

Rancangan Sistem Kontrol dan Monitoring pada *Wire Selection Boxes*

Ika Karlina Laila Nur Suciningtyas^{1*}, Sumantri Kurniawan Risandriya¹, Aziz Ismail¹, dan Rifky Daniel Maulana¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

*Email: ikakarlina@polibatam.ac.id

Abstrak— Kasus kesalahan penggunaan material pada proses produksi di industri menjadi fokus utama bagi quality untuk diselesaikan karena berdampak secara langsung pada customer. Pemilihan kabel dilakukan dengan mengambil kabel yang disimpan di dalam *box* yang berbeda dengan spesifikasi yang berbeda. Maka dari itu dibutuhkan sistem yang mampu untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam proses pemilihan kabel. Metode untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan membuat *user interface* sebagai input yang akan diproses menggunakan Raspberry Pi 4 dan terhubung ke motor servo sebagai pembuka dan penutup kotak penyimpanan kabel. Interface yang dibuat berupa menu untuk login, menu kontrol, dan juga menu untuk user dapat menambahkan data sendiri. Modul driver PCA9685 dihubungkan dengan Raspberry Pi 4 untuk menjalankan 66 motor servo. Hasil dari penelitian ini memberikan kontribusi dalam proses pemilihan kabel yang dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam proses pemilihan kabel yang ditunjukkan melalui hasil efektifitas penggunaan alat sebesar 80,4%.

Kata Kunci: Automasi, Raspberry Pi, Sistem kontrol

Abstract—The issue of incorrect material usage in the industry's production process is a primary focus for quality control, as it directly impacts customers. This research was conducted due to challenges in maintaining the continuity of the manual cable selection process. Currently, cable selection involves choosing cables stored in various boxes with different specifications. Therefore, a system is needed to enhance the effectiveness and efficiency of the cable selection process. The approach used to address this issue involves developing a user interface for input, which is processed using a Raspberry Pi 4 connected to a servo motor that functions as the opener and closer of the cable storage boxes. The interface includes a login menu, a control menu, and a menu that allows users to add their own data. Additionally, the PCA9685 driver module is connected to the Raspberry Pi 4 to control 66 servo motors. The results of this research enhance the cable selection process by increasing its effectiveness and efficiency, as shown by a tool utilization effectiveness rate of 80.4%.

Keyword: Automation, Raspberry Pi, System control

I. PENDAHULUAN

PEMILIHAN kabel merupakan salah satu proses produksi yang dilakukan di industri. Pemilihan kabel dilakukan dengan mengambil kabel yang disimpan di dalam *box* yang berbeda dengan spesifikasi yang berbeda. Permasalahan yang pernah dihadapi adalah terjadinya kesalahan dalam pemilihan kabel secara manual. Hal ini menyebabkan terjadinya barang reject dikarenakan tidak sesuai spesifikasi, sedangkan kondisi barang reject dapat menyebabkan perusahaan mengalami kerugian. Selain masalah kerugian, pengambilan kabel secara manual membutuhkan waktu yang lebih lama pada proses pengambilannya. Salah satu target yang ingin dicapai adalah menyelesaikan masalah pemilihan kabel melalui evaluasi proses dan durasi pengerjaannya. Proses pengambilan kabel yang dilakukan secara manual sebelum dilakukan perubahan proses adalah selama 10 detik. Waktu ideal yang dibutuhkan user dalam proses pemilihan kabel tersebut adalah selama 3 detik. Sehingga permasalahan utama yang dihadapi adalah bagaimana mengurangi kesalahan dalam pemilihan kabel yang sekaligus dapat mengoptimalkan waktu yang dibutuhkan untuk mendekati target waktu ideal, yaitu 3 detik.

Efisiensi merupakan usaha yang dilakukan untuk mengurangi pemborosan dari segi waktu dalam menjalankan sesuatu dengan baik dan tepat. Sedangkan efektivitas adalah parameter yang mengukur keberhasilan dalam mencapai target yang telah ditentukan dalam bentuk kuantitas, kualitas, maupun waktu. Penelitian terkait efektifitas dan efisiensi dalam pelaksanaan monitoring kegiatan penelitian telah dilakukan oleh Hidayat, dkk [1]. Penerapan efisiensi dan efektifitas pada *wire selection boxes* dapat mengurangi potensi kesalahan manusia dan mengoptimalkan waktu yang dibutuhkan.

Penelitian ini berfokus pada upaya mengatasi kesalahan dalam pemilihan kabel secara manual pada proses pemilihan kabel dan upaya merancang sistem otomasi pada kotak pemilihan kabel untuk meminimalisir kesalahan serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas waktu pada proses produksi. Sistem otomasi menggunakan Raspberry Pi yang terhubung dengan motor servo dibuat sebagai solusi untuk

mengatasi permasalahan tersebut. Metode ini dirancang dengan membuat user interface sebagai input yang akan diprogram kedalam Raspberry Pi. Referensi Penelitian lain yang menggunakan Raspberry Pi telah dilakukan oleh Selvaraj dkk [2], dan Lambacing dkk [3]. Motor servo digunakan sebagai perangkat penggerak yang dirancang dengan sistem kontrol agar dapat diatur untuk mengarahkan posisi sudut yang dihasilkan. Pada proses pemilihan kabel pada penelitian ini, motor servo berfungsi sebagai penggerak penutup kotak.

Sebagai solusi dari permasalahan yang ada, dibutuhkan sistem yang mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi pada proses pemilihan kabel. Rancangan sistem kontrol dan monitoring pada *wire selection boxes* memiliki tujuan untuk dapat mengatasi permasalahan melalui rancangan sistem kontrol dan monitoring menggunakan Raspberry Pi dan motor servo untuk meningkatkan efektivitas dalam mencapai target waktu pemilihan kabel dan meminimalisir jumlah barang *reject* akibat ketidaksesuaian dengan spesifikasi. Dengan menggunakan sistem kontrol dan monitoring proses pemilihan kabel, maka proses pemilihan kabel dapat lebih efektif dan efisien.

A. Raspberry Pi 4

Penggunaan mikrokontroler Raspberry Pi memungkinkan untuk digunakan dalam membangun sistem kontrol dan pemantauan elemen IoT, serta merupakan solusi teknis terjangkau yang dapat digunakan di hampir semua industri dan keperluan rumah tangga. Raspberry Pi memiliki input dan output yang serupa dengan board mikrokontroler. Raspberry Pi 4 tidak berbeda dengan komputer pada umumnya secara fungsional[4]. Raspberry Pi memiliki peran penting sebagai komputer berbasis Linux maupun sebagai platform untuk komputasi tertanam[5]. Modul ini yang kemudian akan melakukan komunikasi I2C dengan servo PCA9685.

B. PCA9685 Driver

Servo PCA9685 motor driver memiliki 16 channel[6] yang menghasilkan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) dan memiliki frekuensi antara 24 Hz -1526 Hz. Driver ini memiliki resolusi 12-bit dan menggunakan komunikasi I2C. *Pulse Width Modulation* (PWM) merupakan sinyal digital berbentuk *square wave* yang lebar gelombangnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan melalui pengaturan duty cycle-nya[7]. PCA9685 telah digunakan pada penelitian yang berkaitan dengan gerak dan diterapkan pada skala indutri[8], [9].

C. I2C Protocol

Protokol I2C memiliki skalabilitas yang mudah yang dapat menjalankan komunikasi analog multi-saluran melalui bus dan ekspansi antara port I/O MCU[10]. Sistem I2C terdiri dari dua jenis data serial berupa serial clock dan serial data yang berfungsi sebagai pengirim data antara I2C dan sistem kontrolnya. I2C dirancang untuk mengirim dan menerima data

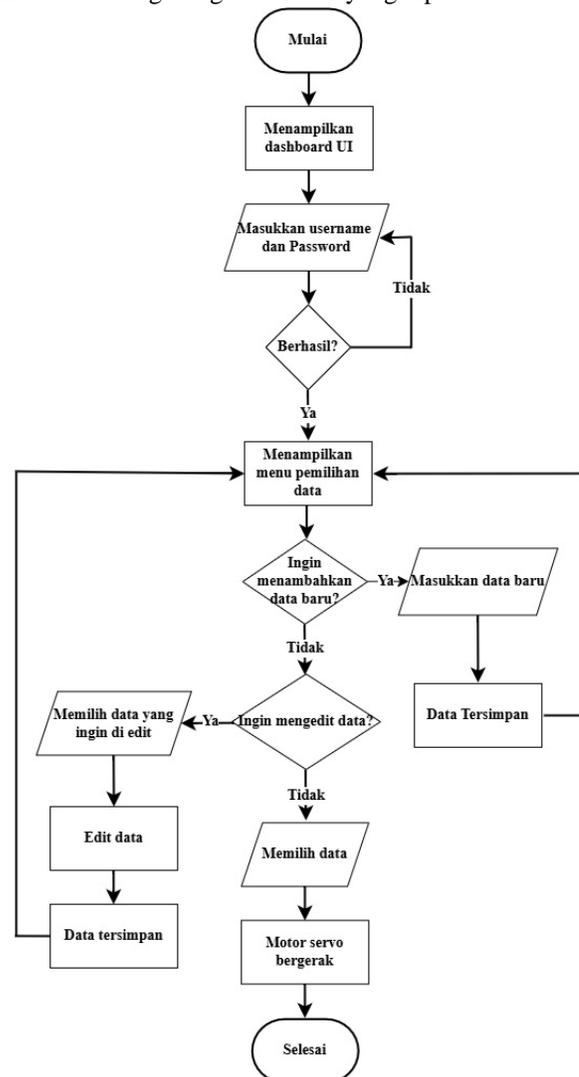
dengan standar komunikasi serial. Perangkat yang terhubung pada I2C bus memiliki peran sebagai master. Master memiliki kontrol penuh pada proses transfer data. Master memiliki peran untuk melakukan transfer data I2C bus dengan menghasilkan sinyal start untuk memulai, sinyal stop untuk mengakhiri transfer data, serta bertanggung jawab dalam pengaturan sinyal clock [11],[12].

II. METODE

Rangkaian tahapan pada Penelitian ini dimulai dengan melakukan analisis kebutuhan, proses pengumpulan data melalui telaah literatur, perancangan yang cermat dan uji coba implementasi rancangan tersebut. Setiap langkah diambil dengan seksama untuk memastikan keberhasilan dan efektivitas penelitian ini.

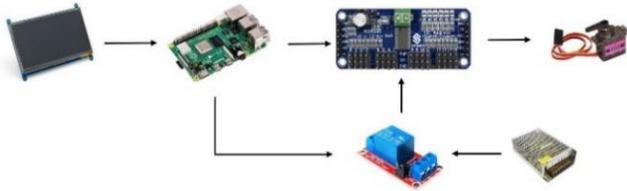
A. Gambaran Sistem Keseluruhan

Gambar 1 merupakan diagram alir penggunaan system yang dimulai dari tampilan sistem berupa dashboard untuk dapat dipilih dalam mengatur gerak motor yang diperlukan.



Gambar. 1. Diagram alir penggunaan sistem

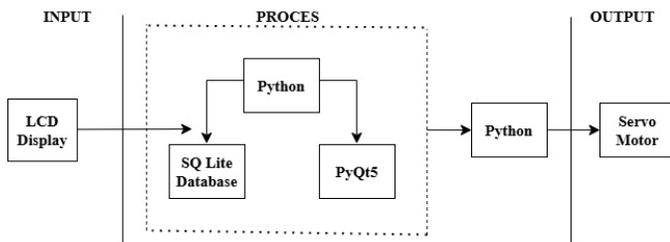
Secara umum sistem dari penelitian yang dibuat terdiri dari beberapa komponen pendukung yang ditunjukkan pada Gambar 2. User dapat mengontrol sistem dan memonitoring kotak penyimpanan yang terbuka maupun tertutup melalui layar LCD. LCD berfungsi sebagai tampilan muka dari sistem yang terhubung dengan Raspberry Pi 4 yang berperan untuk mengatur gerakan motor servo melalui PCA9685 driver.



Gambar. 2. Gambaran umum sistem

Gambar 2 merupakan komponen pendukung sistem yang terdiri dari Raspberry Pi 4, LCD, PCA9685 driver, servo motor MG90S, *powersupply*, dan *relay*.

B. Rancangan Sistem



Gambar. 3. Diagram Blok Sistem

Bagian input terdiri dari LCD Display sebagai proses input user. Proses pemilihan terbuka dan tertutupnya kotak penyimpanan kabel akan ditampilkan pada User Interface yang terdapat pada LCD *Display Touchscreen*. Tahap proses terdiri dari Raspberry Pi yang digunakan untuk mengatur sistem dan memberi perintah pada perangkat output melalui Bahasa program Phyton. SQLite Database berfungsi sebagai tempat penyimpanan database pada system. PyQt5 berfungsi sebagai library untuk pembuatan GUI pada sistem. Sedangkan PCA9685 Driver berfungsi untuk mengontrol beberapa servo menggunakan *pulse-width modulation*, perangkat ini dapat mengontrol hingga 16 perangkat servo yang berbeda secara independen. Pada bagian output terdiri dari Servo Motor sebagai penggerak penutup kotak pada *Wire Selection Boxes*.

C. Rancangan Software Sistem

Pembuatan aplikasi pada penelitian ini menggunakan Python API yang telah diperbarui menjadi Python 3.8. Database berfungsi sebagai tempat penyimpanan besar yang berisi kumpulan data, yang tidak hanya mencakup data operasional tetapi juga deskripsi dari data tersebut. Database dibuat

menggunakan aplikasi DB Browser SQLite yang dirancang untuk menyimpan data pada setiap box yang digunakan dengan bahasa SQL. SQL digunakan untuk berinteraksi dengan database. Pada penelitian ini sublime text berfungsi sebagai executor dari program pada rancangan sistem. Sublime Text digunakan untuk menulis kode program dan teks yang dapat digunakan pada beberapa jenis sistem operasi [13].

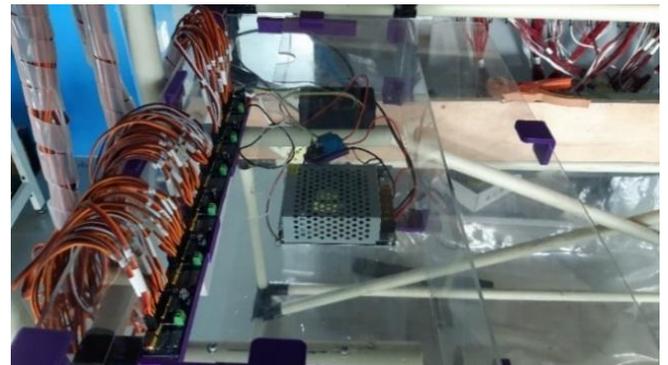
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hardware

Rancang bangun dari perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 4 (a) dan (b).



(a)



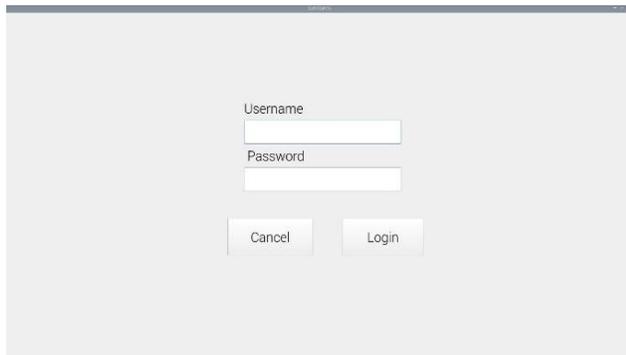
(b)

Gambar. 4. Rangkaian elektrikal dan mekanikal

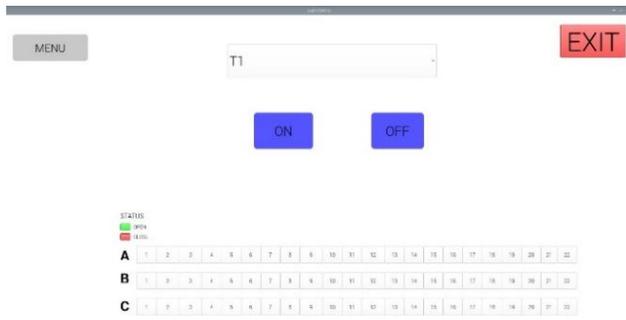
Hasil dari rangkaian mekanikal dan sistem elektrikal pada Gambar 4 terdiri dari (a) tampak samping dari keseluruhan perangkat keras sistem dan (b) jalur elektrikal dari perangkat keras yang meliputi Raspberry Pi 4, *relay*, *powersupply*, dan 6 buah PCA9685 driver yang saling terhubung.

B. Software

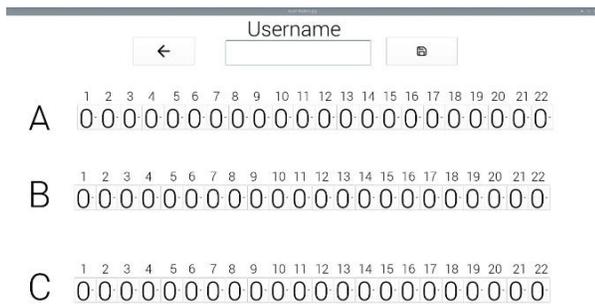
Tampilan muka dari aplikasi yang dibuat dan digunakan dalam mengatur dan memonitor aktivitas adalah menggunakan operasi system linux melalui aplikasi desktop PC berbasis Raspberry Pi. Gambar 5 menunjukkan interface dari aplikasi yang digunakan untuk mengatur gerakan dari motor servo untuk membuka dan menutup.



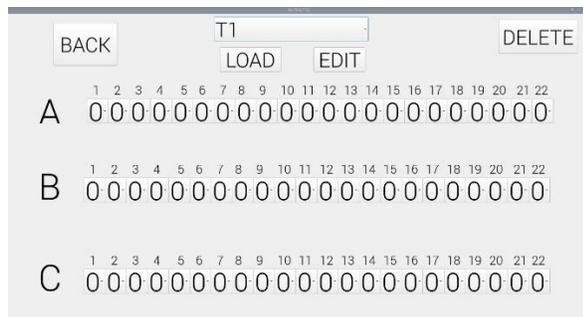
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar. 5. Tampilan muka software pengatur gerak motor

Gambar 5 merupakan hasil dari tampilan software sistem dimana user dapat mengontrol dan memonitoring kotak penyimpanan yang terdiri dari 66 kotak penyimpanan material.

Terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan dan dapat dilakukan oleh user ketika menggunakan aplikasi ini, yaitu:

- 1) User harus memasukan username dan password untuk menggunakan aplikasi ini
- 2) User dapat menentukan memilih sampel dan mengaktifkan sampel dengan menekan tombol on, dan menonaktifkan sampel dengan menekan tombol off
- 3) User dapat menambahkan sampel untuk menentukan kotak kotak kabel mana yang mau di kendalikan
- 4) User dapat mengedit atau menghapus sampel yang telah dibuat

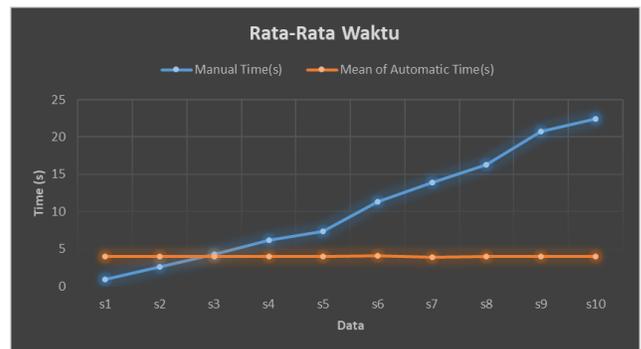
C. Pengujian Efektivitas waktu

Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan apakah dengan membuat rancangan alat penelitian ini mampu mengurangi kecepatan waktu yang dibutuhkan dalam proses pemilihan kabel. Proses pengujian dilakukan dengan mulai menentukan jenis produk yang akan dipilih berdasarkan pemilihan kotak, dengan mencoba membuka beberapa kotak dengan sistem maupun tanpa menggunakan sistem yang dibuat. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan data waktu perbedaan antara pengambilan material secara manual dan otomatis.

Efektivitas mengacu pada besarnya kesesuaian antara hasil luaran yang dicapai dan hasil luaran yang diharapkan dari sejumlah data masukan[14]. Untuk mendapatkan nilai efektivitas waktu dapat digunakan rumus berikut:

$$Efektivitas\ waktu = 1 - \frac{waktu\ yang\ melebihi\ target}{total\ waktu}$$

Pengujian ini dilakukan dengan menetapkan target waktu output sebesar 3 detik sebagai waktu ideal untuk penutup box bergerak. Berikut adalah grafik rata-rata pengukuran kecepatan proses pemilihan kabel dengan alat dan tanpa alat dari 10 kotak yang digunakan.



Gambar. 6. Grafik rata-rata waktu perbandingan manual dan auto

Pada pengujian manual, dapat dilihat pada gambar 6. Data s1 sampai dengan data s10 dengan grafik waktu semakin naik keatas, artinya waktu yang dibutuhkan semakin banyak dan tidak stabil dengan rata-rata waktu 10.573 detik. Sedangkan pengujian dengan alat, waktu yang dibutuhkan dari data s1

sampai dengan data s10 adalah stabil dengan rata rata waktu 3.98 detik. Hal ini dikarenakan, semakin banyak kotak yang harus dibuka secara manual maka waktu yang dibutuhkan juga bertambah, sebaliknya jika dilakukan menggunakan sistem yang telah dibuat, banyaknya kotak yang terbuka tidak mempengaruhi waktu prosesnya karena sistem dapat melkawkannya secara bersamaan. Hasil percobaan untuk membuka 10 kotak menggunakan sistem diperlukan rata-rata waktu 3.98 detik.

Dari grafik pada Gambar 6 dapat dihitung keefektivitasan waktu dengan output target waktu sebesar 3 detik dengan menggunakan sistem yang dibandingkan dengan pengambilan data secara manual.

1) Manual

$$Effectivity = 1 - \frac{(mean\ of\ manual\ time - 3)}{mean\ of\ manual\ time}$$

$$Effectivity = 1 - \frac{(10.573 - 3)}{10.573}$$

$$Effectivity = 1 - 0.527$$

$$Effectivity = 0.473$$

Hasil perhitungan efektivitas secara manual adalah sebesar 0.473. Hal ini menunjukkan bahwa nilai effektivitas dari proses yang dilakukan secara manual adalah sebesar 47.3%.

2) Auto menggunakan sistem

$$Effectivity = 1 - \frac{(mean\ of\ auto\ time - 3)}{mean\ of\ auto\ time}$$

$$Effectivity = 1 - \frac{(3.98 - 3)}{3.98}$$

$$Effectivity = 1 - 0.246$$

$$Effectivity = 0.804$$

Hasil efektivitas menggunakan alat berdasarkan perhitungan tersebut adalah sebesar 0.804. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa efektivitas proses dengan menggunakan alat sebesar 80.4%. Untuk menghitung peningkatan performa waktu dapat menggunakan rumus persentase penurunan waktu. Dengan mengurangi waktu rata rata auto (3.98 detik) dari rata rata waktu manual (10.573 detik) dan membaginya dengan waktu sebelumnya (10.573 detik), sehingga didapatkan persentase penurunan sebesar 62.35%.

$$Percentage = \frac{(before\ time - after\ time)}{before\ time} \times 100\%$$

$$Percentage = \frac{(10.573 - 3.98)}{10.573} \times 100\%$$

$$Percentage = \frac{6.593}{10.573} \times 100\%$$

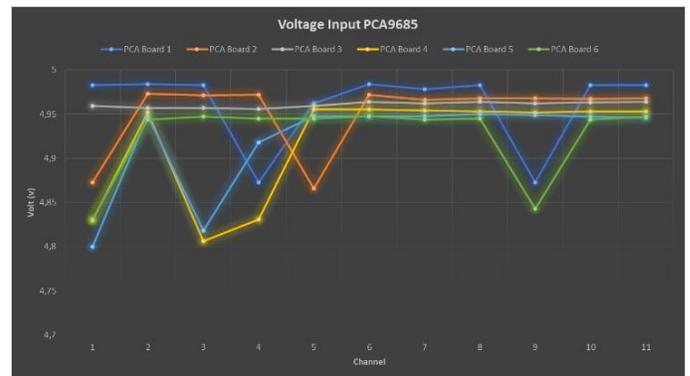
$$Percentage = \frac{6.593}{10.573} \times 100\%$$

$$Percentage = 62.35\%$$

Hasil analisis ini menunjukkan adanya peningkatan yang dalam performa waktu dari kondisi manual ke kondisi auto. Persentase penurunan waktu sebesar 62.35% mengindikasikan efektivitas perubahan yang diterapkan dalam meningkatkan kinerja sistem. Alat ini dapat memberikan upaya peningkatan efektivitas waktu pada proses pemilihan kabel.

D. Rancangan Software Sistem

Pengujian berikutnya dari sistem yang dibuat adalah dengan melakukan pengujian modul driver yang digunakan. Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap enam modul driver PCA9685 yang dihubungkan secara seri. Setiap modul driver diuji dengan menggunakan tegangan 5V dan arus 10A. Pengujian bertujuan untuk menilai kestabilan tegangan masukan dari powersupply ke sebelas channel pada setiap modul PCA9685.



Gambar. 7. Grafik Tegangan Input ke channel PCA9685

Grafik tegangan input PCA9685 yang terdapat pada Gambar 7 menunjukkan nilai ke 11 channel berkisar antara 4.8v sampai dengan 5VDC. Kebutuhan untuk satu motor servo setara dengan 5VDC, yang artinya PCA9685 mampu untuk mensupply semua kebutuhan tiap tiap motor servo. Dengan adanya penurunan tegangan pada beberapa modul PCA9685, khususnya modul 1, 2, 4, 5, dan 6, pada channel 1, 3, 4, 5, dan 9, dapat disimpulkan bahwa terdapat potensi masalah dalam kinerja pergerakan motor servo. Penurunan tegangan hingga 4.8VDC dapat merugikan karena motor servo akan kurang optimal dalam merespon pada tegangan yang stabil. Perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut dan tindakan perbaikan untuk memastikan stabilitas tegangan pada semua modul PCA9685 dan channel terkait, guna mendukung kinerja motor servo yang digunakan dalam penelitian ini.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, implementasi, dan pengujian sistem, dapat diambil kesimpulan bahwa rancangan sistem kontrol dan monitoring pada wire selection boxes berhasil mengurangi waktu dari proses pengambilan kabel secara manual menjadi secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat yang telah dibuat melalui penelitian ini dapat meningkatkan kinerja alat dengan efektivitas sebesar 80.4%.

Penggunaan sistem otomatis ini dapat mnegurangi durasi proses manual yang awalnya 10.573 detik menjadi 3.98 detik. Sistem yang dikembangkan telah mampu memberikan solusi yang tepat pada proses pemilihan kabel dengan mengurangi waktu dan mencegah kesalahan pengambilan kabel. Sebagai evaluasi dari penelitian yang telah dilakukan, diperlukan peningkatan sistem untuk memastikan stabilitas tegangan pada semua modul PCA9685 untuk mendukung kinerja motor servo yang digunakan.

REFERENCES

1. T. Hidayat, L. Fitrianingrum, and K. Hudiwasono, "Penerapan Prinsip Efektif dan Efisien dalam Pelaksanaan Monitoring Kegiatan Penelitian," *Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Kota Bandung*, 2021.
2. K. Selvaraj, S. Alagarsamy, and M. Dhilipkumar, "Raspberry Pi based automatic door control system," in *2021 3rd International Conference on Signal Processing and Communication, ICPSC 2021*, 2021. doi: 10.1109/ICSPC51351.2021.9451687.
3. M. M. Lambacing, R. Apriliani, and D. V. Shaka Yudha Sakti, "Rancang Bangun Sistem Manajemen Jaringan dan Suhu untuk Data Center menggunakan Raspberry Pi dan Zabbix," *Prosiding SISFOTEK*, vol. 4, no. 1, 2020.
4. E. E. Barus, R. K. Pingak, and A. C. Louk, "Otomatisasi Sistem Kontrol Ph Dan Informasi Suhu Pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno Dan Rasperry Pi 3," *Jurnal Fisika : Fisika Sains dan Aplikasinya*, vol. 3, no. 2, 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i2.612.
5. S. Monk, *Raspberry Pi Cookbook*, no. December. 2015.
6. R. Hu, "Application of Microcontroller-Based Multipath Servos in Industrial Robot Control Systems," 2023. doi: 10.1155/2023/7235120.
7. R. Muhardian and K. Krismadinata, "Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.108034.
8. H. Teng, Z. Wang, and J. Zhang, "Design of Modular Robotic Arm Remote Control Car based on Arduino Development Board," *Frontiers in Computing and Intelligent Systems*, vol. 5, no. 2, 2023, doi: 10.54097/fcis.v5i2.13102.
9. D. Teja Priyanka, G. Narasimha Swamy, V. Naga Prudhvi Raj, E. Naga Lakshmi, M. Maha Tej, and M. Purna Jayanthi, "Design and Development of Six-Axis Robotic Arm for Industrial Applications," in *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 2024. doi: 10.1007/978-981-99-5180-2_23.
10. Y. Chen, F. Xiao, L. Yu, and P. Cui, "Design of multi-line elastic belt conveying control system for knitting machine based on I2C protocol," *IEEE Access*, vol. 8, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2979627.
11. S. Eko, "Rancang Bangun Robot Pemadam Apimenggunakan Komunikasi I2C," *Prosiding Semnastek*, no. November, 2014.
12. R. Aulia, R. A. Fauzan, and I. Lubis, "Pengendalian Suhu Ruang Menggunakan Menggunakan FAN dan DHT11 Berbasis Arduino," *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, vol. 6, no. 1, 2021, doi: 10.24114/cess.v6i1.21113.
13. Wes. Bos, "Sublime Text Power User," *Sublimetext.Org*, 2014.
14. Akhmad Agung Riyadi, "Efektifitas Kinerja Mesin CNC Port U Shield 3 Axis Dengan CNC 5 Axis Port U Mach 3 Breakout Board Untuk Pembuatan Casing HP," 2020.