

Perancangan Sistem Kendali Pada Robot Transfer Lid Di Pabrik Susu PT. X

Mukhammad Khamdani^{1,*}, Soeparno Djiwo¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

Lid
Sistem Kendali
Mikrokontroler
Software

ABSTRAK

Pada pabrik susu di PT. X proses pemindahan lid (tutup kaleng) susu kental manis masih dilakukan secara manual, sehingga dapat mengurangi produktivitas kerja dan cacat akibat manusia (human error). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kendali otomatis pada robot transfer lid untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pemindahan lid. Sistem kendali dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pro sebagai pusat kontrol, dengan integrasi sensor proximity, sensor encoder, dan software Arduino ide. Software Arduino ide berguna sebagai prosesor perintah agar dapat menggerakkan robot transfer lid yang dirancang untuk memindahkan tutup kaleng ke dalam box. Sistem kendali robot ini digunakan untuk memindahkan lid berdiameter 80 mm dari conveyor setinggi 86,5 cm ke dalam box plat baja yang sudah ditentukan posisinya dari 0 sampai 71. Pada hasil pengujian pemindahan barang menunjukkan lid tersusun rapi ke dalam box sesuai dengan urutan yang sudah ditentukan.

* Corresponding author:

Mukhammad Khamdani (email: mukhammadkhamdani02@gmail.com)

Diterima: 11 Agustus 2025

Disetujui: 12 September 2025

Dipublikasikan: 11 November 2025

1 Pendahuluan

Sistem kendali merupakan suatu mekanisme yang digunakan untuk mengatur dan mengelola perilaku suatu sistem atau perangkat, baik itu dalam konteks industri, robotika, maupun aplikasi lainnya. Dalam konteks robotika, sistem kendali berfungsi untuk mengatur gerakan dan fungsi robot agar dapat beroperasi secara otomatis dan efisien. Dalam era industri 4.0, otomatisasi dan robotika telah menjadi kunci dalam meningkatkan produktivitas. Otomatisasi dan robotika telah membuka peluang besar bagi perusahaan untuk meningkatkan efisiensi operasional mereka. Dengan mengotomatisasi proses produksinya, perusahaan dapat mengurangi biaya, meningkatkan kualitas produk, dan memberikan layanan pelanggan yang lebih baik [1].

Salah satu pekerjaan manusia yang dapat dilakukan oleh robot adalah memindahkan barang. Contohnya di pabrik susu yang sedang memproduksi tutup kaleng ini, maka dibutuhkan orang untuk dapat memindahkan tutup kaleng dari conveyor ke dalam box. Proses ini sangat tergantung atas kuantitas orang yang ada pada tempat tersebut.

Serta jika ada kendala pada mesin tersebut, karyawan harus bolak balik mengecek kondisi mesin bahkan juga ikut melakukan maintenance. Sehingga jika dilakukan berulang-ulang sangat menyulitkan karyawan.

Sehingga robot sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pemindah tutup kaleng. Karena robot dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi, serta meminimalkan kesalahan yang dapat terjadi dalam proses manual.

Pada penelitian ini akan difokuskan dalam membangun sebuah *hardware* dan *software* robot pemindah tutup kaleng susu ke dalam box. Dimana keseimbangan antara *hardware* dan *software* sangat penting kaitannya dengan pembuatan robot. Sama halnya dengan membangun *hardware* dan merancang *software*, keduanya harus saling seimbang. Supaya tidak terjadi kecacatan atau kekurangan dalam pembuatan, walaupun hanya sekedar

kabel yang digunakan. Hal kecil tersebut dapat mengakibatkan kesimbangan antara hardware dan software dapat terganggu. Karena keduanya terhubung secara terintegrasi.

2 Metode Penelitian

Sistem kendali pada robot transfer lid adalah mekanisme yang mengatur pergerakan dan operasi robot dalam proses pemindahan lid (tutup kaleng) dari satu posisi ke posisi lain secara otomatis. Sistem ini terdiri dari perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (Software) yang bekerja bersama untuk memastikan akurasi, kecepatan, dan efisiensi dalam proses transfer. Sistem kendali merupakan elemen krusial yang menentukan keberhasilan operasi pemindahan barang. Dengan penerapan teknologi sensor yang tepat, dan pengendalian motor yang akurat, robot dapat berfungsi secara efektif dalam lingkungan industri.

Untuk membuat perencanaan awal, kita perlu menggambar skema yang akan di sambungkan ke setiap part-part hardware, maka dari itu perlu adanya software easyeda yang digunakan untuk menggambar skema. EasyEDA adalah platform desain PCB (Printed Circuit Board) dan simulasi sirkuit berbasis web yang memungkinkan pengguna untuk merancang, mensimulasikan, dan memproduksi PCB dengan mudah. Nama "EasyEDA" sendiri singkatan dari "Easy Electronics Design Automation," yang menunjukkan kemudahan penggunaannya dalam merancang sirkuit elektronik.

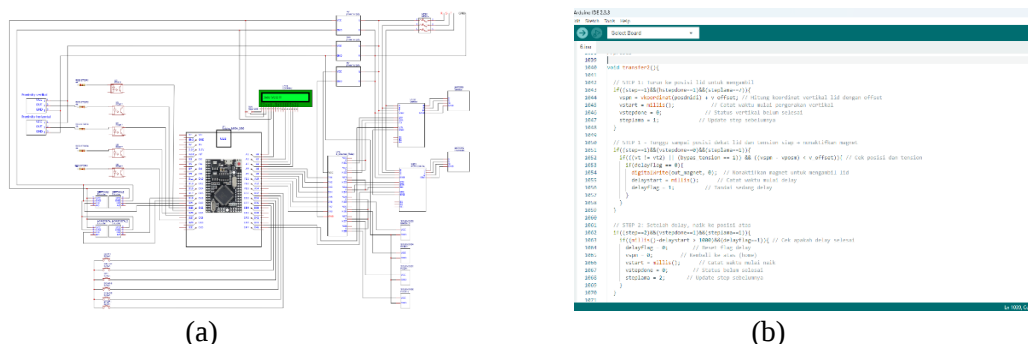
Sedangkan untuk membuat program, penulis menggunakan software Arduino ide. Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, mengompilasi, dan mengunggah program ke papan mikrokontroler Arduino. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman berbasis C / C++ dan dirancang agar antarmukanya sederhana dan mudah diakses, sehingga digunakan untuk menulis, mengedit, mengompilasi, dan mengunggah program ke papan mikrokontroler Arduino.

Sebelum membuat program kita perlu mengetahui dulu apa itu Bahasa pemrograman. Bahasa pemrograman adalah sistem notasi yang digunakan untuk menulis instruksi-instruksi yang dapat dipahami oleh komputer. Ini merupakan alat komunikasi antara manusia dan mesin, memungkinkan programmer untuk memberikan perintah yang spesifik agar komputer menjalankan fungsi tertentu sesuai dengan keinginan mereka. Sedangkan bahasa pemrograman adalah cara untuk menuangkan logika itu ke dalam bentuk yang bisa dijalankan oleh komputer. Kesalahan dalam membangun algoritma sering menyebabkan kesalahan dalam pemrograman, sehingga pemahaman algoritma sangat penting dalam proses belajar bahasa pemrograman [2].

Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif, Penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menguji teori dan hipotesis dengan menggunakan data yang diukur secara numerik dan dianalisis menggunakan teknik statistik. Tujuannya adalah untuk menemukan hubungan, perbandingan, atau pengaruh. Dalam konteks perancangan sistem kendali robot transfer lid di PT. X, pendekatan kuantitatif untuk mengukur dan menguji performa sistem kendali robot berbasis data. Beberapa aspek yang dapat dianalisis meliputi, analisis kinerja robot yaitu melakukan pengukuran parameter seperti akurasi, waktu respon, serta efisiensi sistem kendali dan Eksperimen atau Pengujian yaitu Melakukan pengujian eksperimental terhadap berbagai metode kendali, seperti kontrol berbasis sensor.

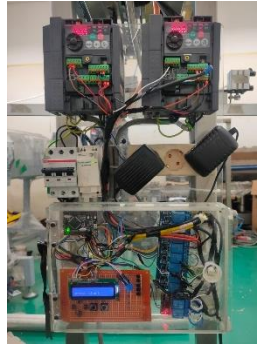
3 Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini akan membahas tentang data perancangan hardware dan software keseluruhan. gambar dibawah adalah komponen sistem kendali yang digabungkan ke dalam bentuk skema.



Gambar 1. Data perancangan hardware dan software

Program ini di tulis dengan cara pemanggilan variabel-variabel yang sudah dibuat seperti $v_{spm} = v_{koordinat} (pos_{midi}) + v_{offset}$. Program tersebut sudah diberi perintah pada variabel awal yang kita buat, jadi untuk menuliskan proses nya kita hanya perlu melakukan pemanggilan variabelnya dan menuliskan urutan step nya saja. Berikut ini peneliti membuat tabel urutan step dan fungsinya berdasarkan logika di dalam fungsi transfer agar dapat lebih mudah di pahami.

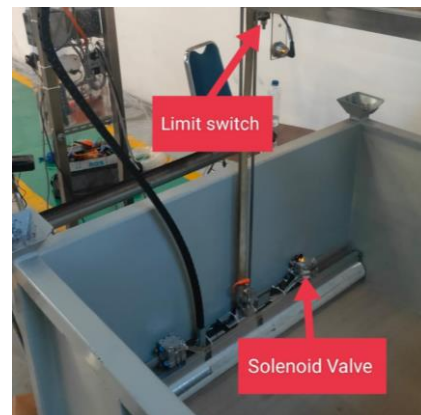
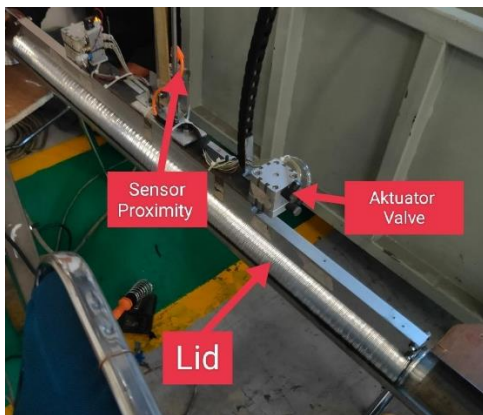


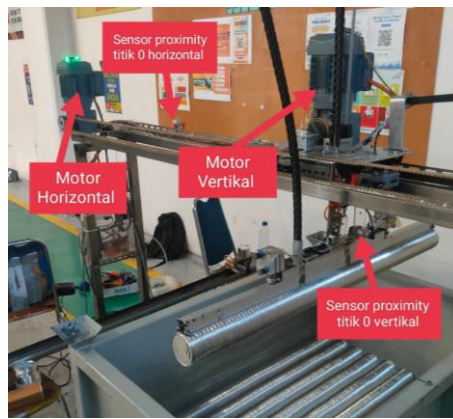
Gambar 2. Hasil rancangan hardware

Dari hasil analisa lebih lanjut, ditemukan adanya potensi risiko yang berkaitan dengan pergerakan berlebih (overtravel) pada lengan robot, terutama jika terjadi gangguan pada sensor encoder atau kesalahan program. Overtravel ini berpotensi menyebabkan lengan robot menabrak batas mekanis frame atau bergerak melewati area kerja yang telah ditentukan. Jika tidak ditangani, kondisi ini bisa menimbulkan kerusakan pada sistem mekanik, mengganggu proses produksi, atau bahkan membahayakan operator di sekitarnya.

Oleh karena itu penambahan sistem keamanan seperti limit switch sangat di butuhkan, untuk menghindari bahaya overtravel. Limit switch akan bertindak sebagai pengaman fisik yang dapat mendeteksi batas maksimal gerak horizontal maupun vertikal dari lengan robot. Saat lengan menyentuh limit switch, sistem akan secara otomatis memutus pergerakan motor dan memberikan sinyal ke mikrokontroler untuk menghentikan proses.

Hasil rancangan software pada sistem kendali robot transfer lid di pabrik susu PT. X menunjukkan keberhasilan program yang telah dirancang dan diimplementasikan pada sistem kendali robot transfer lid berhasil menjalankan seluruh rangkaian proses secara otomatis dan sesuai dengan urutan yang telah ditentukan.





Gambar 3. Proses kerja robot dari mengambil, mengangkat, memindahkan, dan menempatkan lid

Dimulai dari proses pengambilan lid, robot mendeteksi keberadaan lid menggunakan sensor proximity, kemudian mengaktifkan aktuator magnet untuk menarik lid dari posisinya.

Setelah lid berhasil diambil, sistem melanjutkan ke tahap pengangkatan lid dengan menggerakkan motor vertikal ke posisi atas, memastikan lid tidak terganggu selama proses pemindahan.

Sesampainya di posisi tujuan, robot melakukan penurunan lid dengan menggerakkan motor vertikal ke bawah, lalu magnet dinonaktifkan untuk melepaskan lid secara presisi ke tempat yang telah ditentukan.

Proses ini terus berulang untuk setiap lid berikutnya dengan logika penempatan yang telah diatur dalam program, sehingga lid-lid yang dipindahkan dapat tersusun rapi di dalam box sesuai pola atau grid yang telah ditentukan.

Pemindahan lid otomatis dikatakan bekerja dengan baik apabila pemindahan barang dapat bekerja sesuai dengan input yang diberikan oleh arduino dan kemudian robot transfer lid bergerak sesuai dengan program untuk memindahkan lid ke dalam box sesuai dengan checkpoint yang ditentukan. Berikut adalah hasil pengujian pemindahan lid.

Tabel 1. Hasil pengujian pemindahan lid

Posisi	Checkpoint		Jumlah Pengujian	Hasil Pengujian		Persentase Keberhasilan
	Horizontal	Vertikal		Berhasil	Gagal	
0	493	604	3	3	0	100%
1	559	604	3	3	0	100%
2	625	604	3	3	0	100%
3	690	604	3	3	0	100%
4	756	604	3	3	0	100%
5	822	604	3	3	0	100%
6	888	604	3	3	0	100%
7	954	604	3	3	0	100%
8	1019	604	3	3	0	100%
9	1047	550	3	3	0	100%
10	981	550	3	3	0	100%
11	916	550	3	3	0	100%
12	850	550	3	3	0	100%

13	784	550	3	3	0	100%
14	718	550	3	3	0	100%
15	653	550	3	3	0	100%
16	587	550	3	3	0	100%
17	521	550	3	3	0	100%
18	493	490	3	3	0	100%
19	559	490	3	3	0	100%
20	625	490	3	3	0	100%
21	690	490	3	3	0	100%
22	756	490	3	3	0	100%
23	822	490	3	3	0	100%
24	888	490	3	3	0	100%
25	954	490	3	3	0	100%
26	1019	490	3	3	0	100%
27	1047	436	3	3	0	100%
28	981	436	3	3	0	100%
29	916	436	3	3	0	100%
30	850	436	3	3	0	100%
31	784	436	3	3	0	100%
32	718	436	3	3	0	100%
33	653	436	3	3	0	100%
34	587	436	3	3	0	100%
35	521	436	3	3	0	100%
36	493	381	3	3	0	100%
37	559	381	3	3	0	100%
38	625	381	3	3	0	100%
39	690	381	3	3	0	100%
40	756	381	3	3	0	100%
41	822	381	3	3	0	100%
42	888	381	3	3	0	100%
43	954	381	3	3	0	100%
44	1019	381	3	3	0	100%
45	1047	332	3	3	0	100%
46	981	332	3	3	0	100%
47	916	332	3	3	0	100%
48	850	332	3	3	0	100%

Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi: Oktober 2025

49	784	332	3	3	0	100%
50	718	332	3	3	0	100%
51	653	332	3	3	0	100%
52	587	332	3	3	0	100%
53	521	332	3	3	0	100%
54	493	275	3	3	0	100%
55	559	275	3	3	0	100%
56	625	275	3	3	0	100%
57	690	275	3	3	0	100%
58	756	275	3	3	0	100%
59	822	275	3	3	0	100%
60	888	275	3	3	0	100%
61	954	275	3	3	0	100%
62	1019	275	3	3	0	100%
63	1047	228	3	3	0	100%
64	981	228	3	3	0	100%
65	916	228	3	3	0	100%
66	850	228	3	3	0	100%
67	784	228	3	3	0	100%
68	718	228	3	3	0	100%
69	653	228	3	3	0	100%
70	587	228	3	3	0	100%
71	521	228	3	3	0	100%



Gambar 4. Hasil jadi robot transfer lid
(Mukhammad Khamdani.,2025)

Hasil perancangan sistem kendali pada robot transfer lid menunjukkan bahwa integrasi antara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) dapat diaplikasikan secara efektif untuk mengotomatisasi proses pemindahan tutup kaleng. Dari sisi *hardware*, komponen utama yang digunakan seperti mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pro, motor penggerak (motor 3 fasa dengan inverter), sensor proximity, dan sensor encoder telah mampu berfungsi secara sinergis untuk mendukung pergerakan lengan robot dalam sumbu vertikal dan horizontal.

Sensor proximity berperan penting dalam mendeteksi keberadaan tutup kaleng pada posisi awal, sedangkan sensor encoder digunakan untuk memantau posisi aktual dari lengan robot agar sesuai dengan target posisi yang telah ditentukan dalam program. Motor 3 fasa yang dikendalikan melalui inverter mampu memberikan kecepatan yang cukup untuk pergerakan lengan secara stabil dan presisi.

Dari sisi *software*, program yang dikembangkan menggunakan Arduino IDE telah mampu mengatur urutan kerja lengan robot secara sistematis, mulai dari pengambilan lid, pengangkatan, pemindahan, hingga penempatan lid di posisi tujuan. Fungsi-fungsi dalam program seperti transfer berhasil mengkoordinasikan antara pengendalian motor dan aktivasi aktuator seperti magnet berdasarkan logika kondisi yang ditentukan oleh pembacaan sensor dan posisi.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan penting. Sistem kendali yang dirancang menggunakan Arduino Mega 2560 Pro berhasil mengotomatisasi proses pemindahan tutup kaleng (*lid*) dari *conveyor* ke dalam *box* dengan tingkat akurasi dan konsistensi yang tinggi. Keberhasilan ini dibuktikan melalui hasil pengujian yang menunjukkan tingkat keberhasilan pemindahan *lid* mencapai 100% pada seluruh posisi, mulai dari *checkpoint* 0 hingga 71. Selain itu, seluruh komponen perangkat keras seperti motor 3 fasa, sensor *proximity*, sensor *encoder*, *relay*, serta aktuator telah terintegrasi secara optimal melalui program yang ditulis pada Arduino IDE. Dengan integrasi tersebut, robot mampu menjalankan fungsi mengambil, memindahkan, dan meletakkan *lid* secara berurutan sesuai koordinat yang telah ditentukan.

5 Referensi

- [1] Huda, M., & Sri Pudjiarti, E. (2024). Peran Otomatisasi dan Robotika dalam Era Digital. *Journal of Economics and Business Management*. Semarang.

- [2] Aryani, I. (2018). MULTIMEDIA PEMBELAJARAN UNTUK ALGORITMA DAN PEMROGRAMAN MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM POSING UNTUK MENUNJANG CRITICAL THINKING. Semantic Scholar.
- [3] Utama, Y. A. K., Budijanto, A., & S, A. K. (2018). Desain Pengendalian Koordinat Gerak Robot Nirkabel Cerdas Menggunakan Aplikasi Android Melalui Akselerasi Gerakan Smartphone. *Electrician : Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*.
- [4] Firdaus, M., Berbudi, T., Nurrahma, S., Izzaulhaq, G., & Hudati, I. (2023). Identifikasi Sistem Motor DC dan Penerapan Kendali PID, LQR, dan Servo Tipe 1 Berbasis Arduino-MATLAB. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*.
- [5] Veriantama, N. (2019). MONITORING ARUS, TEGANGAN DAN KECEPATAN PADA SOFTSTARTING MOTOR INDUKSI 1 FASA BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 DENGAN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI).
- [6] Setiawan, H. (2018). ANALISIS PEMBEBANAN INSTALASI LISTRIK DAN SISTEM KONTROL STARTING MOTOR INDUKSI DI PT HADTEX.
- [7] Malik, I., Hariyanto, N., & Chaniago, S. (2013). Analisis Penghematan Energi Motor Listrik di PT. X.
- [8] Melikuziev, M. V. (2023). Determination of the service area and location of transformer substations in the city power supply system. *Uzbekistan*.
- [9] Seyhan, I. (2022). The Early History of the Pulleys and Crane Systems. *Foundations of Science*.
- [10] Nurhadi, S. (2011). POWER SUPPLY AT LOW VOLTAGE TRANSMITTER MW REPUBLIC OF INDONESIA IN RADIO CIMANGGIS.
- [11] Muthu, T., Kalimuthu, V. K., Srinivasan, B., & Velumani, R. (2024). Enhancing Intrusion Detection Using Binary Arithmetic Optimization with Sparse Auto Encoder for Fog-Assisted Wireless Sensor Networks. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 67. Brazil.
- [12] Huda, S. (2014). Pengembangan Bahan Ajar Praktikum Mikrokontroler Dengan Menggunakan Bahasa Pemrograman C Berbasis Perangkat Lunak Simulator.
- [13] Ma'arif, Istiarno, & Sunardi, (2021) . Kontrol Proporsional Integral Derivatif (PID) pada Kecepatan Sudut Motor DC dengan Pemodelan Identifikasi Sistem dan Tuning. *Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*. Yogyakarta.
- [14] Hidayatullah, T. (2017). Studi analisa transient respon orde pertama dan teori orde kedua pada sistem kontrol pneumatis menggunakan instrumen feedback tipe pcm140. Semantic Scholar.
- [15] Resmiani, N., Sulastri, N., Wijaya, I., & Budisanjaya, I. (2022). Perancangan Sistem Kontrol pH dan Turbidity Akuarium. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*. Bali.
- [16] Putra, A.R., & Susilo, A. (2018). PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ROBOT PEMADAM API BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560. Semantic Scholar.
- [17] Nurcholis, A., Thamrin, N., & Yusiana, V. (2024). Motor 3 Fasa Star Delta Menggunakan Outseal PLC (Programmable Logic Control). *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*. Kota Jambi.
- [18] Syafrialdi, R., & Wildian. (2015). Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dengan Sensor LDR dan Penampil LCD. *Jurnal Fisika Unand*. Kota Padang.
- [19] Yusuf Ari Bahtiar, Dedy Ariyanto, Muhammad Taufik, & Trie Handayani. (2019). Pemilah Organik dengan Sensor Inframerah Terintegrasi Sensor Induktif dan Kapasitif . *Jurnal EECCIS*. Yogyakarta.
- [20] Sutrisno, A. (2018). Revolusi Industri 4.0 dan Berbagai Implikasinya. *Jurnal Tekno Mesin*. Manado.
- [21] Anrianus, A., Rusli, R., Ali, M. Y., & Muslihi, M. T. (2018). DESAIN ROBOT MANIPULATOR PEMINDAH BAHAN DENGAN PENERAPAN KOORDINAT SILINDER. Makassar.
- [22] Intang, A. N., Saputri, A. D., Aryani, D., & Nisa, K. (2021, October). Rancang Bangun Robot Pengangkut Barang Untuk Monitoring Stok Gudang Berbasis Arduino. In *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*. Makassar.
- [23] Luha, A. F. (2024). INTEGRASI SISTEM CONVEYOR DAN Lengan Robot Berbasis PLC DAN ARDUINO DALAM PROSES PEMINDAHAN BARANG. *Jurnal Qua Teknika*. Blitar.
- [24] Firasanto, Supriadi, & Fatah, (2024) . Pengenalan dan Implementasi Robotika Pada Siswa SMK Khazanah Kebajikan. *Jurnal Pengabdian Sosial*. Pamulang.