

Implementasi Sistem Pemindah Box Berbasis Pneumatik menggunakan outseal PLC

Agustiawan¹, Muhammad Ispandiar²

e-mail: agustiawan@polbeng.ac.id, m.ispandiar05@gmail.com

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bengkalis, Jalan Bathin Alam, Bengkalis, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 11 September 2025

Direvisi 29 September 2025

Diterbitkan 30 September 2025

Kata kunci:

Pneumatik

Vacum

Outseal PLC

ABSTRAK

Perkembangan sistem otomasi terus berinovasi dalam menciptakan sarana dalam industri untuk meningkatkan efektivitas kerja, salah satunya proses pemindahan barang dari satu titik ke titik yang lainnya. Perancangan dan pengujian pada penelitian ini merupakan sistem pemindahan barang otomatis menggunakan aktuator pneumatik sebagai alternatif penggerak berbasis motor listrik. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan silinder pneumatik, valve solenoid, vacuum pad, serta pengendali Outseal PLC Nano V.5.2 dengan pemrograman ladder diagram. Metodologi penelitian mencakup tahapan identifikasi masalah, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian masing-masing subsistem dan sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memindahkan box sejauh 15 cm dengan waktu siklus rata-rata 18 detik dan tingkat keberhasilan sebesar 90%, di mana kegagalan utama disebabkan oleh ketidaktepatan posisi objek terhadap vacuum pad. Secara umum, artikel ini menunjukkan bahwa sistem pneumatik berbasis PLC memiliki keunggulan dalam kesederhanaan mekanik dan efisiensi waktu operasi dibandingkan sistem pemindah berbasis motor servo atau konveyor. Meskipun demikian, penelitian ini masih terbatas pada evaluasi fungsional dasar dan belum membahas aspek optimasi konsumsi energi, keandalan jangka panjang, serta perbandingan kuantitatif dengan sistem sejenis. Artikel ini relevan sebagai referensi aplikasi otomasi industri skala kecil dan media pembelajaran sistem elektro-pneumatik berbasis PLC.

ABSTRACT

Keywords:

Pneumatic

Vacuum

Outseal PLC

The development of automation systems continues to drive innovation in industrial facilities to enhance work efficiency, particularly in material handling processes involving the transfer of goods from one point to another. The design and testing presented in this study focus on an automated material transfer system utilizing pneumatic actuators as an alternative to electric motor-based drive mechanisms. The developed system employs pneumatic cylinders, solenoid valves, a vacuum pad, and an Outseal PLC Nano V.5.2 controller programmed using ladder diagram logic. The research methodology includes problem identification, hardware and software design, as well as testing of individual subsystems and the overall system. Experimental results indicate that the system is capable of transferring a box over a distance of 15 cm with an average cycle time of 18 seconds and a success rate of 90%, where the primary failure was caused by improper alignment between the object and the vacuum pad. Overall, the article demonstrates that PLC-based pneumatic systems offer advantages in terms of mechanical simplicity and operational time efficiency compared to material handling systems based on servo motors or conveyors. Nevertheless, the study remains limited to basic functional evaluation and does not address energy consumption optimization, long-term reliability, or quantitative performance comparisons with similar systems. This article is relevant as a reference for small-scale industrial automation applications and as an educational resource for PLC-based electro-pneumatic systems.



Penulis Korespondensi:

Agustiawan,
Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Bengkalis,
Jl. Bathin Alam, Bengkalis, Riau, Indonesia, 28714
Email: agustiawan@polbeng.ac.id
Nomor HP/WA aktif: +6282386555573

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat ini mendorong manusia untuk terus berinovasi dalam menciptakan sarana dan prasarana, guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas kerja. Untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas kerja adalah dengan menggunakan sistem otomatisasi. Suatu proses produksi yang menggunakan mesin produksi yang bekerja secara otomatis adalah pada proses pemindahan material.

Pada penelitian terkait robot pemindah barang berbasis line follower menggunakan 3 buah motor servo sebagai penggerak mekanik lengan dan 1 motor servo untuk capit barang dengan berat maksimal 110gram (Yudianingsih dkk, 2022). Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Cempaka dkk (2016) menggunakan motor servo sebagai penggerak mekanik lengan robot. Penggunaan motor servo memiliki kelebihan gerak posisi yang dapat diatur sudutnya, namun perlu mekanik yang presisi. Penelitian sebelumnya oleh Andreanyah (2023) dengan judul rancang bangun *trainer* alat pemindah barang menggunakan *outsel* PLC nano V.5.2, dalam penelitian tersebut menggunakan motor dc 12V sebagai penggerak lengan pemindah barang yang di kontrol dengan *outsel*, namun dalam penelitian tersebut sulitnya pengaturan posisi dengan motor dc sehingga pemindahan barang tidak sempurna.

Penelitian saleh dkk. (2018), Nadin dkk. (2023) dan Mahdy dkk. (2024) menggunakan sistem konveyor dalam memindah barang yang dikontrol dengan PLC. Namun pada umumnya sistem konveyor didesain untuk jalur tetap dan lebih sesuai diaplikasikan pada lintasan yang panjang. Gerakan mekanik yang dimanfaatkan sebagai pengganti tenaga manusia, seperti mendorong, mengangkat, menekan, dan lain sebagainya, tidak hanya dihasilkan dari actuator motor dc gearbox dan servo, gerakan ini dapat juga dihasilkan dengan actuator silinder pneumatic. Sistem pneumatik merupakan sistem yang memanfaatkan udara bertekanan untuk menggerakkan suatu benda, yang kemudian diubah menjadi energi mekanik (Kurniawan ddk, 2021). Sistem ini dapat dikombinasikan dengan sinyal listrik untuk mengontrol aktuator pneumatik yang dikenal sebagai teknologi elektro-pneumatik, sebagaimana diterapkan dalam penelitian Asmara dkk. (2024).

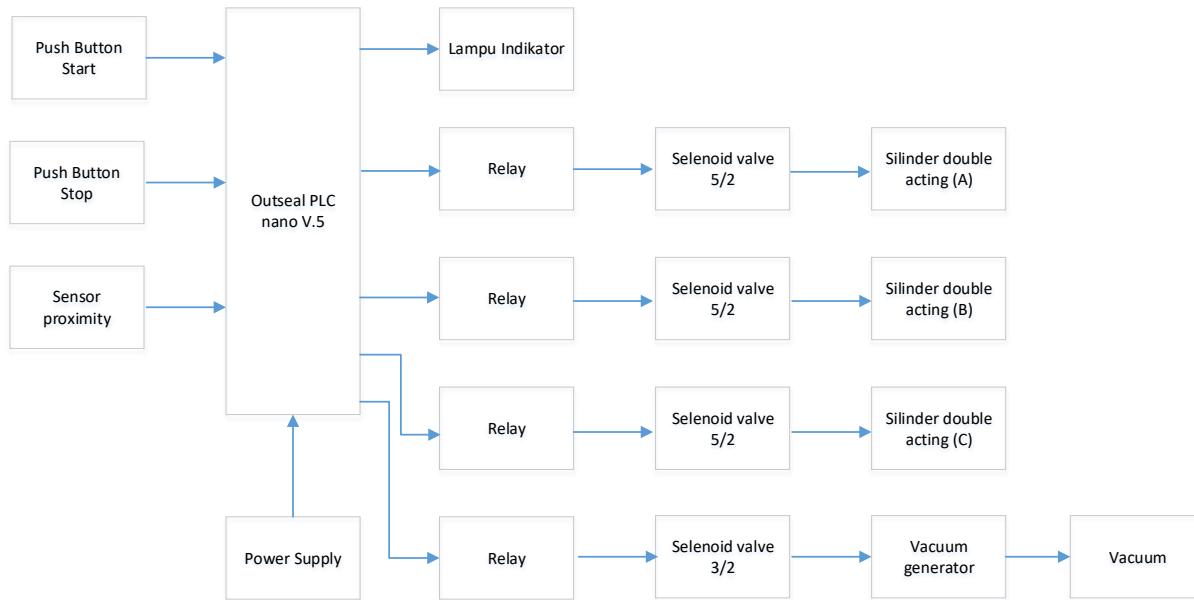
Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis menggunakan silinder *pneumatic* sebagai penggerak utama dalam memindah objek (box), serta menerapkan teknik vacuum. Sistem ini dikontrol dengan perangkat keras *outsel* PLC. *Outsel* PLC merupakan perangkat keras layaknya PLC pada umumnya yang digunakan untuk merancang kontrol *otomasi* industri. Basis *Outsel* PLC adalah arduino Nano dengan bahasa pemrograman *ladder* diagram. *Outsel* studio dijalankan di PC dalam bentuk visual programming menggunakan *ladder* diagram. Diagram tangga tersebut merupakan sebuah hasil rancangan kontrol logika yang selanjutnya akan dikirim melalui kabel USB untuk ditanam di dalam *hardware Outsel* PLC secara permanen. Selanjutnya, kabel USB bisa dilepas dan *Outsel* PLC tersebut dapat menjalankan hasil rancangan kontrol logika tersebut secara mandiri (tidak harus terhubung dengan komputer) (Gemilang dkk, 2020).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah dengan mempelajari persoalan yang ada serta mengumpulkan data-data yang terkait dengan metode observasi lapangan dan melakukan studi literatur. Kemudian perancangan hardware dilakukan dengan memilih komponen yang tepat untuk diterapkan pada alat. Selanjutnya perancangan software dengan algoritma yang efisien. Tahap berikutnya adalah pengujian pada masing-masing blok serta keseluruhan alat sehingga mencapai hasil yang dinginkan. Selanjutnya melakukan analisa terhadap kemampuan daya hisap vacuum dengan memberi beban maximal, serta efisiensi penggunaan alat. Terakhir

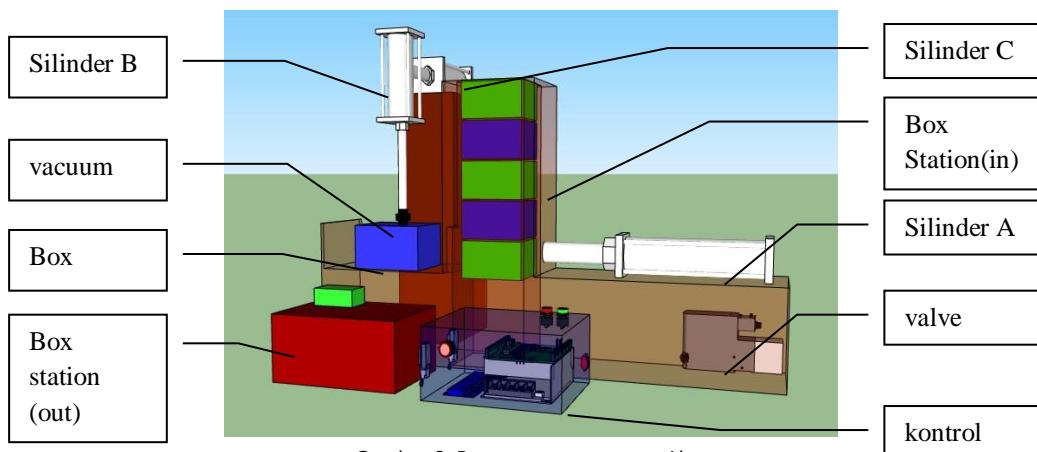


pengambilan kesimpulan. Perancang sistem pemindah box ini menggunakan komponen utama yaitu *Outseal PLC* Nano V.5.2 Sebagai perangkat keras yang berfungsi mengontrol sistem dan menggunakan actuator *cylinder* serta vacuum, Gambaran umum sistem ini ditunjukkan pada Gambar 1. Serta desain prototype ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Blok Diagram Alat

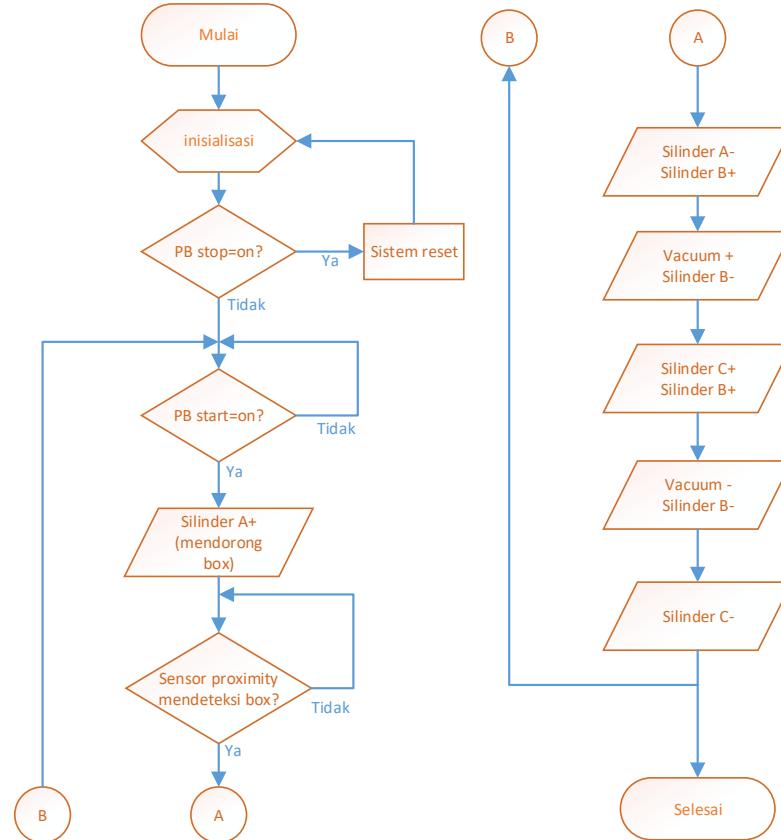
Diagram blok ini memperlihatkan keterkaitan antar komponen utama sistem, yang terdiri dari unit pengendali (Outseal PLC), aktuator pneumatik berupa beberapa silinder, sistem katup (valve solenoid), sensor pendekripsi posisi, serta unit vacuum sebagai mekanisme penjepit objek. Outseal PLC berfungsi sebagai pusat pengendalian yang menerima sinyal input dari sensor dan memberikan sinyal kendali ke valve pneumatik sesuai dengan logika ladder diagram yang telah diprogram. Aliran udara bertekanan yang dikendalikan oleh valve selanjutnya menggerakkan silinder pneumatik untuk melakukan proses mendorong, mengangkat, dan memindahkan box dari stasiun masuk menuju stasiun keluaran secara berurutan dan terkoordinasi.



Gambar 2. Rancangan prototype Alat.



Prototipe ini terdiri dari rangka mekanik sebagai penopang struktur, silinder pneumatik yang dipasang pada posisi tertentu untuk menghasilkan gerakan translasi, serta vacuum pad yang terhubung ke generator vacuum sebagai media penghisap box. Selain itu, tampak komponen pendukung seperti valve pneumatik, selang udara, dan panel kontrol yang menampung Outseal PLC serta catu daya. Tata letak komponen pada prototipe dirancang untuk memastikan urutan gerakan aktuator berjalan stabil, presisi, dan sesuai dengan alur proses yang telah didefinisikan pada diagram sistem, sehingga memungkinkan pengujian kinerja sistem secara menyeluruh dalam kondisi operasi nyata. Adapun prinsip kerja dari sistem pemindah box ini dapat dilihat pada *Flowchart* sistem kerja alat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Sistem Kerja Alat

Penjelasan Flowchart

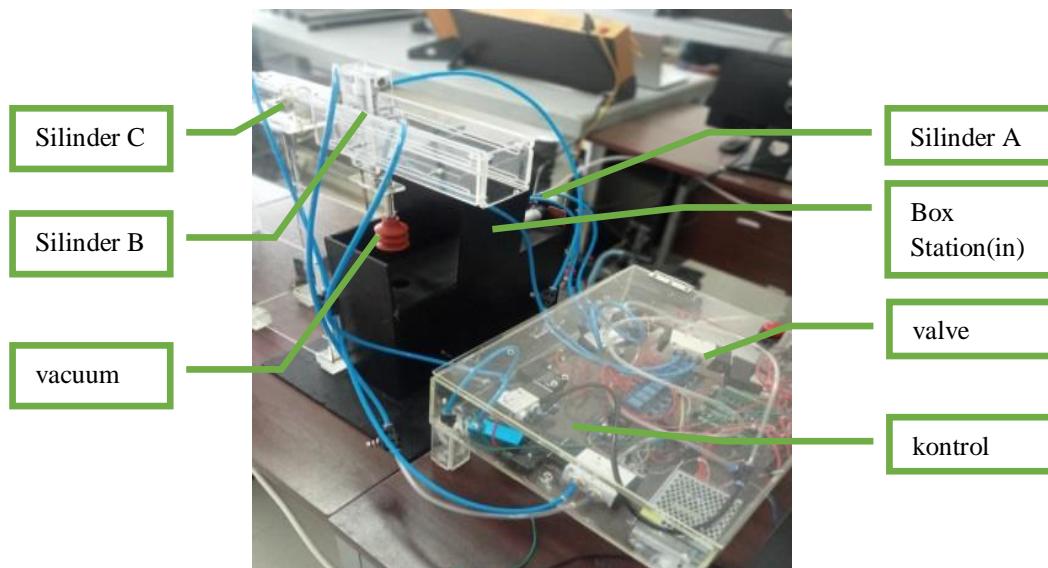
1. Sistem dalam kondisi stanby
2. *Push button* start di tekan, lalu *cylinder A+* (mendorong box).
3. Apakah sensor *proximity* mendeteksi, jika mendeteksi maka *cylinder B+* (turun) dan *vacuum* akan menghisap box.
4. *Cylinder B-* (naik) dan *cylinder C+* (mendorong) *cylinder B* ke tempat box akan di letakkan.
5. *Cylinder B+* (turun) dan *vacuum* akan melepaskan box, lalu *cylinder B-* (naik) dan *cylinder C-* (mundur).
6. Sistem kembali pada posisi awal

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancang bangun sistem pemindah box berbasis pneumatik ini ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar tersebut memperlihatkan keseluruhan sistem yang telah dirakit, yaitu terdiri dari rangka mekanik, silinder pneumatic, valve, vacuum dan sistem control berbasis outseal PLC. Sistem ini dirancang untuk dapat mengangkat dan



memindahkan box secara otomatis sesuai dengan algoritma yang telah dibuat. Tahapan berikutnya dalam penelitian ini adalah pengujian kinerja dari masing-masing blok dan pengujian keseluruhan, hal ini bertujuan untuk memastikan sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.



Gambar 4. Hasil Rancangan Alat

Pengujian *power supply* 12V dilakukan untuk menjamin *supply* yang sesuai dengan standar dan perancangan serta rating *power supply* yang diinginkan, dengan tujuan bahwa seluruh komponen elektronik dalam sistem mendapatkan tegangan kerja yang aman dan sesuai untuk beroperasi secara optimal. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur bagian input dan output Power supply menggunakan voltmeter digital. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan output berada pada kisaran 11,65V sampai 11,79V yang masih berada dalam toleransi yang diperbolehkan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I. PENGUJIAN POWER SUPPLY

| Input (VAC) | Output(VDC) |
|--------------------|--------------------|
| 230 V | 11,79 V |
| 232 V | 11,68 V |
| 229 V | 11,65 V |

Pengujian sensor *proximity* dilakukan untuk mengetahui apakah sensor bekerja dengan baik, dengan melakukan pengujian sensitifitas sensor mendeteksi box pada jarak yang variatif, pengukuran dilakukan pada bagian output sensor dengan voltmeter pada saat sensor diberi objek (box) dengan jarak 3,5 cm hingga 16 cm menghasilkan tegangan output sensor pada kisaran 11,51V sampai 11,59V Adapun hasil pengujian sensor *proximity* dapat dilihat pada Tabel II.



TABEL II. PENGUJIAN SENSOR PROXIMITY

| No | Jarak | Respon sensor | Output | Keterangan |
|----|--------|------------------|--------------|------------|
| | | | Tegangan (V) | |
| 1 | 3,5 cm | mendeteksi | 11,55 V | High |
| 2 | 4 cm | mendeteksi | 11,56 V | High |
| 3 | 5 cm | mendeteksi | 11,57 V | High |
| 4 | 6 cm | mendeteksi | 11,53 V | High |
| 5 | 7 cm | mendeteksi | 11,52 V | High |
| 6 | 8 cm | mendeteksi | 11,54 V | High |
| 7 | 9 cm | mendeteksi | 11,58 V | High |
| 8 | 10cm | mendeteksi | 11,51 V | High |
| 9 | 12 cm | mendeteksi | 11,59 V | High |
| 10 | 14 cm | mendeteksi | 11,57 V | High |
| 11 | 16 cm | mendeteksi | 11,55 V | High |
| 12 | >16 cm | Tidak mendeteksi | 0,0005 V | Low |

Pengujian *valve* dan *cylinder* dilakukan untuk mengetahui apakah *valve* mampu bekerja dengan baik dan *cylinder* mendorong dan menarik dengan sempurna. Valve yang diuji adalah jenis 5/2 dan silinder *double acting*. Pengujian dilakukan dengan memberi tegangan input pada solenoid valve sebesar 12V kemudian menekan/tidak switchnya. Sementara itu silinder diberi input udara bertekanan sebesar 6 bar. hasil pengujian *valve* dan *cylinder* ditunjukkan pada Tabel III.

TABEL III. PENGUJIAN VALVE DAN CYLINDER

| No | Valve | | | Cylinder | | |
|----|-------|---|---|----------|---|---|
| | A | B | C | A | B | C |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |

Keterangan:

| boolean | valve | silinder |
|---------|-------|------------------|
| 1 | on | maju (extend) |
| 0 | off | mundur (retrack) |

Pengujian *vacuum* dilakukan untuk mengetahui berapa beban yang mampu di angkat oleh *vacuum* dengan bentuk box berbahan akrilik dan berat yang variatif. Bagian ini menggunakan valve 3/2 yang outputnya dihubungkan ke vacuum generator sebagai converter daya dorong menjadi daya hisap kemudian dihubungkan ke karet vacuum pad. Pengujian dilakukan dengan memberi beban mulai dari 200gr hingga 2200gr, box dengan beban berbeda diuji bergantian dengan cara mengaktifkan *vacuum* sehingga menghasilkan daya hisap kemudian mengangkat box tersebut. adapun hasil pengujian dari *vacuum* disajikan pada Tabel IV.



9 772356 053009

TABEL IV. PENGUJIAN DAYA HISAP VACUUM

| No | Valve | Beban | Vacuum |
|----|-------|-------------|---------|
| 1 | on | 200 gram | Lengket |
| 2 | on | 400 gram | Lengket |
| 3 | on | 600 gram | Lengket |
| 4 | on | 800 gram | Lengket |
| 5 | on | 1.000 gram | Lengket |
| 6 | on | 1.400 gram | Lengket |
| 7 | on | 1.600 gram | Lengket |
| 8 | on | 1.800 gram | Lengket |
| 9 | on | 2.000 gram | Lengket |
| 10 | on | 2.200 gram | Lengket |
| 11 | on | >2.200 gram | lepas |

Setelah melalui pengujian tiap-tiap bagian dari sistem maka dilakukan proses pengujian alat secara keseluruhan dengan tujuan melihat performa dari alat secara keseluruhan. Pengujian ini dilakukan dengan pengamatan setiap part/bagiannya, jarak pindah box dari satu titik ke titik lainnya adalah 15cm. Langkah awal adalah memastikan sistem dalam kondisi stanby kemudian menekan/mengaktifkan pushbutton start kemudian sistem akan bekerja secara otomatis sampai selesai. Adapun dari pengujian alat keseluruhan bisa dapat di lihat pada Tabel V.

TABEL V. PENGUJIAN KESELURUHAN

| Percobaan | Cylinder | | | Sensor | Vacuum | Waktu (detik) | Keterangan |
|-------------------------|----------|---|---|--------|--------|------------------|------------|
| | A | B | C | | | | |
| 1 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 18 | oke |
| 2 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | x | 18 | error |
| 3 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 18 | oke |
| 4 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 18 | oke |
| 5 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 18 | oke |
| 6 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 18 | oke |
| 7 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 18 | oke |
| 8 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 18 | oke |
| 9 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 18 | oke |
| 10 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 18 | oke |
| Percentasi keberhasilan | | | | | | | 90% |

Dilihat dari Tabel V, pengujian ke 2 terjadi kegagalan pada vacuum, hal ini disebabkan karena posisi box yang kurang presisi sehingga posisi karet vacuum pad tidak sempurna yang mengakibatkan ada celah udara yang bocor sehingga tidak berhasil untuk dihisap dan diangkat.



Setelah dilakukan pengujian maka dilakukan perhitungan persentasi keberhasilan proses untuk melihat tingkat keberhasilan alat dengan persamaan di bawah ini:

$$\text{Persentase Keberhasilan} = \frac{\text{jumlah pengujian} - \text{jumlah gagal}}{\text{jumlah pengujian}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Persentase Keberhasilan} = \frac{10 - 1}{10} \times 100 = 90\%$$

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel V, dapat dilihat bahwa alat bekerja dengan baik sebesar 90% dari rata-rata 10 kali percobaan, siklus kerja penumatik yang melibatkan silinder A,B,C dan vacuum memerlukan waktu 18 detik dalam memindahkan box sejauh 15cm, hal ini menunjukkan waktu siklus kerja sistem singkat karena mekanisme gerakannya lebih sederhana dibandingkan dengan lengan robot berbasis motor servo, sehingga meningkatkan efisiensi waktu operasionalnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian sistem pemindah box berbasis pneumatic yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil bekerja dengan baik dengan tingkat keberhasilan 90% dan rata-rata waktu proses 18 detik dengan jarak pindah box 15cm. Sistem pneumatik berbasis PLC yang dikembangkan memiliki keunggulan dalam kesederhanaan mekanik, kecepatan respon, dan kemudahan pengendalian dibandingkan sistem pemindah barang berbasis motor listrik atau konveyor pada skala yang sama. Oleh karena itu, sistem ini layak diterapkan sebagai solusi otomasi industri skala kecil serta sebagai media pembelajaran untuk memahami prinsip kerja dan integrasi sistem elektro-pneumatik berbasis PLC.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada Ketua Laboratorium otomasi Teknik Elektro Polbeng beserta laboran, Tim Peneliti, dan Tim Jurnal Elkolind yang telah meluangkan waktu membuat template ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yudianingsih, Y., Utari, E.L. and Mustiadi, I. (2022) 'Sistem Perancangan Robot Pemindah Barang Berbasis Line Follower', *Jurnal Teknologi Informasi*, 17(1), pp. 36-43
- [2] Andreansyah,M.rio,(2023) 'Rancang Bangun Trainer Alat Pemindah Barang Menggunakan Outsel PLC Nano V.5.2'.Tugas Akhir, Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis.
- [3] Kurniawan, Ari., Porawati, Hilda., Aminah, Siti., (2021) 'Rancang Bangun Alat Peraga Sistem Pneumatik dan Pengujian Dua Silinder Kerja Ganda Bergerak Bersamaan Secara Terus-Menerus' *Jurnal Inovator*, 4(2), pp. 27-31.
- [4] Gemilang, B., Nurpela, L. and Saragih, Y . (2020) 'Implementasi Outseal PLC pada Automatic Duck Egg Washing Machine', *Multinetics*, 6(2), pp. 177-127.
- [5] Wahyudi, E., Amri, H and syarif, I., (2020) 'Sistem Pengemasan Dengan Metode Sortasi Pengaturan Kecepatan Konveyor Berdasarkan Ukuran Kemasan Menggunakan Outseal PLC Nano V.4 dan HAIWELL SCADA'. *PatJou*, 4(2), pp.101-108
- [6] Nadin, E S., Madhaneesh, A., Sathiesh, G V and Arusn Jayakar, S., (2023) 'PLC Based Material Transfer Operation in Industrial Applications'. *International Journal of Creative Research Thoughts(IJCRT)*, 11(10), pp.154-162
- [7] Mahdy, E and Pangaribowo, T., (2024) 'PLC Based Material Transfer Operation in Industrial Applications'. *Journal of Electronics Technology Exploration*, 2(2), pp.43-48
- [8] Cempaka, F., Muid, A and Ruslianto, I., (2016) 'Rancang Bangun Lengan Robot Sebagai Alat Pemindah Barang Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Fotodioda'. *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, 4(2), pp.57-67
- [9] Saleh, M, S., Mohammed, K, G., Al-Sagar, Z, S and Sameen, A, Z., (2018) 'Design and Implementation of PLC-Based Monitoring and Sequence Controller Sistem'. *Jour of Adv Research in Dynamical & Control Sistem*, 10(2), pp.2281-2289
- [10] Asmara, D, Y., Endryansyah., Tjahaningtjas, R,H,P,A dan Rusimamto, P,WZ., (2024) 'Perancangan Sistem Transfer Station Barang Pada Sistem Penyortiran Otomatis Menggunakan Teknologi Elektro-Pneumatik'. *Jurnal Teknik Elektro*, 13(2), pp.174-181

