar 5. Hasil Rangkaian Robot Pada Kit Mobil

3.1 Pengujian Struktural

Test fungsional keseluruhan sistem dilakukan pengujian fungsi dari keseluruhan sistem. Sistem yang telah dibuat dapat berfungsi sesuai dengan konsep atau tidak. Apabila ada sistem yang tidak dapat bekerja dengan baik, akan dilakukan proses perakitan ulang setiap bagian sistemnya. Pengujian ini meliputi pengujian struktural, pengujian fungsional dan pengujian validasi. Pengujian struktural tahap ini bertujuan untuk mengetahui apakah jalur pada rangkaian sudah terhubung dengan benar sehingga sistem dapat berfungsi dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengetes jalur-jalur rangkaian.

Tabel 6 Pengujian Struktural

No	Komponen Sistem	Keterangan
1	Arduino Nano	Terhubung
	Sensor Garis	Terhubung
	Sensor Warna	Terhubung
	Motor DC	Terhubung
	Motor Servo	Terhubung
	Motor stepper	Terhubung
	Gripper	Terhubung
LCD	Terhubung	

Sumber: Hasil Penelitian (2024)

3.2 Pengujian Fungsional

Uji coba fungsional dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan sistem yang ada. Dari hasil uji coba fungsional yang telah dilakukan bahwa sistem berjalan dengan baik atau berfungsi sesuai dengan sistem yang ada. Pengujian arduino nano pada dilakukan dengan cara memberikan tegangan 12V. Setelah itu output tegangan dicek pada pin 5V yang dihubungkan dengan probe positif multimeter dan pin GND yang dihubungkan dengan negatif multimeter. Dari pengujian tersebut diketahui output tegangan 12V, sesuai dengan yang dibutuhkan oleh setiap komponen. Pengujian kelistrikan dilakukan untuk mengetahui apakah hardware berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 7 Pengujian Tegangan Pada Arduino Nano

No	Komponen	Konsumsi Daya	Kondisi	Keterangan
1	Arduino Nano	5V	ON	Lampu Indikator Menyala
2	Sensor Garis	5V	ON	Sensor Menyala
3	Sensor Warna	5V	ON	Sensor Menyala
4	Motor DC	12V	ON	Motor DC Menyala

No	Komponen	Konsumsi Daya	Kondisi	Keterangan
5	Motor Servo	12V	ON	Motor Servo Menyala
6	Motor stepper	12V	ON	Motor stepper Menyala
7	LCD	5V	ON	Layar LCD Menyala

Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Tabel 8 Pengujian Waktu Pengambilan Dan Penempatan Barang

No	Kode Warna Barang	Pengambilan Barang	Penempatan Barang	Waktu
1	Merah #FF0000	Merah #FF0000	Merah #FF0000	20 Detik
2	Hijau #00FF00	Hijau #00FF00	Hijau #00FF00	25 Detik
3	Blue #0000FF	Blue #0000FF	Blue #0000FF	15 Detik

Sumber: Hasil Penelitian (2024)

3.3 Pengujian Validasi

Uji coba validasi dilakukan untuk menguji kinerja robot pemindah barang berbasis warna RGB yang menggunakan arduino nano. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan robot dalam membedakan warna barang dan bergerak sesuai dengan instruksi yang telah diprogram. Pada robot yang diuji, tampilan LCD menampilkan beberapa indikator dengan keterangan sebagai berikut:

1. RUN untuk menjalankan robot.
2. Warna untuk memeriksa kestabilan sensor RGB.
3. Line untuk menguji performa sensor garis.
4. Setup untuk mengatur perintah yang diberikan kepada robot.

Setiap tugas yang dimulai selalu ditandai dengan kata "selesai" sebagai tanda bahwa tugas tersebut telah selesai, dan perintah yang dapat dijalankan oleh robot terbatas hanya untuk memindahkan maksimal empat tumpukan barang. Berikut adalah tampilan perintah setup pada layar LCD robot, yang menunjukkan bahwa robot dalam kondisi standby dan siap untuk menjalankan tugas.

Pengujian dan Penempatan Barang Warna Merah

Proses pemindahan barang dan pembacaan sensor untuk warna #FF0000 (merah) dimulai ketika robot diberi barang dengan warna merah. Robot akan mendeteksi kode warna tersebut, kemudian menggerakkan gripper untuk mengambil barang. Secara bersamaan, lampu indikator pada sensor menyala, menandakan bahwa sensor berhasil mendeteksi warna. Sensor kemudian mengirimkan input ke mikrokontroler, yang mengidentifikasi bahwa barang yang akan dipindahkan berwarna merah. Di layar LCD, akan tampil tulisan "Kode Warna #FF0000". Setelah itu, robot akan berputar dan berbalik arah untuk menempatkan barang sesuai dengan kode warna merah.

Pengujian dan Penempatan Barang Warna Hijau, proses pemindahan barang dengan kode warna #00FF00 (hijau) dimulai ketika robot diberikan barang berwarna hijau. Robot akan mendeteksi kode warna tersebut, kemudian menggerakkan gripper untuk mengambil barang yang sesuai dengan kode warna hijau. Secara bersamaan, lampu indikator pada sensor akan menyala, menandakan bahwa sensor telah berhasil mendeteksi warna. Sensor kemudian mengirimkan input ke mikrokontroler yang mengidentifikasi bahwa barang yang akan dipindahkan berwarna hijau. Pada layar LCD, akan ditampilkan tulisan "Kode Warna #00FF00", setelah itu, robot akan berputar dan mengubah arah untuk menempatkan barang sesuai dengan kode warna hijau. Pengujian dan Penempatan Barang Warna Biru, proses pemindahan barang dengan kode warna #0000FF (biru) dimulai ketika robot diberikan barang berwarna biru. Robot akan mendeteksi kode warna tersebut dan menggerakkan gripper untuk mengambil barang. Secara bersamaan, lampu indikator pada sensor menyala, menandakan bahwa sensor telah berhasil mendeteksi warna. Sensor kemudian mengirimkan input ke mikrokontroler yang memberitahukan bahwa barang yang akan dipindahkan berwarna biru. Di layar LCD, akan muncul pesan "Kode Warna #0000FF", ketika Robot Diberi Barang dengan Warna yang Tidak Sesuai Kode Warna, jika robot diberikan barang yang tidak sesuai dengan kode warna yang telah ditentukan, maka robot tidak akan bergerak. Di layar LCD, akan tampil pesan "Kode Warna KODE INVALID". Pemindahan Barang dengan Perintah Selesai.

Tabel 9 Penempatan Barang Dan Menyimpan Barang

No	Kode Warna Barang	Pengangkutan Barang	Menyimpan Barang
1	Merah #FF0000	Sesuai Pengangkutan	Sesuai Penyimpanan
2	Hijau #00FF00	Sesuai Pengangkutan	Sesuai Penyimpanan

No	Kode Warna Barang	Pengangkatan Barang	Menyimpan Barang
3	Blue #0000FF	Sesuai Pengangkatan	Sesuai Penyimpanan

Sumber: Hasil Penelitian (2024)

3.4 Optimasi

Optimasi dilakukan untuk meningkatkan kinerja aplikasi yang dirancang. Selama pengujian keseluruhan, terdapat beberapa kondisi yang dapat mempengaruhi fungsi kerja robot, dan diharapkan beberapa hal berikut diperhatikan sebelum pengoperasian untuk menghindari masalah:

1. Pastikan baterai yang digunakan dalam kondisi baru atau setidaknya memiliki daya lebih dari 5V.
2. Pastikan jalur yang akan dilalui robot dalam keadaan rata dan bebas dari hambatan.
3. Pastikan objek atau barang yang diberikan terletak tepat di tengah palet, sehingga sensor warna dapat mendeteksinya dengan mudah saat robot mendekati palet, serta memudahkan gripper untuk menjepit objek tersebut.
4. Jika terjadi kesalahan dalam pembacaan, robot harus di-reset dan dijalankan kembali.

Penelitian ini menunjukkan bahwa saat robot diaktifkan, pembacaan sensor garis sangat penting untuk menentukan arah yang akan ditempuh, dimulai dengan menuju area objek atau plat hitam. Jika terjadi kesalahan dalam pembacaan atau robot keluar jalur, maka robot akan di-reset dan mulai kembali dari awal. Selain itu, kecepatan pengambilan dan penempatan barang tercapai paling cepat ketika kode warna yang digunakan adalah biru (#0000FF) karena lintasan yang lebih mudah diikuti oleh robot, temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor RGB dan sensor garis pada robot memberikan hasil yang lebih efisien dibandingkan penelitian sebelumnya yang mengandalkan motor servo konvensional dan sensor sederhana, dimana penelitian seperti yang dilakukan oleh [17], [18] dan [19] belum mengintegrasikan sensor RGB untuk pengenalan warna yang lebih akurat, menjadikan inovasi ini sebagai novelty dalam penelitian ini, meskipun demikian, kendala yang ditemukan meliputi kesalahan pembacaan sensor garis yang memerlukan reset, serta penurunan akurasi deteksi warna pada objek dengan latar belakang kurang kontras atau pencahayaan buruk, dan keterbatasan pengaturan kecepatan motor yang mempengaruhi kecepatan dan akurasi pengambilan dan penempatan barang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa robot pemindah barang yang menggunakan kode warna RGB berbasis Arduino Nano berfungsi dengan baik untuk memindahkan barang secara otomatis sesuai dengan warna yang telah diprogram. Robot ini hanya dapat beroperasi jika terdapat jalur yang berfungsi sebagai pendeteksi perintah yang telah diprogram, dan jalur tersebut harus dalam kondisi rata agar sensor garis dapat bekerja dengan optimal. Sensor APDS-9960 yang digunakan dalam sistem ini mampu mendeteksi tiga warna utama, yaitu merah (#FF0000), hijau (#00FF00), dan biru (#0000FF), yang digunakan sebagai perintah untuk pemindahan barang. Jika robot menerima kode warna yang tidak sesuai dengan yang telah diprogram, sensor akan memberikan perintah ke layar LCD yang menampilkan pesan "Kode Warna KODE INVALID". Sebaliknya, jika warna yang terdeteksi sesuai, sensor akan menampilkan pesan "Barang Cukup" di layar LCD, yang menandakan bahwa barang dapat dipindahkan. Proses pemindahan barang ini dibatasi pada empat objek karena keterbatasan keypad yang digunakan (1x4). Meskipun sistem ini berfungsi dengan baik, beberapa kendala masih ditemukan, seperti ketergantungan pada jalur yang harus rata untuk memastikan pembacaan sensor yang akurat dan keterbatasan jumlah objek yang dapat dipindahkan. Oleh karena itu, disarankan untuk penelitian selanjutnya mengembangkan sistem dengan kemampuan mendeteksi lebih banyak objek dan meningkatkan fleksibilitasnya terhadap berbagai kondisi jalur, serta mengoptimalkan penggunaan sensor agar lebih akurat dalam berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang warna. Penelitian lebih lanjut juga perlu mengeksplorasi penggunaan teknologi lain, seperti kamera atau sensor warna lainnya, untuk meningkatkan akurasi dan kapabilitas robot dalam mendeteksi objek dengan lebih baik di lingkungan yang lebih kompleks.

Referensi

- [1] B. Kusumo, "RANCANG BANGUN ROBOT PENGHEMPAS ASAP MENGGUNAKAN ARDUINO UNO R3," *J. Rev. Pendidik. dan Pengajaran*, vol. 6 NO.4, no., pp. 3035–3045, 2023, doi: -.
- [2] I. A. R. 2Yandhika S. A. G. Karitas Darson1*, "Robot Lengan Pemindah Barang Berbasis Pengolahan Citra Warna," *J. Energy*, vol. 12, no., pp. 44–49, 2022, doi: -.
- [3] 2 M. Rizki Noviardi1, T. Pangaribowo1*, Yuliza1, and Fina Supegina1, "PERANCANGAN ROBOT BERODA DENGAN SISTEM KENDALI BERBASIS IOT DAN GUI MENGGUNAKAN SMARTPHONE ANDROID," *JITKOM*, vol. 7, no., pp. 80–87, 2023, doi: -.
- [4] M. Martin, "Sistem kendali posisi motor DC menggunakan state feedback controller dan real-time operating system," *JITEL (Jurnal Ilm. Telekomun. Elektron. dan List. Tenaga)*, vol. 1, no. 1, 2021, doi: 10.35313/jitel.v1.i1.2021.69-78.
- [5] M. Z. Naser and G. Corbett, *Handbook of Cognitive and Autonomous Systems for Fire Resilient Infrastructures*. 2022.
- [6] I. G. Widodo* and T. Z. A. , Hartono, Bambang Tjahyono, Eni Safriana, "Desain dan Analisis Model Lengan Robot untuk Memindahkan Material," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 18, no., p., 2023, doi: -.
- [7] L. A. K. Fajar Gumilang1, "PROTOTYPESISTEM KONTROL ARM ROBOT PEMINDAH BARANG BERDASARKAN WARNA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO," *Uno8JURNA L TEK NIK EL EK TRO*, vol. 7, no., pp. 8–17, 2023, doi: -.
- [8] N. Robinson, B. Tidd, D. Campbell, D. Kulić, and P. Corke, "Robotic Vision for Human-Robot Interaction and Collaboration: A Survey and Systematic Review," *ACM Trans. Human-Robot Interact.*, vol. 12, no. 1, 2023, doi: 10.1145/3570731.
- [9] T. Panggaribuan, S. Hutauruk, and J. Sihombing, "Desain Prototipe Robot Satu Lengan Dengan Tiga Tingkat Kebebasan Bergerak Berbasis Arduino Dengan Sensor Jarak Pada Bluetooth Smartphone," *Electr. Power, Telecommun. Control Syst. - ELPOTECS J.*, vol. 4, no. 1, 2021.
- [10] Syahban Rangkuti, "RANCANG BANGUN KENDALI ROBOT HEXAPOD MENGGUNAKAN SMARTPHONE," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 2, 2021.
- [11] N. Chew, A. M. N. Azhar, A. Bustam, M. S. Azanan, C. Wang, and L. C. S. Lum, "Assessing dehydration status in dengue patients using urine colourimetry and mobile phone technology," *PLoS Negl. Trop. Dis.*, vol. 14, no. 9, 2020, doi: 10.1371/journal.pntd.0008562.
- [12] V.-T. Nguyen, C.-D. Do, T.-V. Dang, Thanh-Lam Bui, and Phan Xuan Tan, "A comprehensive RGB-D dataset for 6D pose estimation for industrial robots pick and place: Creation and real-world validation," <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103459>, 2024.
- [13] Ambrus *et al.*, "Field-grown tomato yield estimation using point cloud segmentation with 3D shaping and RGB pictures from a field robot and digital single lens reflex cameras," <https://www.cell.com/heliyon>, 2024.
- [14] B. Vura, Christoph Petzoldtb, and M. Freitag, "Comparison of Safety Mechanisms for Human-Robot Collaboration in Assembly using a Top-View RGB-D Camera System," <http://www.sciencedirect.com/>, 2024.
- [15] B. . Divyanth a *et al.*, "Estimating depth from RGB images using deep-learning for robotic applications in apple orchards," <https://www.journals.elsevier.com/smart-agricultural-technology>, 2023.
- [16] P. Kurtser and S. Lowry, "RGB-D datasets for robotic perception in site-specific agricultural operations—A survey," <http://www.elsevier.com/locate/compag>, 2023.
- [17] Y. Yudianingsih, E. L. Utari, and I. Mustiadi, "Sistem Perancangan Robot Pemindah Barang Berbasis Line Follower," *Respati*, vol. 17, no. 1, 2022, doi: 10.35842/jtir.v17i1.439.
- [18] M. Basri and I. Wahira, "Robot Line Follower Pemindah Barang Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroler," *J. Mosfet*, vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.31850/jmosfet.v2i2.1973.
- [19] A. Imran1, Firdaus2, and Marselino R. Pakondo3, "PROTOTYPE ROBOT LENGAN PEMINDAH BARANG PADA CONVEYOR SECARA OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO," *J. Media Elektr.*, vol. 20, no., pp. 112–118, 2023, doi: -.
- [20] A. B. Soleh and C. E. Suharyanto, "RANCANG BANGUN AUTONOMOUS ROBOT

- PEMBERSIH PANTAI BERBASIS ARDUINO,” <http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal>, vol. 3, no. 2, 2020.
- [21] H. Qiao, R. Xia, Z. Z. , Yongyun Chang , Keyu Kong , Minghao Jin, and H. L. Jingwei Zhang, “A newly custom coordinate system used for preoperative planning of robotic-assisted total knee arthroplasty,” <http://www.cell.com/heliyon>, 2024.
- [22] S. A. Gorkem Anil Al, Nicholas Hedworth, Douglas Tilley and U. M.-H. Richmond Afeawo, “An open source humanoid head platform for robotics teaching and research,” <https://www.elsevier.com/locate/ohx>, 2024.
- [23] P. D. Oki Saputra, Wahyudi, Joko Sumarsono, Diah Ajeng Setiawan, “Uji kinerja sistem kontrol gripper pada robot lengan untuk pemetikan tomat,” *J. Agrotek UMMAT*, vol. 11, no. 1, 2023.
- [24] B. B. Murti1, T. Sarwono, E. Apriaskar, and D. Fahmizal, “Desain Robot Holonomic berbasis Roda Mecanum dengan Arm Manipulator,” *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 16, no. 3, 2020.
- [25] Y. O. Mayastri Devana, Tresna Dewi, Nyayu Latifah Husni, Pola Risma, “Desain Robot Pengintai SegalaMedan Dengan Kendali Wireless PS 2,” *J. Appl. SMART Electr. Netw. Syst.*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [26] Y. S. Marshal Warisman Hutapea, Mhd Erpandi Dalimunthe, “RANCANG BANGUN TRAINABLE ROBOT ARM BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 SEBAGAI MEDIA PRAKTIKUM DI LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCABUDI MEDAN,” *J. Informatics Electr. Eng.*, vol. 6, no. 2, 2024.
- [27] A. R. Al Tahtawi, Muhammad Agni, and T. D. Hendrawati, “Small-scale Robot Arm Design with Pick and Place Mission Based on Inverse Kinematics,” *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 6, 2021.
- [28] D. Amalia *et al.*, “Pelatihan Perakitan Dan Pemrograman Robot Berbasis Mikrokontroler,” *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 1, 2023.
- [29] P. D. H. P. Lora Khaula Amifia, Moch. Iskandar Riansyah, “Design of Logistic Transporter Robot System,” *J. Ilm. Tek. Elektro Komput. dan Inform.*, vol. 6, no. 1, 2020.
- [30] M. K. Islami, D. P. Risma, Pola Sari, and H. M. Yudha, “Desain Optimalisasi Penggunaan Storage System Pada Robot TenagaSurya,” *J. Appl. SMART Electr. Syst.*, vol. 3, no. 2, 2022.