

Cycle Time Analysis Of AS/RS (Automated Storage & Retrieval System) Using SCADA

Dadang Suriana Fahreza^{1*}, Risfendra²

^{1,2} Teknik Elektro Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, INDONESIA

*Corresponding Author, email : dadangfans@gmail.com

Received 2024-02-06; Revised 2024-02-19; Accepted 2024-02-25

Abstract

Automated Storage & Retrieval System (AS/RS) is not just a replacement for conventional warehouses, but has become a key element in modern manufacturing systems. However, in its use there are still problems and shortcomings, including the unavailability of a system that can control, supervise, and acquire data from AS/RS and the cycle time when AS/RS performs data storage and retrieval tasks is still below industry standards. To overcome this, a system that is generally called SCADA (Supervisory, Control, and Data Acquisition) is needed. This research uses Arduino Mega 2560 as an AS/RS controller, while the VTSCADA application is used to build a SCADA system on AS/RS. This research uses two approaches. First, calculating the AS/RS cycle time when performing storage and retrieval tasks. Second, comparing the cycle time of the storage system and the retrieval system. The first test results show that the fastest cycle time in the storage system occurs at storage rack point 1 with a time of 3.17 seconds, while the fastest cycle time in the retrieval system occurs at retrieval point 1 with a time of 12.74 seconds. The second test resulted in a difference in cycle time between the storage and retrieval systems, namely 0.42 seconds at storage point 1, 0.38 seconds at storage point 2, 0.51 seconds at storage point 3, 0.31 seconds at storage point 4, and 0.43 seconds at storage point 5. It can be concluded that the application of SCADA to AS/RS is able to accelerate the cycle time of AS/RS.

Keywords: ASRS; VTSCADA; SCADA; Cycle Time.

1. Introduction

AS/RS (*Automated Storage and Retrieval System*) saat ini dipakai tidak hanya sebagai pengganti gudang konvensional, melainkan juga sebagai elemen kunci dalam sistem manufaktur yang modern [1], [2]. Untuk mengatasi tantangan ini, telah dilakukan upaya besar dalam pengembangan teknologi inovatif untuk manajemen gudang salah satunya sistem otomatis; menurut penelitian dari Markets and Markets [3], proyeksi pasar keseluruhan untuk solusi semacam ini diprediksi akan mencapai lebih dari USD 9 Miliar pada tahun 2023, dengan perkiraan laju pertumbuhan tahunan (CAGR) lebih dari 7% antara tahun 2017 dan 2023. Keberhasilan bisnis dalam hal ini juga sangat dipengaruhi oleh efisiensi aktivitas pergudangan, terutama dalam konteks *e-commerce* [4]. Menurut ringkasan analisis konseptual untuk AS/RS berdasarkan penelitian oleh Malmborg pada tahun 2001 [5]; masih terdapat kekurangan signifikan yang perlu diatasi dalam konseptual alat AS/RS. Ini mencakup analisis *cycle time* yang ditingkatkan untuk pengembangan metode yang efisien dalam melakukan proses penyimpanan dan pengambilan [6].

AS/RS merupakan sistem penyimpanan yang melakukan proses penyimpanan dan pengambilan barang dengan tingkat otomatisasi yang telah ditentukan, mencapai kecepatan dan akurasi sesuai standar yang telah diatur [7]. Pengembangan AS/RS telah berlangsung sejak dekade 1950-an. Barang dikirim secara otomatis sesuai dengan permintaan tanpa melibatkan tenaga kerja manual. Kemajuan ini memberikan bantuan atau dukungan kepada

manusia dalam melakukan manajemen inventaris secara lebih terstruktur[8]. Pemanfaatan AS/RS juga bisa mengurangi biaya tenaga kerja dan ruang gudang, menghemat waktu, serta mengurangi kesalahan dalam kegiatan pergudangan[7],[9]. Meskipun industri pergudangan telah sepenuhnya otomatis tetapi masih mengalami kendala yaitu belum adanya sistem yang dapat mengawasi dan mengontrol AS/RS serta *cycle time* dalam proses penyimpanan dan pengambilan masih relatif lama, sehingga kinerja AS/RS belum mencapai titik maksimal, untuk mengatasi hal tersebut maka dibutuhkan sebuah sistem yang mampu mengawasi, mengontrol, dan mengakuisisi data AS/RS, sistem tersebut secara umum disebut dengan SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) [10].

Dalam penelitian sebelumnya, yang pertama meneliti model konseptual yang dapat meningkatkan *cycle time* dari AS/RS sehingga proses penyimpanan dan pengambilan dapat lebih cepat diselesaikan [11]. Penelitian kedua, dimana penggunaan aktuator tunggal untuk ketinggian rak penyimpanan yang tidak terlalu tinggi, dengan menerapkan perintah untuk melakukan penyimpanan dan pengambilan dapat dilakukan untuk beberapa barang sekaligus dalam satu waktu [12]. Penelitian ketiga, dimana menggunakan aplikasi VTSCADA untuk membangun sistem SCADA [13].

Berdasarkan temuan dari kedua penelitian tersebut, upaya untuk mempercepat *cycle time* AS/RS dapat dilakukan melalui berbagai metode. Oleh karena itu, penulis melakukan pengembangan pada AS/RS dengan tujuan mempercepat *cycle time*, dan juga mengimplementasikan sistem yang mampu mengontrol, memantau, serta mengakuisisi data dari AS/RS.

2. Material and methods

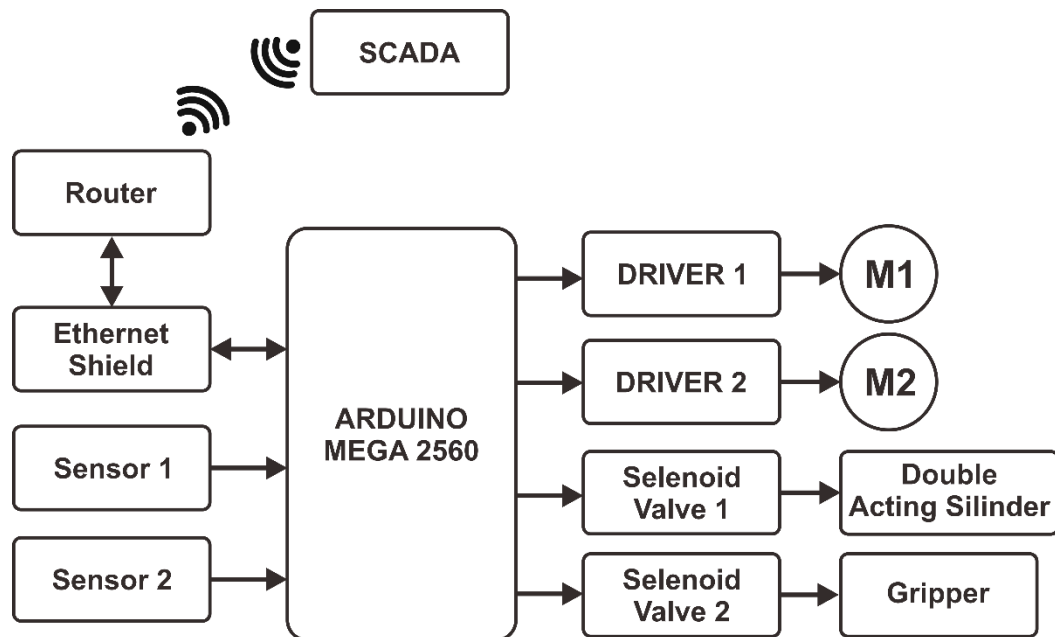
Dalam perancangan dan pembuatan alat ini, digunakan metode eksperimen atau yang umumnya dikenal sebagai Penelitian Eksperimen. Pendekatan eksperimental ini digunakan untuk menguji hubungan sebab-akibat dengan melakukan perubahan pada satu atau lebih variabel dalam satu atau lebih kelompok eksperimental. Proses ini melibatkan langkah-langkah seperti perancangan alat, penjelasan prinsip kerja alat, dan analisis hasil pengujian alat [14][15]. Penelitian ini menerapkan metode eksperimental untuk menguji *cycle time* AS/RS dengan memanfaatkan sistem SCADA serta pengumpulan data dapat dilakukan langsung melalui observasi, pengukuran, dan eksperimen di lapangan, dan menggunakan teknik analisis statistik untuk mengevaluasi hasil dari penelitian eksperimental.

Blok Diagram digunakan untuk mengilustrasikan proses kerja dalam ilmu rekayasa atau teknik. Diagram blok menggambarkan hubungan sebab-akibat antara *input* dan *output* dari sistem yang sedang dirancang. Ini merupakan representasi grafis yang menjelaskan langkah-langkah dalam operasi sistem. Diagram blok AS/RS dapat dilihat pada gambar 1.

Berikut menjelaskan fungsi dari masing-masing blok diagram pada gambar 1:

- Arduino Mega 2560*, digunakan untuk mengolah data *input* dan *output* untuk mengontrol motor *stepper* menuju titik pengambilan dan rak penyimpanan dan membatasi pergerakannya melalui sensor *photomicro* dan terhubung dengan VTSCADA untuk menampilkan kondisi Modul trainer AS/RS serta monitor HMI.
- Ethernet Shield*, digunakan untuk menghubungkan *arduino* dengan jaringan komunikasi SCADA, sehingga *arduino* dapat menerima perintah dari SCADA melalui jaringan *wireless*.
- Router*, digunakan untuk menerima perintah dari SCADA dan mengirimkan perintah ke *ethernet shield* dan *arduino*.
- SCADA, digunakan untuk mengontrol dan mengawasi AS/RS.
- Sensor 1 dan Sensor 2, menggunakan *photomicro* sensor sebagai *input* di perancangan ini digunakan untuk membatasi pergerakan motor *stepper* sehingga mencegah hal-hal yang dapat mengakibatkan kerusakan pada alat, serta untuk memastikan motor *stepper* berada di posisi awal (*home*) sebelum dijalankan.

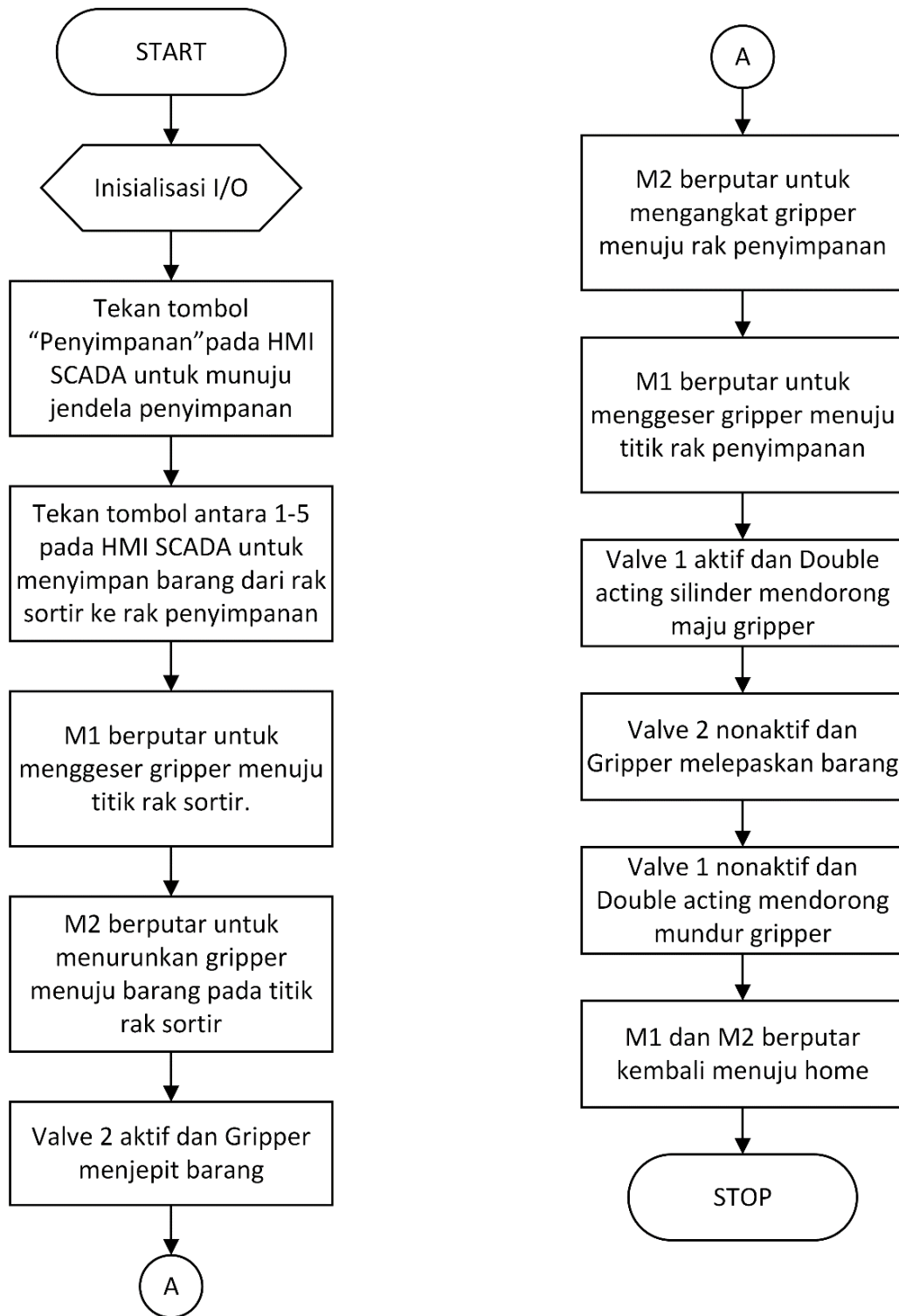
- f. Driver 1 dan Driver 2, Digunakan untuk mengontrol pergerakan dari motor *stepper* sehingga menghasilkan akurasi yang tinggi.
- g. Motor *Stepper* (M1 dan M2), Digunakan untuk menggerakkan *gripper* melalui besi ulir menuju titik pengambilan dan penyimpanan.
- h. *Solenoid Valve*, Digunakan untuk menyalurkan udara bertekanan ke pneumatic silinder yang akan mendorong *gripper* untuk mengambil objek.
- i. *Double acting silinder*, digunakan untuk mendorong *gripper* maju dan mundur.
- j. *Gripper*, digunakan untuk menjepit objek.



Gambar 1. Blok Diagram AS/RS

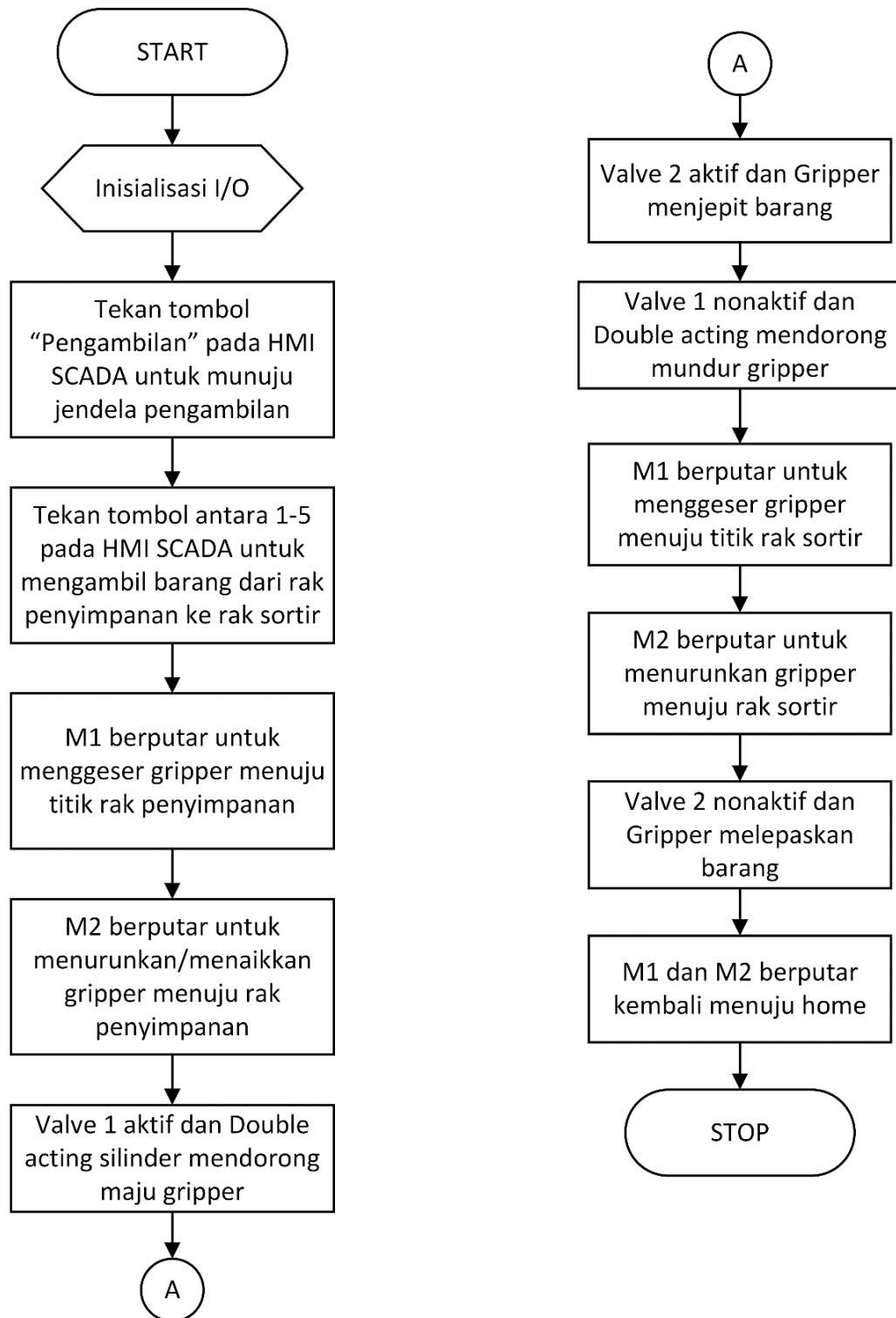
Flowchart merupakan gambaran dari urutan langkah-langkah dalam operasi sistem yang memberikan gambaran jelas mengenai algoritma pengendalian. *Flowchart* secara rinci menjelaskan bagaimana serangkaian kegiatan berlangsung dengan cara yang sederhana, terstruktur, tertata, dan mudah dipahami. Dapat dilihat pada gambar 2 menjelaskan bagaimana AS/RS melakukan proses penyimpanan, gambar 3 menjelaskan bagaimana AS/RS melakukan proses pengambilan, sedangkan gambar 4 menjelaskan integrasi antara mikrokontroler dengan VTSCADA serta proses *homing* AS/RS.

Pada gambar 2, jika akan melakukan penyimpanan tekan tombol "Penyimpanan" pada SCADA maka akan menuju jendela penyimpanan, pada jendela penyimpanan terdapat 5 buah tombol pada masing-masing kolom rak penyimpanan yang menggambarkan jumlah titik rak penyimpanan serta jumlah titik rak sortir. Jika ingin melakukan penyimpanan contohnya pada titik penyimpanan 1 pada rak 2, tekan tombol "1" pada kolom rak penyimpanan 2. Maka M1 akan berputar menggeser *gripper* menuju titik rak sortir 1, kemudian M2 akan berputar menurunkan *gripper* menuju barang pada titik rak sortir 1, dan *gripper* akan menjepit barang. Setelah itu, M2 akan berputar untuk mengangkat *gripper* menuju rak 2, dan M1 akan berputar untuk menggeser *gripper* menuju titik penyimpanan 1. Setelah *gripper* pada titik penyimpanan 1, *double acting silinder* akan aktif dan mendorong maju *gripper*, dan *gripper* akan melepaskan barang pada titik rak penyimpanan 1. Setelah barang berhasil disimpan pada titik rak penyimpanan 1, maka *double acting silinder* akan nonaktif dan mendorong mundur *gripper*, kemudian M1 dan M2 akan berputar menuju *home*.



Gambar 2. Flowchart Sistem Penyimpanan

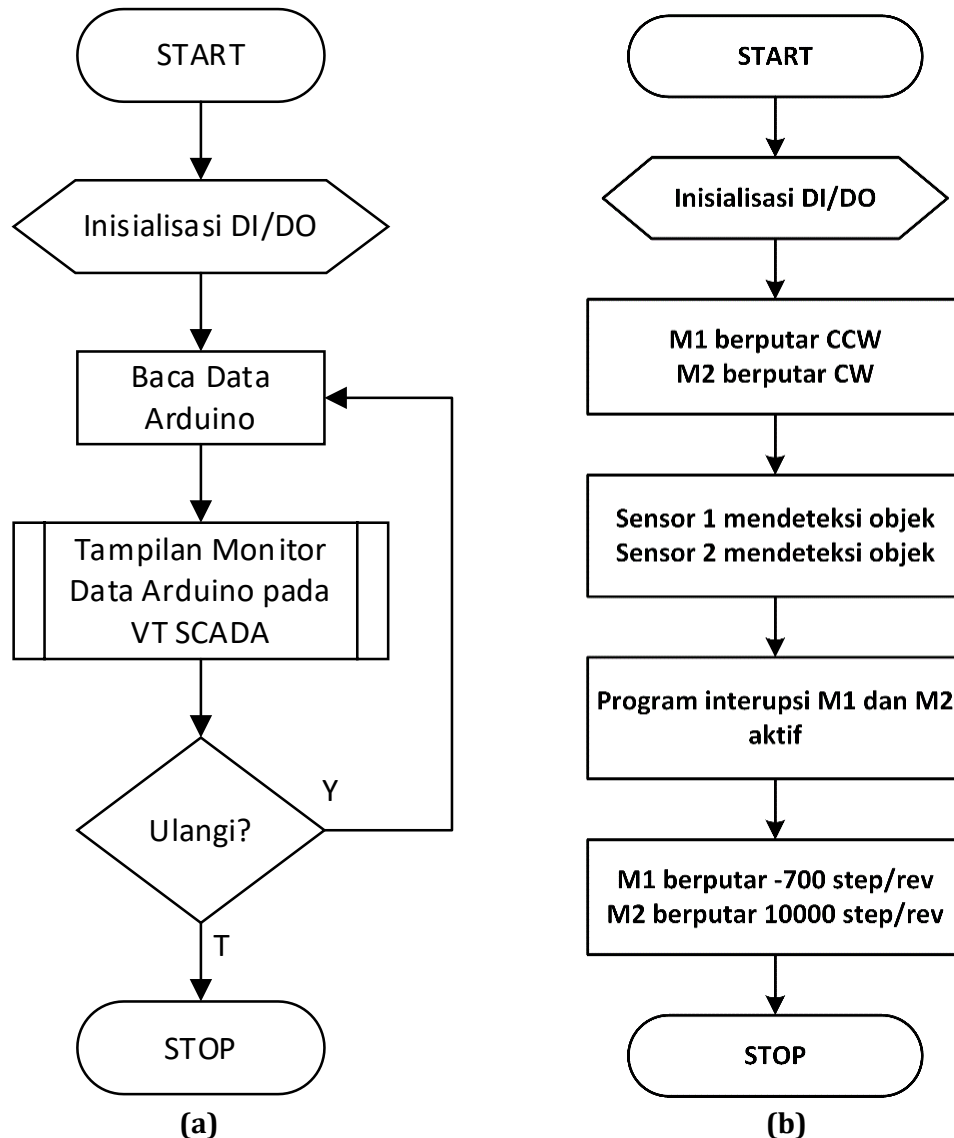
© The Author(s)
Published by Universitas Negeri Padang
This is an open-access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Gambar 3. Flowchart Sistem Pengambilan

Pada gambar 3, jika akan melakukan pengambilan tekan tombol “Pengambilan” pada SCADA maka akan menuju jendela pengambilan, pada jendela pengambilan terdapat 5 buah tombol pada masing-masing kolom rak penyimpanan yang menggambarkan jumlah titik rak penyimpanan serta jumlah titik rak sortir. Jika ingin melakukan pengambilan contohnya pada titik penyimpanan 1 pada rak 2, maka tekan tombol “1” pada kolom rak penyimpanan 2. Maka M1 akan berputar untuk menggeser *gripper* menuju titik penyimpanan 1, dan M2 akan berputar untuk menurunkan *gripper* menuju rak penyimpanan 2, dan *double acting*

silinder akan aktif dan mendorong maju *gripper* menuju barang, dan *gripper* akan menjepit barang. Setelah itu, *double acting silinder* akan nonaktif dan mendorong mundur *gripper*, dan M1 akan berputar untuk menggeser *gripper* menuju titik sortir 1, dan M2 akan berputar untuk menurunkan *gripper* menuju rak sortir, kemudian *gripper* akan melepaskan barang. Setelah barang berhasil diletakkan pada titik rak sortir 1, M1 dan M2 akan berputar menuju *home*.



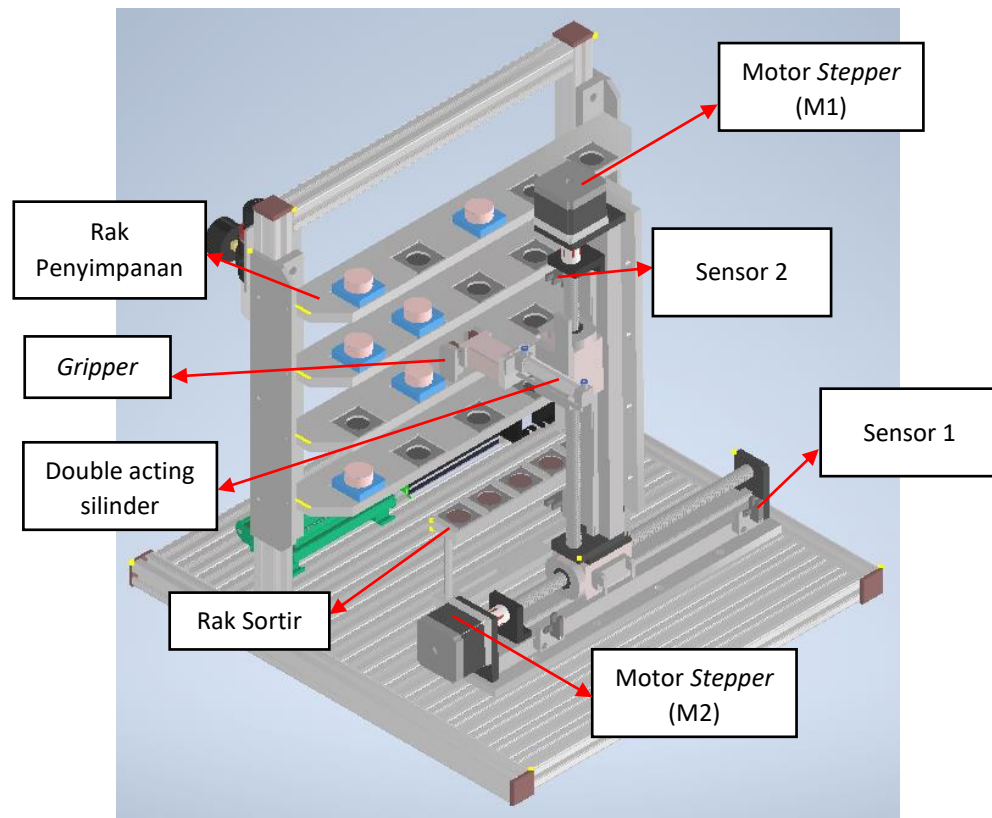
Gambar 4. (a) Flowchart SCADA, (b) Flowchart homing AS/RS

Pada gambar 4a menjelaskan integrasi antara *mikrokontroler arduino* dengan VTSCADA, yang mana pada saat *arduino* dan VTSCADA dioperasikan, VTSCADA akan melakukan inisialisasi DI/DO (*Digital Input/Digital Output*) yang terhubung ke *arduino*, kemudian data berupa alamat *tag browser* akan dibaca pada *arduino* yang akan ditampilkan pada layar HMI SCADA pada VTSCADA guna untuk mengontrol AS/RS.

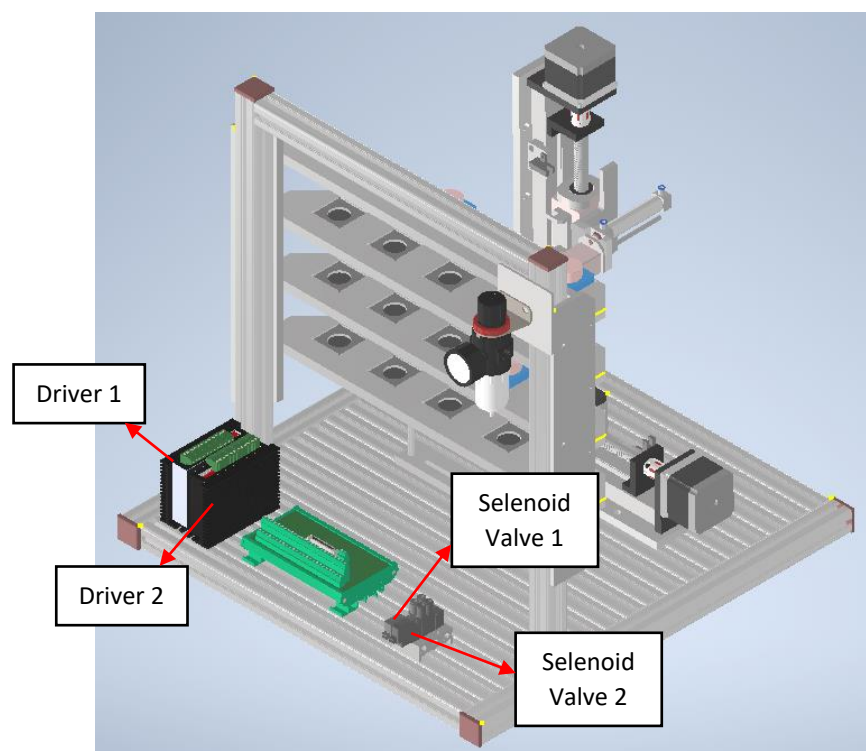
Pada Gambar 4b, menjelaskan proses AS/RS melakukan *homing* sebelum melaksanakan *task* penyimpanan dan pengambilan, pada saat *arduino* dihidupkan atau direset maka AS/RS akan melakukan *auto homing*. Selain itu, operator juga dapat melakukan *homing* pada AS/RS dengan menekan tombol *homing* pada SCADA.

Desain dari AS/RS terdiri dari komponen mekanis aluminium profile 20x20 dan 20x40 mm. Rancangan alat ini memiliki struktur berbentuk persegi pada bagian base

dengan dimensi 50x50cm, dan memiliki 2 buah tiang penyangga untuk rak penyimpanan dengan tinggi 50cm. Desain keseluruhan alat dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Desain Prototype AS/RS Tampak Depan



Gambar 6. Desain Prototype AS/RS Tampak Belakang

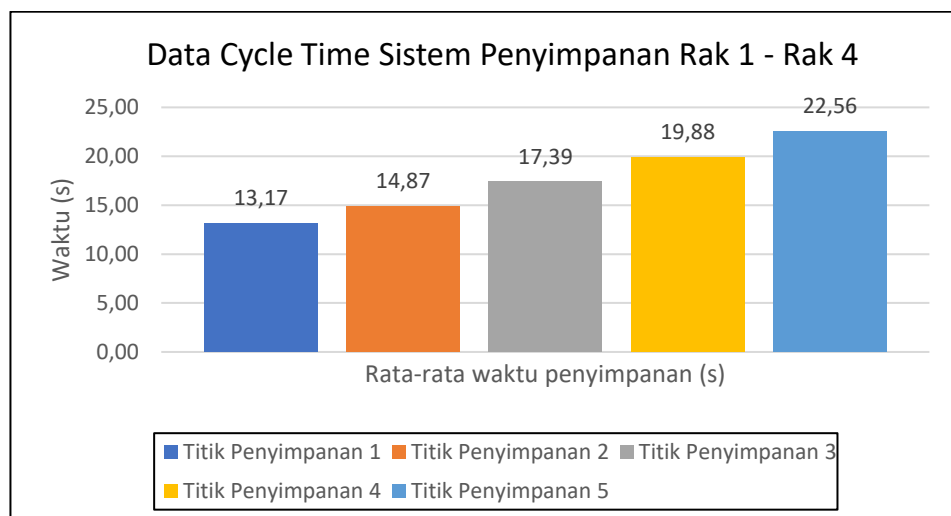
3. Results and discussion

Setelah pembuatan sistem SCADA selesai, maka diperlukan pengujian untuk mengetahui keandalan SCADA terhadap keefektifan dalam mempercepat *cycle time* AS/RS. AS/RS diuji dengan melakukan *task* penyimpanan dan *task* pengambilan pada masing-masing titik pada rak penyimpanan. Data yang diambil pada saat proses pengujian yaitu kecepatan waktu pada saat AS/RS melakukan *task* penyimpanana dan *task* pengambilan.

Tabel 1: Pengujian *Cycle Time* Sistem Penyimpanan

Titik Penyimpanan	Rak Penyimpanan	Waktu (s)	<i>Cycle Time</i> Sistem Penyimpanan (s)
1	Rak 1.1	13,15	13,17
	Rak 2.1	12,83	
	Rak 3.1	13,00	
	Rak 4.1	13,68	
2	Rak 1.2	14,73	14,86
	Rak 2.2	14,63	
	Rak 3.2	14,75	
	Rak 4.2	15,35	
3	Rak 1.3	17,29	17,38
	Rak 2.3	17,11	
	Rak 3.3	17,27	
	Rak 4.3	17,87	
4	Rak 1.4	19,79	19,87
	Rak 2.4	19,58	
	Rak 3.4	19,81	
	Rak 4.4	20,32	
5	Rak 1.5	22,45	22,56
	Rak 2.5	22,23	
	Rak 3.5	22,54	
	Rak 4.5	23,03	

Pengujian pertama yang dilakukan yaitu, pengujian untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *task* penyimpanan pada masing-masing titik penyimpanan pada rak penyimpanan, rak penyimpanan terdiri dari 4 tingkat rak, dan pada setiap rak memiliki 5 titik penyimpanan dengan kecepatan motor *stepper* 80000 step/rev. Hasil pengujian waktu keempat tingkatan rak dapat dilihat pada tabel 1 dan grafik pada gambar 7.



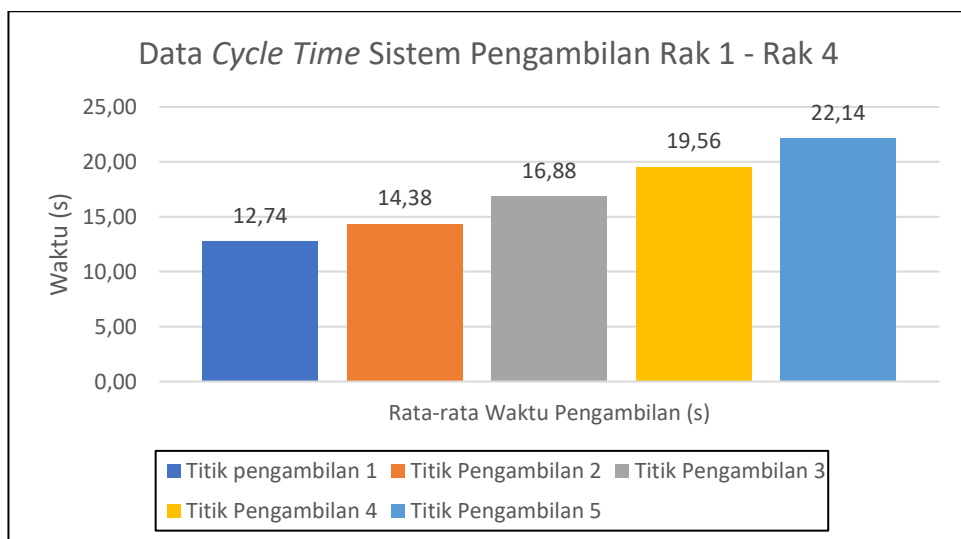
Gambar 7. Grafik pengujian *cycle time* sistem penyimpanan

Dari gambar 7, dapat dilihat *cycle time* sistem penyimpanan yang tidak sama karena ketinggian antar rak penyimpanan yang berbeda sehingga jarak yang ditempuh menuju titik penyimpanan lebih jauh dan waktu yang dibutuhkan juga lebih lama. Waktu tempuh menuju titik penyimpanan tercepat yaitu menuju titik penyimpanan 1 dengan rata-rata waktu 13,17 detik, sedangkan waktu tempuh menuju titik penyimpanan terlama yaitu menuju titik penyimpanan 4 dengan rata-rata waktu 22,56 detik.

Tabel 2: Pengujian Cycle Time Sistem Pengambilan

Titik Pengambilan	Rak Penyimpanan	Waktu (s)	Cycle Time Sistem Pengambilan (s)
1	Rak 1.1	12.8	12.74
	Rak 2.1	12.68	
	Rak 3.1	12.41	
	Rak 4.1	13.08	
2	Rak 1.2	14.49	14.38
	Rak 2.2	14.13	
	Rak 3.2	14.12	
	Rak 4.2	14.79	
3	Rak 1.3	16.59	16.88
	Rak 2.3	16.8	
	Rak 3.3	16.75	
	Rak 4.3	17.38	
4	Rak 1.4	19.52	19.56
	Rak 2.4	19.34	
	Rak 3.4	19.46	
	Rak 4.4	19.93	
5	Rak 1.5	22.04	22.14
	Rak 2.5	22.01	
	Rak 3.5	21.96	
	Rak 4.5	22.54	

Pengujian kedua yaitu, pengujian untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *task* pengambilan pada masing-masing titik penyimpanan pada rak penyimpanan, rak penyimpanan terdiri dari 4 tingkat rak, dan pada setiap rak memiliki 5 titik penyimpanan dengan kecepatan motor *stepper* 80000 step/rev. Hasil pengujian waktu keempat tingkatan rak dapat dilihat pada tabel 2 dan grafik pada gambar 8.



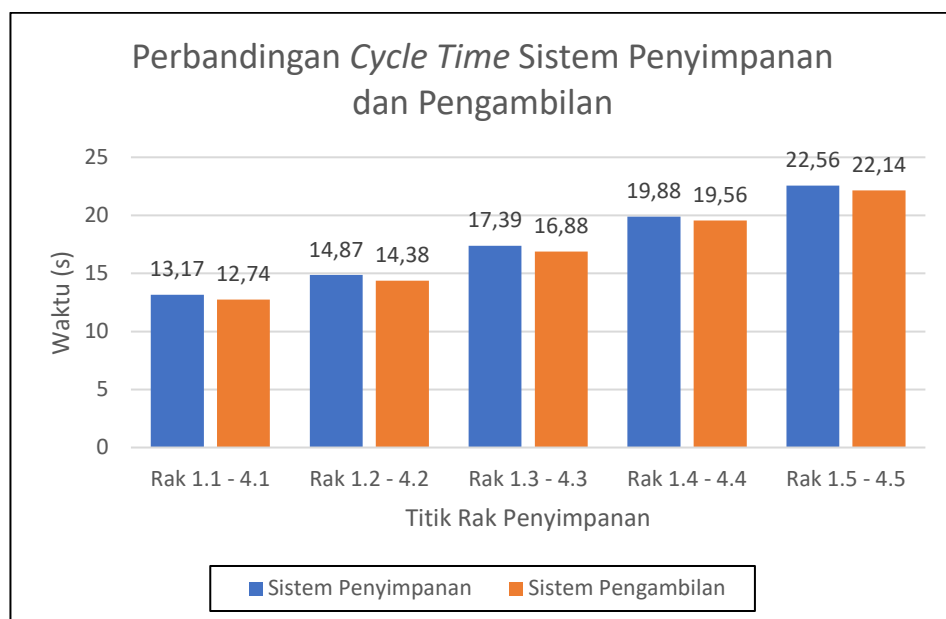
Gambar 8. Grafik pengujian cycle time sistem pengambilan

Dari gambar 8, dapat dilihat *cycle time* sistem pengambilan yang tidak sama karena ketinggian antar rak penyimpananyang berbeda sehingga jarak yang ditempuh menuju titik pengambilan lebih jauh dan waktu yang dibutuhkan juga lebih lama. Waktu tempuh menuju titik pengambilan tercepat yaitu menuju titik pengambilan 1 dengan rata-rata waktu 12,74 detik, sedangkan waktu tempuh menuju titik pengambilan terlama yaitu menuju titik pengambilan 4 dengan rata-rata waktu 22,14 detik.

Setelah melakukan pengujian waktu yang dibutuhkan untuk melakukan sistem penyimpanan dan pengambilan, berikutnya adalah membandingkan *cycle time* antara sistem penyimpanan dan pengambilan, dapat dilihat pada gambar 8 yang menunjukkan grafik perbandingan waktu penyimpanan dan pengambilan dan tabel 3 menunjukkan tabel perbandingan waktu penyimpanan dan pengambilan.

Tabel 3: Perbandingan Cycle Time AS/RS

Titik Rak Penyimpanan	Cycle Time (s)		Selisih Waktu (s)
	Sistem Penyimpanan	Sistem Pengambilan	
Titik Penyimpanan 1	13.17	12.74	0.42
Titik Penyimpanan 2	14.87	14.38	0.48
Titik Penyimpanan 3	17.39	16.88	0.51
Titik Penyimpanan 4	19.88	19.56	0.31
Titik Penyimpanan 5	22.56	22.14	0.43



Gambar 9. Grafik Perbandingan AS/RS

Gambar 9 menunjukkan *cycle time* antara sistem penyimpanan dan pengambilan untuk masing-masing titik penyimpanan dan pengambilan tidak sama. Selisih waktu terbesar terdapat pada titik rak 1.3 - 4.3 yaitu 0,51 detik, sedangkan selisih waktu terkecil terdapat pada titik rak 1.4 - 4.4, yaitu 0,31 detik. Perbedaan waktu dalam sistem penyimpanan dan pengambilan dapat disebabkan oleh faktor internal, seperti ketidakpresisian mekanis dan perbedaan dalam program untuk sistem penyimpanan dan pengambilan. Faktor eksternal, seperti terjadinya kesalahan pada AS/RS selama pelaksanaan tugas, juga dapat memengaruhi ketidakseragaman waktu ini.

4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan untuk menganalisa *cycle time* AS/RS, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem SCADA pada AS/RS mampu efektif mengontrol, memantau, dan mengakuisisi data dengan baik, serta mempermudah penggunaan AS/RS serta mempercepat *cycle time* AS/RS sehingga pada saat melakukan *task* penyimpanan dan pengambilan dapat dilakukan dengan waktu yang singkat. Dari hasil pengujian *cycle time* sistem penyimpanan dan pengambilan, terungkap bahwa waktu antara kedua sistem tersebut hampir sama saat menjalankan tugas, dengan selisih waktu terbesar sebesar 0,51. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem SCADA pada AS/RS telah berhasil mempercepat *cycle time* AS/RS tersebut. Temuan ini dapat diterapkan lebih lanjut dalam industri-industri seperti pergudangan, logistik, dan sejenisnya, yang membutuhkan tingkat presisi tinggi dan waktu yang singkat serta penelitian serupa lainnya.

References

- [1] Z. Sari, C. Saygin, and N. Ghouali, "Travel-time models for flow-rack automated storage and retrieval systems," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 25, no. 9–10, pp. 979–987, May 2005, doi: 10.1007/s00170-003-1932-3.
- [2] H. F. Lee, "Performance analysis for automated storage and retrieval systems," *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, vol. 29, no. 1, pp. 15–28, 1997, doi: 10.1080/07408179708966308.
- [3] Markets and Markets, "Automated storage and retrieval system (ASRS) market by type (unit load, mini load, VLM, carousel, autostore, & mid load), function (assembly, storage, order picking, kitting, & distribution), industry, and geography - global forecast to 2023,." 2017. Accessed: Jan. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/automated-storage-retrieval-system-market-195267987.html>
- [4] G. D'Antonio and P. Chiabert, "Analytical models for *cycle time* and throughput evaluation of multi-shuttle deep-lane AVS/RS," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 104, no. 5–8, pp. 1919–1936, Oct. 2019, doi: 10.1007/s00170-019-03985-8.
- [5] C. J. Malmborg, "Rule of thumb heuristics for configuring storage racks in automated storage and retrieval systems design," *Int J Prod Res*, vol. 39, no. 3, pp. 511–527, Feb. 2001, doi: 10.1080/0020754001004368.
- [6] F. Eldemir, R. J. Graves, and C. J. Malmborg, "New *cycle time* and space estimation models for automated storage and retrieval system conceptualization," *Int J Prod Res*, vol. 42, no. 22, pp. 4767–4783, Nov. 2004, doi: 10.1080/00207540412331281953.
- [7] S. Wicaksana Mukhlisin, H. Rachmat, and T. Mulyana, "Perancangan Sistem Storage And Retrieval Machine Pada Simulasi Automated Storage And Retrieval System Dengan Memanfaatkan Robotino ®," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 27–32, 2016, doi: <https://doi.org/10.25124/jrsi.v3i01.38>.
- [8] Adrian, A. Halim, and A. P. Irawan, "Perancangan Konstruksi Fork Pada Automated Storage And Retrieval System (AS/RS)," in *Seri Seminar Nasional Ke-III Universitas Tarumanagara*, Jakarta, Dec. 2021, pp. 77–84. doi: <https://doi.org/10.24912/pserina.v1i1.16146>.
- [9] H. Zollinger and P. Zollinger Associates, "AS/RS Application, Benefits And Justification In Comparison To Other Storage Methods: A White Paper," 1999.

- [10] K. Saraswathi, "Controlling of PLC for Grain Storage Systems Using SCADA," *International Journal of Advanced engineering, Management and Science*, vol. 3, no. 6, pp. 696–702, 2017, doi: 10.24001/ijaems.3.6.13.
- [11] M. R. Vasili, S. H. Tang, and M. Vasili, "Automated storage and retrieval systems: A review on travel time models and control policies," in *Springer 4*, vol. 9781447122746, TUT Press, 2012, pp. 159–209. doi: 10.1007/978-1-4471-2274-6_8.
- [12] Z. Sari and N. Hakim Bessnouci, "Design & Modeling Of A Single Machine Flow Rack AS/RS," 2012.
- [13] M. Adi Gumelar B and Risfendra, "Sistem Pengaturan Proteksi Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 KV Menggunakan Arduino Mega 2560 dan SCADA," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 2, no. 2, pp. 198–203, 2021, doi: <https://doi.org/10.24036/jtein.v2i2.165>.
- [14] M. Azhad and T. ' Ali, "WEBSCADA Berbasis Localhost," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 4, no. 2, 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i2.540.
- [15] A. Atsiq and M. Yuhendri, "Smart Control and Monitoring System Motor Induksi 3 Fasa," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 4, no. 1, pp. 115–124, 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i1.374.