

## Perancangan Sistem Automatic Storage and Retrieval System untuk Automasi Persediaan Sistem Pergudangan

Grant Juan Viano<sup>1\*</sup>, Sudaryanto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Gunadarma, Depok, Indonesia

Email: grant.juan11@gmail.com, sudaryanto@staff.gunadarma.ac.id

### Abstrak

Persediaan merupakan hal yang penting dalam perusahaan. Sistem persediaan yang baik tentunya akan mendukung aspek-aspek lainnya sehingga perusahaan dapat beroperasi dengan lancar. Kesalahan-kesalahan yang terjadi dalam sistem persediaan tentunya dapat merugikan perusahaan, baik kesalahan yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Upaya untuk meminimalisir kesalahan-kesalahan tersebut, dapat dilakukan dengan penerapan automasi, dimana automasi dapat mengurangi kesalahan yang mungkin dilakukan oleh manusia sehingga data persediaan dapat dipantau secara lebih akurat, dapat mengurangi kebutuhan akan tenaga kerja, serta dapat menurunkan biaya untuk jangka waktu yang panjang. Pekerjaan yang bersifat rutin dan berulang-ulang merupakan pekerjaan yang cocok untuk diterapkan automasi. Penerapan automasi dalam sistem pergudangan dapat digunakan untuk memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lain, serta dapat melakukan pengambilan ataupun penyimpanan barang secara otomatis menggunakan kontrol komputer. Persediaan yang terintegrasi dengan komputer dapat memantau kuantitas barang yang tersedia pada suatu waktu dengan tepat dan cepat merupakan hal yang penting bagi suatu perusahaan. Automatic storage and retrieval system (AS/RS) merupakan sistem yang dapat melakukan pengambilan material maupun penyimpanan material secara otomatis dengan menggunakan kontrol komputer. Penelitian ini berisi tentang pembuatan sistem AS/RS untuk automasi persediaan beserta cara melakukan pengontrolan sistem. Sistem AS/RS pada penelitian ini menyangkut pemindahan material dengan identifikasi warna.

**Kata Kunci:** Automatic Storage and Retrieval System, Manajemen Persediaan, Automasi.

### Abstract

*Inventory is an important thing in a company. A good inventory system will of course support other aspects so that the company can operate smoothly. Errors that occur in the inventory system can certainly be detrimental to the company, both intentional and unintentional errors. Efforts to minimize these errors can be done by implementing automation, where automation can reduce errors that may be made by humans so that inventory data can be monitored more accurately, can reduce the need for labor, and can reduce costs in the long term. Work that is routine and repetitive is work that is suitable for automation. The application of automation in a warehousing system can be used to move goods from one place to another, and can also pick up or store goods automatically using computer control. Inventory that is integrated with computers can monitor the quantity of goods available at any one time accurately and quickly, which is important for a company. Automatic storage and retrieval system (AS/RS) is a system that can carry out material*

*retrieval and storage of materials automatically using computer control. This research contains about creating an AS/RS system for inventory automation along with how to control the system. The AS/RS system in this research involves moving material with color identification.*

**Keywords:** *Automatic Storage and Retrieval System, Inventory Management, Automation*

## **Pendahuluan**

Pada zaman sekarang, teknologi berkembang dengan pesat. Peningkatan produktifitas dan efektifitas pada berbagai kegiatan menjadi tuntutan untuk dapat bersaing di dunia industri masa kini (Nurbaya, 2020);(Putri Maulida, 2023). Salah satu upaya dalam peningkatan produktifitas dan efektifitas adalah dengan menerapkan otomatisasi (Tanjung & Aslami, 2023). Otomatisasi pada berbagai kegiatan industri semakin banyak ditemukan dan terbukti banyak membantu manusia terutama untuk melakukan kegiatan yang berulang-ulang dan bersifat rutin (Simpem & Wismani, 2019).

Sistem penyimpanan merupakan bagian yang sangat penting bagi suatu perusahaan (Timisela, Dwidjono, & Hartono, 2014). Sistem penyimpanan yang manual memiliki beberapa permasalahan, diantaranya bergantung pada tenaga manusia, adanya kemungkinan barang yang hilang, maupun pencatatan barang masuk dan keluar yang tidak akurat (Rahmat, 2020). Sistem automasi dapat diterapkan pada persediaan, sehingga dapat menghilangkan permasalahan yang mungkin terjadi dalam penerapan sistem penyimpanan yang manual.

Penerapan automasi pada bidang pemindahan material dapat digunakan untuk membuat suatu sistem persediaan yang otomatis. Pemindahan material secara otomatis diharapkan dapat membantu mengurangi waktu maupun tenaga manusia yang terlibat, selain itu, sistem yang terautomasi dapat mengerjakan suatu pekerjaan berulang secara terus-menerus, tidak mengalami kelelahan, serta dapat diprogram sesuai dengan keinginan manusia.

Sejarah sistem pergudangan berubah dan berevolusi dari waktu ke waktu. Evolusi tersebut berkembang dari awalnya yaitu penyimpanan secara manual, penyimpanan dengan bantuan mekanikal, penyimpanan terotomatisasi, penyimpanan terintegrasi, dan penyimpanan cerdas. Konsep mengenai *Automatic Storage and Retrieval System* atau yang biasa disingkat dengan ASRS pertama kali diterapkan pada tahun 1950 dimana pada penggunaan sistem pergudangan tiga dimensi tersebut diterapkan di negara Amerika Serikat dengan menggunakan semacam derek yang dioperasikan oleh manusia (Yulianingrum, Absori, & Hasmiati, 2021).

*Automatic Storage and Retrieval System* atau yang biasa disingkat dengan ASRS banyak diterapkan pada bidang distribusi dan produksi (Kovalcik & Villalobos, 2019). Sistem ASRS disini pada umumnya diterapkan menggunakan rak bersusun serta mesin untuk melakukan penyimpanan maupun pengambilan suatu barang. Komponen utama dari sistem ASRS diantaranya adalah rak, alat derek, titik pemasukan maupun pengeluaran barang, serta posisi pengambilan (Ahmad, 2023);(Hameed, Rashid, & Al Amry, 2020). Pengurangan biaya tenaga kerja, efisiensi luas lantai, serta peningkatan reliabilitas merupakan beberapa keuntungan dari penerapan sistem ASRS apabila

dibandingkan dengan sistem yang belum terautomatisasi (Roodbergen & Vis, 2009);(Ni'matun Nafi'ah, Marlina, & Alfian, 2021).

ASRS memiliki kelebihan dan keuntungan dalam manajemen persediaan. Kelebihan yang pertama adalah penyimpanan dengan kepadatan yang tinggi dimana ASRS selain dapat diterapkan pada bidang horizontal, juga dapat digunakan pada bidang vertikal. Penyimpanan dengan pendekatan vertikal ini dapat meningkatkan kapasitas produksi dengan luas ruangan yang sama. Efisiensi disini membuat sistem ASRS dikenal sebagai sebuah sistem penyimpanan dengan tingkat kepadatan yang tinggi.

Kelebihan yang kedua adalah keamanan operasi, dimana penggunaan alat forklift memiliki banyak risiko dalam penerapannya yang melalui hasil statistika menunjukkan bahwa 20 ribu kecelakaan terjadi setiap tahunnya di negara Amerika Serikat berkaitan dengan fasilitas yang menggunakan forklift. Penerapan ASRS dapat mengurangi aspek keterlibatan manusia dalam bidang penyimpanan, sehingga penggunaan sistem seperti ini dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja. Kelebihan yang ketiga adalah peningkatan akurasi dan efisiensi dimana ASRS dirancang untuk melakukan pekerjaan berulang dengan presisi.

Penggunaan sistem terautomatisasi disini dapat mengurangi kesalahan yang mungkin dilakukan oleh manusia (human error) (Rahma Pertiwi & Septarina Budiwati, 2018). Sistem ASRS juga dapat meningkatkan akurasi dikarenakan hampir seluruh penerapan ASRS menggunakan sebuah sistem pengontrolan (*Warehouse Management System*) yang dapat menampilkan data-data mengenai proses-proses yang terjadi saat sistem berjalan seperti banyaknya pengambilan maupun penyimpanan barang (Cassettari et al., 2021).

Sistem ASRS juga memiliki beberapa kekurangan. Kekurangan-kekurangan tersebut yang pertama adalah investasi awal yang tinggi dimana proses perancangan sebuah sistem ASRS dapat menjadi hal yang rumit. Perancangan sistem yang rumit dan juga membutuhkan biaya yang tinggi menjadi alasan mengapa beberapa perusahaan tidak menerapkan sistem ini, meskipun sistem ini dapat memberikan banyak manfaat kepada perusahaan tersebut. Kekurangan yang kedua adalah tugas yang tidak fleksibel dimana sistem ASRS didesain untuk menyelesaikan satu pekerjaan yang tetap dan berulang-ulang.

Sistem automatisasi dianggap tidak terlalu fleksibel, sebagai contoh derek penumpuk hanya dapat bergerak pada sumbu yang telah ditentukan terlebih dahulu. Perubahan struktur pada sistem ASRS yang sudah ada membutuhkan biaya yang besar. Pengambilan keputusan untuk menerapkan atau tidak menerapkan ASRS sebaiknya mempertimbangkan volume produksi dan juga lini produksi. Kekurangan yang ketiga adalah kondisi sistem yang rumit dimana penerapan ASRS membutuhkan koordinasi antar alat yang diterapkan pada sistem, dimana alat-alat yang digunakan untuk mengangkat maupun memindahkan material perlu berkomunikasi satu sama lain. Penentuan alat yang harus bekerja, berhenti, dan juga alat yang akan melanjutkan siklus pengambilan atau penyimpanan material merupakan tantangan dari sisi manajemen (Cassettari et al., 2021).

Penerapan sistem pengambilan dan penyimpanan otomatis, memiliki banyak manfaat dalam penerapannya, diantaranya peningkatan kecepatan bahkan penurunan biaya (Tamsir, 2021). Sistem yang terintegrasi memungkinkan pengambilan dan penyimpanan barang secara otomatis serta melakukan pendataan ke database. Sistem ini disebut dengan ASRS (*Automated Storage and Retrieval System*).

Penerapan ASRS telah banyak diterapkan di bidang industri yang meliputi kegiatan pemindahan suatu bagian material ke tempat dimana proses produksi, perakitan, maupun operasi manufaktur dilakukan dalam suatu sistem terpusat (Hameed, Al Amry, & Rashid, 2019). Pemindahan material dilakukan seefektif mungkin dengan cara memperhitungkan pergerakan pada saat pemindahan material dengan memperhitungkan jarak terdekat untuk meminimasi waktu. *Automatic Storage and Retrieval System* merupakan salah satu solusi untuk menerapkan sistem automasi dalam persediaan. Peneliti ingin mencoba membuat sistem ASRS melakukan pemindahan barang. Sistem pemindahan barang menggunakan identifikasi warna dimana barang dengan warna yang sama akan ditempatkan di satu tempat yang sama.

Kajian mengenai penelitian terdahulu diperlukan untuk menyusun, menggabungkan konsep, teori maupun model untuk menyempurnakan suatu penelitian. Penelitian terdahulu yang pertama yaitu mengenai sistem *Automatic Storage and Retrieval System* (ASRS) untuk membantu sistem pergudangan untuk memenuhi kebutuhan pesanan. Peneliti mengajukan solusi dengan memberikan desain konseptual, desain, dan membuat suatu sistem pengambilan barang untuk diterapkan pada gudang. Sistem ASRS yang dibuat terdiri dari Remote Terminal Unit (RTU), rak, struktur kolom yang ditumpuk disebelah rak, struktur untuk mengangkat, conveyor belt untuk memisahkan pesanan, serta sistem kontrol.

Peneliti mendesain suatu perangkat keras yang secara khusus digunakan untuk memindahkan komponen, dengan sebuah sistem operasi yang dapat membuat komunikasi lebih langsung, cepat, dan juga reliabel. Desain perangkat keras dibuat dengan menggunakan rak-rak segaris yang pada bagian bawahnya memiliki sabuk konveyor. Produk untuk order yang sama akan dikumpulkan pada satu tempat untuk kemudian dilakukan proses pengemasan dan pengiriman kepada operator yang ditugaskan. Lini perangkat keras terdiri dari kolom-kolom yang berdampingan dengan rak yang memiliki banyak tempat didalamnya.

Rak dapat bekerja secara independen satu sama lain. Struktur yang didesain memungkinkan rak disusun ke samping maupun secara vertikal. Desain sistem untuk melakukan penyimpanan menggunakan seluncur dengan sensor jarak dipasang didalam laci sesuai dengan ukuran produk-produk tertentu. Rak dimuat dibelakang untuk mengambil barang yang ada di seluncur. Sistem bekerja ketika pintu belakang rak ditutup. Ekstraksi terjadi melalui pallet yang maju bertahap sesuai dengan jumlah barang yang dipindahkan. Pallet dipasang pada sistem pantograf untuk dapat mengosongkan seluncuran secara berurutan.

Desain sistem untuk melakukan pengambilan dilakukan dengan menggunakan sistem pengangkat untuk memindahkan barang ke conveyor belt. Sistem pengangkat

bekerja berdasarkan pada order yang akan diproses. Sistem kontrol juga dibuat untuk memonitor proses yang terjadi (Cassettari et al., 2021). Penelitian yang dilakukan belum memiliki metode identifikasi barang yang digunakan dalam proses ASRS dimana proses ASRS pada penelitian ini dilakukan berdasarkan perintah operator, bukan menggunakan proses identifikasi yang dilakukan oleh sistem.

Penelitian terdahulu yang kedua yaitu mengenai perancangan sistem ASRS dengan memanfaatkan Robotino. Robotino merupakan robot yang diproduksi oleh perusahaan Festo dan dikembangkan untuk tujuan edukasi, penelitian, maupun kompetisi. Perancangan sistem menggunakan beberapa workstation, dengan tujuan untuk memindahkan barang dari workstation tertentu ke penyimpanan rak masing-masing yang telah ditentukan. Sistem kontrol menggunakan komputer namun gambaran user interface tidak disajikan dalam penelitian. Waktu yang dilakukan dalam melakukan pemindahan material berbeda-beda dan bergantung pada jarak yang ditempuh oleh Robotino.

Beberapa faktor juga teridentifikasi menghambat sistem ASRS diantaranya pencahayaan, koneksi, baterai, jalur lintasan, sistem gripper, bahan slider, workstation dan rak, serta umur perangkat Robotino (Mukhlisin, Rachmat, & Mulyana, 2016). Penelitian yang dilakukan telah menggambarkan proses ASRS dengan metode identifikasi warna, namun identifikasi warna menggunakan perangkat webcam yang kinerjanya dipengaruhi oleh cahaya sekitar. Pencahayaan yang cenderung gelap dapat membuat proses ASRS terganggu akibat webcam yang tidak berhasil mendeteksi warna barang yang akan dipindahkan. Proses ASRS juga tidak membahas mengenai jarak terpendek untuk memperhitungkan jalur yang lebih efisien.

Berdasarkan penelitian terdahulu, kekurangan proses ASRS pada penelitian terdahulu terdapat pada metode identifikasi barang yang akan dipindahkan, sistem kontrol yang digunakan untuk menjalankan proses ASRS, serta belum adanya pembahasan mengenai jarak yang ditempuh dalam proses ASRS. Pengembangan mengenai sistem ASRS dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat sensor yang dapat mendeteksi warna dengan baik dalam kondisi yang gelap sebagai metode identifikasi yang lebih akurat apabila dibandingkan dengan perangkat webcam. Perhitungan ruter terbaik dalam proses ASRS perlu diidentifikasi untuk membuat sistem yang lebih efisien. Sistem kontrol ASRS juga perlu dibuat dengan user interface yang baik dan mudah dimengerti sehingga dapat digunakan dengan baik oleh pengguna sistem.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang sebuah sistem Automatic Storage and Retrieval System (ASRS) yang dapat mengotomasi proses persediaan dalam sistem pergudangan, dengan harapan meningkatkan efisiensi dan akurasi pengelolaan barang. Melalui perancangan sistem ini, diharapkan dapat meminimalkan waktu dan biaya operasional, mengurangi kesalahan manusia, serta meningkatkan kapasitas penyimpanan dan pengambilan barang secara otomatis. Manfaat penelitian ini meliputi peningkatan produktivitas pergudangan, optimasi alur kerja, serta penyediaan solusi teknologi yang adaptif terhadap kebutuhan logistik modern, yang pada akhirnya dapat memberikan keuntungan kompetitif bagi perusahaan dalam industri pergudangan.

### **Metode Penelitian**

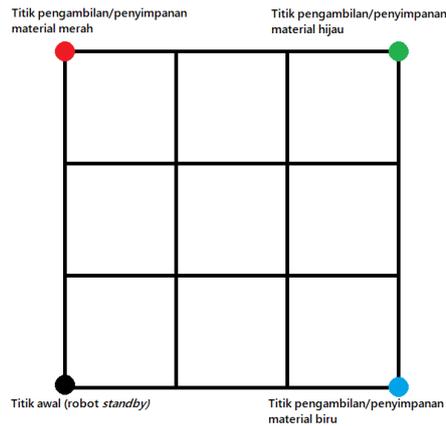
Metode penelitian merupakan kerangka kerja proses perancangan sistem ASRS yang dilakukan pada penelitian ini. Kerangka kerja pada proses perancangan sistem ASRS diawali dengan studi literatur untuk mengetahui dan mengidentifikasi proses ASRS yang telah diteliti pada penelitian terdahulu serta untuk mengidentifikasi ketidaksempurnaan maupun kekurangan dari sistem yang sudah ada. Identifikasi solusi dilakukan untuk memperbaiki sistem yang telah ada dengan menggunakan perangkat yang lebih baik sehingga sistem ASRS dapat bekerja dengan lebih optimal dari sebelumnya.

Proses perancangan sistem dan perancangan logika kemudian dilakukan untuk membentuk sistem yang dapat melakukan proses pemindahan material dengan efektif dan efisien dengan mempertimbangkan jarak terpendek. Perancangan user interface juga dilakukan untuk membuat sistem kontrol yang mudah digunakan bagi pengguna, serta untuk melakukan monitoring proses ASRS apakah telah sesuai dengan objektif yang diberikan oleh pengguna. Simulasi sistem ASRS digambarkan dalam sebuah layout gudang dimana proses pemindahan maupun pengambilan material akan dilakukan untuk memindahkan material dari titik awal ke titik akhir sesuai dengan metode identifikasi yang dirancang.

### **Hasil dan Pembahasan**

Representasi gudang dalam kondisi nyata, merupakan tempat untuk melakukan penyimpanan barang-barang tertentu pada suatu perusahaan. Gudang dalam kondisi nyata digunakan untuk menyimpan bahan baku, barang setengah jadi, maupun barang jadi. Gudang direpresentasikan memiliki satu titik yang menjadi awal proses pengambilan maupun penyimpanan barang. Perusahaan yang memiliki jenis barang yang bermacam-macam, tentunya akan mengelompokkan barang-barang tertentu ke tempat tertentu dengan tujuan untuk mempermudah proses pengambilan, penyimpanan, maupun pencatatan material yang berada di gudang.

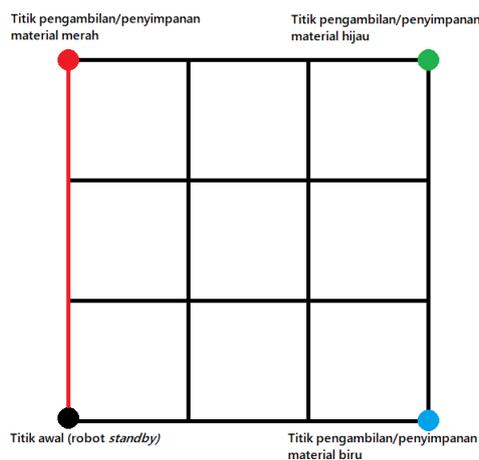
Penggambaran layout untuk merepresentasikan sistem penyimpanan pada gudang dibuat dengan sistem koordinat. Terdapat 4 (empat) titik yang didefinisikan dalam layout sebagai posisi awal prototype, tempat pengelompokan material berdasarkan warna yang terdiri dari tempat pengambilan/penyimpanan material berwarna merah, tempat pengambilan/penyimpanan material berwarna biru, dan tempat pengambilan/penyimpanan material berwarna hijau. Garis pada layout dapat digunakan sebagai acuan prototype dalam melakukan proses pemindahan material. Prototype menggunakan sensor garis untuk dapat bergerak pada layout yang telah dibuat. Jarak pada setiap titik perpotongan garis direpresentasikan sebesar 50 cm. Representasi layout yang digunakan pada sistem ASRS dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Representasi layout gudang

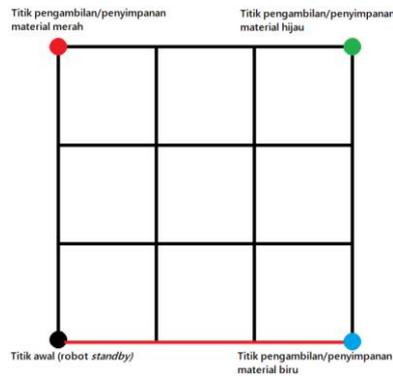
Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa titik awal prototype berada pada titik (0,0); titik pengambilan/penyimpanan material berwarna merah berada pada koordinat (0,3); titik pengambilan/penyimpanan material berwarna biru berada pada koordinat (3,0); dan titik pengambilan/penyimpanan material berwarna hijau berada pada koordinat (3,3). Proses pengambilan/penyimpanan material dianggap berhasil apabila material telah berhasil dipindahkan dari titik awal ke titik akhir dan sebaliknya. Logika sistem yang dibuat memperhitungkan jarak terpendek dalam melakukan pemindahan material dari titik awal ke titik akhir.

Implementasi jarak terpendek memungkinkan proses pemindahan menggunakan lebih sedikit energi apabila dibandingkan dengan proses pemindahan dengan menggunakan rute lainnya, sehingga dengan penggunaan jarak terpendek ini dapat membuat sistem ASRS yang lebih efektif dan efisien. Implementasi jarak terpendek untuk pengambilan/penyimpanan material berwarna merah yaitu pergerakan sejauh 3meter didefinisikan dengan garis merah pada layout yang dapat dilihat pada Gambar 2.



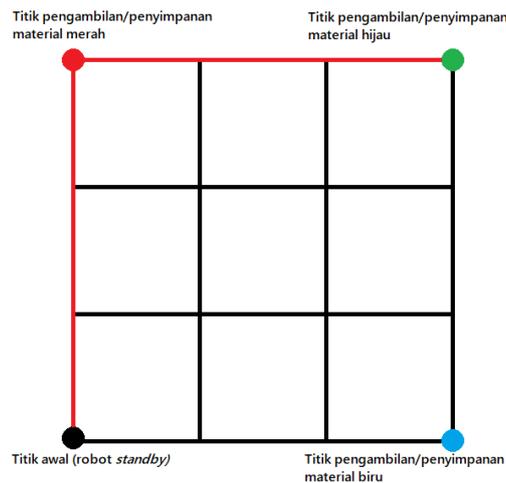
**Gambar 2.** Implementasi jarak terpendek untuk pengambilan/penyimpanan material berwarna merah

Implementasi jarak terpendek untuk pengambilan/penyimpanan berwarna biru dengan yaitu pergerakan sejauh 3meter didefinisikan dengan garis merah pada layout yang dapat dilihat pada Gambar 3.



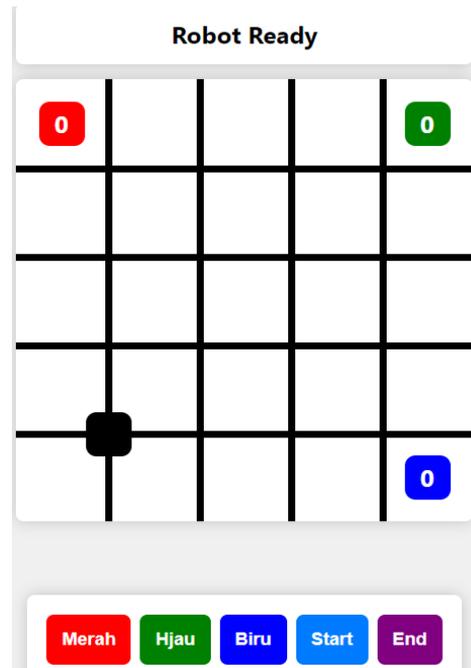
**Gambar 3.** Implementasi jarak terpendek untuk pengambilan/penyimpanan material berwarna biru

Implementasi jarak terpendek untuk pengambilan/penyimpanan berwarna hijau dengan yaitu pergerakan sejauh 6meter didefinisikan dengan garis merah pada layout yang dapat dilihat pada Gambar 4.



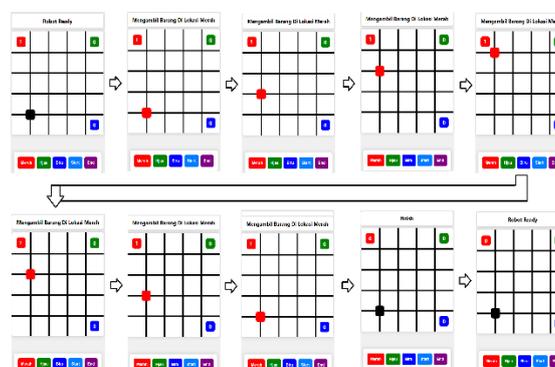
**Gambar 4.** Implementasi jarak terpendek untuk pengambilan/penyimpanan material berwarna hijau

Perancangan sistem kendali dan kontrol dibuat menggunakan bahasa pemrograman html. Sistem kendali dan kontrol yang dibuat dapat diakses menggunakan web. Tampilan sistem kendali dan kontrol yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 5.



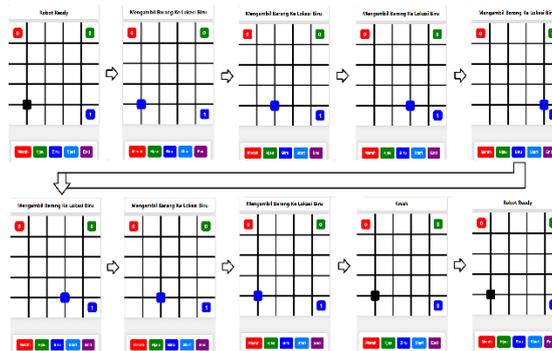
**Gambar 5.** Sistem kendali dan kontrol ASRS

Fitur-fitur yang terdapat pada sistem kendali dan kontrol yang dibuat diantaranya adalah fitur pengambilan material berwarna merah yang dapat digunakan dengan menekan tombol “merah”, fitur pengambilan material berwarna biru yang dapat digunakan dengan menekan tombol “biru”, fitur pengambilan material berwarna hijau yang dapat digunakan dengan menekan tombol “hijau”, fitur penyimpanan material yang dapat digunakan dengan menekan tombol “start” untuk kemudian sistem secara otomatis melakukan identifikasi warna material kemudian melakukan pemindahan material tertentu ke tempat penyimpanan material sesuai dengan pengelompokkan warna tertentu, serta fitur end yang dapat untuk membatalkan proses ASRS yang berjalan. Sistem kendali dan kontrol yang dibuat memberikan tampilan pergerakan prototype saat melakukan proses ASRS. Urutan tampilan sistem saat melakukan proses pengambilan material berwarna merah dapat dilihat pada Gambar 6.



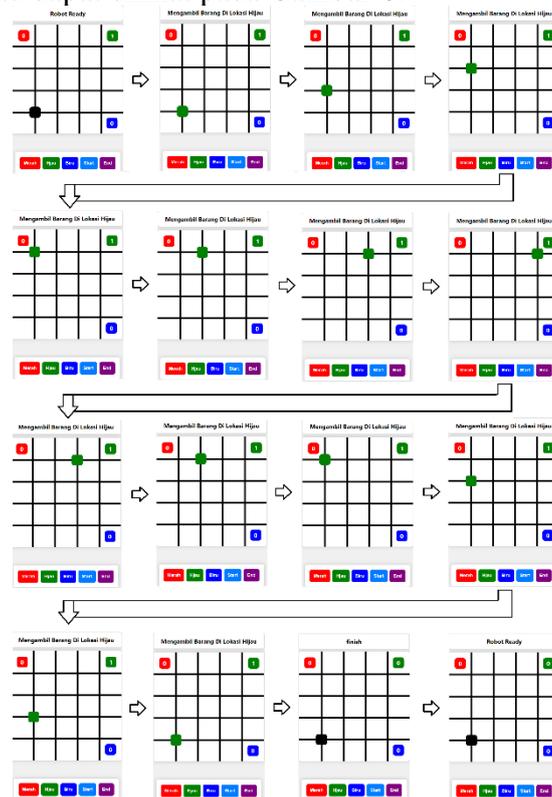
**Gambar 6.** Tampilan sistem kendali dan kontrol saat proses pengambilan material berwarna merah

Tampilan sistem kendali dan kontrol pada saat melakukan proses pengambilan material berwarna biru dapat dilihat pada Gambar 7.



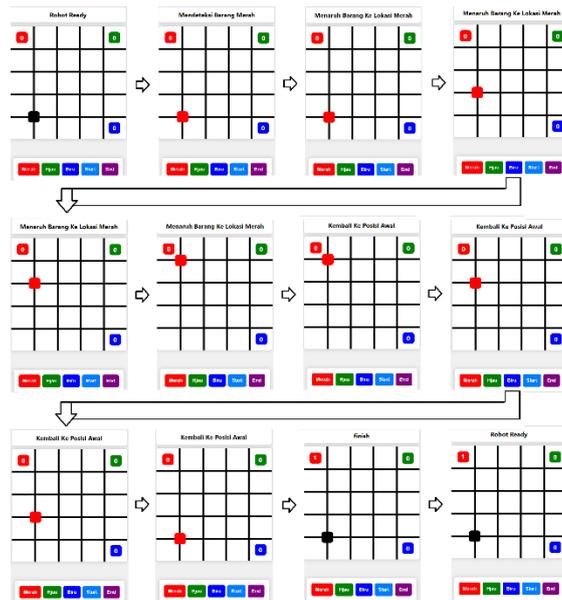
**Gambar 7.** Tampilan sistem kendali dan kontrol saat proses pengambilan material berwarna biru

Tampilan sistem kendali dan kontrol pada saat melakukan proses pengambilan material berwarna hijau dapat dilihat pada Gambar 8.



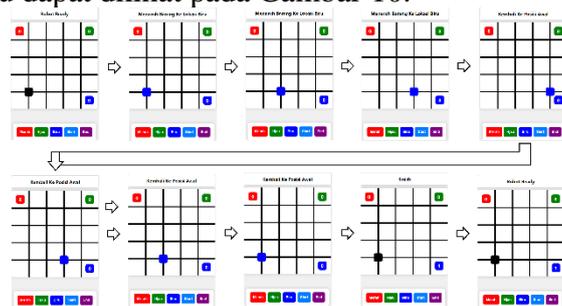
**Gambar 8.** Tampilan sistem kendali dan kontrol saat proses pengambilan material berwarna hijau

Tampilan sistem kendali dan kontrol pada saat melakukan proses penyimpanan material berwarna merah dapat dilihat pada Gambar 9.



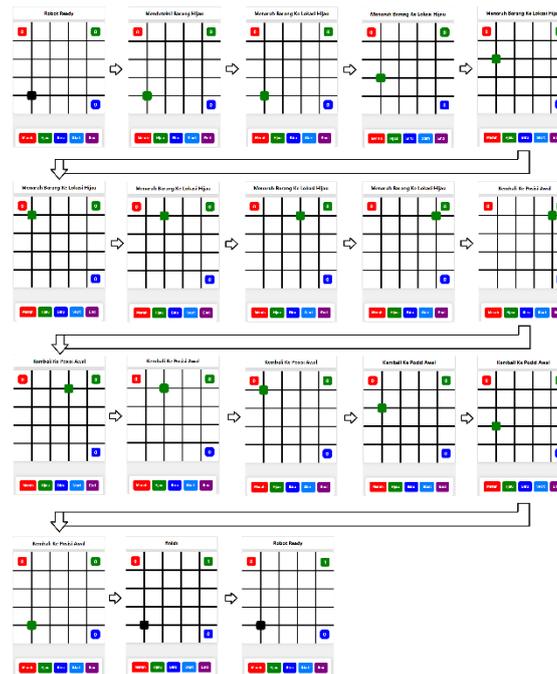
**Gambar 9.** Tampilan sistem kendali dan kontrol saat proses penyimpanan material berwarna merah

Tampilan sistem kendali dan kontrol pada saat melakukan proses penyimpanan material berwarna biru dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Tampilan sistem kendali dan kontrol saat proses penyimpanan material berwarna biru

Tampilan sistem kendali dan kontrol pada saat melakukan proses penyimpanan material berwarna hijau dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Tampilan sistem kendali dan kontrol saat proses penyimpanan material berwarna hijau

## Kesimpulan

Berdasarkan sistem kendali dan kontrol yang telah dibuat, sistem digambarkan dapat melakukan proses pengambilan maupun penyimpanan dengan menggunakan identifikasi warna dengan menggunakan sensor warna untuk perangkat identifikasi menggantikan perangkat webcam. Warna-warna yang terdeteksi sejenis pada proses penyimpanan akan dipindahkan oleh sistem pada pada tempat yang sama sesuai dengan representasi gudang pada kondisi aslinya yang melakukan pengelompokkan barang sejenis berdasarkan identifikasi tertentu. Proses ASRS dilakukan dengan implementasi jarak terpendek untuk meningkatkan efisiensi sistem. Sistem kontrol yang dibuat juga dirancang secara sederhana sehingga mudah digunakan oleh pengguna sistem.

## BIBLIOGRAFI

- Ahmad, M. Ihsan Said. (2023). Bab 4 Kependudukan Dan Tenaga Kerja Revitalisasi Pembangunan Ekonomi. *Revitalisasi Ekonomi Pembangunan*, 37.
- Cassettari, Lucia, Currò, Fabio, Mosca, Marco, Mosca, Roberto, Revetria, Roberto, Saccaro, Stefano, & Galli, Gabriele. (2021). A 4.0 automated warehouse storage and picking system for order fulfillment. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science: Proceedings of The World Congress on Engineering 2021*, 7–9.
- Hameed, Hanan M., Al Amry, Kharia A., & Rashid, Abdulmuttalib T. (2019). The automatic storage and retrieval system: an overview. *International Journal of Computer Applications*, 975, 8887. <https://doi.org/10.5120/ijca2019919603>
- Hameed, Hanan M., Rashid, Abdulmuttalib Turkey, & Al Amry, Kharia A. (2020). Automatic storage and retrieval system using the optimal path algorithm. *The 3rd Scientific Conf. of Electrical and Electronic Engineering Researches (SCEEER)*, 15–16.

- Kovalcik, Justin, & Villalobos, Mike. (2019). Automated Storage & Retrieval System: From Storage to Service. *Information Technology and Libraries*, 38(4), 114–124.
- Mukhlisin, Satya Wicaksana, Rachmat, Haris, & Mulyana, Tatang. (2016). Perancangan Sistem Storage and Retrieval Machine Pada Simulasi Automated Storage and Retrieval System Dengan Memanfaatkan Robotino®. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 3(01), 27–32.
- Ni'matun Nafi'ah, Alfiyah, Marlina, Siti, & Alfian, Elvi. (2021). *KINERJA DINAS TENAGA KERJA, KOPERASI DAN UKM KOTA JAMBI DALAM PEMBERDAYAAN PENYANDANG DISABILITAS*. UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi.
- Nurbaya, Sitti. (2020). *Manajemen Sumberdaya Manusia di Era Revolusi Industri 4.0*. Nas Media Pustaka.
- Putri Maulida. (2023). Dampak Perkembangan Teknologi Pertanian Terhadap Perubahan. *Student Scientific Creativity Journal (SSCJ)*, 1(4).
- Rahma Pertiwi, Diara, & Septarina Budiwati, S. H. (2018). *Peran Dinas Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Kabupaten Bantul Dalam Penyelesaian Perkara Perselisihan Pemutusan Hubungan Kerja (PHK)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rahmat, Yayat. (2020). Analisis Implementasi Manajemen Rantai Pasok Beras Di Perum Bulog Gudang Singakerta Kabupaten Indramayu the Analysis of the Implementation of Supply Chain Management of Rice in Perum Bulog in Singakerta-Indramayu Regency. *Nomor, 4, 763–773*. Retrieved from <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2020.004.04.06>
- Roodbergen, Kees Jan, & Vis, Iris F. A. (2009). A survey of literature on automated storage and retrieval systems. *European Journal of Operational Research*, 194(2), 343–362. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.038>
- Simpin, I. Ketut, & Wismani, Herry Indiyah. (2019). Penyelesaian Perselisihan Hubungan Industrial Menurut Undang-Undang Ketenagakerjaan. *Jurnal Ilmiah Raad Kertha*, 2(2), 82–97.
- Tamsir, Afzeri. (2021). Development of Automatic Storage Retrieval System for Variable Loads. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 18(1), 99–103.
- Tanjung, Rizka Azriani, & Aslami, Nuri. (2023). Penerapan Teknologi Digital Melalui Aplikasi Scmt (Supply Chain Management Telkom) Sebagai Alat Bantu Dalam Proses Manajemen Perubahan Di Pt.Telkom Datel Sibolga. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis Ekonomi*, 1(3), 134–144. Retrieved from <https://doi.org/10.54066/jmbe-itb.v1i3.331>
- Timisela, Natelda Rosaldiah, Dwidjono, Hadi Darwanto, & Hartono, Slamet. (2014). Supply Chain Management and Performance of Local Food Sago Agroindustry in Maluku Province: A Structural Equation Models Approach. *Agritech*, 34(2), 184–193.
- Yulianingrum, Aullia Vivi, Absori, Absori, & Hasmiati, Rahmatullah Ayu. (2021). Kebijakan Pengelolaan Sumber Daya Alam Berbasis Kesejahteraan Profetik (Studi Analitik Regulasi Mineral dan Batubara di Indonesia). *Prosiding Seminar Nasional Hukum Dan Pembangunan Yang Berkelanjutan*, 1–24.

**Copyright holder:**

Grant Juan Viano\*, Sudaryanto (2024)

**First publication right:**

Syntax Admiration

**This article is licensed under:**

