# Desain dan Implementasi Vending Machine Obat Berbasis Mikrokontroller untuk mendukung Pendistribusian Obat

1st Shinvalraus Sains Raihan Kanzu
Teknik Elektro
*Telkom University Surabaya*
Surabaya, Indonesia
shinvalrauskanzu@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Dimas Adiputra B
Teknik Elektro
*Telkom University Surabaya*
Surabaya, Indonesia
dimasze@telkomuniversity.ac.id

3rd Kharisma Monika Dian Pertiwi
Informatika
*Telkom University Surabaya*
Surabaya, Indonesia
kharismamonikadp@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak — Pada era saat ini kesehatan menjadi salah satu aspek yang dipertimbangkan oleh pemerintah. Hal tersebut ditandai dengan anggaran APBN negara sebesar 5% hingga 10% yang diperuntukkan untuk kesehatan. Sesuai dengan UU nomor 36 tahun 2009. Dalam dunia kesehatan terdapat beberapa pelayanan kesehatan. Salah satu pelayanan kesehatan adalah layanan kefarmasian. Standar pelayannan kesehatan di Indonesia diatur pada peraturan perundang undangan kementrian No. 73 Tahun 2016 mengatur tentang standar dari pelayanan kefarmasian. Akan tetapi, pelayanan kesehatan dinilai kurang baik oleh masyarakat. Faktor utama yang menjadi kendala yaitu waktu tunggu dan pendistribusian obat kepada pasien yang lama. Penelitian ini menawarkan solusi berupa perancangan sistem yang mendukung vending machine obat. Sistem tersebut terdiri dari sistem elektronik dan sistem mekanik dalam alat dispenser tersebut. Penlitian ini memiliki komponen penting di dalamnya yaitu diantaranya Mikrokontroler, Orange Pi, Motor DC 12V, dan relay. Berdasarkan hasil pengujian, sistem vending machine obat ini sudah berjalan dengan baik dengan *error* pengeluaran obat 1,74%. Sistem *vending machine* ini dapat menghemat durasi pengambilan obat hingga 20 menit lamanya.**

***Kata kunci— Durasi putar, Input permintaan obat, Komunikasi Serial, Motor DC, Pelayanan farmasi***

## I. PENDAHULUAN

Pada era saat ini, kesehatan merupakan salah satu aspek yang menjadi fokus perhatian pemerintah. Pemerintah menganggarkan dana setidaknya 5% dari total APBN dan 10% dari total anggaran APBD. Hal tersebut sesuai dengan UU No. 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan pasal 171. Dalam penelitiannya mongan menjelaskan bahwa alokasi belanja pemerintah dalam kesehatan dan pendidikan berdampak positif pada indeks pembangunan manusia[1]. Terdapat hukum yang mengatur tentang standar pelayanan kefarmasian yaitu pada peraturan perundang undangan kementrian No. 73 Tahun 2016 mengatur tentang standar dari pelayanan kefarmasian[2]. Perlu diketahui bahwa pelayanan yang berdampak langsung pada pasien adalah pelayanan kefarmasian dalam hal seperti pendistribusian obat. Pada kenyataannya beberapa masyarakat merasa kurang puas terhadap pelayanan kefarmasian saat ini. Hal tersebut ditunjukkan pada poli farmasi di RSUD M. Yunus Kota Bengkulu[3]. Tingkat kepuasan pelanggan dinilai dari aspek diantaranya kehandalan, daya tanggap, dan jaminan[4]. Salah satu kekurangan pelayanan kefarmasian terutama pada waktu tunggu dalam pelayanan kefarmasian

Terdapat sistematika yang dapat mengurangi waktu antrian pelayanan obat dengan peningkatan efisiensi 10,8% dari sistem exiting menggunakan metode *Lean Hospital*[5]. Selain itu terdapat penyelesaian menggunakan metode *FCFS* (*first-come first-served*). Upaya peningkatan efisiensi waktu dan ketepatan pelayanan farmasi juga dilakukan dalam bentuk pemodelan sistem berupa *hardware.* Terdapat pengembangan yang mengembangkaan vending machine obat ototmatis untuk pasien penderita tuberkolosis[6]. Akan tetapi, pengembangan sebelumnya masih tidak menyelesaikan permasalahan durasi pengambilan obat. Pada penelitian ini akan terdapat upaya untuk meningkatkan efisiensi waktu dengan merancang sebuah prototipe alat medis berupa vending machine obat otomatis.

Sistem vending machine obat ini diharapkan dapat surasi dalam pengambilan obat. Adapun tujuan dari vending machine ini yaitu

1. Merancang skematik rangkaian elektronika dalam protipe vending machine obat.
2. Merancang alur kerja sistem vending machine obat
3. Mengimplementasikan desain sistem pada vending machine obat otomatis
4. Menentukan jumlah dan pengolahan data yang diambil dari pengujian vending machine obat

## II. KAJIAN TEORI

### A. Pelayanan Kefarmasinan

Pelayanan kefarmasian merupakan kegiatan untuk mengenali, mengantisipasi, dan menuntaskan masalah tentang obat dan masalah yang berhubungan dengan kesehatan[7]. Berdasar laman kemenkes diatas setidaknya terdapat 3 jenis pelayanan farmasian di unit pelayanan kesehatan. Ketiganya diantaranya yaitu pelayanan obat atas resep dokter, pelayanan informasi obat, pelayanan farmasi klinik. Dalam peraturan ketenaga kerjaan No. 51 Tahun 2009 menyatakan jika pekerjaan kefarmasian mencakup pengawasan mutu sediaan farmasi keamanan, penyediaan, penyimpanan dan peredaran atau pendistribusian obat, pengelolaan kefarmasian, pelayanan kefarmasian resep, pelayanan informasi obat, dan pelayanan kefarmasian[8].

### B. Dispensing Obat

Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 73 Tahun 2016 mengatur pelaksanaan praktik kefarmasian di apotek, salah satunya dengan melakukan dispensing. Dispensing merupakan tanggung jawab yang wajib dijalankan apoteker dari diterimanya resep obat hingga penyerahan obat kepada pasien. Dalam penelititan lainnya dispensing memiliki arti yaitu proses pemberian obat kepada pasien tanpa menggunakan tenaga medis[9]. Kesalahan yang sering terjadi yaitu seperti kesalahan dalam pemilihan obat, peresepan obat, kesalahan pemberian dosis, dan kesalahan pemberian waktu minum obat[10].

### C. Motor DC

Motor DC (*Direct Current*) menjadi aktuator yang sering digunakan bayak komponen elektronika contohnya dalam kendaraan seperti kereta, mobil, mesin industri, dan dalam komponen lainnnya. Motor DC juga dapat digunakan dalam pengaplikasian robotika dimana kestabilan dan gerakan yang sesuai dengan sudut yang diinginkan[11]. Maka penggunaan Motor DC dapat direkomendasikan sebagai aktuator dalam berbagai project baik dalam skala industri maupun skala pengujian.

GAMBAR 1
(MOTOR DC)

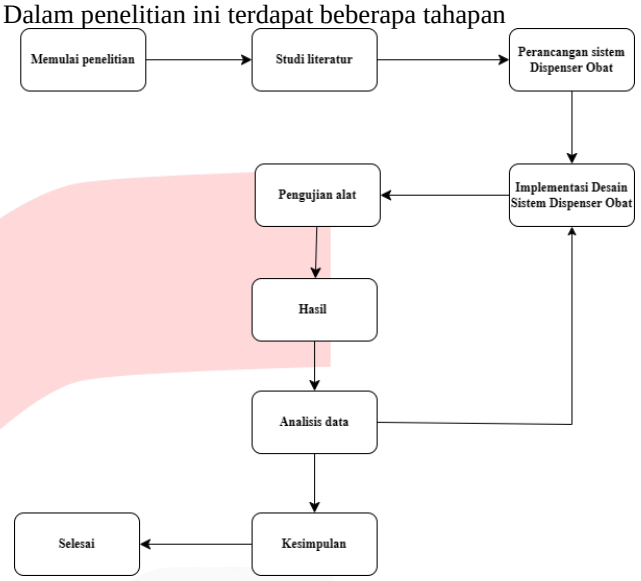
### D. Komunikasi Serial

Komunikasi serial merupakan metode komunikasi untuk mentranfer data dan periperal menggunakan kabel diantara alat yang sama maupun berbeda. Dalam hal ini, komunikasi serial digunakan untuk untuk komunikasi antara microcontroller dan komputer atau perangkat lain[12]. UART/RS-232/RS-485/Modbus atau The Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) merupakan protokol komunikasi yang sering digunakan, terutama dalam komunikasi mikrokontroller dan mikroprosessor[13]. Penggunaan komunikasi serial khususnya UART ini digunakan dalam sistem berbasis FPGA untuk mentransmisikan data dengan frekuensi yang cepat[14]

## III. METODE

### A. Alur Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan. Tahapan pada penelitian ini perlu berjalan secara berurutan agar penelitian berjalan dengan lancar. Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan



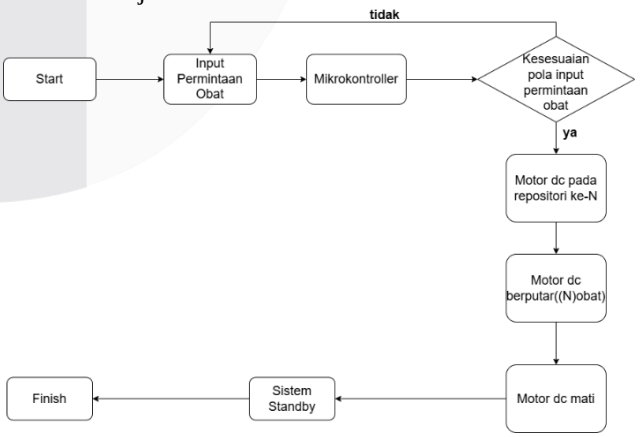

GAMBAR 2
(ALUR PENELITIAN)

Penelitian ini memiliki beberapa tahap yang akan dilalui. Setiap tahap memiliki peran dalam membangun penelititan ini. Tahapan yang dilalui harus sesuai dengan tahapannya.

### B. Desain Sistem

Desain sistem pada penelitian ini memiliki beberapa tahapan sistem bekerja. Tahapan tersebut menggambarkan sistematika vending machine obat ini bekerja. Dalam penelitian ini akan disajikan beberapa skematik dan desain alat.

i. Alur kerja sistem

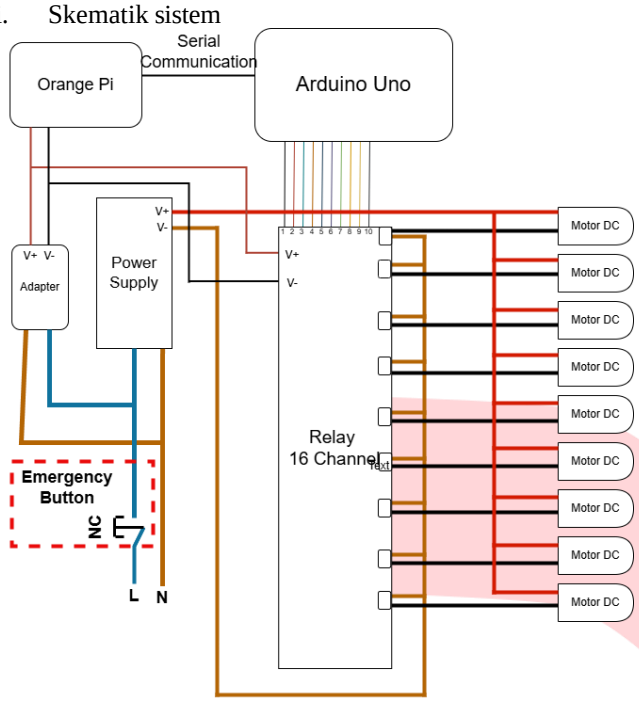



GAMBAR 3
(ALUR KERJA SISTEM)

**GAMBAR 3** mengilustraskan mengenai alur kerja yang digunakan oleh sistem vending machine obat otomatis. Alur

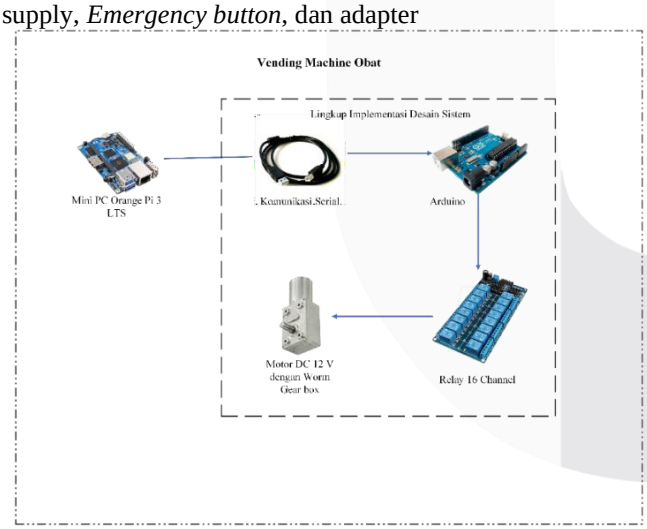
kerja sistem dimulai dengan pembacaan input permintaan obat dari *mini pc*.

ii. Skematik sistem



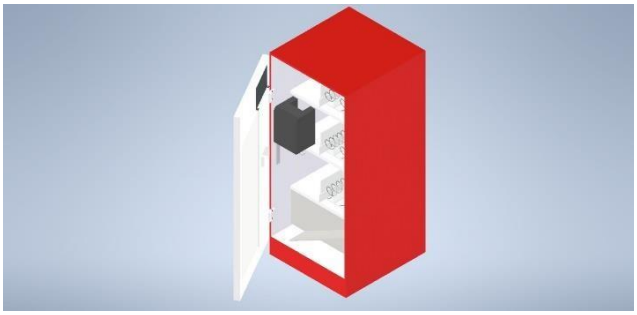

GAMBAR 4
(SKEMATIK RANGKAIAN ELEKTRONIKA)

**GAMBAR 4** mengilustrasikan mengenai skematik *wiring* pada sistem vending machine obat otomatis ini. Dalam ilustrasi tersebut terdapat beberapa komponen yang digunakan. Komponen tersebut diantaranya Orange pi, Arduino Uno, Relay 16 Channel, Motor DC 12V, power supply, *Emergency button*, dan adapter



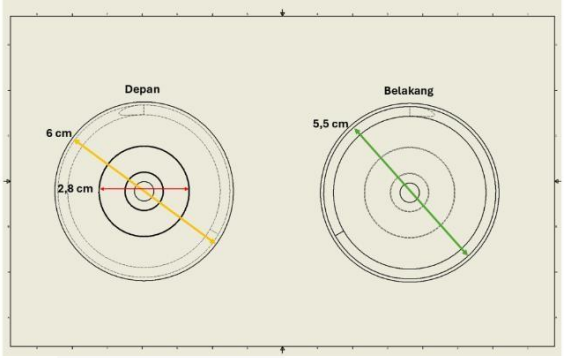

GAMBAR 5
(RANGKAIAN ELEKTRONIKA)

**GAMBAR 5** menunjukkan lingkup komponen dalam pengembangan sistem di dalam vending machine obat. Keempat komponen tersebut diantaranya yaitu terdapat mikrokontroller, relay, dan motor dc 12 v.*Desain vending machine*



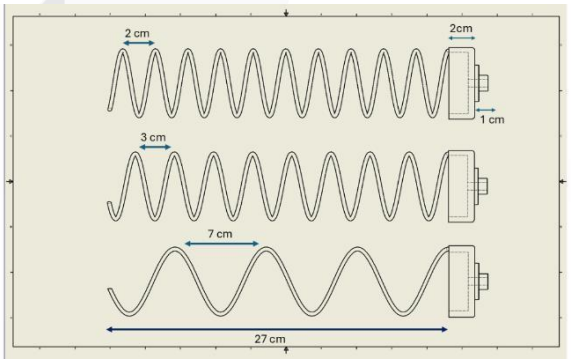
GAMBAR 6
(ILUSTRASI *VENDING MACHINE*)

**GAMBAR 6** merupakan ilustrasi model 3D dari vending machine obat. Ukuran diatas merupakan ukuran estimasi dari prototipe yang dikembangkan. Dalam ilustrasi tersebut terdapat diantaranya layar lcd sebagai masukan input dan *interface* pengguna. Selain itu, dalam ilustrasi tersebut terdapat alas miring yang digunakan untuk mengumpulkan obat dan tempat mengambil obat




GAMBAR 7
(ILUSTRASI TAMPAK SAMPING SPIRAL)

**GAMBAR 7** menunjukan tampak depan dari spiral yang digunakan untuk menampun obat. Seluruh spiral yang dibuat memiliki diameter yang sama antara satu sama lain. Dalam spiral tersebut terdapat sambungan coupler yang digunakan sebagai sambungan antara motor dc dengan spiral.




GAMBAR 8
(TAMPAK SAMPING BERBAGAI UKURAN SPIRAL)

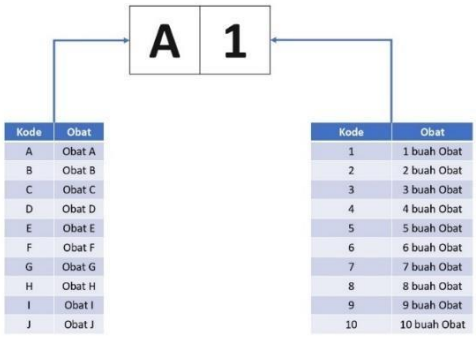
**GAMBAR 8** merupakan ilustrasi dari gambar dua dimensi dari spiral yang digunakan sebagai tempat menampung obat. Spiral tersebut diantaranya memiliki beberapa ukuran ulir yaitu 2cm, 3cm, dan 7 cm.

C. *Sistem Kerja Pemrogaman*

Dalam sistem vending machine obat otomatis ini terdapat input yang akan diberikan. Input tersebut merupakan

data string yang akan diolah dalam sistem. Input yang diberikan ke dalam sistem akan memiliki banyak kombinasi.

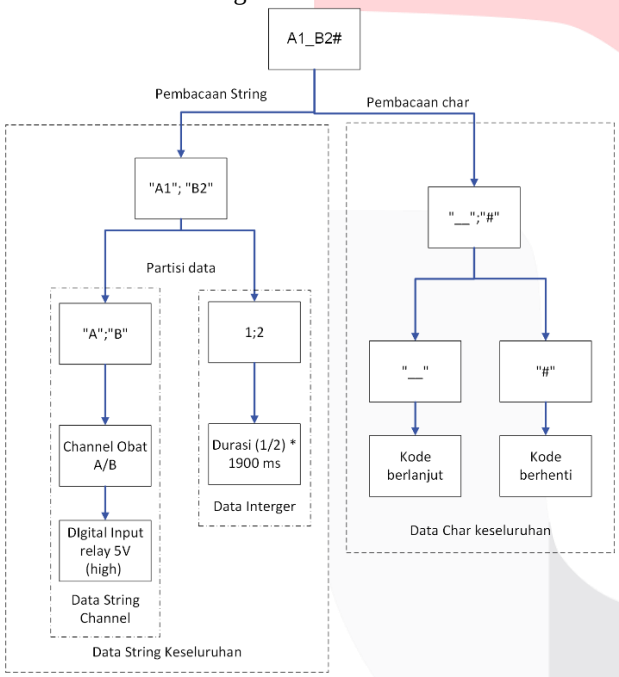
i. Inisiasi channel




GAMBAR 9
(DATA STRING)

**GAMBAR 9** menunujukkan bentuk data string dan kombinasi kedua data yang akan diolah oleh sistem. Kumpulan data string tersebut akan diolah oleh arduino.

ii. Pembacaan Pemograman




GAMBAR 10
(ILUSTRASI PEMBACAAN STRING)

**GAMBAR 10** menunjukkan *flowchart* dari tahapan pembacaan input demand obat. Input demand obat tersebut nantinya akan dibaca oleh sistem dalam beberapa jenis pembacaan karakter. Pembacaan jenis diinisiasikan oleh huruf sedangkan banyak demand obat diinisiasikan oleh angka. Keduanya akan dipartisi sehingga channel relay yang hidup sesuai dengan jenis obat dan banyak obat. Simbol yang terdapat pada

D. Teknik Pengambilan Data

*i. Pengujian putaran spiral setiap channel*

Analisis root mean square digunakan dalam menganalisis hasil kesalahan atau error yang terjadi. Berbeda dengan perhitungan lainnya, RMSE ini ditujukan untuk mengukur deviasi yang terjadi dalam nilai prediksi dengan nilai aktual yang ada. Dalam hal ini nilai prediktif yaitu input yang akan diberikan dalam sistem vending machine obat sedangkan nilai aktual merupakan nilai keluaran obat itu sendiri.

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(O_o - \mathcal{O}_i)^2}}{n} \quad (1)$$

Keterangan,
$O_{out}$ : Keluaran obat
$\mathcal{O}_{in}$ : Demand obat
$n$ : banyak pengujian

Analisis Mean Absolute Percentage Error juga digunakan dalam menganalisa kesalahan yang terjadi pada proses pengeluaran obat. Analisis ini ditujukan untuk merepresentasikan kesalahan yang terjadi pada setiap channel dengan bentuk nilai prosentase.

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=n}^{n} \left| \frac{O_{out} - \mathcal{O}_{in}}{\mathcal{O}_{in}} \right| \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan,
$O_{out}$ : Keluaran obat
$\mathcal{O}_{in}$ : Demand obat
$n$ : banyak pengujian

*ii. Pengujian seluruh repositori obat*

Pengujian melibatkan semua channel yang terdapat dalam lemari pada setiap rak untuk mengeluarkan obat yang menyesuaikan dengan spesifikasi dari ulir dari spiral. Pengujian dilakukan dengan menguji kesembilan rak obat yang berbeda. Dalam pengujian ini terdapat data yang akan diambil yaitu waktu yang digunakan sistem vending ini dalam mengeluarkan obat. Selain itu, pengujian ini juga menguji kembali keakuratan dari masing masing rak untuk mengeluarkan obat. Dalam pengujian ini variabel yang diuji yaitu keberhasilan dari masing masing channel dalam mengeluarkan obat.

*iii. Pengujian konsumsi daya*

Pengujian ini merupakan pengujian yang ditujukan untuk mengetahui konsumsi daya yang digunakan oleh sistem vending machine obat ini. Tujuannya data ini yaitu agar dapat memperkirakan kebutuhan daya yang diperlukan dalam sistem *vending machine* obat ini kedepannya. Dalam pengujian ini sistem *vending machine* obat akan diuji selama 5 hari. Dalam pengambilan data terdapat kondisi sistem vending machin tersebut dalam kondisi standby dan dalam kondisi pengujian. Hal tersebut memengaruhi hasil pengukuran nantinya. Pengambilan data daya diperoleh dari alat ukur watt meter.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada project *vending machine* obat ini terdapat beberapa aspek yang diukur untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem di dalamnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kesalahan atau keberhasilan dari sistem yang telah dibuat.

A. Pengujian setiap repositori obat

Pengujian ini melibatkann seluruh repositori yang memiliki spesifikasi dengan renggangan antar spiral sebesar 2 cm, 3 cm, dan7 cm. Berdasarkan **TABEL 1**, data yang diperoleh dari pengujian terdapat beberapa temuan yang ada.

TABEL 1
(DATA PENGUJIAN SETIAP REPOSITORI)

| Channel | Banyak Obat | Tipe Obat | Jumlah kalibrasi | RMSE | MAPE |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 9 | I | 4 | 0,21 | 0,56% |
| B | 3 | II | 12 | 0 | 0% |
| C | 7 | I | 4 | 0,21 | 2,96% |
| D | 9 | I | 7 | 0,29 | 4,02% |
| E | 3 | II | 8 | 0,14 | 2,22% |
| F | 9 | I | 4 | 0,14 | 0,74% |
| G | 6 | I | 2 | 0,21 | 1,85% |
| H | 3 | II | 6 | 0 | 0,00% |
| I | 7 | I | 5 | 0,25 | 3,33% |
| Rata-rata MAPE | | | | | 1,74% |

Berdasarkan hasil error yang dihasilkan seluruh repositori memiliki rata-rata error yang baik. Error yang baik diperoleh dari data pada channel B dan channel H. Kedua channel tersebut memiliki nilai *Root Mean Square Error* rendah yaitu 0 dan *Mean Absolute Precentage Error* rendah pula yaitu 0%. Nilai error tertinggi diperoleh channel D yang memiliki nilai *Root Mean Square Error* sebesar 2,91 terhadap dan *Mean Absolute Precentage Error* sebesar 4,09%. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem vending machine obat ini sudah baik. Berdasarkan pedoman dari buku milik lewis pada tahun 1982 menyatakan bahwa nilai MAPE yang berada di bawah 10% masih tergolong sistem dengan akurasi tinggi[15]. Beberapa kesalahan terjadi salah satunya akibat kalibrasi pada spiral beberapa spiral. Jenis motor yang digunakan menjadi salah satu faktor yang memengaruhi ketepatan dan akurasi sistem ini.

B. Pengujian seluruh repositori obat

Pengujian ini merupakan tahapan dalam menguji keseluruhan repositori dalam bekerja secara bersamaan dalam sekali input. Semua repositori diujikan dengan jumlah obat yang sama sebanyak tiga buah di setiap raknya. Data yang diambil dari pengujian ini yaitu waktu yang diperoleh untuk mengeluarkan seluruh sample obat yang dibutuhkan per inputnya

TABEL 2
(DURASI RATA-RATA PER-PERCOBAAN)

| Percobaan ke-N | Durasi rata-rata/obat (s) |
|---|---|
| Percobaan 1 | 2,11 |
| Percobaan 2 | 1,79 |
| Percobaan 3 | 2,07 |
| Percobaan 4 | 2,31 |
| Percobaan 5 | 2,01 |
| Percobaan 6 | 2,08 |
| Percobaan 7 | 2,21 |

Pada pengujian ini menghasilkan representai dari durasi dalam pengambilan obat. Durasi paling lama ditunjukkan pada percobaan ke-7, yang mana menujukkan durasi waktu selama 44,31 detik. Hal ini menunjukkan penurunan waktu dalam pengambilan obat. Hal tersebut ditunjukkan dari sebuah jurnal dimana waktu menunngu obat non racikan yaitu selama 21 menit dengan jumlah obat 100 resep[16]. Dibandingkan sistem antrian pada jurnal tersebut mesin obat ini mampu memberikan obat per satu resepnya rata-rata 2,08 detik. Hal tersebut jauh melampaui selisih dari antrian biasa pada jurnal tersebut untuk melayani 1 resep obat yaitu selama 12 detik.

C. Pengujian penggunaan daya

Pengujian penggunaan daya merupakan pengujian yang mengukur konsumsi daya penggerak yang digunakan oleh sistem vending machine obat. Waktu yang digunakan dalaam pengujian ini yaitu selama 5 hari. Pengujian ini menggunakan alat ukur watt meter. Pada **tabel IV.10** merupakan hasil pengukuran daya dari *vending mahine* obat.

TABEL 3
(HASIL PENGUKURAN DAYA)

| **No** | **Waktu** | **Kondisi** | **Daya Terendah (W)** | **Daya Tertinggi (W)** | **Rata-rata daya/ hari (kwh)** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 hari | S | 0,9 | 1,5 | 0,029 |
| 2 | 2 hari | S | 0,9 | 3 | 0,028 |
| 3 | 3 hari | P | 0,9 | 3 | 0,03 |
| 4 | 4 hari | P | 0,9 | 5,1 | 0,029 |
| 5 | 5 hari | S | 0,9 | 5,1 | 0,028 |
| Total Daya | | | | | 0,144 |

Keterangan
S : Standby
P : Pengujian

Berdasarkan hasil pengukuran, daya yang dikonsumsi oleh vending machine obat ini cukup stabil. Pada saat kondisi standby maupun pengujian, rata-rata daya yang dikonsumsi yaitu sebesar 0,0288 kwh per harinya. Hal ini menujukkan penggunaan daya yang rendah perharinya Perbandingan perangkat lainnya seperti perangkat elektronik yang digunakan dalam industri di Surabaya[17]. Dalam penelitian tersebut ditemukan hasil pengukurang menggunakan alat ukur yaitu sebesar 223 V dan arus sebesar 1,1 A. Apabila pengukuran tersebut dikalkulasi menghasilkan nilai daya perharinya sebesar 5,88 kwh. Hal tersebut menunjukkan apabila perangkat electronik seperti aktuator dan mikrokontroller dalam *vending machine* ini memiliki konsumsi daya yang kecil.

## V. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa pengembangan dan implementasi dari sistem vendinng machine obat ini. Hal tersebut diantaranya mengiimplementasikan sistem elektronika, alur kerja sistem, dan mengambil data. Seluruh pengimplementasian tersebut berjalan dengan baik. Pengimplementasian tersebut menghasilkan beberapa temuan dalam beberapa pengujian. Pengujian setiap

repositori menghasilkan analisis kesalahan alat(*error*) sebesar 1,74%. Pada pengujian seluruh repositori obat menghasilkan perolehan durasi pengeluaran obat selama 2,08 detik/obat. Selain pengujian repositori, terdapat pengujian daya menggunakan alat ukur eksternal. Hasil pengujian menunjukkan alat mengkonsumsi daya sebesar rata-rata 0,029 kwh/hari.

## REFERENSI


[1] J. J. Mongan Sanny, "PENGARUH PENGELUARAN PEMERINTAH BIDANG PENDIDIKAN DAN KESEHATAN TERHADAP INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI INDONESIA," *JURNAL PERBENDAHARAAN, KEUANGAN NEGARA DAN KEBIJAKAN PUBLIK*, vol. 4, 2019, doi: https://doi.org/10.33105/itrev.v4i2.122.

[2] "LAYANAN KEMENTRIAN KESEHATAN." Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: https://www.kemkes.go.id/id/layanan/informasi-kefarmasian-dan-alat-kesehatan

[3] Novega, "Kepuasaan Pasien Jaminan Kesehatan Nasional pada Pelayanan Kefarmasian RSUD M. Yunus Kota Bengkulu," *J Public Health (Bangkok)*, vol. 5, 2022, doi: https://doi.org/10.32662/gjph.v5i2.2490.

[4] O. Meila, J. Pontoan, E. Zizwanto, P. Satkes, P. Mabes, and P. J. Selatan, "Analisis Tingkat Kepuasan Pasien BPJS Pada Pelayanan Kefarmasian Di Apotek Klinik SATKES PUSDOKKES MABES POLRI Analysis Of BPJS Patient Satisfication Level In Pharmaceutical Services In Pharmacy SATKES PUSDOKKES MABES POLRI," *Clinical and Pharmaceutical Sciences*, 2020, doi: 10.30587/herclips.v1i02.1520.

[5] R. Alfatiyah and S. Bastuti, "Optimalisasi Sistem Antrian di Farmasi Rawat Jalan Rumah Sakit Grha Permata Ibu dengan Metode Lean Hospital," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 21, no. 1, p. 1, Apr. 2022, doi: 10.20961/performa.21.1.50455.

[6] Hilmy Nabil Farrosi, "DISPENSER OBAT OTOMATIS UNTUK PENDERITA TUBERKULOSIS," Universitas Islam indonesia, 2021. Accessed: Feb. 07, 2025. [Online]. Available: https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/30922

[7] "FARMASI." Accessed: May 15, 2024. [Online]. Available: https://upk.kemkes.go.id/new/layanan/farmasi

[8] "Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 51 Tahun 2009 tentang Pekerjaan Kefarmasian." Accessed: Feb. 07, 2025. [Online]. Available: https://peraturan.bpk.go.id/Details/4975/pp-no-51-tahun-2009

[9] N. Rosar and Y. Triana, "TANGGUNG JAWAB DOKTER TERHADAP PASIEN DALAM PEMBERIAN OBAT (SELF DISPENSING) OLEH DOKTER DI PRAKTEK MANDIRI," 2022. [Online]. Available: http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

[10] N. Probosiwi *et al.*, "Analisis Faktor yang Berhubungan dengan Medication Error Pasien Rawat Inap di Klinik X Kediri," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 21, no. 3, p. 1123, Oct. 2021, doi: 10.33087/jiubj.v21i3.1605.

[11] V. H. Pinto, J. Gonçalves, and P. Costa, "Modeling and control of a dc motor coupled to a non-rigid joint," *Applied System Innovation*, vol. 3, no. 2, pp. 1–19, Jun. 2020, doi: 10.3390/asi3020024.

[12] Arduino Reference, "Serial Communication." Accessed: May 17, 2024. [Online]. Available: https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/serial/

[13] T. R. Kurfess, C. Saldana, K. Saleeby, and M. P. Dezfouli, "A Review of Modern Communication Technologies for Digital Manufacturing Processes in Industry 4.0," Nov. 01, 2020, *American Society of Mechanical Engineers (ASME)*. doi: 10.1115/1.4048206.

[14] V. K. Ivanov and E. V. Nosov, "Serial communication protocol for FPGA-based systems," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Oct. 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1326/1/012044.

[15] Colin David Lewis, "Industrial and Bussiness Forecasting Methods," in *Practical Guide to Exponential Smoothing and Curve Fitting*, 1982.

[16] D. Yuliana *et al.*, "Evaluasi Waktu Tunggu Pelayanan Resep Obat Racikan dan Non Racikan pada Pasien Rawat Jalan di Apotek," *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, vol. 9, no. 2, p. 659, Dec. 2021, doi: 10.33394/bioscientist.v9i2.4950.

[17] S. Huda, T. B. Imansah, and E. D. Hartono, "Prototipe Monitoring Daya Listrik dan Pengendalian Perangkat Elektronik Skala Industri Berbasis IoT di CV. Wellracom Nusantara Surabaya," *Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*, vol. 6, no. 3, 2021, doi: 10.37438/jimp.v6i3.340.