

Rancang Sistem Automasi *Pick and Place* Kontaktor Menggunakan Robot Manipulator

Wahyu Fadhilah Ramadhan¹, Fivia Eliza²

¹Teknik Elektro Industri/Teknik Elektro/Fakultas Teknik/Universitas Negeri Padang

*Corresponding author, wahyufadillahramadhan@gmail.com

Abstrak

Salah satu permasalahan yang sering dialami oleh perusahaan industri produksi adalah proses pemindahan barang dari satu tempat ke tempat lain atau disebut juga dengan *pick and place*, yang masih menggunakan tenaga manusia. Menimbang sifat manusia yang mempunyai rasa jenuh dan mudah lelah hal tersebut memungkinkan terjadinya human error seperti tidak presisinya suatu proses perakitan dan output yang dihasilkan juga tidak konstan. Pada penelitian kali ini bertujuan untuk menerapkan Robot Manipulator sebagai media *pick and place* guna meningkatkan produktivitas perusahaan. Penerapan sistem automasi menggunakan robot manipulator 6 Axis dengan bantuan 2 cylinder gripper pada robot. Robot manipulator yang digunakan pada penelitian kali ini adalah EPSON ROBOT C4. Cara kerja alat ini adalah dengan menggunakan sensor photoelectric sebagai pendeteksi produk, jika produk terdeteksi oleh sensor, maka sensor akan mengirimkan sinyal kepada robot, lalu robot akan mengambil produk, dan meletakkan produk pada tempat yang di tentukan. Untuk penerapan alat ini diperlukan settingan parameter yang robot yang tepat untuk dapat mendapatkan hasil yang optimal. Dilakukan percobaan sebanyak 50 kali dengan 4 jenis produk dan menggunakan 2 variabel yang berbeda yaitu torque dan speed robot. Dan dilakukan perbandingan data output yang dikerjakan secara manual oleh manusia dan robot. Setelah melakukan pengujian dan analisa dapat diambil kesimpulan bahwa sistem *pick and place* ini dapat bekerja dengan baik jika robot di setting 100%, dan output yang dihasilkan oleh robot meningkat signifikan di banding yang dikerjakan secara manual.

INFO.

Info. Artikel:

No. 535

Received. October, 11, 2023

Revised. October, 22, 2023

Accepted. October, 23, 2023

Page. 841- 852

Kata kunci:

- ✓ *Pick And Place*
- ✓ *Torque*
- ✓ *Robot Manipulator*
- ✓ *EPSON ROBOT C4*
- ✓ *Sensor Photoelectric*
- ✓ *Cylinder Gripper*

Abstract

One of the problems often experienced by industrial production companies is the process of moving goods from one place to another, also known as pick and place, which still uses human power. Considering the human nature of feeling bored and easily tired, this allows human error to occur, such as the assembly process being inaccurate and the resulting output also not being constant. This research aims to apply the Robot Manipulator as a pick and place medium to increase company productivity. Implementation of an automation system using a 6 Axis robot manipulator with the help of 2 gripper cylinders on the robot. The manipulator robot used in this research is the EPSON ROBOT C4. The way this tool works is by using a photoelectric sensor as a product detector. If the product is detected by the sensor, the sensor will send a signal to the robot, then the robot will pick up the product, and place the product in its place. desired. Applying this tool requires setting the correct robot parameters to get optimal results. Experiments were carried out 50 times with 2 different variables, namely torque and robot speed. And a comparison of the data output carried out manually by humans and robots was carried out. After conducting testing and analysis, it can be concluded that this pick and place system can work well if the robot is set to 100%, and the output produced by the robot increases significantly compared to what is done manually.

PENDAHULUAN

Pada era revolusi industri 4.0 ini, perkembangan ilmu pengetahuan tentang otomatisasi suatu barang sudah berkembang pesat. Dilihat dari semakin bertambahnya kebutuhan untuk meningkatkan produktivitas, dan memerlukan waktu yang cepat untuk mendapatkan target yang ingin dicapai.

Semakin bertambahnya permintaan maka ongkos produksi untuk membayar upah pekerja akan semakin meningkat, sedangkan harga yang diinginkan seminimal mungkin. Pada umumnya operator industri mengontrol dan memantau proses industri melalui saklar tombol tekan, ini berarti industri harus mempertahankan operator untuk selalu berada pada lokasi selama aktifitas produksi berlangsung. Menimbang sifat manusia yang mempunyai rasa jenuh dan mudah lelah hal tersebut memungkinkan terjadinya *human error* seperti tidak presisinya suatu proses perakitan dan *output* yang dihasilkan juga tidak konstan [1].

Salah satu permasalahan yang sering dialami oleh perusahaan industri adalah proses pemindahan kontaktor dari satu tempat ke tempat lain atau disebut juga dengan *pick and place* [2], yang masih menggunakan tenaga manusia. Dilihat dari sifat manusia yang disebutkan tadi, tentu perusahaan akan lebih sulit untuk mengukur kinerja dari operator industri. Sehingga output yang dihasilkan tidak dapat dikontrol. Hal ini merupakan alasan kuat bagi industri, untuk memilih menggunakan robot sebagai pengganti operator yang memiliki berbagai fungsi, mempunyai lingkungan kerja sangat fleksibel, dengan biaya produksi yang rendah dan cycle time yang konstan sehingga output yang dihasilkan akan dapat lebih terkontrol [3]. Munculnya robot dan teknologi robot mengubah berbagai aspek kehidupan manusia, mulai dari industri manufaktur dan kesehatan hingga transportasi dan hiburan Robot dapat melakukan tugas dengan efisiensi, akurasi, dan kecepatan yang lebih tinggi daripada manusia, sehingga meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya [4].

Dalam *survey* yang diadakan oleh *word economic forum* pada tahun 2018 dilihat dari *rasio* jam kerja antara manusia dan mesin menunjukkan presentase yang dihasilkan oleh kerja mesin diantara tahun 2018 hingga 2022 akan mencapai dua kali lipat lebih efektif pada tahun 2022 yang mana ini membuktikan bahwa sistem otomatisasi pada mesin – mesin industri menjadi salah satu faktor penting dalam peningkatan efektifitas industri dapat dilihat dari aktifitas kerja manual dikerjakan 31% pada tahun 2018 dan mencapai 44 % pada tahun 2022 selanjutnya kegiatan yang kompleks dan bersifat teknis di kerjakan mesin mencapai 34% pada tahun 2018 sementara meningkat hingga 46% di tahun 2022. Sementara itu untuk proses pengolahan data yang di kerjakan mesin pada tahun 2018 adalah 47% dan mampu mencapai 62% pada tahun 2022. Ini berarti sistem otomatisasi yang sudah di implementasikan pada industri memiliki peningkatan kualitas dan efektifitas yang lebih baik [5].

Robot adalah sejenis peralatan otomasi yang menggabungkan berbagai teknologi canggih seperti mesin, elektronik, kontrol, komputer, dan sensor[6]. Robot merupakan salah satu teknologi otomasi dan dapat menjalankan beberapa tugas tanpa perlu bantuan manusia [7]. Robot memiliki bentuk beragam, sesuai dengan fungsionalnya, pada penelitian kali ini akan membahas mengenai robot lengan[8].

Robot lengan, juga dikenal sebagai lengan robot atau manipulator[9], adalah jenis robot yang memiliki lengan mekanis yang dirancang untuk melakukan berbagai tugas. Seperti pada proses pembuatan, perakitan, dan pengemasan[10]. Robot lengan biasanya dilengkapi dengan *multiple joint* yang memungkinkannya bergerak dan memanipulasi objek dengan tingkat akurasi dan presisi yang tinggi[11]. Jumlah *joint* dapat bervariasi tergantung pada aplikasi spesifik dan tingkat ketangkasan yang diperlukan[12]. Robot lengan umumnya digunakan dalam manufaktur otomotif, produksi elektronik, dan industri lain yang membutuhkan tingkat presisi dan pengulangan yang tinggi[13]. Mereka mampu melakukan tugas dengan kecepatan dan akurasi yang lebih tinggi daripada manusia[14] yang mengarah pada peningkatan produktivitas dan pengurangan biaya[15]. Hasil akhir yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah dapat menciptakan proses automasi *pick and place* barang menggunakan robot manipulator yang dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi waktu dan output yang dihasilkan akan lebih terkontrol serta mengurangi biaya produksi.

METODE PENELITIAN

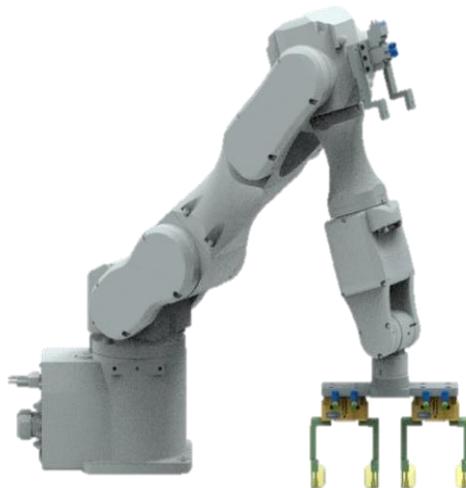
Metode yang digunakan pada perancangan dan pembuatan sistem pada alat ini adalah menggunakan metode percobaan. Perancangan sistem alat merupakan suatu tahapan dari proses perencanaan sebelum melakukan pembuatan alat. Perancangan dan pembuatan sistem dari alat digunakan untuk menentukan komponen penyusun dari suatu alat yang akan dibuat, sehingga hasil akhir yang didapatkan sesuai dengan yang diinginkan. Perancangan dan pembuatan sistem alat ini

menjelaskan mengenai blok diagram, prinsip kerja rangkaian, perancangan hardware dan software sebagai langkah pertama atau pedoman dalam perancangan maupun pembuatan dimana agar nantinya sesuai dengan sistem alat yang telah dirancang dan diharapkan.

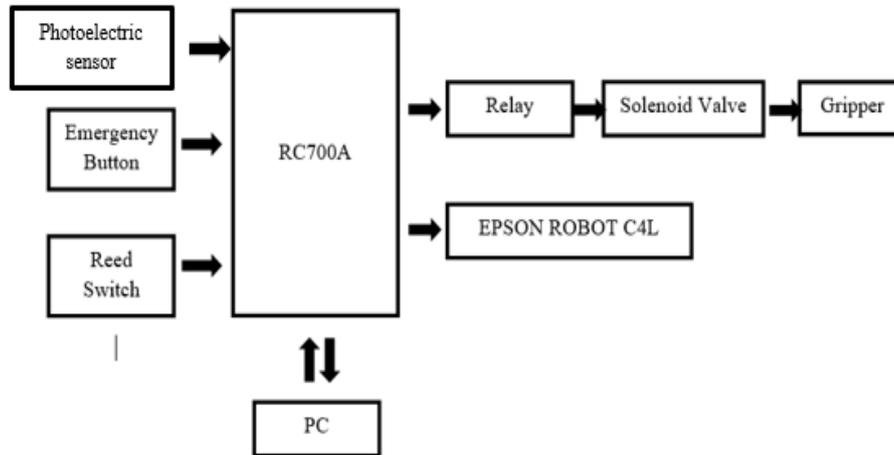
Eksperimental atau metode percobaan dilakukan dalam sistem alat berupa blok diagram yang dirancang. Berdasarkan Gambar 2 dari keseluruhan sistem, fungsi dari masing-masing diagram blok adalah sebagai berikut:

1. Sensor photoelectric berfungsi sebagai sensor yang akan mendeteksi barang dengan kondisi 1 ketika ada barang atau 0 dalam kondisi kosong
2. Sensor Reed Switch berfungsi untuk mengetahui kondisi cylinder pada saat tertutup dan terbuka
3. Emergency button berfungsi sebagai tombol yang memutus saklar on pada robot untuk menghindari tabrakan saat proses set up
4. RC 700A merupakan controller dari robot, berfungsi untuk mengontrol robot, menerima data dari input sensor, mengeluarkan output berupa 24 V_{DC} dan sebagai penghubung antara PC dan robot
5. Solenoid valve berfungsi untuk mengontrol silinder, jika valve diberi tegangan maka valve akan terbuka dan silinder akan menutup, begitupun sebaliknya
6. Silinder Gripper berfungsi sebagai aktuator untuk mengambil barang
7. PC berfungsi sebagai media untuk melakukan pemrograman terhadap robot

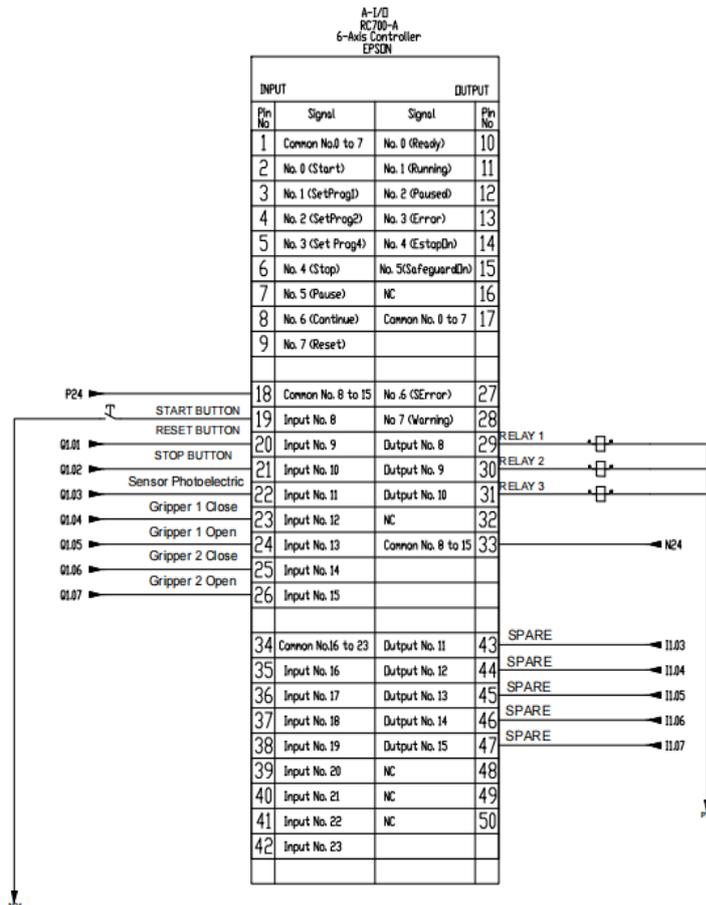
Rangkaian keseluruhan sistem alat yang sedang dibangun dan rangkaian keseluruhan dibuat dengan menggunakan sebuah aplikasi rancangan schematic yakni aplikasi AutoCad. Prinsip kerja dari sistem alat ini ditunjukkan pada *flowchart* pada Gambar 3. *Flowchart* ini dibuat untuk memudahkan memahami suatu alat. Dengan adanya *flowchart* dapat menunjukkan secara jelas pengendalian algoritma dan bagaimana proses dari pelaksanaan rangkaian kegiatan atau sistem kerja alat yang dibuat.



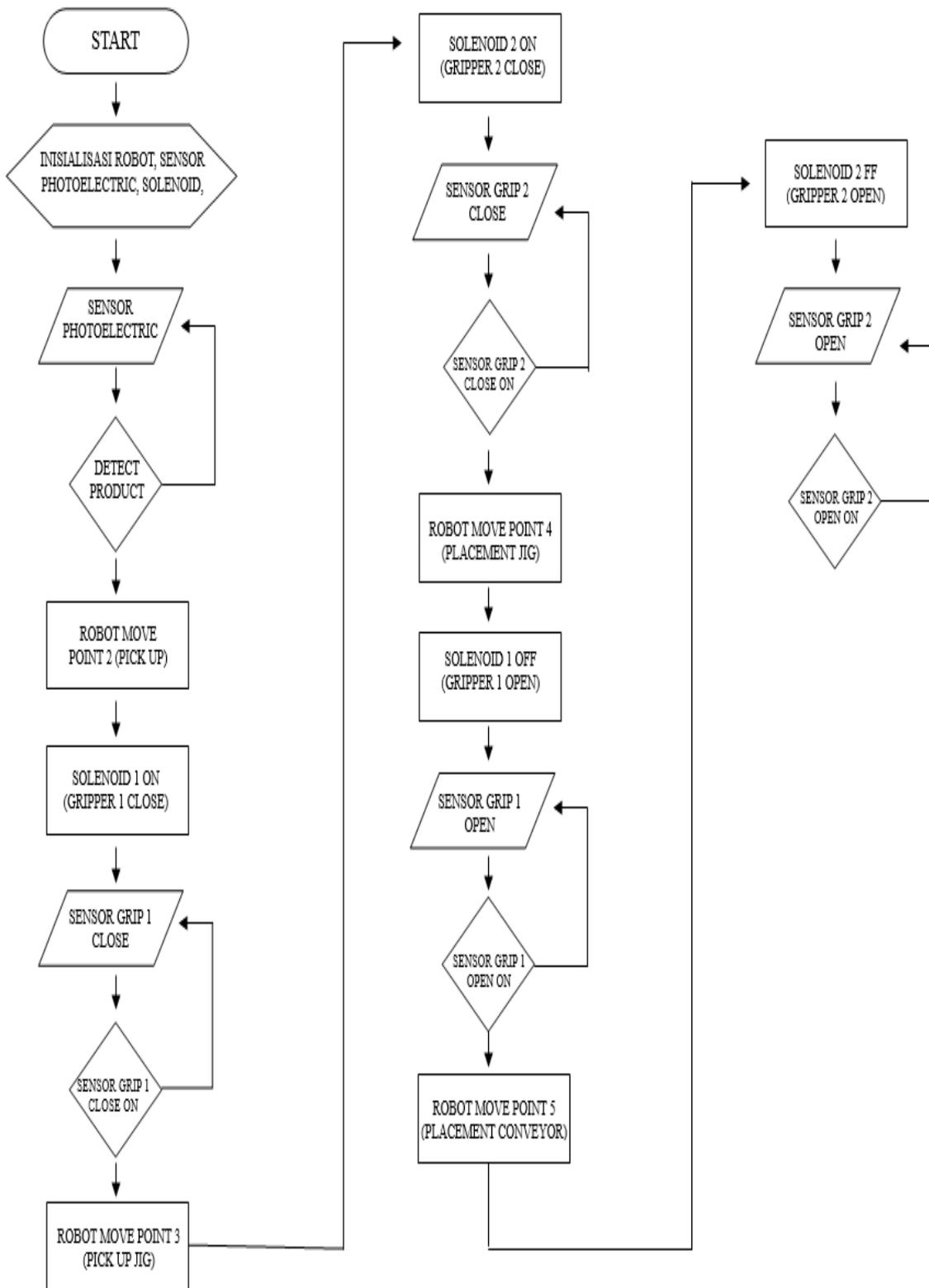
Gambar 1. Robot dan silinder



Gambar 2. Blok diagram



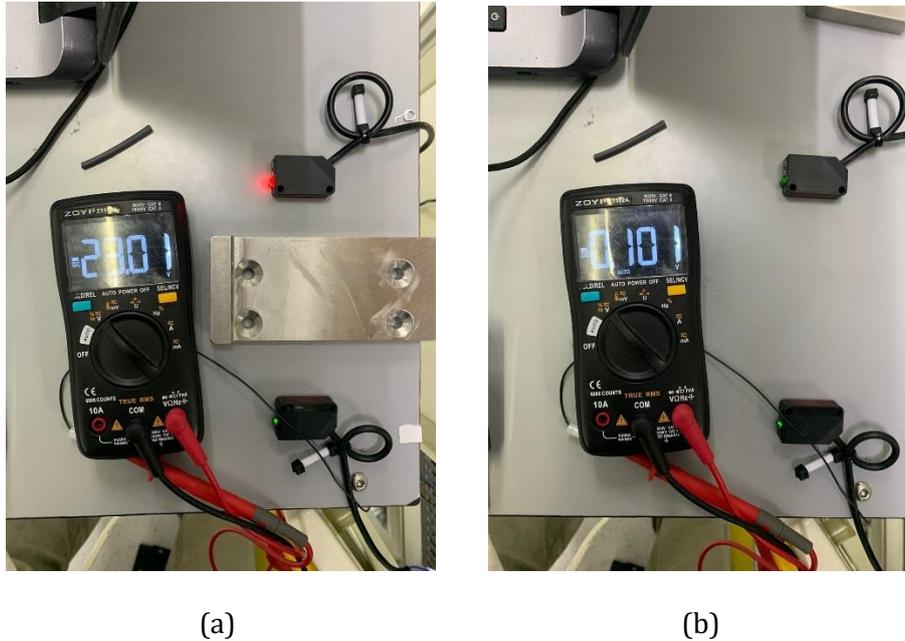
Gambar 3. Rangkaian I/O robot



Gambar 4. Flowchart sistem alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sensor *phototelectric* bertujuan untuk melihat serta mengukur nilai tegangan output yang dikeluarkan ketika sensor dalam keadaan terhalang benda dan tidak. Dimana tegangan yang didapatkan dari hasil pengukuran ialah sebesar 23.01 V_{DC} ketika tidak adanya halangan dan 0.101 V_{DC} ketika adanya halangan.



Gambar 5. Hasil pengukuran tegangan sensor photoelectric (a) terhalang (b) tidak terhalang

Dari gambar 5 hasil pengukuran yang didapatkan melalui multimeter dengan kondisi pengukuran pada sensor photoelectric dengan 4 titik pengukuran Adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan photodiode tanpa halangan

Titik pengukuran	Tegangan pemakaian	Tegangan terukur
TP1	24 V _{DC}	23.01 V _{DC}
TP2	24 V _{DC}	23.01 V _{DC}
TP3	24 V _{DC}	23.01 V _{DC}
TP4	24 V _{DC}	23.01 V _{DC}

Pengujian solenoid valve bertujuan untuk melihat serta mengukur nilai tegangan output yang dikeluarkan ketika solenoid valve dalam keadaan tertutup benda dan terbuka. Dimana tegangan yang didapatkan dari hasil pengukuran ialah sebesar 24.07 V_{DC} ketika dalam keadaan terbuka atau diberi tegangan dan 0.013 V_{DC} ketika tertutup atau tidak diberi tegangan



(a)



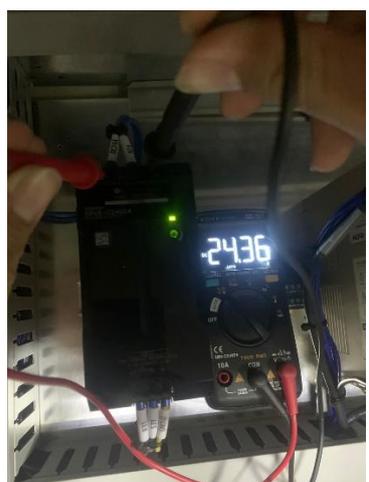
(b)

Gambar 6. Hasil pengukuran tegangan solenoid valve (a) saat tertutup (b) saat terbuka

Pengujian *power supply* bertujuan untuk melihat serta mengukur nilai tegangan output yang dikeluarkan oleh *power supply*. Dimana tegangan input yang didapatkan dari hasil pengukuran ialah sebesar 188.4 V_{AC}. Dan tegangan output yang dihasilkan 24.36 V_{DC}.



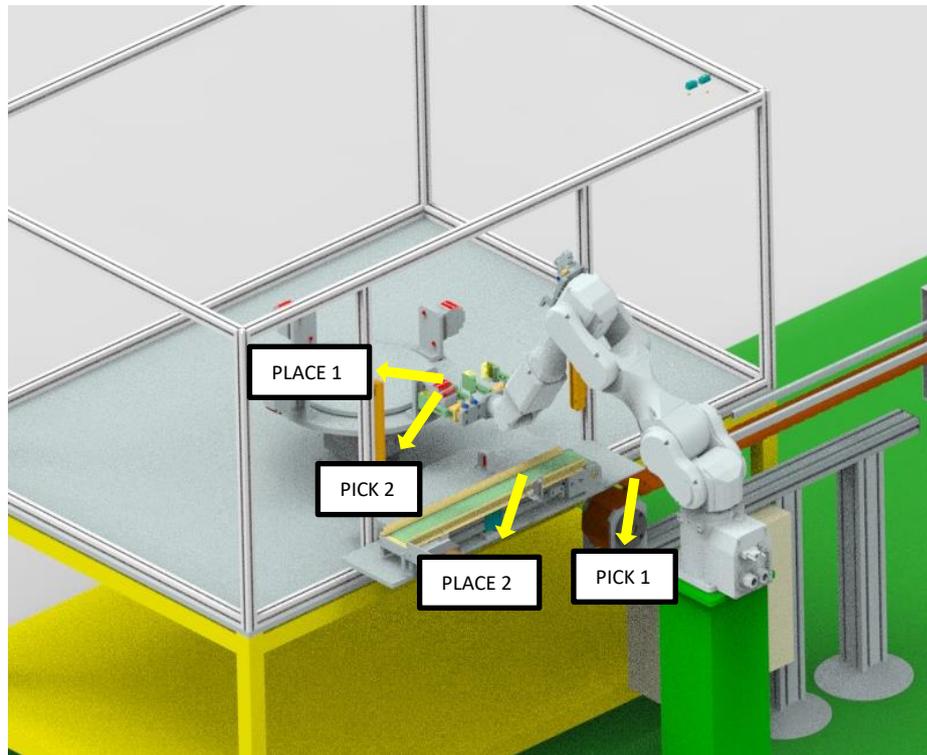
(a)



(b)

Gambar 7. Hasil pengukuran tegangan power supply (a) tegangan input (b) tegangan output

Setelah sistem kontrol dan instalasi selesai dibangun, maka sistem diuji untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sesuai dengan rancangan awal. Sistem diuji dengan memberi instruksi untuk mengambil dan meletakkan barang secara berulang sebanyak 50 kali menggunakan menggunakan 4 variabel *torque* dan *speed* yang berbeda guna mendapatkan parameter yang tepat untuk digunakan pada 4 jenis produk yang berbeda. Data yang diambil saat proses percobaan dari robot adalah seberapa banyak tingkat kegagalan dari setiap variabel dan parameter yang terbaik digunakan untuk ke 4 produk



Gambar 8. Pengujian *pick and place*

Pada pengujian menggunakan product AC size 1 ini dengan berat product 250 gram. Setelah dilakukan Percobaan dengan 4 variasi speed dan torque dan nilai tekanan angin sebesar 6 bar, Cylinder gripper dapat dengan erat menggenggam kontaktor dan robot tidak mengalami error. Untuk product jenis ini dengan berat 250 gram dan berat total silinder gripper 2,2 kg, nilai speed pada robot dapat di set ke level maximum. Untuk torque nya dapat di set ke 50%. Karena payload maximum robot sebesar 4 Kg, product ini masih berjalan dengan lancar dengan setingan torque rendah

Tabel 2. Pegujian dengan produk 1

No	Speed	Torque	Error	Action
1	70%	50%	No Error	No Error
2	70%	100%	No Error	No Error
3	100%	50%	No Error	No Error
4	100%	100%	No Error	No Error

Pada pengujian menggunakan product AC size 2 ini dengan berat product 450 gram. Setelah dilakukan Percobaan dengan 4 variasi speed dan torque dan nilai tekanan angin sebesar 6 bar, Cylinder gripper dapat dengan erat menggenggam kontaktor dan robot tidak mengalami error. Untuk product jenis ini dengan berat 450 gram dan berat total silinder gripper 2,2 kg, nilai speed pada robot dapat di set ke level maximum. Untuk torque nya dapat di set ke 50%. Karena payload maximum robot sebesar 4 Kg, product ini masih berjalan dengan lancar dengan setingan torque rendah

Tabel 3. Pegujian dengan produk 2

No	Speed	Torque	Error	Action
1	70%	50%	No Error	No Error
2	70%	100%	No Error	No Error
3	100%	50%	No Error	No Error
4	100%	100%	No Error	No Error

Pada pengujian menggunakan product DC Size 1 ini dengan berat product 650 gram. Setelah dilakukan Percobaan dengan 4 variasi speed dan torque dan nilai tekanan angin sebesar 6 bar, Cylinder gripper dapat dengan erat menggenggam kontaktor dan robot tidak mengalami error. Untuk product jenis ini dengan berat 650 gram dan berat total silinder gripper 2,2 kg, nilai speed pada robot dapat di set ke level maximum. Untuk torque nya dapat di set ke 50%. Karena payload maximum robot sebesar 4 Kg, product ini masih berjalan dengan lancar dengan setingan torque rendah

Tabel 4. Pegujian dengan produk 3

No	Speed	Torque	Error	Action
1	70%	50%	No Error	No Error
2	70%	100%	No Error	No Error
3	100%	50%	No Error	No Error
4	100%	100%	No Error	No Error

Pada pengujian menggunakan product DC size 2 ini dengan berat product 850 gram. Setelah dilakukan Percobaan dengan 4 variasi speed dan torque dan nilai tekanan angin sebesar 6 bar, Cylinder gripper dapat dengan erat menggenggam kontaktor dan tetapi robot mengalami error saat percobaan dengan nilai torque 50%. Error terjadi pada saat proses mengangkat product dan saat peletakan product ke jig. Ini disebabkan karena torsi yang dibutuhkan robot untuk mengangkat product kurang. Untuk product jenis lebih baik menggunakan settingan default dari robot karena dilihat dari berat product maka torsi yang di perlukan juga lebih besar

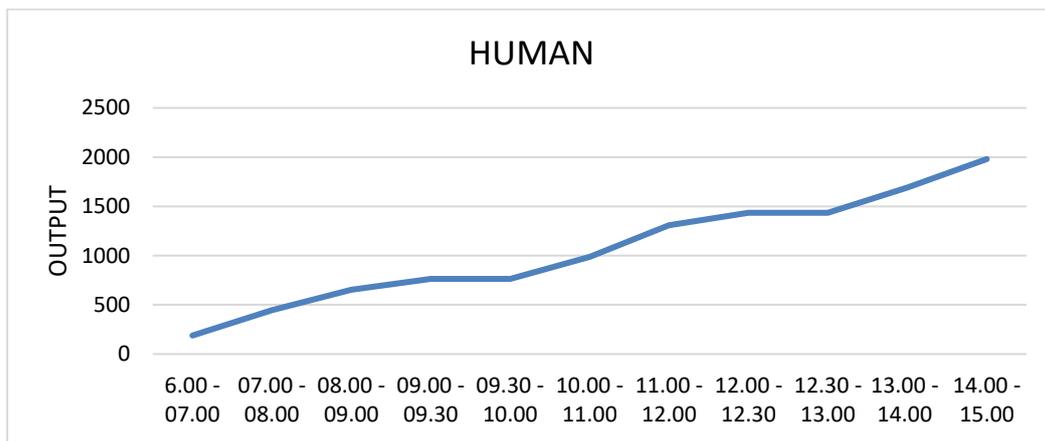
Tabel 5. Pegujian dengan produk 4

No	Speed	Torque	Error	Action
1	70%	50%	Robot Error pada saat akan mengangkat product, karena torsi yang diberikan robot terlalu kecil untuk mengangkat product di percobaan ke 12,20, 41	Setting torque ke default
2	70%	100%	No error	No error
3	100%	50%	Robot Error pada saat akan mengangkat product, karena torsi yang diberikan robot terlalu kecil untuk mengangkat product di percobaan ke 1, 19,31,42,47	Setting torque ke default
4	100%	100%	No error	No error

Pengujian dengan menggunakan tenaga manusia dan robot mendapatkan hasil yang cukup signifikan. Pengujian dilakukan dalam 1 *shift* . Dimana 1 *shift* itu sama dengan 8 jam kerja

Tabel 6. Pegujian dengan manusia

JAM	OUTPUT
06.00 - 07.00	188
07.00 - 08.00	444
08.00 - 09.00	652
09.00 - 09.30	764
09.30 - 10.00	764
10.00 - 11.00	988
11.00 - 12.00	1308
12.00 - 12.30	1436
12.30 - 13.00	1436
13.00 - 14.00	1692
14.00 - 15.00	1980

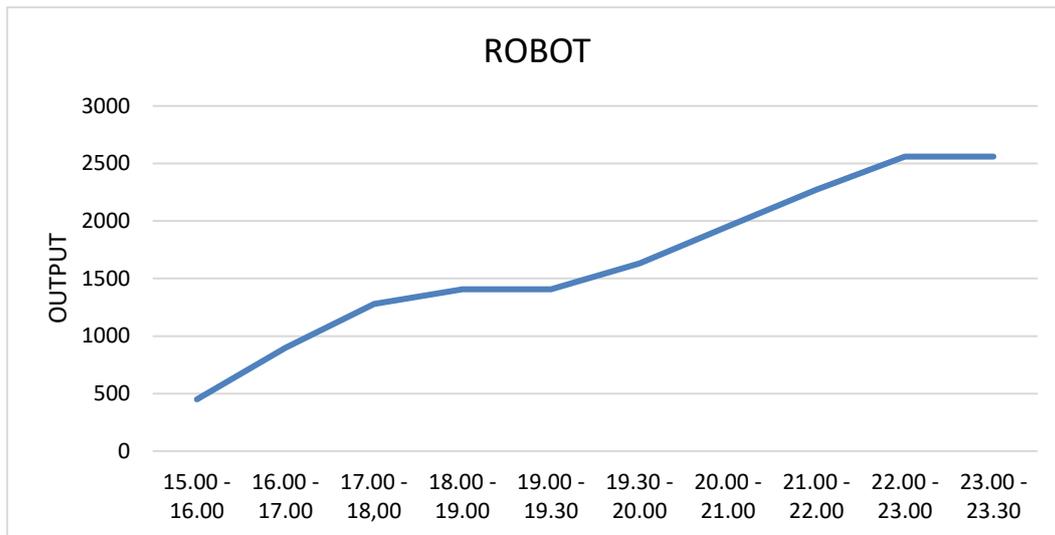


Gambar 9. Pengujian *pick and place* dengan manusia

Dari gambar 9. Dapat dilihat bahwa pengujian menggunakan tenaga manusia mendapatkan output sebanyak 1980 pcs dalam 8 jam

Tabel 6. Pegujian dengan robot

JAM	OUTPUT
15.00 - 16.00	450
16.00 - 17.00	900
17.00 - 18.00	1280
18.00 - 19.00	1408
19.00 - 19.30	1408
19.30 - 20.00	1632
20.00 - 21.00	1952
21.00 - 22.00	2272
22.00 - 23.00	2560
23.00 - 23.30	2560



Gambar 10. Pengujian pick and place dengan robot

Dari gambar 10. Dapat dilihat bahwa pengujian menggunakan robot mendapatkan hasil sebanyak 2560 pcs dalam 8 jam. Ini bisa lebih banyak lagi jika *supply material* lebih cepat. Hasil yang didapatkan robot cukup signifikan, dilihat dari output per jam dan output 1 shiftnya

KESIMPULAN

Dari percobaan yang dilakukan yaitu merancang *sistem pick and place*, didapatkan data bahwa settingan speed dan torque robot 100%, merupakan settingan yang dapat dijalankan dengan 4 produk kontaktor. Dapat disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik jika parameter robot diatur maksimal. Karena beban gripper dan kontaktor yang cukup berat, robot tidak dapat dijalankan secara optimal dengan nilai torque dibawah 100% pada produk yang terberat. Untuk perbandingan output yang dihasilkan robot cukup signifikan dilihat dari output per-jam dan per 1 shift. Ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan robot lebih optimal dan dapat meningkatkan produktivitas perusahaan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anita Awang¹, Ahmad Nur Aizat Ahmad, Md Fauzi Ahmad. "Revolusi Industri 4.0: Gambaran Awal Impak kepada Prestasi Operator Pengeluaran Akibat Peralihan Kerja Secara Konvensional kepada Automasi", *Research in Management of Technology and Business* Vol. 3 No. 2 (2022) 344-352.
- [2] Kit, W. S., & Venkatratnam, C. Pick and Place Mobile Robot for the Disabled through Voice Commands. 2016 2nd IEEE International Symposium on Robotics and Manufacturing Automation (ROMA), (pp. 3-6). 2016.
- [3] Priyambada Mishra, Riki Patel, Trushit Upadhyaya, Arpan Desai "Review of Development Of Robotic Arm Using Arduino UNO", *International Journal on Recent Researches in Science, Engineering and Technology*, ISSN: 2348-3105 Volume 5, Issue 5, May 2017.
- [4] M.A.K. Bahrin, M.F. Othman, N.H.N. Azli, M.F. Talib, *Industry 4.0: a review on industrial automation and robotic*, *Jurnal Teknologi* 78. 2016. 6-13.
- [5] L. Parinduri dkk., *Manajemen Operasional: Teori dan Strategi*. Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [6] G. Lee, "Advances in Automation and Robotics," in *International Conference on Automation and Robotics 2011 (ICAR 2011)*, Newark, 2011.
- [7] E. Sitompul and Sodri, "Prototipe Manipulator Lengan Robot Berbasis Arduino dengan Metoda Kendali Lead-Through," *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, Vols. 6, No. 1, pp. 1-14, 2020.
- [8] E. J. M. Anggi dan Z. Iklima, "Robot Lengan 4 Derajat Kebebasan Menggunakan Tampilan Antarmuka Pengguna Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 3, hlm. 134-140, 2021.
- [9] Hidayat, Syahroni, dan Ardi. (2016) Perancangan dan Pembuatan Gripper Sebagai Komponen Robot 6 Axis Pada Proses Otomatisasi Product Handling Mesin Plastik Injeksi. *Jurnal Teknik Produksi & Proses Manufaktur, Politeknik Manufaktur Astra* (5) 1, 5-6
- [10] V. K. Banga, Jasjit Kaur, R. Kumar, Y. Singh "Modeling and Simulation of Robotic Arm Movement using Soft Computing", *International Journal of Mechanical And Mechatronics Engineering*, Vol:5, No:3, 2011

- [11] F. Supegina and D. Sukindar, "Perancangan Robot Pencapit Untuk Penyotir Barang Berdasarkan Warna Led Rgb Dengan Display Lcd Berbasis Arduino Uno," *Tek. Elektro, Univ. Mercu Buana*, vol. 5, no. 1, pp. 9–17, 2014
- [12] P. Prasetyawan, Y. Ferdianto, S. Ahdan, dan F. Trisnawati, "Pengendali Lengan Robot Dengan Mikrokontroler Arduino Berbasis Smartphone," *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 7, no. 2, hlm. 104–109, Jul 2018, doi: 10.21063/jte.2018.3133715
- [13] T. Aryani dan D. U. Suwarno, "Lengan Robot Penampil Waktu Pada Media Pasir," *Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO AAU)*, vol. 1, no. 1, 2019
- [14] H. D. Siswaja, "Prinsip Kerja dan Klasifikasi Robot," *Media Inform.*, vol. 7, no. 3, pp. 147–157, 2008..
- [15] L. Parinduri dkk., *Manajemen Operasional: Teori dan Strategi*. Yayasan Kita Menulis, 2020