

**PROTOTYPE LEMARI PENYIMPAN OBAT *OPIOID* OTOMATIS
BERBASIS ARDUINO**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar S1 pada
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Sultan Agung



DISUSUN OLEH:

M. FARIDOTUL ILMI

NIM. 30602000024

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2024

***AUTOMATIC OPIOID DRUG STORAGE CABINET PROTOTYPE BASED
ON ARDUINO***

FINAL PROJECT

Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor`s degree (S1)

at Departement of Electrical Engineering

Faculty of Industrial Technology

Universitas Islam Sultan Agung



ARRANGED BY :

M. FARIDOTUL ILMI

30602000024

MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING

FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

SEMARANG

2024

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "*Prototype Lemari Penyimpan Obat Opioid Otomatis Berbasis Arduino*" ini disusun oleh:

Nama : M. FARIDOTUL ILMI
NIM : 30602000024
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 06 September 2024



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

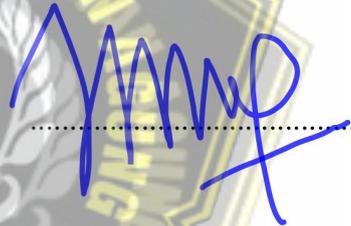
Laporan Tugas Akhir dengan judul “*Prototype Lemari Penyimpanan Obat Opioid Otomatis Berbasis Arduino*” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 06 September 2024

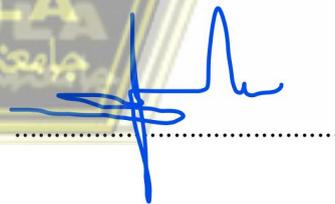
Tim Penguji

Tanda Tangan

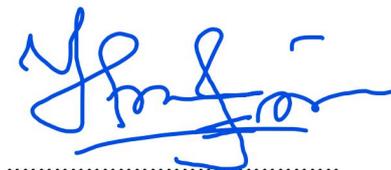
Munaf Ismail, S.T., M.T.
NIDN : 0613127302
Ketua



Ir. Suryani Alifah, M.T., Ph.D.
NIDN : 0625036901
Penguji I



Ir. Ida Widiastuti, M.T.
NIDN : 0005036501
Penguji II



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. FARIDOTUL ILMI
NIM : 306020000024
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **“Prototype Lemari Penyimpan Obat Opioid Otomatis Berbasis Arduino”** adalah hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 07 September 2024

Yang Menvatakan



M. Faridotul Ilmi

NIM. 306020000024

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. FARIDOTUL ILMI
NIM : 30602000024
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul **“Prototype Lemari Penyimpan Obat Opioid Otomatis Berbasis Arduino”** dan menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/ Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung

Semarang, 07 September 2024

Yang Menyatakan



M. Faridotul Ilmi

NIM. 30602000024

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puja dan puji Syukur yang mendalam senantiasa penulis haturkan kepada Allah subhanahu wata'ala, atas nikmat iman, nikmat islam, nikmat sehat, yang telah diberikan kepada penulis, sholawat seta salam selalu tercurahkan kepada Baginda Agung, Rasulullah Nabi Muhammad Shallallahu alaihi wassalam, yang syafa'atnya selalu menjadi harapan seluruh umatnya kelak di Yaumul akhir. Dengan diselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini, penulis mempersembahkan laporan Tugas Akhir ini kepada kedua orangtua penulis, sebagai bukti rasa kasih penulis untuk kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan materil maupun non materil, semangat, dan kasih penulis. Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini, penulis sudah bisa memenuhi kepercayaan kedua orang tua, selama menjadi mahasiswa di Universitas Islam Sultan Agung.

Tidak lupa penulis persembahkan laporan Tugas Akhir ini kepada Dosen pembimbing Bapak Dr. Bustanul Arifin, ST., MT. yang telah memfasilitasi, memberikan pengarahan kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Tidak lupa pula kepada seluruh rekan-rekan penulis Teknik Elektro 2020, penulis ucapkan banyak terimakasih atas dukungan, semangat, dan segala bantuan dalam bentuk apapun, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Salam hormat penulis dan cinta atas kepercayaan yang telah diberikan kepada penulis.

HALAMAN MOTO

Bersemangatlah dalam mengerjakan hal-hal yang bermanfaat bagimu, minta tolonglah kepada Allah, dan janganlah merasa lemah. (HR. Muslim, no. 2664)



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Nikmatnya sehingga masih berkesempatan untuk menuntut ilmu dalam keadaan sehat wal'afiat, Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Penyusunan Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam penulisan Tugas Akhir ini tentunya banyak pihak yang memberikan bantuan secara moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis menyampaikan upacara terima kasih yang tiada hingganya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridhonya serta memberikan ketabahan, kesabaran dan kelapangan hati serta pikiran dalam menimba ilmu.
2. Kedua orang tua, yakni bapak Rajab dan ibu Jumiah yang telah memberikan dukungan baik materil maupun non materil dan tidak pernah berhenti mendo'akan di setiap sholatnya.
3. Saudara sekandung, kakak dan adik penulis tercinta yang selalu mendoa'akan, memberi semangat dan selalu membuat penulis selalu bangkit dan optimis.
4. Bapak Prof. Dr. Gunarto SH., MHum. selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
5. Ibu Dr. Hj. Novi Marlyana, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
6. Ibu Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
7. Bapak Dr. Bustanul Arifin, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing yang memberikan ilmu yang bermanfaat, memberikan banyak arahan, dan

dengan sabar membimbing, sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

8. Bapak Dr. Muhammad Khosyi'in, S.T., M.T. Selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung.
9. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang atas ilmu, bimbingan, dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini.
10. Teman Teknik Elektro angkatan 2020 senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan doa.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas segala dukungan, semangat, ilmu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk mencapai hasil yang lebih baik. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak pada terutama Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang dan dapat menambah wawasan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Semarang, 07 September 2024



M. Faridotul Ilmi

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
FINAL PROJECT	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
HALAMAN MOTO.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Lemari.....	7
2.2.2 Obat.....	8
2.2.3 Opioid	8
2.2.4 Sensor Infra Merah TCRT5000	9
2.2.5 Motor Servo MG90S.....	10

2.2.6	Arduino Mega 2560	11
2.2.7	Arduino Sensor Shield	12
2.2.8	Motor Stepper Nema 17	12
2.2.9	Driver Motor Stepper TB6600	13
2.2.10	Power Sply	14
2.2.11	Step Down LM317	15
2.2.12	Otomatisasi	16
BAB III PERANCANGAN ALAT.....		18
3.1	Metode Penelitian	18
3.2	Prinsip Kerja Sistem Penyimpan dan Pengambil Otomatis	20
3.2.1	Penyimpanan Narkotik.....	20
3.2.2	Penyimpanan Psikotropik	21
3.2.3	Pembacaan Pengambilan Narkotika	22
3.2.4	Pembacaan Pengambilan Psikotropika.....	23
3.3	Perancangan Fitur Sistem Automasi Perhitungan Stok Obat	24
3.3.1	Perhitungan tambah otomatis.....	25
3.3.2	Menghitung kurang otomatis	27
3.4	Perancangan mekanik alat.....	28
3.5	perancangan perangkat keras	31
3.5.1	Perancangan Sensor Infra Merah	33
3.5.2	Perancangan Keypad dan LCD	34
3.5.3	Perancangan Servo.....	35
3.5.4	Prancangan Gerakan XY.....	36
3.6	Perancangan Perangkat Lunak	37
3.6.1	Perancangan program menu	37
3.6.2	Perancangan Program Motor XY	41
3.6.3	Perancangan Program Hitung	42
3.6.4	Perancangan Program Keseluruhan	44
BAB IV HASIL DAN ANALISA		45
4.1	Hasil Perancangan.....	45
4.1.1	Hasil Perancangan Prototype Lemari Penyimpan Obat Otomatis Berbasis Arduino	45
4.2	Pengujian	47
4.2.1	Pengujian Program Menu.....	47
4.2.2	Pengujian Program Motor XY	51
4.2.3	Pengujian Program Menghitung	52
4.2.4	Pengujian Proses Menyimpan	54
4.2.5	Pengujian Proses Pengambilan	56
4.2.6	Pengujian Tegangan dan Arus	59
4.2.7	Pengujian Keseluruhan Program.....	62

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Spesifikasi dan Jenis Obat.....	9
Gambar 2. 2 Sensor Infra Merah (IR) TCRT5000.....	9
Gambar 2. 3 Rangkaian Data sheet Sensor IR TCRT5000.....	10
Gambar 2. 4 Motor Servo MG90S.....	11
Gambar 2. 5 Arduino Mega 2560 R3.....	11
Gambar 2. 6 Arduino Sensor Shield V2.....	12
Gambar 2. 7 Motor Stepper Nema 17.....	13
Gambar 2. 8 Driver Motor Stepper TB6600.....	14
Gambar 2. 9 Power Supply 12 V.....	15
Gambar 2. 10 Step Down LM317.....	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian Tugas Akhir.....	18
Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem Penyimpanan Otomatis Kategori Narkotika..	20
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penyimpanan Otomatis Kategori Psikotropik.....	22
Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengambilan Otomatis Obat Kategori Narkotik.....	23
Gambar 3. 5 Diagram Alir Pengambilan Otomatis Obat Kategori Psikotropik....	24
Gambar 3. 6 Diagram Alir Perancangan Sistem Automasi Perhitungan Secara Keseluruhan.....	25
Gambar 3. 7 Diagram Alir Sistem Automasi Perhitungan tambah.....	26
Gambar 3. 8 Diagram Alir Sistem Automasi Perhitungan Kurang.....	27
Gambar 3. 9 Perancangan desain Bagian Luar.....	28
Gambar 3. 10 Perancangan Desain Bagian Dalam (Storage) dan Penggerak XY	28
Gambar 3. 11 Desain Sistem Pengeluaran Obat.....	29
Gambar 3. 12 Desain Tabung Obat.....	29
Gambar 3. 13 Desain Roda Tabung.....	29
Gambar 3. 14 Desain Rel atau Jalur Tabung.....	30
Gambar 3. 15 Diagram Blok Rangkaian Sistem.....	31
Gambar 3. 16 Perancangan Rangkaian Infra Merah.....	33
Gambar 3. 17 Perancangan Rangkaian LCD dan Keypad.....	34
Gambar 3. 18 Perancangan Rangkaian Motor Servo.....	35
Gambar 3. 19 Perancangan Rangkaian Motor Stepper XY.....	36
Gambar 4. 1 Hasil Jadi Prtotype Lemari Penimpanan Obat Otomatis.....	45
Gambar 4. 2 Tampilan Menu Utama Pada LCD.....	49
Gambar 4. 3 Tampilan Status Penyimpanan Pada LCD.....	49
Gambar 4. 4 Tampilan Menu Kategori Pada LCD.....	49
Gambar 4. 5 Tampilan Pilihan Ruang Saat Memilih Kategori Narkotika.....	50
Gambar 4. 6 Tampilan Pilihan Ruang Saat Memilih Kategori Psikotropika.....	50
Gambar 4. 7 Tampilan Pilihan Jumlah Obat sekali proses.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel Dimensi Prototype Lemari Penyimpan Obat Otomatis	46
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Pengujian Keypad untuk Menu	48
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Pengujian Gerakan Motor XY	51
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Dengan Jumlah 1 Obat setiap Uji Coba.....	52
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Dengan Jumlah 2 Obat setiap Uji Coba.....	53
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Dengan Jumlah 3 Obat setiap Uji Coba.....	53
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Dengan Jumlah 4 Obat setiap Uji Coba.....	54
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Proses Menyimpan Dengan Jumlah 1 Obat setiap Uji Coba	54
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Proses Menyimpan Dengan Jumlah 2 Obat setiap Uji Coba	55
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Proses Menyimpan Dengan Jumlah 3 Obat setiap Uji Coba	55
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Proses Menyimpan Dengan Jumlah 4 Obat setiap Uji Coba	56
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Proses Mengambil Dengan Jumlah 1 Obat setiap Uji Coba	57
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Proses Mengambil Dengan Jumlah 2 Obat setiap Uji Coba	57
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Proses Mengambil Dengan Jumlah 3 Obat setiap Uji Coba	58
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Proses Mengambil Dengan Jumlah 4 Obat setiap Uji Coba	59
Tabel 4. 16 Tegangan Input Sistem.....	60
Tabel 4. 17 Arus Input Arduino	60
Tabel 4. 18 Arus Input Servo	60
Tabel 4. 19 Arus Setiap Servo Pada Sudut Kerja Tertentu	61
Tabel 4. 20 Arus Setiap Motor Stepper (Motor X dan Motor Y)	61

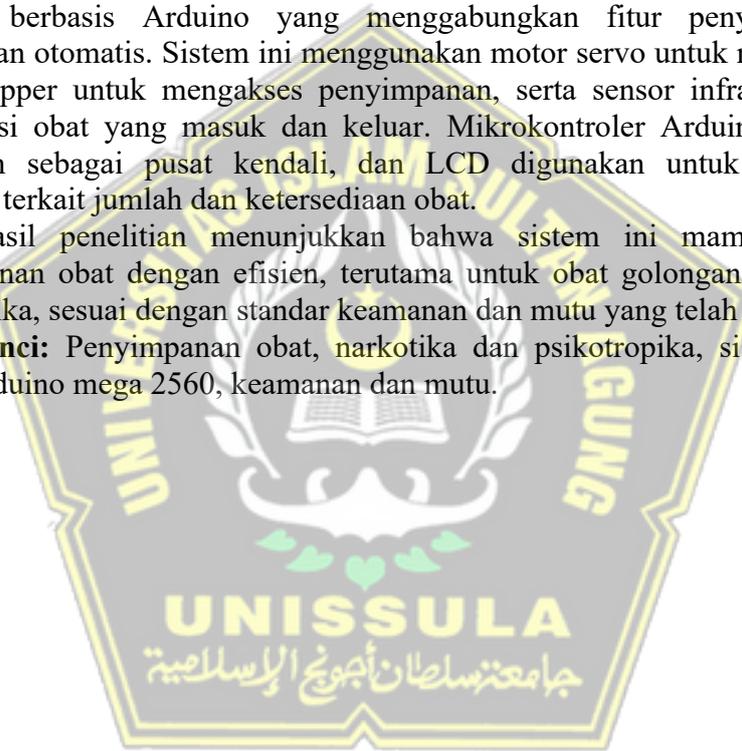
ABSTRAK

Penyimpanan Sediaan Farmasi dan Bahan Medis Habis Pakai merupakan kegiatan penting untuk memastikan obat tetap aman, terhindar dari kerusakan, dan mutu terjamin sesuai standar. Khususnya untuk obat golongan narkotika dan psikotropika, penyimpanan harus dilakukan dengan sangat hati-hati sesuai regulasi untuk menghindari penyalahgunaan. Pengelolaan obat yang baik sangat penting, terutama untuk jenis obat berisiko tinggi seperti narkotika dan psikotropika, karena pengelolaan yang tidak efisien dapat berdampak negatif pada pelayanan rumah sakit secara keseluruhan.

Penelitian ini bertujuan merancang sistem lemari penyimpanan obat otomatis berbasis Arduino yang menggabungkan fitur penyimpanan dan perhitungan otomatis. Sistem ini menggunakan motor servo untuk mengunci obat, motor stepper untuk mengakses penyimpanan, serta sensor infra merah untuk mendeteksi obat yang masuk dan keluar. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 digunakan sebagai pusat kendali, dan LCD digunakan untuk menampilkan informasi terkait jumlah dan ketersediaan obat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengelola penyimpanan obat dengan efisien, terutama untuk obat golongan narkotika dan psikotropika, sesuai dengan standar keamanan dan mutu yang telah ditetapkan.

Kata Kunci: Penyimpanan obat, narkotika dan psikotropika, sistem otomatis, arduino mega 2560, keamanan dan mutu.



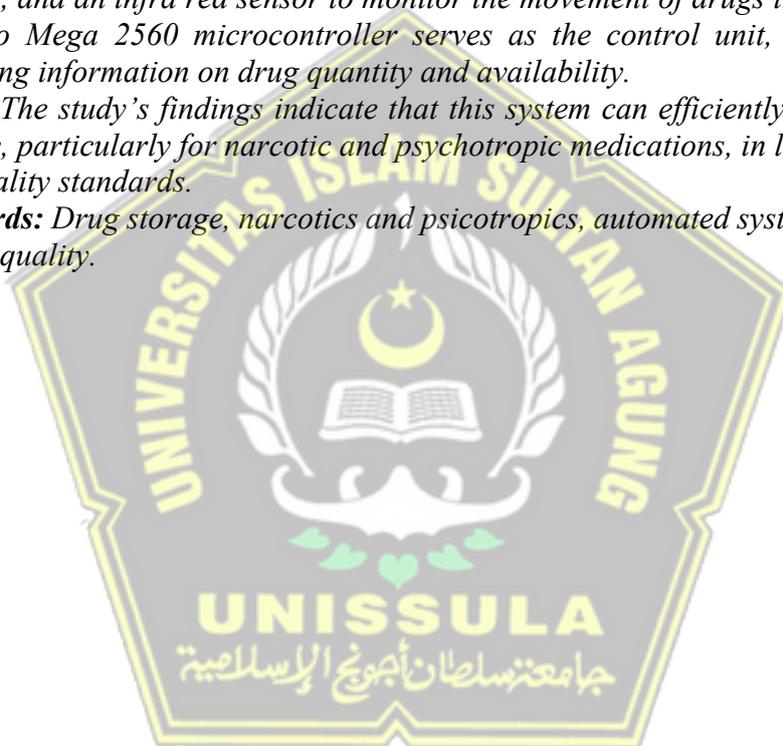
ABSTRACT

The storage of pharmaceutical preparations and medical supplies is a crucial process to ensure that medications remain safe, undamaged, and their quality is maintained according to established standards. For narcotic and psychotropic drugs, storage must be done with great care in compliance with regulations to prevent misuse. Effective drug management is especially critical for high-risk medications like narcotics and psychotropics, as poor management can negatively affect overall hospital operations.

This study aims to develop an Arduino-based automated drug storage cabinet system that integrates features for both automatic storage and counting. The system utilizes a servo motor to secure the drugs, a stepper motor to access the storage, and an infra red sensor to monitor the movement of drugs in and out. The Arduino Mega 2560 microcontroller serves as the control unit, with an LCD providing information on drug quantity and availability.

The study's findings indicate that this system can efficiently manage drug storage, particularly for narcotic and psychotropic medications, in line with safety and quality standards.

Keywords: *Drug storage, narcotics and psicotropics, automated system, safety and quality.*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyimpanan Sediaan Farmasi dan Bahan Medis Habis Pakai merupakan suatu kegiatan pengaturan terhadap sediaan farmasi yang diterima agar aman (tidak hilang), terhindar dari kerusakan fisik maupun kimia dan mutunya tetap terjaga, sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan. Tujuannya adalah agar mutu Sediaan Farmasi yang tersedia di puskesmas dapat dipertahankan sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan [1].

Penyimpanan obat golongan narkotika dan psikotropika sebagaimana diatur dalam Permenkes 5 Tahun 2023 tentang Narkotika, Psikotropika, dan Prekursor Farmasi dapat berupa Gudang khusus, ruangan khusus, atau lemari khusus. Penyimpanan obat golongan narkotika dan psikotropika termasuk dalam persyaratan sediaan khusus dengan tujuan untuk menjamin persyaratan keamanan baik keamanan penggunaan maupun keamanan khasiat dan mutu. Selain itu, penyimpanan obat golongan narkotika dan psikotropika harus sesuai standar untuk menghindari penyalahgunaan penggunaan, karena apabila disalahgunakan atau digunakan tanpa pengendalian dan pengawasan yang ketat, dapat menyebabkan efek samping berupa ketergantungan berat terhadap obat dan dapat menyebabkan fungsi vital organ tubuh bekerja secara tidak normal seperti jantung, peredaran darah, pernafasan, dan terutama pada kerja otak (susunan saraf pusat). Oleh karena itu, penyimpanan obat golongan narkotika dan psikotropika merupakan suatu proses yang perlu mencapai standar penyimpanan kefarmasian [2].

Pengelolaan obat yang baik terlebih khusus yaitu pengelolaan jenis obat yang bersifat sebagai psikoaktif seperti pada obat – obat golongan narkotika dan psikotropika. Narkotika dan Psikotropika dapat merugikan apabila disalahgunakan atau digunakan tanpa pengendalian dan pengawasan yang ketat, jika digunakan secara tidak rasional salah satu efek samping dari pemakaian obat ini yaitu di mana seseorang dapat mengalami ketergantungan, Oleh karena itu pengelolaan obat psikotropika sangat memerlukan penanganan dan perhatian lebih,

khususnya pada sistem penyimpanan dan distribusi agar dapat terjamin keamanan dan peredaran sediaan [3].

Instalasi Farmasi Rumah Sakit (IFRS) perlu melakukan pengelolaan obat secara optimal mulai dari pemilihan, perencanaan, pengadaan, penerimaan, penyimpanan, pendistribusian, pengendalian, penghapusan, administrasi dan pelaporan serta monitoring dan evaluasi yang diperlukan bagi kegiatan pelayanan. Hal itu dilakukan sebagai upaya meningkatkan mutu pelayanan. Pengelolaan obat yang kurang efisien pada tahap penyimpanan akan berpengaruh terhadap peran rumah sakit secara keseluruhan [4].

Pada penelitian ini, penulis melakukan perancangan sistem lemari otomatis yang memasukkan dan menerapkan dua fitur penting secara bersamaan, yaitu sistem penyimpanan otomatis dan perhitungan otomatis. Dalam sub-sistem penyimpanan otomatis, penulis menggunakan motor servo sebagai aktuator pengunci obat. Penulis juga menggunakan *motor stepper* sebagai output yang berfungsi sebagai akses obat masuk ke penyimpanan yang dituju sesuai jenisnya, baik itu narkotika atau psikotropika. Untuk menentukan ruangan mana yang akan diisi dengan obat maka digunakan *keypad matrix 4x4* sebagai tombol pemilihan ruangan.

Dalam sub-sistem otomatisasi perhitungan, digunakan sensor infra merah untuk mendeteksi obat yang masuk dan keluar. Pada penelitian ini, *LCD (Liquide Crystalline Diode)* digunakan untuk menampilkan jumlah obat yang masuk dan keluar serta menampilkan ketersediaan obat yang ada di lemari berdasarkan jenisnya.

Dalam penelitian ini, digunakan sebuah mikrokontroler untuk mengelola setiap fitur yang telah dirancang. *Board Arduino Mega 2560* bertindak sebagai pusat pengendalian untuk sistem otomatisasi.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana merancang prototipe lemari otomatis berbasis Arduino Mega 2560 yang efektif dan sesuai untuk penyimpanan obat opioid?

2. Bagaimana membuat mekanisme penyimpanan dan pengambilan otomatis yang dapat diintegrasikan dalam lemari, untuk memastikan proses yang efisien dan tepat?
3. Bagaimana mengembangkan sistem penyimpanan dalam prototype untuk mengelola obat opioid dengan aman dan sesuai standar?
4. Bagaimana merancang sistem pengambilan obat otomatis yang dapat memastikan proses pengambilan dilakukan secara cepat dan akurat?
5. Bagaimana membuat sistem perhitungan jumlah obat yang akurat dalam prototype untuk memantau dan mengelola stok obat dengan efektif?

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, telah ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. *Plant* yang digunakan adalah *prototype* berupa lemari penyimpanan yang telah dirancang dengan cermat.
2. Fokus utama perancangan ini adalah pada dua fitur, yakni sistem penyimpanan otomatis dan perhitungan stok obat.
3. Penggunaan sediaan obat terbatas pada bentuk ampul opioid.
4. Jenis obat yang digunakan adalah narkotika dan psikotropika.
5. Jumlah penyimpanan maksimum pada setiap ruang dibatasi hingga 10.

1.4 Tujuan

1. Merancang lemari otomatis berbasis Arduino Mega 2560 yang efektif untuk penyimpanan obat opioid, memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dan memenuhi standar keamanan.
2. Membuat mekanisme penyimpanan dan pengambilan otomatis yang terintegrasi dalam lemari, dengan tujuan meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses penyimpanan dan pengambilan obat.
3. Mengembangkan sistem penyimpanan yang dapat mengelola obat opioid dengan aman, sehingga obat tetap terjaga kualitasnya dan mudah diakses saat diperlukan.

4. Merancang dan mengimplementasikan sistem pengambilan obat otomatis yang dapat memastikan proses pengambilan dilakukan secara cepat dan tepat, meminimalkan kesalahan dan meningkatkan kecepatan layanan.
5. Membuat sistem perhitungan jumlah obat yang akurat untuk memantau dan mengelola stok obat secara efektif, guna mencegah kekurangan atau kelebihan stok dan memastikan ketersediaan obat yang optimal.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini mencakup:

1. Peningkatan Efisiensi Pengelolaan Obat.
2. Keamanan Obat yang Lebih Baik.
3. Akurasi Perhitungan Stok.
4. Reduksi Kesalahan Manusia.
5. Peningkatan Kualitas Pelayanan Kesehatan.
6. Inovasi Teknologi dalam Sistem Pengelolaan Obat.
7. Potensi Pengembangan di Masa Depan.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka terhadap perancangan yang telah dilakukan, serta segala sesuatu yang berhubungan secara umum terkait pemahaman umum sistem otomatis dan lemari penyimpanan pada tugas akhir ini.

BAB III METODE PERANCANGAN

Bab ini berisi tentang metode perancangan, proses perancangan perangkat keras, dan proses pemrograman perangkat lunak.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini membahas tentang hasil dari perancangan sistem lemari penyimpan obat opioid otomatis yang telah dirancang.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil perancangan sistem lemari penyimpan obat opioid otomatis dan saran untuk perancangan tugas akhir kedepannya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hamdan Arfandy dan Alan Zuhri [5], telah dilakukan desain sistem pemanggang otomatis. Sistem ini melibatkan penggunaan *Motor Stepper* sebagai pemutar besi panggangan. Untuk mengontrol system kerja alat digunakan modul mikrokontroler *Arduino Uno*.

Dalam studi yang dilakukan oleh Muhammad Mahrush Febrianto, Fikar Muhammad Akbar dan Jusuf Bintoro mengenai rancangan alat pengering pakaian [6], diterapkan modul mikrokontroler *Arduino uno* untuk mengontrol system kerja alat. Dalam penelitian ini, aktuator yang digunakan terbatas pada lampu dan kipas sebagai fitur pengering, namun tidak melibatkan fitur penyimpanan.

Sulis Urjayanto dan Anna Nur Nazillah Chamim melakukan penelitian berjudul "Prototipe Kotak Peningat Minum Obat". Penelitian ini bertujuan merancang sistem pengingat minum obat *portable* berbentuk kotak dengan *Arduino Uno* sebagai mikrokontroler utama dan *Buzzer* sebagai aktuatornya [7].

Baeti Nur Faizah telah melakukan studi mengenai gambaran penyimpanan obat di gudang farmasi [8]. Penelitian ini membahas tentang Penyimpanan obat di gudang Puskesmas Pangkah mengikuti prinsip *First Expired date First Out (FEFO)* dan *First in First Out (FIFO)* serta regulasi kesehatan. Obat Narkotik dan Psikotropik disimpan terpisah dan terkunci untuk keamanan. Pemusnahan obat kadaluarsa dilakukan sesuai standar yang ditetapkan. Penempatan obat pada suhu khusus sebaiknya dalam gudang untuk pengawasan yang lebih efisien dan efektif.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Mochammad Maulidie Alfiannor Saputera, Anna Khumaira Sari, Novia Ariani, dan Annisa Mulyani mengenai evaluasi penyimpanan obat di UPT farmasi Banjarmasin [9]. Ditemukan bahwa penyusunan stok obat di Instalasi Farmasi Kota Banjarmasin mengikuti metode FEFO dan FIFO. Obat narkotika dan psikotropika disimpan dalam ruangan khusus dengan tiga lemari yang terkunci. Namun, terdapat ketidaksesuaian dalam penyusunan stok obat disebabkan oleh kurangnya sumber daya manusia dan penambahan obat baru. Tidak semua nama obat tercantum pada rak, menyebabkan

kesulitan dalam pengelolaan. Ketinggian susunan obat terjadi saat pengadaan obat tiba, terutama antara Mei dan Juli karena obat tahun sebelumnya belum habis terserap dan adanya bantuan obat dari provinsi. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan dalam manajemen stok obat untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam penyediaan dan penggunaan obat.

Emerallia Kournikova Wahyudi telah melakukan penelitian mengenai sistem keamanan penyimpanan obat menggunakan teknologi pengenalan wajah [10]. Penelitian ini membahas penggunaan ESP32-CAM yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk memantau jumlah barang dalam box penyimpanan. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 untuk memproses gambar wajah yang diambil oleh ESP32-CAM dan menghidupkan relai untuk mengaktifkan electric door lock sebagai pembuka kunci pintu penyimpanan. Tingkat keberhasilan kamera ESP32-CAM dalam mendeteksi wajah mencapai 80% dalam kondisi pencahayaan terang, dengan bantuan flashlight. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas keamanan dengan mengoptimalkan sistem pengenalan wajah, yang dapat mencocokkan hasil potret objek dengan gambar wajah yang telah tersimpan dalam database, serta memantau hasilnya melalui layar LCD TFT.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Lemari

Lemari adalah furnitur yang dirancang untuk menyimpan barang-barang dalam berbagai bentuk dan ukuran. Secara umum, lemari terdiri dari beberapa bagian seperti pintu, rak, laci, dan kadang-kadang juga dilengkapi dengan cermin atau sistem pencahayaan internal. Dalam konteks medis atau farmasi, lemari khusus digunakan untuk menyimpan obat-obatan. Lemari obat umumnya terbuat dari bahan yang kokoh seperti logam atau kayu dengan finishing anti-mikroba untuk mencegah kontaminasi [11]. Penggunaan kunci pada lemari ini sangat penting untuk memastikan bahwa obat-obatan disimpan dengan aman, terutama jika lemari tersebut menyimpan obat-obatan terkontrol seperti opioid². Sistem pengaturan suhu dan kelembaban juga sering kali diintegrasikan dalam lemari obat untuk menjaga stabilitas dan efektivitas obat yang disimpan [12].

Dalam konteks lemari otomatis, seperti yang digunakan dalam proyek Arduino, lemari dapat dirancang dengan sistem otomasi yang memungkinkan penyimpanan dan pengambilan obat secara otomatis menggunakan motor stepper, sensor inframerah, dan mikrokontroler seperti Arduino Mega 2560. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga mengurangi kesalahan manusia dalam pengelolaan obat.

2.2.2 Obat

Obat adalah senyawa kimia yang dirancang untuk mendiagnosis, mengobati, atau mencegah penyakit. Obat-obatan diklasifikasikan ke dalam berbagai kategori berdasarkan efek terapeutik, mekanisme kerja, dan potensi adiktifnya. Dalam farmakologi, obat dikategorikan menjadi dua jenis utama: obat resep dan obat bebas. Obat resep hanya boleh digunakan sesuai petunjuk dari profesional medis, sedangkan obat bebas dapat dibeli dan digunakan oleh konsumen tanpa resep [13].

Setiap obat memiliki sifat farmakokinetik dan farmakodinamik yang unik, yang menentukan bagaimana obat tersebut diserap, didistribusikan, dimetabolisme, dan diekskresikan oleh tubuh. Untuk menjaga efektivitas obat, penting untuk menyimpan obat dalam kondisi yang tepat, seperti di tempat yang sejuk, kering, dan terlindung dari cahaya langsung [13].

Dalam penyimpanan otomatis, obat-obatan dapat diidentifikasi dan dikelola menggunakan sistem berbasis mikrokontroler yang menggabungkan sensor untuk mendeteksi dan menghitung jumlah unit yang tersedia di setiap kompartemen.

2.2.3 Opioid

Opioid adalah kelompok obat yang sangat kuat dan sering digunakan untuk mengatasi nyeri berat yang tidak bisa diatasi dengan analgesik biasa. Opioid bekerja dengan cara mengikat reseptor opioid di otak dan sistem saraf pusat, mengurangi transmisi sinyal nyeri. Namun, karena sifatnya yang sangat adiktif, penggunaan opioid diatur dengan ketat oleh undang-undang di banyak negara [14]. Opioid sering digunakan dalam manajemen nyeri pasca operasi, kanker, dan kondisi kronis lainnya.

Approximate equianalgesic doses of opioid analgesics

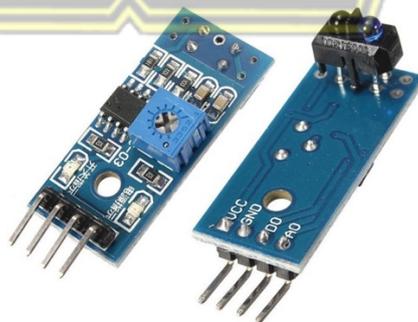
	Parenteral	Oral
morphine	10 mg	30 mg
buprenorphine	0.3 mg	0.4 mg SL
codeine	120 mg	240 mg
diamorphine	4-5mg	20-30mg
fentanyl	0.1 mg	
hydromorphone	1.5 mg	7.5 mg
methadone	10 mg	20 mg
oxycodone	10 mg	20 mg
pethidine	75 mg	300 mg
tramadol	100 mg	300 mg

Gambar 2. 1 Spesifikasi dan Jenis Obat

Ada berbagai jenis opioid, termasuk morfin, kodein, oksikodon, dan fentanil. Penggunaan opioid memerlukan pemantauan ketat oleh profesional medis untuk mencegah penyalahgunaan dan overdosis [15]. Dalam sistem otomasi untuk penyimpanan obat, opioid harus disimpan dengan keamanan ekstra, termasuk menggunakan sensor dan sistem kunci elektronik yang hanya dapat diakses oleh personel yang berwenang.

2.2.4 Sensor Infra Merah TCRT5000

Sensor Infra Merah TCRT5000 adalah komponen elektronik yang umum digunakan untuk deteksi objek. Sensor ini terdiri dari pemancar infra merah (IR) dan penerima (fototransistor) dalam satu kemasan.



Gambar 2. 2 Sensor Infra Merah (IR) TCRT5000

Ketika sinar infra merah yang dipancarkan mengenai objek, sinar tersebut dipantulkan kembali ke fototransistor, yang kemudian menghasilkan sinyal untuk

mendeteksi jarak atau keberadaan objek. Sensor ini beroperasi pada tegangan 5V dan memiliki jarak deteksi efektif antara 1 hingga 10 mm.



Gambar 2. 3 Rangkaian Data sheet Sensor IR TCRT5000

Pada rangkaian dasarnya gambar 2.3, LED inframerah memancarkan cahaya yang kemudian ditangkap oleh fototransistor ketika ada objek yang memantulkan cahaya tersebut. LED terhubung melalui resistor pembatas arus untuk melindungi dari kelebihan arus, dan fototransistor dihubungkan melalui resistor pull-up, yang menjaga output tetap tinggi saat tidak ada objek. Ketika objek terdeteksi, fototransistor aktif dan output turun ke logika rendah. Sensor ini sering digunakan dalam aplikasi robotika dan otomasi karena keandalannya dalam mendeteksi objek pada jarak dekat [15]. Dalam konteks lemari otomatis, TCRT5000 berfungsi untuk mendeteksi keberadaan obat di setiap slot penyimpanan dan menghitung jumlah unit obat yang tersedia, sehingga memudahkan manajemen stok.

2.2.5 Motor Servo MG90S

Motor Servo MG90S adalah jenis motor servo mini yang banyak digunakan dalam proyek-proyek DIY, robotika, dan otomasi. Motor ini memiliki sudut putar hingga 180 derajat dan dapat dikontrol dengan presisi melalui sinyal PWM (Pulse Width Modulation). Motor ini beroperasi pada tegangan 4.8V hingga 6V, dengan torsi sebesar 2.2 kg/cm pada 4.8V. Gear metal yang digunakan pada MG90S memberikan daya tahan lebih lama dibandingkan dengan gear plastik [16].



Gambar 2. 4 Motor Servo MG90S

Motor ini ideal untuk aplikasi yang membutuhkan kontrol posisi yang presisi, seperti pada sistem otomasi penyimpanan obat di mana motor servo digunakan untuk menggerakkan mekanisme pintu atau laci.

2.2.6 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah salah satu varian mikrokontroler dari platform Arduino, yang menggunakan mikrokontroler Atmega 2560 sebagai inti pengolahannya. Arduino Mega 2560 memiliki memori flash sebesar 256 KB dan kecepatan clock 16 MHz, serta dilengkapi dengan 54 pin I/O digital, 16 pin input analog, dan 4 UART (serial ports), yang memungkinkan komunikasi serial dengan berbagai perangkat secara bersamaan [17].



Gambar 2. 5 Arduino Mega 2560 R3

Arduino Mega 2560 sangat cocok untuk proyek otomasi yang kompleks, seperti lemari otomatis, yang memerlukan banyak koneksi sensor dan aktuator. Platform ini memberikan fleksibilitas tinggi dalam pengembangan sistem kontrol otomatis yang terintegrasi dengan berbagai komponen elektronik lainnya.

2.2.7 Arduino Sensor Shield

Arduino Sensor Shield adalah sebuah shield yang dirancang untuk memudahkan koneksi antara mikrokontroler Arduino dengan berbagai sensor dan modul. Shield ini menyediakan akses mudah ke pin I/O dari Arduino Mega 2560, sehingga memungkinkan pengembang untuk menghubungkan sensor, motor, dan modul lain dengan lebih cepat dan tanpa perlu menyolder kabel langsung ke papan Arduino [18].



Gambar 2. 6 Arduino Sensor Shield V2

Arduino Sensor Shield merupakan alat yang sangat berguna dalam proyek otomasi yang melibatkan banyak sensor, seperti lemari otomatis, karena memastikan koneksi yang lebih terorganisir dan stabil. Ini mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan dalam proses penyambungan dan mempermudah pengelolaan proyek yang kompleks.

2.2.8 Motor Stepper Nema 17

Motor Stepper Nema 17 adalah jenis motor stepper yang sangat populer dalam aplikasi otomasi dan manufaktur, terutama pada mesin CNC dan printer 3D. Motor ini memiliki sudut langkah sebesar 1.8 derajat per langkah, yang berarti

motor ini memerlukan 200 langkah untuk berputar satu putaran penuh (360 derajat). Motor ini umumnya beroperasi pada tegangan 12V dengan torsi sebesar 45Ncm (63.7oz.in), yang menjadikannya ideal untuk aplikasi yang memerlukan kontrol posisi presisi [15].

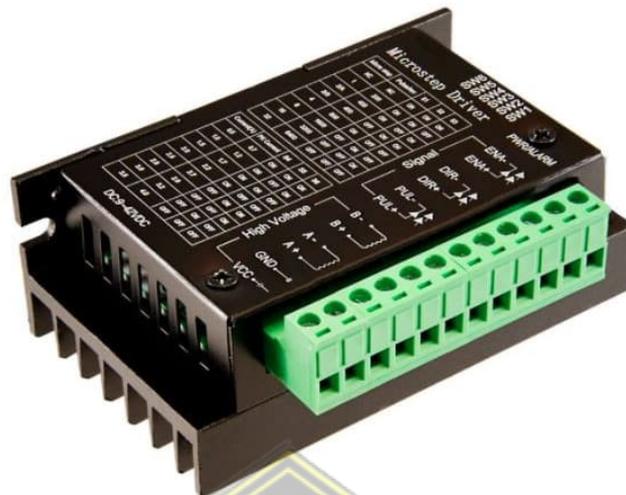


Gambar 2. 7 Motor Stepper Nema 17

Dalam sistem otomasi penyimpanan obat, motor stepper Nema 17 digunakan untuk menggerakkan laci atau rak secara akurat, memastikan bahwa obat-obatan dapat diambil atau disimpan dengan tepat sesuai dengan kebutuhan.

2.2.9 Driver Motor Stepper TB6600

Driver Motor Stepper TB6600 adalah modul pengendali motor stepper yang kuat dan handal, dirancang khusus untuk mengendalikan motor stepper dengan arus tinggi hingga 4.5A. Driver ini dapat bekerja pada tegangan 9V hingga 40V, memungkinkan pengoperasian motor stepper dengan torsi yang besar dan stabil. TB6600 mendukung mode microstepping hingga 1/32 langkah, yang memberikan kontrol posisi yang sangat presisi pada motor stepper seperti Nema [19].



Gambar 2. 8 Driver Motor Stepper TB6600

Fitur proteksi terhadap over-voltage, over-current, dan short-circuit pada TB6600 menjadikannya pilihan populer dalam berbagai aplikasi otomasi, termasuk pada sistem penyimpanan obat yang memerlukan kontrol posisi yang akurat dan andal [1]. Driver ini biasanya diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino, untuk memberikan sinyal step dan direction yang mengontrol pergerakan motor [17].

2.2.10 Power Sply

Power Supply adalah perangkat yang menyediakan sumber daya listrik untuk berbagai komponen elektronik dalam suatu sistem. Dalam konteks otomasi dengan Arduino dan motor stepper, power supply berfungsi untuk memberikan tegangan dan arus yang stabil kepada motor, mikrokontroler, sensor, dan komponen lainnya.

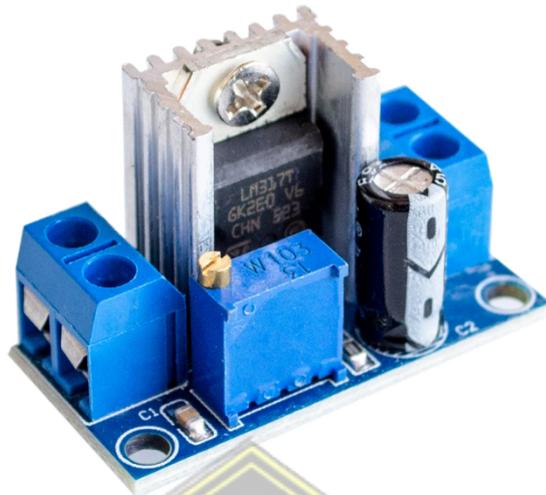


Gambar 2. 9 Power Supply 12 V

Power supply dapat berupa adaptor AC/DC dengan tegangan output tetap atau variabel, misalnya 12V atau 24V, tergantung pada kebutuhan sistem. Pemilihan power supply yang tepat sangat penting untuk memastikan performa optimal dan mencegah kerusakan pada komponen akibat tegangan atau arus yang tidak sesuai. Power supply yang digunakan pada proyek otomasi lemari biasanya memiliki kapasitas arus yang cukup besar untuk mendukung motor stepper dan driver seperti TB6600. Tegangan yang stabil dari power supply juga berkontribusi terhadap keandalan dan umur panjang sistem [20].

2.2.11 Step Down LM317

Step Down Regulator LM317 adalah komponen elektronika yang digunakan untuk mengatur tegangan output dari power supply menjadi tegangan yang lebih rendah dan stabil. LM317 adalah regulator tegangan linier yang dapat diatur, yang berarti tegangan outputnya dapat disesuaikan dengan menggunakan kombinasi resistor eksternal.



Gambar 2. 10 Step Down LM317

LM317 dapat menurunkan tegangan input dari 40V menjadi tegangan output yang diinginkan, mulai dari 1.25V hingga 37V, dengan arus output hingga 1.5A [21]. Regulator ini dilengkapi dengan fitur proteksi terhadap over-current dan over-heat, sehingga cocok digunakan dalam aplikasi yang memerlukan pengaturan tegangan seperti pada sistem otomasi lemari, di mana komponen tertentu memerlukan tegangan yang lebih rendah dibandingkan dengan tegangan yang disuplai oleh power supply utama [17].

2.2.12 Otomatisasi

Otomatisasi adalah penerapan teknologi untuk menjalankan suatu proses atau sistem dengan intervensi manusia yang minimal. Pada dasarnya, otomatisasi bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, konsistensi, dan akurasi suatu proses dengan mengurangi kesalahan manusia serta mempercepat waktu pelaksanaan. Otomatisasi telah menjadi komponen penting dalam berbagai sektor industri, mulai dari manufaktur, pertanian, hingga layanan kesehatan, dan mencakup berbagai tingkatan, dari otomatisasi yang sederhana hingga yang kompleks dan terintegrasi [20].

Dalam konteks industri manufaktur, otomatisasi sering kali melibatkan penggunaan robotika dan sistem kendali berbasis komputer yang memungkinkan

proses produksi berjalan secara terus-menerus dan tanpa jeda. Otomatisasi ini dapat berupa peralatan sederhana yang melakukan tugas berulang seperti pemindahan material, hingga sistem yang lebih canggih yang mampu menyesuaikan parameter proses secara real-time berdasarkan data yang diperoleh dari sensor[21].

Penggunaan otomatisasi juga membawa manfaat ekonomi yang signifikan, termasuk pengurangan biaya produksi, peningkatan output, dan kualitas produk yang lebih konsisten. Di samping itu, otomatisasi dapat meningkatkan keselamatan kerja dengan menggantikan pekerja dari tugas-tugas berbahaya atau monoton [21].

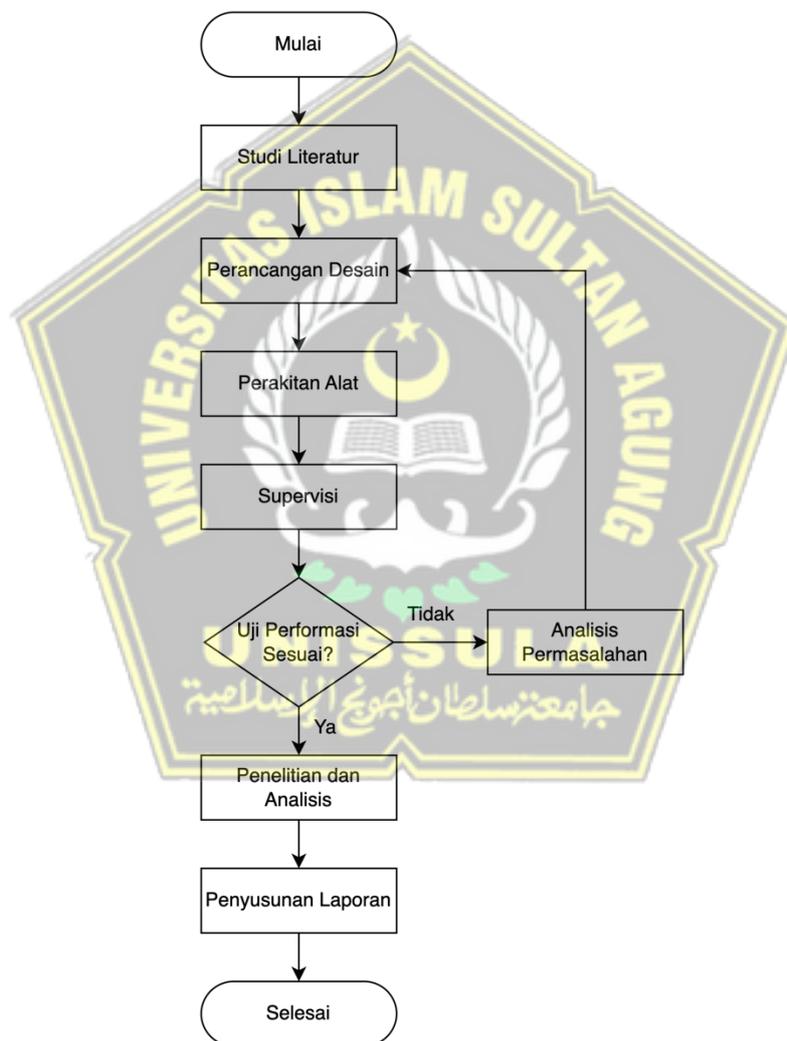
Dalam pengembangan sistem otomatisasi, berbagai teknologi digunakan, termasuk teknologi pemrograman, sensor, aktuator, dan kontroler. Sensor berperan penting dalam mengumpulkan data dari lingkungan atau sistem, yang kemudian diolah oleh kontroler untuk memberikan instruksi kepada aktuator guna melakukan tindakan tertentu. Dalam sistem yang lebih kompleks, otomatisasi dapat melibatkan pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin (machine learning) untuk membuat keputusan yang lebih cerdas dan adaptif [22].

Proyek yang mengimplementasikan otomatisasi biasanya melibatkan integrasi berbagai komponen dan teknologi untuk mencapai tujuan spesifik, seperti dalam kasus sistem penyimpanan dan pengambilan obat otomatis. Sistem semacam ini dirancang untuk mengurangi kesalahan dalam pengelolaan stok dan memastikan bahwa obat tersedia secara tepat waktu dan dalam jumlah yang sesuai [21].

BAB III PERANCANGAN ALAT

3.1 Metode Penelitian

Tugas pelaksanaan penelitian meliputi penyelesaian tugas akhir, yaitu tahap studi literatur, tahap perancangan alat, tahap perakitan alat, pengujian alat hasil rancangan, supervisi, analisis data, dan penyusunan laporan penelitian. Flowchart pelaksanaan penelitian tugas akhir ini diperlihatkan pada gambar 3. 1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian Tugas Akhir

Penjelasan dari flowchart metodologi penelitian tugas akhir prototype lemari penyimpanan obat opioid otomatis berbasis arduino sebagai berikut.

a. Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini, informasi dipelajari dan dikumpulkan dari berbagai sumber yang relevan dengan topik penelitian. Hasil penelitian sebelumnya, teknologi yang digunakan, dan perkembangan terbaru terkait prototipe lemari penyimpanan obat otomatis ditinjau. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan dan merumuskan masalah penelitian.

b. Tahap Perancangan Alat

Tahap perancangan alat mencakup penyusunan desain awal dan spesifikasi teknis dari lemari penyimpanan obat otomatis. Diagram blok dan rangkaian skematik yang akan digunakan dibuat. Selain itu, direncanakan mekanisme kerja, termasuk sistem penyimpanan dan pengambilan obat, serta integrasi dengan Arduino.

c. Tahap Perakitan Alat

Pada tahap ini, semua komponen dan bahan yang diperlukan berdasarkan desain dikumpulkan. Komponen elektronik, mekanik, dan perangkat keras lainnya dirakit sesuai dengan diagram skematik. Selanjutnya, semua bagian dipastikan terhubung dengan benar dan berfungsi sesuai rencana.

d. Tahap Pengujian Alat Hasil Rancangan

Setelah alat dirakit, dilakukan pengujian untuk memastikan fungsionalitas dan keandalannya. Masalah atau kesalahan yang muncul selama pengujian diidentifikasi dan diperbaiki. Selain itu, kinerja alat diukur sesuai dengan spesifikasi teknis dan tujuan penelitian.

e. Supervisi dan Analisis Data

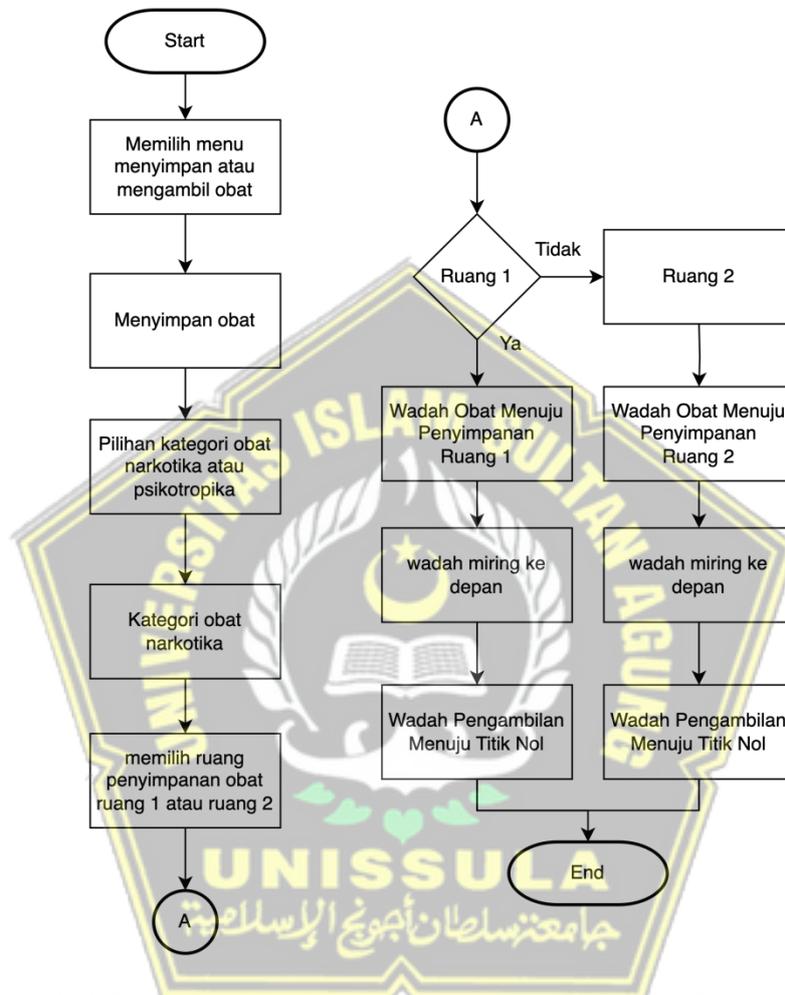
Pada tahap ini, pengujian alat terus dipantau untuk memastikan keandalannya. Data hasil pengujian dikumpulkan dan dianalisis untuk menilai kinerja dan efektivitas alat. Kesimpulan ditarik berdasarkan hasil analisis data dan dibandingkan dengan tujuan penelitian.

f. Penyusunan Laporan Penelitian

Tahap terakhir adalah penyusunan laporan akhir yang mencakup seluruh tahapan penelitian, dari studi literatur hingga analisis data. Temuan penelitian disajikan secara sistematis dan terstruktur, dengan menyertakan diagram, grafik, dan tabel yang mendukung hasil penelitian. Laporan ini direvisi berdasarkan masukan dari pembimbing dan disiapkan untuk diserahkan.

3.2 Prinsip Kerja Sistem Penyimpan dan Pengambil Otomatis

3.2.1 Penyimpanan Narkotik



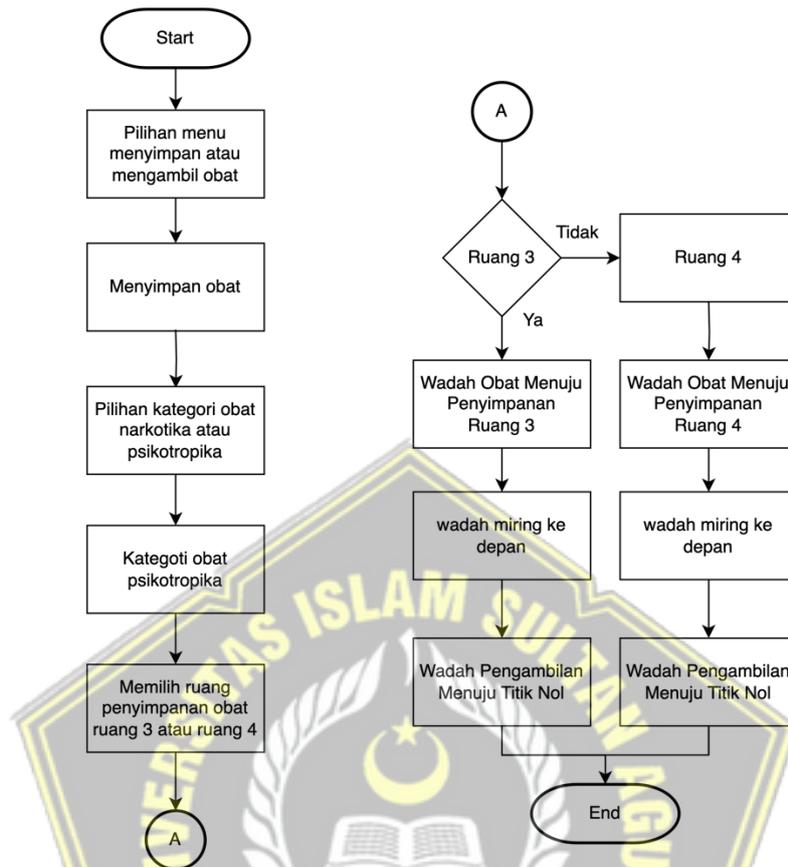
Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem Penyimpanan Otomatis Kategori Narkotika

Gambar 3.2 menunjukkan alur sistem penyimpanan obat kategori narkotik. Proses dimulai dengan memulai sistem, kemudian memilih menu penyimpanan obat. Setelah memilih menu tersebut, sistem akan menjalankan dan menyediakan menu penyimpanan. Sistem ini dikendalikan oleh board mikrokontroler Arduino Mega 2560. Setelah itu, obat diletakkan secara manual ke dalam wadah penyimpanan obat, yang memiliki bentuk seperti nampan dengan salah satu tepinya miring untuk memudahkan penyimpanan dan pengambilan obat. Selanjutnya, pengguna memilih kategori obat yang akan disimpan, baik narkotik atau psikotropik; dalam kasus ini,

kategori yang dipilih adalah narkotik. Setelah pemilihan kategori obat, langkah berikutnya adalah memilih ruangan tempat obat disimpan. Untuk kategori narkotik, ruang penyimpanan tersedia di ruang 1 dan 2. Setelah memilih ruang penyimpanan, sistem akan memindahkan wadah ke ruang yang telah dipilih menggunakan motor stepper. Ketika wadah tiba di depan ruang penyimpanan, motor servo akan memiringkan wadah ke depan sehingga obat dapat masuk ke dalam ruang penyimpanan. Setelah obat berhasil disimpan, wadah akan kembali ke titik awal dengan membalikkan semua pergerakan yang telah dilakukan.

3.2.2 Penyimpanan Psikotropik

Proses penyimpanan obat kategori psikotropik hampir mirip dengan penyimpanan obat kategori narkotik. Yang membedakan adalah langkah pemilihan kategori obatnya, yaitu psikotropik, yang mempengaruhi menu selanjutnya terkait ruang penyimpanan. Ruang penyimpanan untuk obat kategori psikotropik adalah ruang 3 dan 4. Tahapan berikutnya sama dengan penyimpanan obat kategori narkotik, di mana motor servo digunakan untuk memiringkan wadah ke depan sehingga obat dapat tersimpan di dalam ruang penyimpanan. Setelah itu, wadah akan kembali ke titik semula dengan bergerak secara terbalik dari pergerakan sebelumnya. Proses ini terlihat dalam diagram alir proses penyimpanan obat kategori psikotropik seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3.

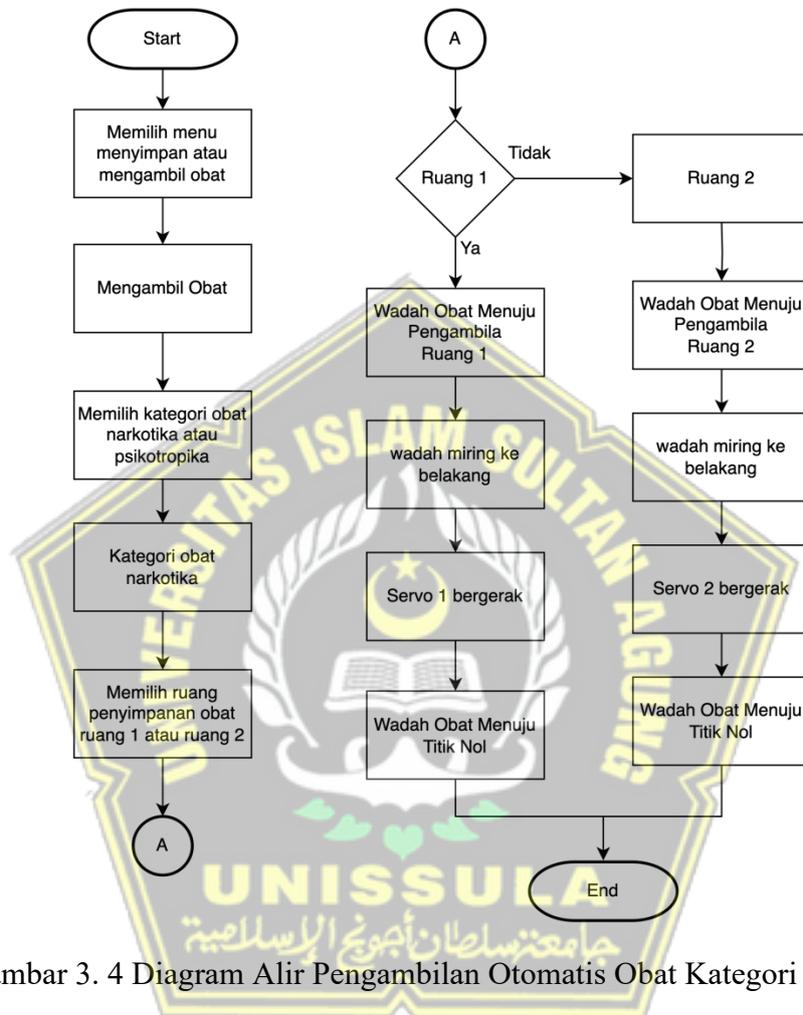


Gambar 3. 3 Diagram Alir Penyimpanan Otomatis Kategori Psikotropik

3.2.3 Pembacaan Pengambilan Narkotika

Gambar 3.4 menampilkan diagram alir proses pengambilan obat kategori narkotik. Proses dimulai dari memulai sistem, kemudian memilih menu mengambil obat. Setelah memilih menu tersebut, sistem akan menampilkan menu pilihan kategori obat yang akan diambil. Pada diagram tersebut, pengambilan obat kategori narkotik dipilih. Setelah memilih kategori obat, sistem memberikan pilihan ruangan tempat obat akan diambil. Untuk kategori narkotik, ruangan yang tersedia adalah ruang 1 dan 2. Setelah memilih ruang pengambilan obat, sistem memulai proses pengambilan. Proses ini melibatkan beberapa langkah, di mana sistem membawa wadah obat ke depan ruang pengambil obat. Setelah wadah berada di depan ruang tersebut, wadah akan miring ke belakang, kemudian solenoid di dalam ruang penyimpanan akan diaktifkan untuk membuka celah penahan obat sehingga obat

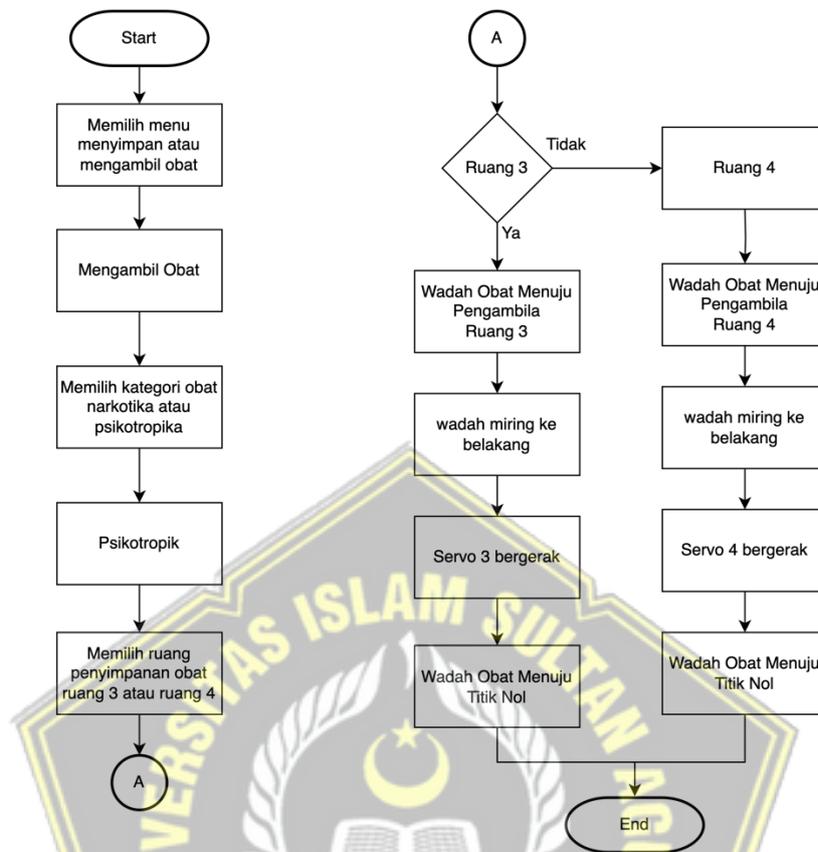
dapat keluar dan menuju wadah obat. Setelah obat tersimpan di wadah, sistem akan mengembalikan wadah ke titik awal dengan membalikkan pergerakan sebelumnya. Setelah kembali ke titik awal, obat dapat diambil secara manual dari wadah obat.



Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengambilan Otomatis Obat Kategori Narkotik

3.2.4 Pembacaan Pengambilan Psikotropika

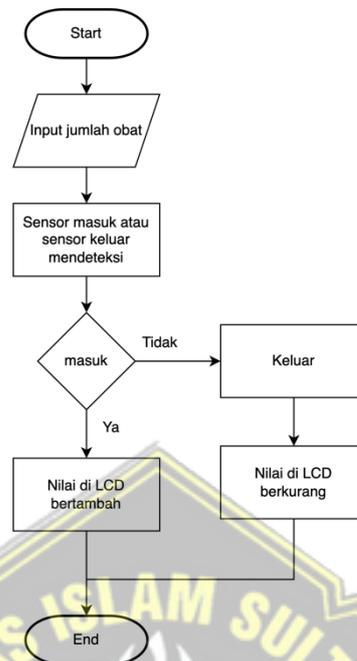
Gambar 3.5 menampilkan diagram alir proses pengambilan obat kategori psikotropik. Proses pengambilan obat kategori psikotropik secara garis besar sama dengan proses pengambilan obat kategori narkotik. Yang membedakan adalah pada langkah pemilihan kategori obatnya, yaitu psikotropik. Selain itu, perbedaannya juga terdapat pada pilihan ruang pengambilannya, yaitu ruang 3 dan 4 untuk psikotropik. Langkah selanjutnya adalah proses pengambilan obat dari ruang pengambilan dan sampai pada proses pengambilan obat secara manual.



Gambar 3. 5 Diagram Alir Pengambilan Otomatis Obat Kategori Psikotropik

3.3 Perancangan Fitur Sistem Automasi Perhitungan Stok Obat

Gambar 3.6 menggambarkan diagram alir dari desain fitur sistem otomatisasi perhitungan lemari opioid ini. Sistem ini memiliki 3 komponen utama yaitu mikrokontroler Arduino mega 2560 sebagai pusat kendali perhitungan, sensor infra merah untuk mendeteksi obat yang masuk dan keluar ruang penyimpanan, dan lcd untuk menampilkan perhitungan dan jumlah obat yang tersedia.

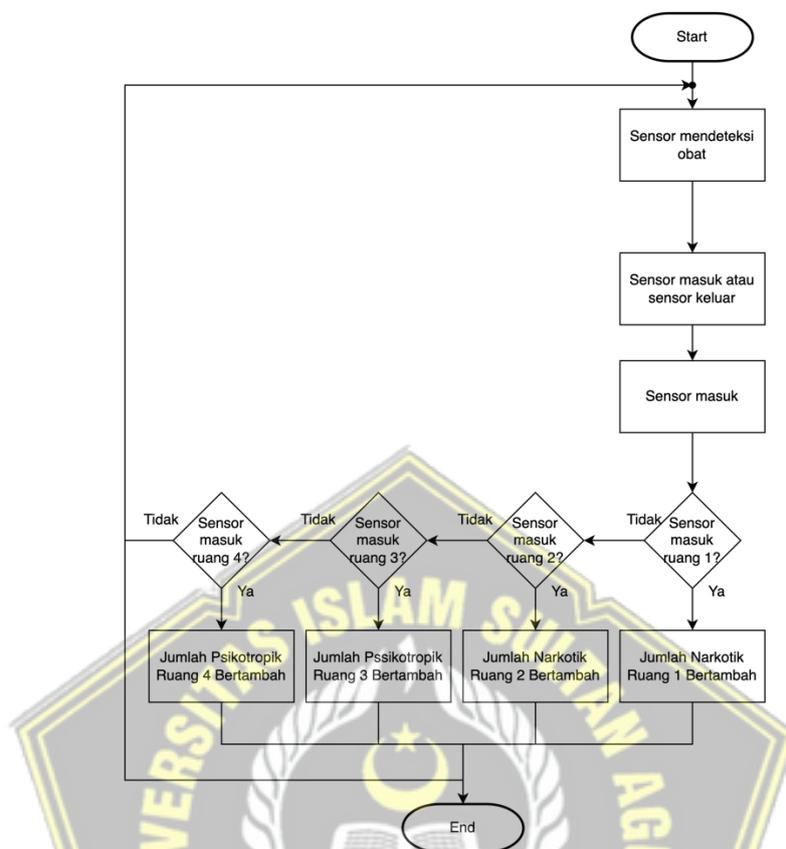


Gambar 3. 6 Diagram Alir Perancangan Sistem Automasi Perhitungan Secara Keseluruhan

Proses perhitungan dimulai dari memasukan jumlah obat. Kemudian sensor mendeteksi adanya obat yang masuk atau keluar. Jika sensor masuk yang mendeteksi obat, maka pada lcd ditampilkan jumlah obat bertambah. Sedangkan jika sensor keluar yang mendeteksi obat maka nilai atau jumlah obat yang tampil pada lcd akan berkurang setoknya.

3.3.1 Perhitungan tambah otomattis

Perhitungan tambah otomats terjadi Ketika sensor infra merah pada pintu mmasuk ruang penyimpanan obat mendeteksi adanya obat yang masuk. Pada perhitungan ini sistem akan menghitung sesuai dengan jumlah obat yang masuk, sehingga dapat ditampilkan di lcd dan dapat dimonitor jumlah stoknya.

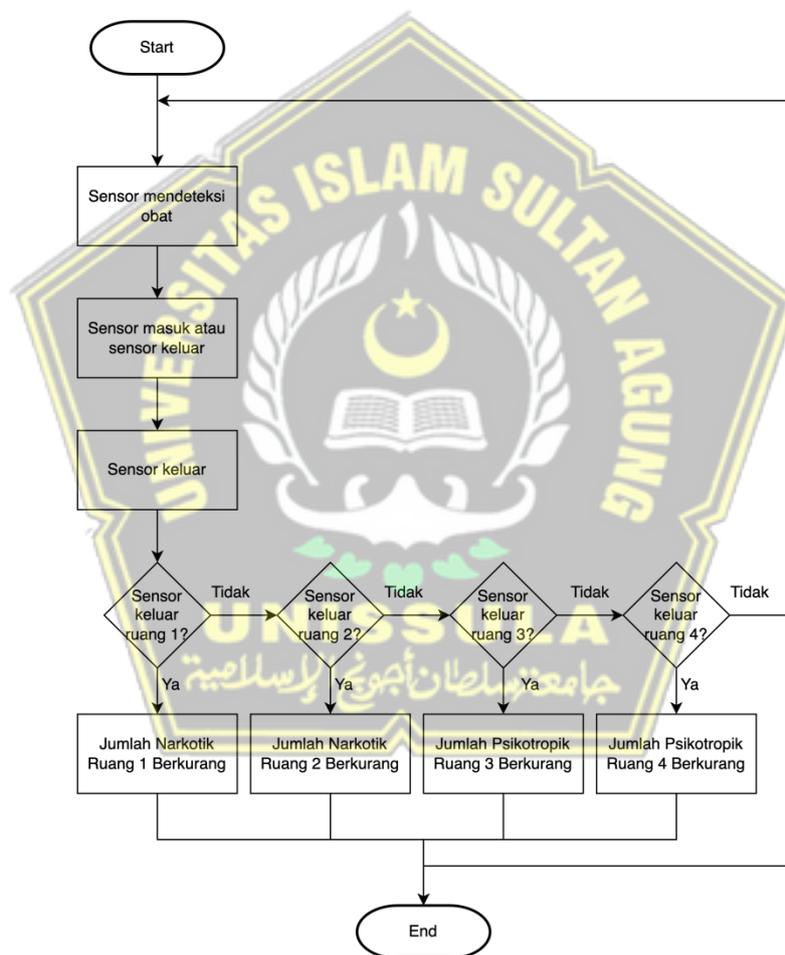


Gambar 3. 7 Diagram Alir Sistem Automasi Perhitungan tambah

Melihat diagram alur sistem otomatisasi perhitungan tambah obat pada Gambar 3.7 terlihat bahwa sistem diinisiasi ketika sensor mendeteksi adanya obat. Dalam hal ini sensor yang mendeteksi yaitu sensor masuk, setelah sensor masuk mendeteksi adanya obat yang masuk maka selanjutnya sistem mengisiasikan lagi pada ruangan mana sensor yang mendeteksi. Terdapat 4 ruangan pada lemari opioid ini, yaitu ruang 1 dan 2 untuk obat kategori narkotik, dan ruang 3 dan 4 untuk ruang obat kategori psikotropik. Jika yang mendeteksi sensor pada ruang 1 maka jumlah narkotik pada ruang satu bertambah ditampilkan pada lcd, begitupun jika yang mendeteksi sensor pada ruang 2 yang mendeteksi maka pada lcd akan menampilkan jumlah narkotik yang bertambah pada ruang dua. Namun jika yang mendeteksi sensor pada ruang 3 atau 4 maka yang akan tampil pada lcd adalah jumlah psikotropik pada ruang 3 dan 4 bertambah.

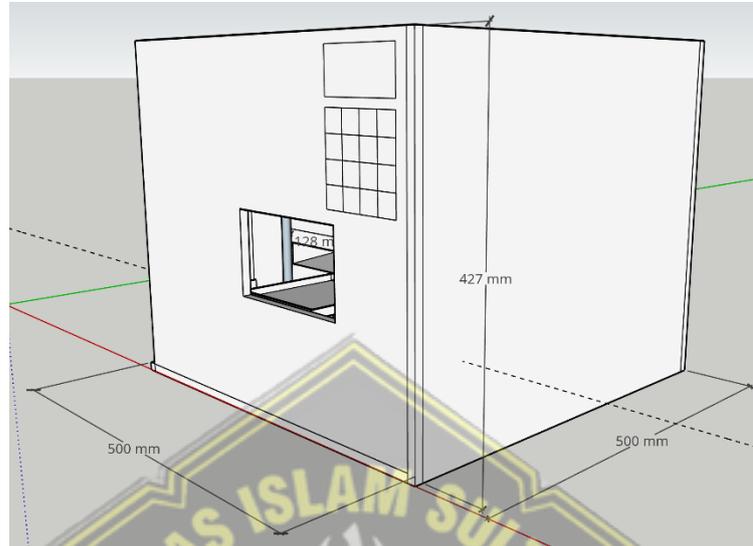
3.3.2 Menghitung kurang otomatis

Ketika sensor kurang atau sensor pada pintu keluar ruang penyimpanan mendeteksi adanya obat yang lewat, maka sistem akan mengidentifikasi sensor diruang mana yang mendeteksi. Jika sensor yang mendeteksi berada di ruang 1 atau 2 maka pada lcd yang berkurang adalah jumlah narkotika di ruang 1 atau ruang 2. Sedangkan jika yang mendeteksi adalah sensor pada ruang 3 atau 4, maka pada lcd ditampilkan pengurangann jumlah stok psikotropik pada ruang 3 atau 4. Langkah perhitungan kurang otomatis ini dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Diagram Alir Sistem Automasi Perhitungan Kurang

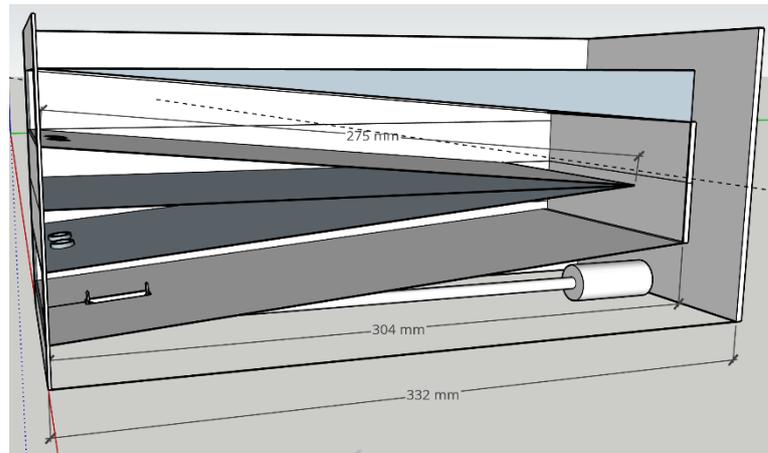
3.4 Perancangan mekanik alat



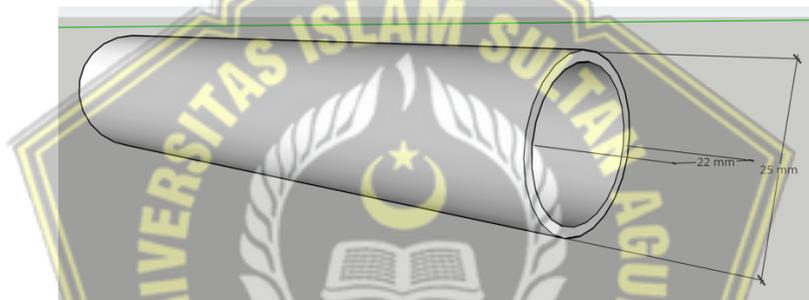
Gambar 3. 9 Perancangan desain Bagian Luar



Gambar 3. 10 Perancangan Desain Bagian Dalam (Storage) dan Penggerak XY



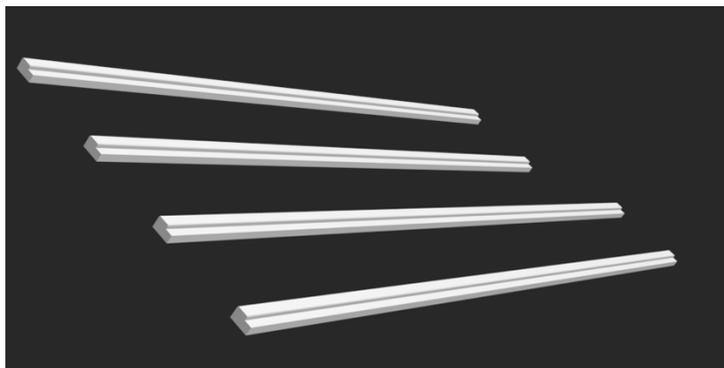
Gambar 3. 11 Desain Sistem Pengeluaran Obat



Gambar 3. 12 Desain Tabung Obat



Gambar 3. 13 Desain Roda Tabung



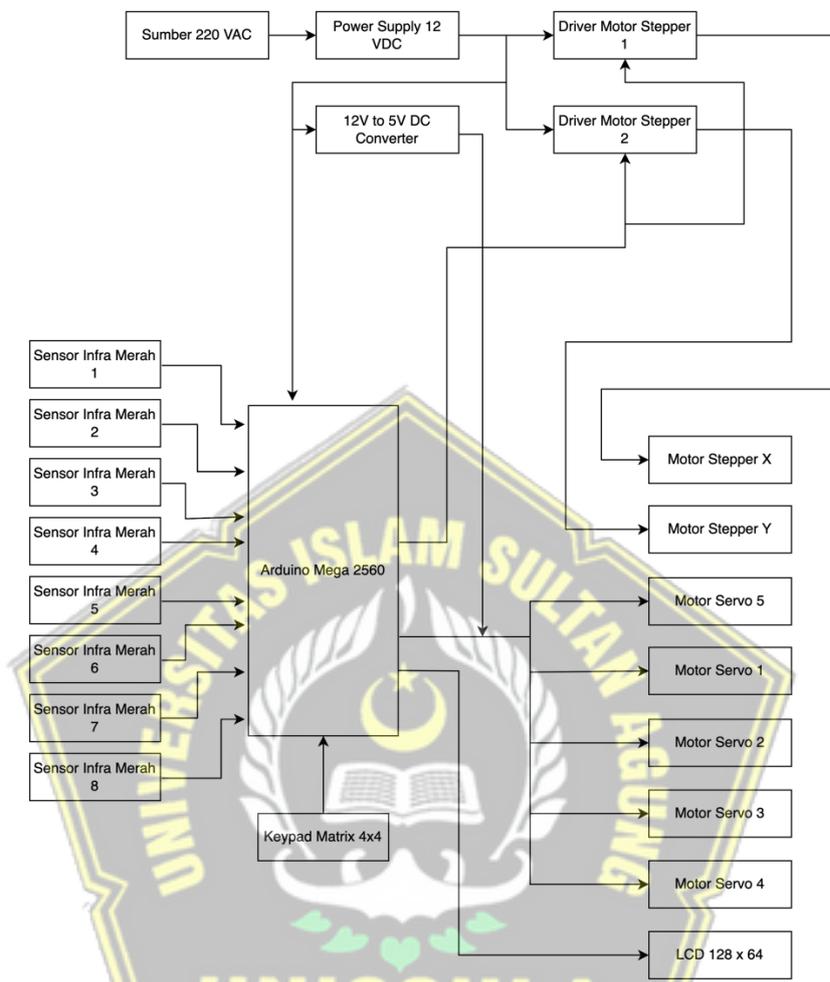
Gambar 3. 14 Desain Rel atau Jalur Tabung

Desain ini menunjukkan prototipe lemari penyimpanan obat otomatis berbahan akrilik 5 mm yang dipotong dengan cutting laser untuk presisi. Dimensi lemari adalah 500x500x500 mm dengan tinggi total 427 mm, termasuk ruang untuk komponen elektronik.

Bagian depan lemari memiliki layar dan keypad matrix 4x4, memudahkan pengguna memasukkan perintah dan melihat informasi, kemungkinan ditampilkan pada LCD 4x16. Jendela di depan memudahkan akses ke wadah obat tanpa membuka seluruh bagian.

Desain ini kompak dan fungsional, memaksimalkan penggunaan ruang dalam dimensi terbatas. Bahan akrilik menawarkan kekuatan dan keringanan, sementara cutting laser memastikan potongan yang tepat sesuai spesifikasi. Motor stepper dan motor servo digunakan untuk menggerakkan mekanisme penyimpanan dan pengambilan obat secara otomatis, meningkatkan efisiensi dan akurasi proses. Untuk penyimpanan obat, digunakan tabung dengan diameter luar 25 mm dan diameter dalam 22 mm, sehingga obat mudah disimpan dan diambil. Tabung ini dilengkapi dengan roda miring seperti roda kereta dan ditempatkan pada rel di dalam lemari penyimpanan, memastikan distribusi obat yang baik dan teratur.

3.5 perancangan perangkat keras



Gambar 3. 15 Diagram Blok Rangkaian Sistem

Sistem ini dirancang untuk mengontrol otomatisasi lemari penyimpanan obat menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali. Sumber daya utama sistem berasal dari tegangan AC 220V yang diubah menjadi 12V DC oleh power supply untuk memberikan daya pada seluruh komponen. Input utama sistem berasal dari delapan sensor inframerah yang mendeteksi keberadaan obat dan keypad matrix 4x4 yang digunakan untuk menginput perintah pengguna. Arduino Mega 2560 menerima sinyal dari sensor inframerah dan keypad, kemudian memprosesnya untuk mengendalikan berbagai komponen output. Dua driver motor stepper menggerakkan Motor Stepper 1 dan 2 yang bertugas menggerakkan wadah

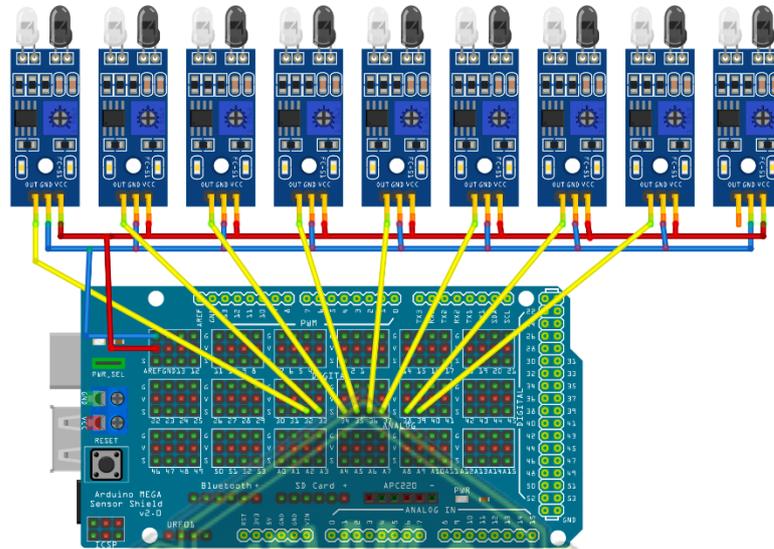
obat, sementara Motor Stepper 3 dan Motor Servo digunakan untuk penggerakan tambahan yang lebih presisi.

Motor stepper digunakan dalam sistem ini untuk menggerakkan komponen mekanis dengan akurasi tinggi. Prinsip kerja motor stepper didasarkan pada pergerakan rotor dalam langkah-langkah kecil yang dikendalikan oleh kumparan elektromagnetik. Ketika arus listrik dialirkan ke kumparan secara bergantian, medan magnet yang terbentuk memutar rotor dengan sudut tertentu pada setiap langkahnya. Ini memungkinkan kontrol posisi yang presisi tanpa memerlukan umpan balik tambahan. Dengan menggunakan driver motor stepper, Arduino Mega 2560 dapat mengontrol pergerakan motor secara akurat, memastikan bahwa setiap wadah obat bergerak sesuai perintah, baik dalam proses penyimpanan maupun pengambilan obat. Pergerakan yang terukur ini membantu menjaga efisiensi dan keakuratan sistem dalam manajemen obat.

LCD 4x16 menampilkan informasi penting bagi pengguna, termasuk menu utama (menyimpan, mengambil), kategori obat (narkotika, psikotropika), ruang obat (ruang 1, 2, 3, 4), dan kuantitas obat yang disimpan atau diambil. Motor servo juga digunakan untuk mengatur akses ke wadah penyimpanan obat dengan membuka dan menutup bagian tertentu sesuai perintah. Motor stepper dan motor servo bekerja bersama untuk memastikan setiap tindakan yang diperlukan pada sistem berjalan dengan tepat dan sesuai dengan input yang diberikan oleh pengguna melalui keypad.

Dengan konfigurasi ini, sistem dapat mengotomatisasi proses penyimpanan dan pengambilan obat secara efisien, memastikan bahwa semua informasi penting ditampilkan dengan jelas kepada pengguna melalui LCD, serta berbagai gerakan mekanis dikendalikan dengan tepat oleh motor stepper dan motor servo. Hal ini memungkinkan sistem untuk melakukan fungsi yang kompleks secara otomatis, seperti pemilihan kategori obat, penghitungan jumlah unit, hingga penggerakan wadah penyimpanan, dengan tingkat keandalan yang tinggi.

3.5.1 Perancangan Sensor Infra Merah

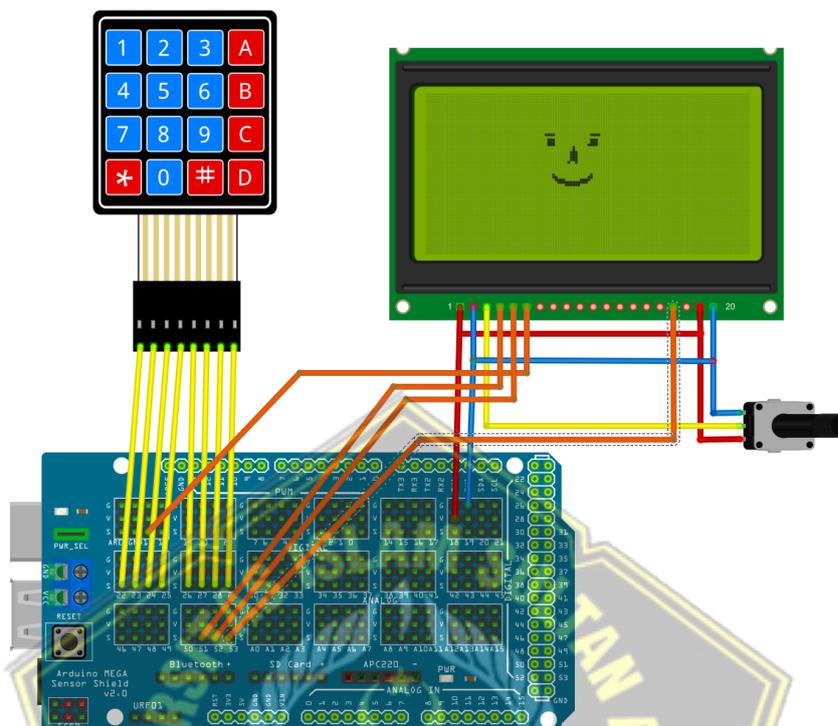


Gambar 3. 16 Perancangan Rangkaian Infra Merah

Sensor IR dalam program ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan barang di ruang penyimpanan. Setiap sensor dipasang di posisi yang strategis pada empat ruang berbeda, dengan satu sensor per ruang. Ketika barang terdeteksi oleh sensor IR, data dikirim ke Arduino yang kemudian memperbarui status ruang di array slots. Jika sensor mendeteksi barang (output tinggi), jumlah barang di ruang tersebut akan ditambah; jika tidak ada barang (output rendah), jumlah barang akan berkurang. Status ini kemudian ditampilkan pada layar LCD sesuai dengan status aktual dari setiap ruang penyimpanan.

Sensor IR memiliki dua pin utama: pin output dan pin input. Pin output sensor dihubungkan ke pin input digital pada Arduino, misalnya pinIn1, pinIn2, pinIn3, dan pinIn4 untuk sensor yang mendeteksi barang yang masuk, dan pinOut1, pinOut2, pinOut3, dan pinOut4 untuk sensor yang mendeteksi barang yang keluar. Setiap pin input sensor juga dihubungkan dengan resistor *pull-down* untuk memastikan stabilitas sinyal. Ini mencegah pembacaan sinyal yang tidak konsisten atau fluktuatif.

3.5.2 Perancangan Keypad dan LCD



Gambar 3. 17 Perancangan Rangkaian LCD dan Keypad

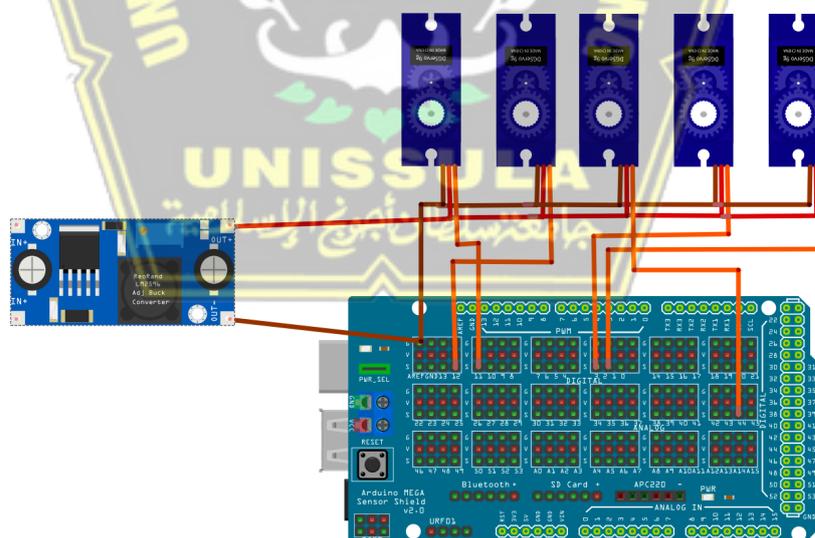
Keypad 4x4 dan LCD dalam mode SPI bekerja bersama-sama untuk menyediakan antarmuka pengguna yang interaktif dan responsif. Keypad digunakan untuk navigasi menu, memilih opsi, dan melakukan tindakan seperti menyimpan atau mengambil barang. LCD dalam mode SPI menampilkan informasi penting seperti status penyimpanan, kategori barang, jumlah barang, dan proses yang sedang berlangsung.

Ketika pengguna menekan tombol pada keypad, input tersebut diproses oleh Arduino untuk menentukan tindakan yang sesuai, misalnya memulai proses homing atau mengaktifkan motor. Hasil dari tindakan ini langsung ditampilkan pada LCD, sehingga pengguna mendapatkan umpan balik visual yang real-time. Misalnya, setelah memilih jumlah barang, LCD akan menampilkan jumlah yang dipilih serta status ruang yang terisi atau kosong. Mode SPI pada LCD memungkinkan komunikasi data yang cepat antara Arduino dan layar, yang memastikan tampilan selalu up-to-date dengan tindakan pengguna.

Keypad 4x4 dihubungkan ke Arduino menggunakan delapan pin digital. Empat pin digunakan untuk baris dan empat pin untuk kolom, yang diatur dalam mode matrix scanning. Pin ini bisa terhubung ke pin digital seperti D2 hingga D9 pada Arduino Mega, misalnya, dengan baris terhubung ke D2-D5 dan kolom terhubung ke D6-D9.

LCD yang menggunakan mode SPI akan terhubung ke Arduino melalui empat pin utama: MOSI (*Master Out Slave In*), MISO (*Master In Slave Out*), SCK (*Serial Clock*), dan SS (*Slave Select*). Pada Arduino Mega, MOSI bisa dihubungkan ke pin 51, MISO ke pin 50, SCK ke pin 52, dan SS ke pin 53. Pin tambahan mungkin diperlukan untuk kontrol layar seperti pin DC (*Data/Command*) dan RST (*Reset*), yang bisa dihubungkan ke pin digital lainnya sesuai kebutuhan. Penggunaan mode SPI memungkinkan transfer data yang lebih cepat dibandingkan dengan I2C, menjadikannya pilihan yang baik untuk tampilan yang membutuhkan pembaruan cepat dan sering, seperti dalam sistem ini.

3.5.3 Perancangan Servo



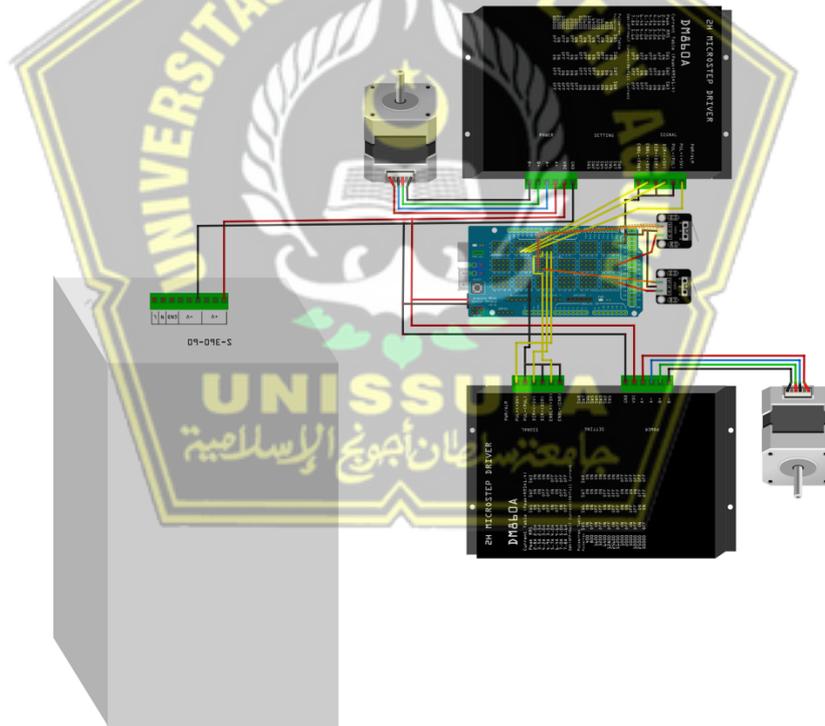
Gambar 3. 18 Perancangan Rangkaian Motor Servo

Servo dalam program ini digunakan untuk menggerakkan bagian mekanis tertentu pada posisi tertentu yang diatur secara presisi. Setiap servo dikontrol melalui PWM (*Pulse Width Modulation*) yang dikirimkan dari Arduino, di mana

lebar pulsa menentukan sudut putaran servo. Program ini menetapkan sudut awal servo ke 0 derajat saat startup, dan sudut servo akan disesuaikan berdasarkan logika tertentu, seperti posisi barang atau ruang penyimpanan yang terpilih.

Setiap servo dihubungkan ke pin PWM Arduino, misalnya pinServo1 dihubungkan ke pin 9, pinServo2 ke pin 10, dan seterusnya. Servo juga membutuhkan daya dari sumber eksternal, biasanya 5V, dan ground yang sama dengan Arduino untuk memastikan stabilitas operasional. Penempatan servo pada pin PWM Arduino ini memungkinkan kontrol presisi atas posisi servo, yang penting untuk menggerakkan mekanisme penyimpanan atau pengambilan barang sesuai instruksi dalam program.

3.5.4 Prancangan Gerakan XY



Gambar 3. 19 Perancangan Rangkaian Motor Stepper XY

Motor stepper dalam sumbu X dan Y digunakan untuk menggerakkan mekanisme penyimpanan secara linier dalam dua arah. Setiap motor stepper dikendalikan oleh driver (misalnya TB6600) yang menerima sinyal step dan direction dari Arduino. Program ini mengatur jumlah langkah (steps) yang

dikirimkan ke motor berdasarkan jarak yang ingin ditempuh, di mana setiap langkah menggerakkan motor satu langkah kecil, memungkinkan pergerakan yang sangat presisi.

Setiap motor stepper dikendalikan melalui tiga pin pada driver yang terhubung ke pin digital Arduino: STEP_PIN_X, DIR_PIN_X, dan ENA_PIN_X untuk motor X, serta set pin yang sama untuk motor Y. Pin STEP_PIN mengirimkan pulsa yang mengatur jumlah langkah motor, DIR_PIN mengatur arah putaran, dan ENA_PIN mengaktifkan atau menonaktifkan motor. Kombinasi ini memungkinkan pengontrolan sumbu X dan Y secara presisi untuk memindahkan barang ke posisi yang tepat sesuai dengan kebutuhan proses penyimpanan atau pengambilan.

3.6 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam penelitian ini, pengembangan perangkat lunak secara keseluruhan difokuskan pada perancangan program mikrokontroler. Perancangan program mikrokontroler menggunakan pemrograman menggunakan bahasa C pada Arduino dengan *compiler Arduino IDE (Integrated Development Environment)*, yang bersifat multiplatform dan dapat beroperasi pada berbagai sistem operasi seperti *Windows, Macintosh, dan Linux*. IDE ini bersifat *open source*, memungkinkan pengembangan yang luas oleh selain pengembang dari komunitas *Arduino*. Perancangan tersebut bertujuan untuk menginstruksikan perangkat keras dalam menjalankan sistem.

3.6.1 Perancangan program menu

Program Arduino ini dirancang untuk mengelola navigasi menu pada LCD 128x64 dengan menggunakan beberapa tombol input. Setelah inisialisasi pin dan LCD pada `setup()`, program memeriksa status tombol untuk navigasi menu di dalam `loop()`. Menu terdiri dari beberapa tingkat: menu utama, kategori obat, ruang, dan jumlah obat.

```
void navigateUp() {
  switch (currentState) {
    case MAIN_MENU:
```

```

        mainMenuIndex = (mainMenuIndex > 0) ? mainMenuIndex -
1 : 2;
        break;
    case CHEKING_STORAGE:
        storageIndex = (storageIndex > 0) ? storageIndex - 1 :
0;
        break;
    case CATEGORY_MENU:
        submenuIndex = (submenuIndex > 0) ? submenuIndex - 1 :
1;
        break;
    case ROOM_MENU:
        submenuIndex = (submenuIndex > 0) ? submenuIndex - 1 :
1;
        break;
    case QUANTITY_MENU:
        quantityIndex = (quantityIndex > 0) ? quantityIndex -
1 : 3;
        break;
    default:
        break;
    }
}

```

Fungsi `navigateUp()` dan `navigateDown()` memungkinkan pengguna untuk memilih opsi yang diinginkan dengan menggeser pilihan menu ke atas atau ke bawah, sementara `selectOption()` dan `goBack()` mengubah status menu berdasarkan pilihan atau memungkinkan kembali ke menu sebelumnya.

```

void displayMenu() {
    // Mulai dengan halaman pertama buffer
    u8g2.firstPage();
    do {
        u8g2.setFont(u8g2_font_ncenB08_tr); // Pilih font yang
sesuai

        switch (currentState) {
            case MAIN_MENU:
                u8g2.drawStr(0, 10, "Menu Utama");
                for (int i = 0; i < 3; i++) {

```

```

    if (i == mainMenuIndex) {
        u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, "> ");
    } else {
        u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, " ");
    }
    u8g2.drawStr(20, 20 + i * 10, mainMenu[i].c_str());
}
break;

case CATEGORY_MENU:
    u8g2.drawStr(0, 10, "Kategori");
    for (int i = 0; i < 2; i++) {
        if (i == submenuIndex) {
            u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, "> ");
        } else {
            u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, " ");
        }
        u8g2.drawStr(20, 20 + i * 10,
categories[i].c_str());
    }
    break;

case CHEKING_STORAGE:
    u8g2.drawStr(0, 10, "Status Storage");
    for (int i = 0; i < 1; i++) {
        if (i == storageIndex) {
            u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, "> ");
        } else {
            u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, " ");
        }
        u8g2.drawStr(20, 20 + i * 10, storage[i].c_str());
    }
    break;

case ROOM_MENU:
    u8g2.drawStr(0, 10, "Ruang");
    if (categoryIndex == 0) { // Narkotika
        for (int i = 0; i < 2; i++) {
            if (i == submenuIndex) {
                u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, "> ");
            }
        }
    }
}

```

```

    } else {
        u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, " ");
    }
    u8g2.drawStr(20, 20 + i * 10,
roomsNarkotika[i].c_str());
}
} else { // Psikotropika
    for (int i = 0; i < 2; i++) {
        if (i == submenuIndex) {
            u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, "> ");
        } else {
            u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, " ");
        }
        u8g2.drawStr(20, 20 + i * 10,
roomsPsikotropika[i].c_str());
    }
}
break;

case QUANTITY_MENU:
    u8g2.drawStr(0, 10, "Jumlah Obat");
    for (int i = 0; i < 4; i++) {
        if (i == quantityIndex) {
            u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, "> ");
        } else {
            u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, " ");
        }
        u8g2.drawStr(20, 20 + i * 10,
quantities[i].c_str());
    }
    break;

case PROCESSING:
    u8g2.drawStr(0, 10, mainMenu[mainMenuIndex].c_str());
    u8g2.drawStr(0, 20,
categories[categoryIndex].c_str());
    u8g2.drawStr(0, 30, categoryIndex == 0 ?
roomsNarkotika[submenuIndex].c_str() :
roomsPsikotropika[submenuIndex].c_str());

```

```

        u8g2.drawStr(0, 40,
quantities[quantityIndex].c_str());
        break;

    case REVERSE:
        u8g2.drawStr(0, 10, "Reverse movement sedang
berjalan");
        break;

    case INITIALIZING:
        u8g2.drawStr(12, 20, "Tekan Tombol *");
        u8g2.drawStr(15, 30, "Untuk Homing");
        break;

    case LIMIT_SWITCH_TRIGGERED:
        u8g2.drawStr(0, 10, "Limit Switch Triggered");
        break;
}
} while (u8g2.nextPage()); // Lanjutkan ke halaman
berikutnya jika ada
}

```

Fungsi `displayMenu()` menampilkan menu yang sesuai pada LCD, menunjukkan pilihan aktif dan informasi terkait seperti kategori, ruang, dan jumlah obat saat status `PROCESSING`. Program ini menyediakan antarmuka yang jelas dan responsif untuk memilih dan menampilkan berbagai opsi yang tersedia, memudahkan pengguna dalam mengelola informasi obat.

3.6.2 Perancangan Program Motor XY

Program Arduino ini dirancang untuk mengendalikan dua motor stepper menggunakan driver TB6600 dengan tujuan mencapai jarak tertentu pada sumbu X dan Y. Program memulai dengan inisialisasi pin untuk kontrol motor dan LCD, lalu menunggu input dari Serial Monitor untuk menetapkan target jarak tempuh pada sumbu X dan Y. Target jarak ini dimasukkan sebagai pasangan nilai dalam format mm, dipisahkan oleh koma. Setelah menerima input, program menghitung jumlah langkah yang diperlukan untuk mencapai jarak target dan menggerakkan motor

sesuai dengan arah dan jarak yang ditentukan. Selama proses, jarak yang telah ditempuh diperbarui dan ditampilkan pada LCD. Setelah mencapai target, arah motor dibalik dan jarak target diubah untuk mencapai posisi semula. Program juga mencetak informasi target ke Serial Monitor untuk debugging.

3.6.3 Perancangan Program Hitung

Program Arduino ini dirancang untuk memonitor status empat slot penyimpanan menggunakan sensor inframerah (IR) dan menampilkan status tersebut pada LCD 128x64. Sensor IR dipasang pada setiap slot untuk mendeteksi apakah slot kosong atau terisi. Program ini menggunakan dua pin untuk setiap slot: satu untuk mendeteksi benda yang masuk (_in) dan satu untuk mendeteksi benda yang keluar (_out).

```
void hitung() {
  unsigned long currentMillis = millis();

  // Cek setiap ruang
  checkSlot(IR1_in, IR1_out, 0, currentMillis);
  checkSlot(IR2_in, IR2_out, 1, currentMillis);
  checkSlot(IR3_in, IR3_out, 2, currentMillis);
  checkSlot(IR4_in, IR4_out, 3, currentMillis);

  //delay(50); // Tambahkan sedikit delay untuk stabilitas
}
```

Di dalam fungsi `hitung()`, program secara periodik memeriksa status setiap slot dengan memanggil fungsi `checkSlot()`, yang memeriksa sensor in dan out untuk menentukan apakah slot kosong atau terisi. Fungsi ini juga menangani debounce untuk menghindari pembacaan yang tidak stabil dari sensor.

```
void checkSlot(int sensorIn, int sensorOut, int slotIndex,
  unsigned long currentMillis) {
  // Debug output sebelum updateLCD
  Serial.print("Slot ");
  Serial.print(slotIndex + 1);
  Serial.print(": ");
  Serial.println(slots[slotIndex]);
}
```

```

// Sensor masuk
if (digitalRead(sensorIn) == LOW && slots[slotIndex] <
maxCapacity) {
    slots[slotIndex]++;
    EEPROM.put(0, slots); // Simpan data ke EEPROM setiap ada
perubahan
    //updateLCD();
}

// Sensor keluar
if (digitalRead(sensorOut) == LOW && slots[slotIndex] > 0) {
    slots[slotIndex]--;
    EEPROM.put(0, slots); // Simpan data ke EEPROM setiap ada
perubahan
    //updateLCD();
}
}
}

```

Fungsi checkSlot() memeriksa apakah status sensor telah berubah melebihi waktu debounce yang ditentukan. Jika ada perubahan (misalnya, benda masuk atau keluar), status slot diperbarui dan ditampilkan pada LCD.

```

void updateLCD() {
    u8g2.firstPage(); // Memulai mode page buffer
    do {
        u8g2.setFont(u8g2_font_ncenB08_tr); // Set font yang akan
digunakan
        u8g2.drawStr(0, 10, "Storage Status:");
        for (int i = 0; i < 4; i++) {
            char buffer[20];
            if (slots[i] == 0) {
                sprintf(buffer, "Ruang %d: Kosong", i + 1);
            } else if (slots[i] >= maxCapacity) {
                sprintf(buffer, "Ruang %d: Penuh", i + 1);
            } else {
                sprintf(buffer, "Ruang %d: %d Barang", i + 1,
slots[i]);
            }
            u8g2.drawStr(0, 20 + i * 10, buffer);
        }
    } while (u8g2.nextPage());
}

```

```

    }
  } while (u8g2.nextPage()); // Loop untuk setiap page buffer
}

```

Fungsi `updateLCD()` bertanggung jawab untuk memperbarui tampilan LCD dengan status terkini dari keempat slot, menunjukkan apakah masing-masing slot tersedia atau terisi. Program ini secara berkala memperbarui tampilan LCD dengan status terbaru dari slot-slot yang dipantau.

3.6.4 Perancangan Program Keseluruhan

Program Arduino ini merupakan gabungan dari beberapa fungsi yang dirancang untuk mengendalikan sistem otomatisasi menggunakan motor stepper, servo, dan tampilan LCD dengan navigasi menu berbasis keypad. Di awal program, LCD diinisialisasi dan menampilkan pesan "Tekan Tombol * Untuk Homing", yang memandu pengguna untuk memulai proses homing motor. Keypad 4x4 digunakan untuk navigasi menu, memungkinkan pengguna memilih opsi seperti "Menyimpan" atau "Mengambil", serta kategori, ruang, dan jumlah obat. Program ini mengatur dua motor stepper dengan kontrol menggunakan driver TB6600 dan melakukan pergerakan motor berdasarkan pilihan pengguna. Motor stepper X dan Y digerakkan untuk posisi tertentu yang ditentukan dalam array berdasarkan kategori dan ruang yang dipilih. Jika tombol '*' ditekan, program memulai proses homing motor yang memastikan bahwa motor mengatur posisinya dengan benar menggunakan saklar limit. Jika saklar limit terpicu, motor akan bergerak mundur sebanyak 3mm untuk menghindari kerusakan. Selama proses penyimpanan atau pengambilan, servo diatur untuk bergerak pada sudut tertentu untuk menyelesaikan tugas. Program ini mencakup pengaturan untuk menghindari gangguan dari saklar limit, memastikan operasi motor yang halus dan akurat dalam berbagai keadaan operasional. Dengan fitur ini, program menyediakan antarmuka pengguna yang intuitif dan fungsional untuk aplikasi otomatisasi berbasis Arduino.

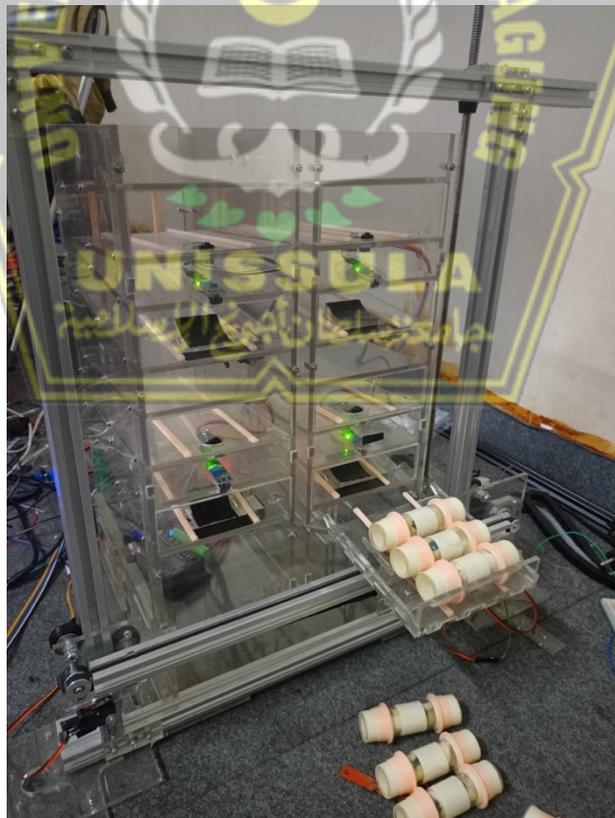
BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil Perancangan

Berikut adalah hasil perancangan prototype lemari penyimpanan obat otomatis berbasis arduino.

4.1.1 Hasil Perancangan Prototype Lemari Penyimpanan Obat Otomatis Berbasis Arduino

Prototype yang dirancang berhasil memenuhi kebutuhan dasar dari sistem otomatisasi penyimpanan obat. Sistem ini mampu melakukan penyimpanan dan pengambilan obat dengan akurat, sesuai dengan jumlah yang diinput oleh pengguna. Selain itu, tampilan LCD berhasil menampilkan status real-time yang membantu dalam pemantauan kondisi penyimpanan obat. Prototipe ini juga dilengkapi dengan fitur homing untuk memastikan posisi awal yang tepat bagi motor stepper setelah setiap operasi.



Gambar 4. 1 Hasil Jadi *PrTOTYPE* Lemari Penimanan Obat Otomatis Mekanisme gerak



Gambar 4. 2 Hasil Jadi *PrTOTYPE* Lemari Penimpanan Obat Bagian Luar

Tabel 4. 1 Tabel Dimensi *PrTOTYPE* Lemari Penyimpanan Obat Otomatis

Komponen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)
Lemari Penyimpanan	500	430	545
Slot Penyimpanan (1 Slot)	50	50	100
Layar LCD	50	30	10
Motor Stepper	42	42	38
Sensor IR	10	5	5

4.2 Pengujian

Langkah pengujian alat ini meliputi verifikasi komponen utama, seperti motor, sensor, dan tampilan LCD, untuk memastikan koneksi dan fungsi yang benar. Tujuan pengujian mencakup pengujian menu navigasi, pemilihan kategori dan ruang, serta konfirmasi jumlah obat, untuk memastikan respons yang akurat. Selain itu, alat diuji dalam kondisi nyata untuk memverifikasi pergerakan motor dan servo serta fungsi homing dan limit switch, guna memastikan alat beroperasi dengan baik dan sesuai dengan kriteria kinerja yang ditetapkan.

4.2.1 Pengujian Program Menu

Tabel 3.1 merangkum hasil pengujian menu program dengan sepuluh kali percobaan untuk setiap fitur yang diuji. Setiap fitur diuji secara menyeluruh untuk memastikan fungsionalitasnya berjalan sesuai harapan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua fitur mulai dari navigasi menu, pemilihan kategori, ruang, jumlah obat, konfirmasi pilihan, hingga proses penyimpanan, pengambilan, dan homing berfungsi dengan sangat baik. Pengujian ini juga bertujuan untuk menguji fungsionalitas dari keypad dan layar LCD. Semua fitur berhasil beroperasi tanpa kesalahan, yang tercermin dalam persentase keberhasilan 100% pada setiap aspek yang diuji. Tabel 3.1 mengonfirmasi bahwa program menu berfungsi secara optimal dan konsisten dalam setiap pengujian.

Tabel 4. 2 Tabel Hasil Pengujian Keypad untuk Menu

Fitur	Hasil Pengujian	Keterangan	Persentase Keberhasilan
Navigasi Menu Utama	Berfungsi dengan baik	Tombol A dan B menavigasi antara opsi "Menyimpan" dan "Mengambil"	100%
Pilih Kategori	Berfungsi dengan baik	Kategori "Narkotika" dan "Psikotropika" dapat dipilih dengan tombol A dan B	100%
Pilih Ruang	Berfungsi dengan baik	Ruang yang sesuai ditampilkan berdasarkan kategori yang dipilih	100%
Pilih Jumlah Obat	Berfungsi dengan baik	Jumlah obat dipilih dari opsi 1 hingga 4 dan ditampilkan dengan benar	100%
Konfirmasi Pilihan	Berfungsi dengan baik	Tombol 'D' mengonfirmasi pilihan dan memulai proses sesuai dengan pengaturan	100%
Proses Penyimpanan/Pengambilan	Berfungsi dengan baik	Informasi pada LCD memperbarui status proses dan motor berfungsi sesuai dengan target posisi	100%
Proses Homing	Berfungsi dengan baik	Menampilkan pesan "Proses Homing Berlangsung" dan motor mengatur posisi dengan benar	100%
Tindakan Saklar Limit	Berfungsi dengan baik	Saklar limit memicu gerakan mundur sebanyak 3mm dan menampilkan pesan "Limit Switch Triggered"	100%

Jumlah Percobaan: 10

Persentase Keberhasilan: 100%



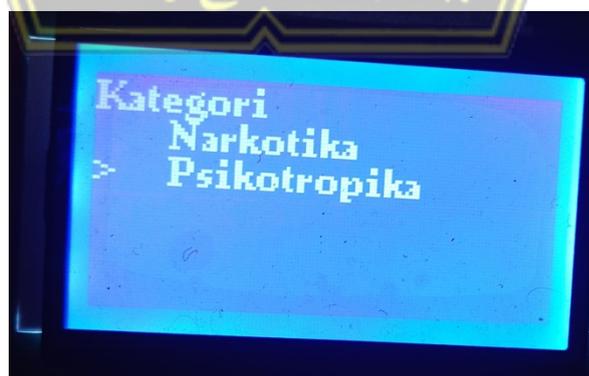
Gambar 4. 3 Tampilan Menu Utama Pada LCD

Gambar 4.2 merupakan tampilan menu utama pada lcd yang berisi pilihan untuk menyimpan, mengambil dan cek *storage*.



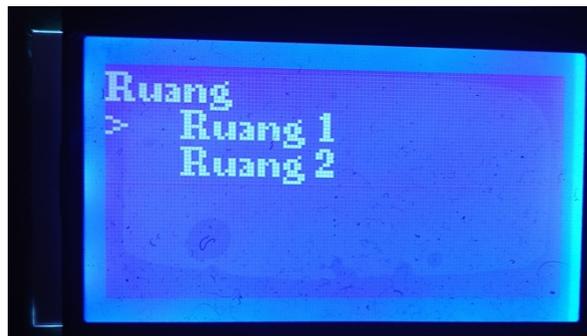
Gambar 4. 4 Tampilan Status Penyimpanan Pada LCD

Gambar 4.3 merupakan tampilan setelah memilih pilihan cek *storage* maka akan menampilkan *storage status* yang berisi status isi dari setiap ruang.



Gambar 4. 5 Tampilan Menu Kategori Pada LCD

Tampilan pada gambar 4.4 merupakan tampilan dari sub menu yang berisi pilihan kategori yaitu kategori narkotika dan psikotropika.



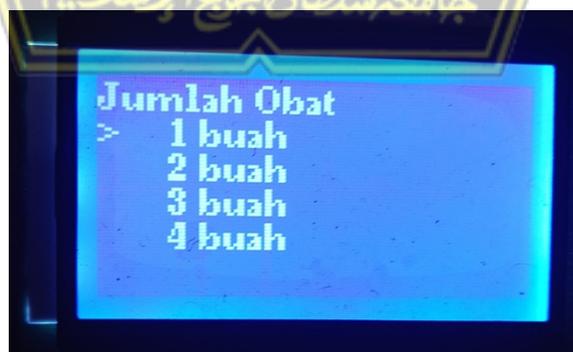
Gambar 4. 6 Tampilan Pilihan Ruang Saat Memilih Kategori Narkotika

Pilihan ruang yang terdapat pada gambar 4.5 merupakan pilihan ketika memilih kategori narkotika pada sub menu. Ketika memilih kategori narkotika maka pilihan ruang yang disediakan hanya ruang 1 dan ruang 2.



Gambar 4. 7 Tampilan Pilihan Ruang Saat Memilih Kategori Psikotropika

Ruang 3 dan 4 disediakan



Gambar 4. 8 Tampilan Pilihan Jumlah Obat sekali proses

4.2.2 Pengujian Program Motor XY

Pengujian program motor XY bertujuan untuk memverifikasi bahwa program pergerakan motor XY dapat mencapai posisi target yang ditetapkan dengan akurasi 100%. Setiap percobaan diuji dengan nilai target X dan Y yang berbeda, dan hasil menunjukkan posisi aktual motor XY. Tabel 3.2 menunjukkan hasil dari pengujian gerakan motor XY.

Tabel 4. 3 Tabel Hasil Pengujian Gerakan Motor XY

Nomor	Target X (mm)	Target Y (mm)	Hasil (X, Y)	Keterangan
1	50	75	50, 75	Target tercapai
2	100	25	100, 25	Target tercapai
3	75	50	75, 50	Target tercapai
4	120	90	120, 90	Target tercapai
5	30	45	30, 45	Target tercapai
6	85	110	85, 110	Target tercapai
7	60	30	60, 30	Target tercapai
8	40	60	40, 60	Target tercapai
9	95	40	95, 40	Target tercapai
10	70	85	70, 85	Target tercapai

Dari data yang tertera pada tabel 3.2 menunjukkan bahwa semua percobaan berhasil mencapai target posisi yang diinginkan, dengan hasil yang menunjukkan kesesuaian antara target dan posisi aktual. Dengan semua hasil sesuai target, program dinyatakan berhasil dalam mencapai presisi yang diharapkan.

4.2.3 Pengujian Program Menghitung

Pengujian program hitung pada prototype lemari penyimpan obat otomatis berbasis Arduino dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat melakukan pengelolaan jumlah obat dengan akurat selama proses penyimpanan dan pengambilan. Pengujian ini melibatkan simulasi input jumlah obat yang disimpan atau diambil, serta verifikasi perubahan status ruang pada tampilan LCD sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sensor inframerah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa program hitung mampu menghitung dan memperbarui jumlah obat yang tersimpan atau diambil dengan presisi, serta menampilkan status ruang secara real-time. Selain itu, program ini berhasil menghentikan perhitungan saat berada di menu utama dan melanjutkan kembali setelah proses penyimpanan atau pengambilan dimulai. Dengan demikian, program hitung terbukti dapat bekerja secara optimal dalam mendukung otomatisasi pengelolaan obat pada prototype yang dirancang. Hasil pengujian ditulis dalam tabel 4.4 hingga 4.7 dengan jumlah obat yang berbeda beda sebanyak 10 kali untuk setiap jumlah obat dalam sekali uji coba.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Dengan Jumlah 1 Obat setiap Uji Coba

No	jumlah	Hitung Tambah	Hitung Kurang	Keterangan
1	1	1	1	Berhasil
2	1	1	1	Berhasil
3	1	1	1	Berhasil
4	1	1	1	Berhasil
5	1	1	1	Berhasil
6	1	1	1	Berhasil
7	1	1	1	Berhasil
8	1	1	1	Berhasil
9	1	1	1	Berhasil
10	1	1	1	Berhasil

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Dengan Jumlah 2 Obat setiap Uji Coba

No	jumlah	Hitung Tambah	Hitung Kurang	Keterangan
1	2	2	2	Berhasil
2	2	2	2	Berhasil
3	2	2	2	Berhasil
4	2	2	2	Berhasil
5	2	2	2	Berhasil
6	2	2	2	Berhasil
7	2	2	2	Berhasil
8	2	2	2	Berhasil
9	2	2	2	Berhasil
10	2	2	2	Berhasil

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Dengan Jumlah 3 Obat setiap Uji Coba

No	jumlah	Hitung Tambah	Hitung Kurang	Keterangan
1	3	3	3	Berhasil
2	3	3	3	Berhasil
3	3	3	3	Berhasil
4	3	3	3	Berhasil
5	3	3	3	Berhasil
6	3	3	3	Berhasil
7	3	3	3	Berhasil
8	3	3	3	Berhasil
9	3	3	3	Berhasil
10	3	3	3	Berhasil

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Dengan Jumlah 4 Obat setiap Uji Coba

No	jumlah	Hitung Tambah	Hitung Kurang	Keterangan
1	4	4	4	Berhasil
2	4	4	4	Berhasil
3	4	4	4	Berhasil
4	4	4	4	Berhasil
5	4	4	4	Berhasil
6	4	4	4	Berhasil
7	4	4	4	Berhasil
8	4	4	4	Berhasil
9	4	4	4	Berhasil
10	4	4	4	Berhasil

4.2.4 Pengujian Proses Menyimpan

Pengujian sistem penyimpanan pada prototype lemari obat otomatis berbasis Arduino telah dilakukan untuk memastikan keandalan dan akurasi dalam penyimpanan obat di berbagai ruang. Pengujian ini dilakukan sebanyak sepuluh kali untuk setiap jumlah obat yang disimpan, yaitu 1, 2, 3, dan 4 obat, pada masing-masing ruang (Ruang 1, Ruang 2, Ruang 3, dan Ruang 4). Hasil pengujian proses penyimpanan obat ini ditulis dalam tabel 4.8 sampai dengan tabel 4.11 sebagai berikut.

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Proses Menyimpan Dengan Jumlah 1 Obat setiap Uji Coba

No	jumlah	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3	Ruang 4
1	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
7	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
8	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
9	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
10	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Proses Menyimpan Dengan Jumlah 2 Obat setiap Uji Coba

No	jumlah	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3	Ruang 4
1	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
7	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
8	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
9	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
10	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Proses Menyimpan Dengan Jumlah 3 Obat setiap Uji Coba

No	jumlah	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3	Ruang 4
1	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
7	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
8	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
9	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
10	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Proses Menyimpan Dengan Jumlah 4 Obat setiap Uji Coba

No	jumlah	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3	Ruang 4
1	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
7	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
8	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
9	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
10	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil menyimpan obat dengan sukses di setiap kali uji, tanpa ada kesalahan atau kegagalan yang terdeteksi. Setiap ruang dalam lemari penyimpanan mampu mengakomodasi jumlah obat yang diinput dengan tepat, yang ditandai dengan status "Berhasil" pada setiap uji. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang memiliki performa yang konsisten dan dapat diandalkan dalam mengelola penyimpanan obat secara otomatis sesuai dengan jumlah yang ditentukan oleh pengguna.

4.2.5 Pengujian Proses Pengambilan

Pengujian sistem penyimpanan obat berbasis Arduino dilakukan untuk mengukur keandalan dan akurasi sistem dalam pengambilan obat dari ruang penyimpanan. Pengujian ini mencakup empat ruang penyimpanan dengan jumlah obat yang bervariasi dalam setiap proses pengambilan, yaitu 1, 2, 3, dan 4 obat. Setiap skenario pengambilan diuji sebanyak 10 kali untuk memastikan konsistensi hasil. Hasil pengujian proses pengambilan obat ditulis dalam tabel 4.12 sampai dengan 4.15 sebagai berikut.

Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Proses Mengambil Dengan Jumlah 1 Obat setiap Uji Coba

No	Jumlah	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3	Ruang 4
1	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Gagal
3	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
7	1	Berhasil	Gagal	Gagal	Berhasil
8	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
9	1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
10	1	Gagal	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Hasil percobaan pada tabel 4.12 menunjukkan bahwa Ruang 1, Ruang 2, dan Ruang 3 masing-masing berhasil melakukan pengambilan sebanyak 9 kali dan mengalami kegagalan 1 kali. Sementara itu, Ruang 4 mencatatkan 8 kali keberhasilan dan 2 kali kegagalan. Ini menunjukkan bahwa sistem cukup andal dalam menangani pengambilan obat satuan, meskipun masih terdapat kegagalan yang perlu diperhatikan.

Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Proses Mengambil Dengan Jumlah 2 Obat setiap Uji Coba

No	jumlah	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3	Ruang 4
1	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
7	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
8	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
9	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
10	2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Pengujian kedua yaitu pengambilan 2 obat dari setiap ruang dalam 10 kali percobaan seperti pada tabel 4.13. Pada skenario ini, seluruh ruang (Ruang 1, Ruang 2, Ruang 3, dan Ruang 4) berhasil melakukan pengambilan dengan tingkat keberhasilan 100%, tanpa adanya kegagalan. Hasil ini menegaskan bahwa sistem sangat andal dalam menangani pengambilan dua obat sekaligus.

Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Proses Mengambil Dengan Jumlah 3 Obat setiap Uji Coba

No	jumlah	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3	Ruang 4
1	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	3	Berhasil	Berhasil	Gagal	Berhasil
3	3	Gagal	Gagal	Berhasil	Gagal
4	3	Gagal	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	3	Gagal	Gagal	Gagal	Berhasil
6	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Gagal
7	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
8	3	Gagal	Berhasil	Gagal	Berhasil
9	3	Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal
10	3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Hasil percobaan pada tabel 4.14, pengambilan 3 obat diuji dalam setiap percobaan. Ruang 1 mencatat 6 kali keberhasilan dan 4 kali kegagalan, sementara Ruang 2 menunjukkan hasil yang lebih baik dengan 8 kali keberhasilan dan 2 kali kegagalan. Ruang 3 mengalami 4 kali kegagalan dan 6 kali keberhasilan, sedangkan Ruang 4 mencatatkan 7 kali keberhasilan dan 3 kali kegagalan. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan kegagalan dibandingkan pengambilan 2 obat, terutama di Ruang 1 dan Ruang 3.

Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Proses Mengambil Dengan Jumlah 4 Obat setiap Uji Coba

No	jumlah	Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3	Ruang 4
1	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	4	Berhasil	Gagal	Gagal	Gagal
3	4	Gagal	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Gagal
5	4	Berhasil	Berhasil	Gagal	Berhasil
6	4	Berhasil	Gagal	Berhasil	Berhasil
7	4	Gagal	Berhasil	Berhasil	Gagal
8	4	Gagal	Gagal	Gagal	Berhasil
9	4	Berhasil	Gagal	Berhasil	Berhasil
10	4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Gagal

Hasil percobaan pada tabel 4.15, pengambilan 4 obat diuji dalam 10 kali percobaan. Hasil menunjukkan bahwa Ruang 1 dan Ruang 3 masing-masing berhasil dalam 8 dari 10 percobaan, sedangkan Ruang 2 dan Ruang 4 hanya berhasil dalam 6 percobaan dan mengalami kegagalan sebanyak 4 kali. Ini mengindikasikan bahwa sistem menghadapi tantangan lebih besar dalam menangani pengambilan jumlah obat yang lebih banyak, terutama di Ruang 2 dan Ruang 4.

4.2.6 Pengujian Tegangan dan Arus

Pengujian tegangan dan arus dilakukan untuk mengetahui konsumsi daya dari sistem Arduino dan komponen-komponennya dalam berbagai kondisi operasi. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem bekerja dengan efisien dan stabil, serta untuk mengidentifikasi kebutuhan daya yang dibutuhkan oleh setiap komponen, baik dalam kondisi standby maupun saat aktif menjalankan fungsi tertentu seperti penggerakan motor dan servo. Hasil pengujian ini disajikan dalam bentuk tabel, yang memberikan gambaran rinci mengenai perubahan arus dan tegangan pada setiap kondisi yang diuji.

Tabel 4. 16 Tegangan Input Sistem

No	Tegangan (Volt)	komponen
1	12.14	Motor XY
2	9.09	Arduino
3	5.22	Servo

Pengujian tegangan input yang digunakan pada tabel 4.16 menunjukkan bahwa masing-masing komponen bekerja dengan tegangan yang bervariasi. Motor XY beroperasi pada tegangan 12,14 V, Arduino menggunakan tegangan 9,09 V, dan Servo beroperasi pada tegangan 5,22 V. Variasi tegangan ini menunjukkan kebutuhan daya yang berbeda sesuai dengan fungsi dan peran masing-masing komponen dalam sistem.

Tabel 4. 17 Arus Input Arduino

No	Nilai	Kondisi
1	0.39 A	Standby
2	0.41 A	Motor XY bekerja
3	0.38 A	Servo Bekerja

Berdasarkan hasil pengukuran arus input pada Arduino, yang disajikan pada tabel 4.17, terdapat perbedaan arus yang digunakan pada kondisi standby, saat motor XY bekerja, dan saat servo bekerja. Pada kondisi standby, Arduino mengonsumsi arus sebesar 0,39 A. Ketika motor XY bekerja, arus yang dikonsumsi meningkat menjadi 0,41 A, dan ketika servo bekerja, arus yang dikonsumsi sedikit menurun menjadi 0,38 A. Hal ini menunjukkan bahwa motor XY membutuhkan daya lebih tinggi dibandingkan servo.

Tabel 4. 18 Arus Input Servo

No	Nilai	Kondisi
1	0.05 A	Standby
2	0.32 A	Menyimpan
3	0.65 A	Mengambil

Pada 4.18, terlihat perbedaan arus yang digunakan oleh servo dalam tiga kondisi berbeda: standby, menyimpan, dan mengambil. Saat dalam kondisi standby, servo hanya mengonsumsi arus sebesar 0,05 A. Ketika servo melakukan operasi menyimpan, arus meningkat menjadi 0,32 A. Arus yang dikonsumsi oleh servo mencapai puncaknya pada kondisi mengambil, di mana arus yang digunakan mencapai 0,65 A. Data ini menunjukkan bahwa operasi mengambil membutuhkan tenaga yang lebih besar dibandingkan dengan operasi menyimpan, dan jauh lebih besar daripada ketika servo dalam kondisi standby.

Tabel 4. 19 Arus Setiap Servo Pada Sudut Kerja Tertentu

No	Servo	Sudut (derajat)	Arus (Ampere)
1	1	110	0.44
2	2	110	0.66
3	3	110	0.58
4	4	110	0.61
5	5	50	0.05

Tabel 4.19 merupakan tabel hasil pengujian arus pada servo yang menunjukkan peningkatan konsumsi daya pada sudut 110 derajat dibandingkan dengan 50 derajat. Pada sudut 110 derajat, arus yang tercatat adalah: 0,44 A (servo 1), 0,66 A (servo 2), 0,58 A (servo 3), dan 0,61 A (servo 4). Sebaliknya, pada sudut 50 derajat, servo kelima hanya mengonsumsi 0,05 A. Hasil ini menegaskan bahwa konsumsi arus meningkat seiring dengan bertambahnya sudut.

Tabel 4. 20 Arus Setiap Motor Stepper (Motor X dan Motor Y)

No	kondisi	Arus MX (Ampere)	Arus MY (Ampere)
1	Input Standby	0.07	0.07
2	Input Proses	0.2	0.22
3	Input Homming	0.2	0.2

Pengujian arus motor stepper pada tabel 4.20 menunjukkan bahwa dalam kondisi standby, arus untuk motor X dan Y masing-masing adalah 0,07 A. Saat proses berjalan, arus meningkat menjadi 0,2 A untuk motor X dan 0,22 A untuk

motor Y. Pada kondisi homing, kedua motor mencatat arus yang sama, yaitu 0,2 A. Hasil ini memperlihatkan peningkatan konsumsi arus dari standby ke proses operasional dan kesamaan arus pada kondisi homing.

4.2.7 Pengujian Keseluruhan Program

Selama percobaan dengan sistem berbasis Arduino Mega 2560 yang dikembangkan, berbagai fungsi berhasil diuji dan diintegrasikan dengan baik, berjalan dengan lancar dan sesuai dengan desain yang diharapkan. Ketika pengguna memilih opsi Menyimpan, motor stepper X dan Y bergerak menuju posisi yang telah ditentukan untuk penyimpanan sesuai dengan kategori obat yang dipilih, yaitu Narkotika atau Psikotropika, serta ruang yang dipilih. Motor XY yang dikendalikan oleh Arduino Mega 2560 berfungsi secara optimal dalam membawa barang ke posisi yang telah ditentukan dengan presisi yang baik. Setelah tiba di posisi yang diinginkan, servo yang dikendalikan melalui pin-pin Arduino beroperasi sesuai urutan untuk mengatur barang yang akan disimpan di ruang yang telah ditentukan. Pada saat proses penyimpanan berlangsung, sensor IR menghitung jumlah barang yang telah disimpan dan mengupdate status ruang dalam sistem. Hasil dari fungsi hitung ini memastikan bahwa jumlah barang yang disimpan tercatat dengan akurat, menambah angka yang sesuai pada tampilan status ruang di layar LCD.

Jika pengguna memilih opsi Mengambil, motor XY kembali bergerak menuju posisi yang sesuai dengan barang yang akan diambil. Proses ini juga melibatkan penghitungan dan pengaturan posisi barang oleh servo untuk memastikan jumlah yang diambil sesuai dengan yang diinginkan, dan motor XY berhasil mengambil barang dari posisi yang benar tanpa mengalami kesalahan posisi. Fungsi hitung dalam proses ini juga memastikan bahwa jumlah barang yang diambil berkurang dengan benar dari total barang yang ada di ruang tersebut, dan perubahan ini langsung ditampilkan pada layar LCD.

Selain itu, fungsi Cek Storage memberikan informasi status terkini dari setiap ruang, menampilkan apakah ruang tersebut kosong, terisi sebagian, atau penuh, berdasarkan pembacaan dari sensor IR yang telah terintegrasi. Sensor mampu mendeteksi perubahan jumlah barang ketika barang dimasukkan atau diambil, dan hasil perhitungan tersebut ditampilkan secara real-time pada layar

LCD. Proses homing motor berjalan dengan lancar setiap kali sistem di-reset atau diaktifkan, memastikan bahwa semua komponen bergerak ke posisi awal yang benar sebelum memulai operasi baru. Selama pengoperasian, jika terjadi kesalahan atau gangguan seperti limit switch yang terpicu, sistem secara otomatis mengubah arah motor dan menjalankan prosedur pemulihan untuk menghindari kerusakan. Secara keseluruhan, sistem berhasil memenuhi tujuan dari percobaan ini, yaitu memastikan bahwa seluruh komponen bekerja selaras untuk mengelola penyimpanan dan pengambilan barang secara otomatis dengan kontrol yang presisi. Semua proses ini, termasuk hasil dari fungsi hitung, disajikan secara visual melalui tampilan LCD yang memudahkan pengguna untuk memantau status setiap langkah operasi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

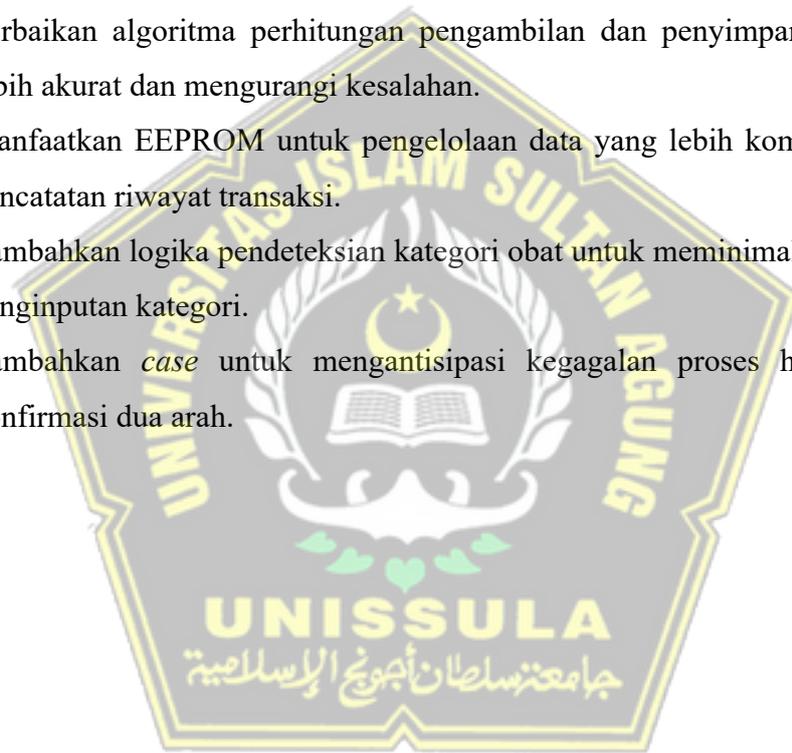
Setelah melakukan serangkaian pengujian dan analisis terhadap sistem penyimpanan obat berbasis Arduino, beberapa kesimpulan utama dapat diambil dari hasil eksperimen yang telah dilakukan.

1. Prototype lemari yang dibuat memiliki kinerja yang baik dengan tingkat keberhasilan 100% dalam proses penyimpanan obat. Namun, diperlukan perbaikan pada mekanismenya agar obat yang disimpan dapat tertata dengan rapi. Ketidakteraturan dalam penyimpanan disebabkan oleh rel pada ruangan yang belum sejajar dengan sempurna, sehingga mengganggu keteraturan penataan obat.
2. Proses pengambilan obat menunjukkan tingkat keberhasilan yang cukup rendah seiring dengan meningkatnya jumlah obat yang diambil dalam sekali proses. Keberhasilan hanya mencapai 67,5% saat pengambilan 3 dan 4 obat sekaligus. Hal ini disebabkan oleh ketidakteraturan dalam penataan obat yang disimpan, yang sering menyebabkan kegagalan dalam proses pengambilan.
3. Tingkat keberhasilan sistem perhitungan mencapai 100% jika jumlah yang diinputkan sesuai dengan jumlah obat yang disimpan. Namun, jika jumlah obat yang diinput tidak sesuai, keberhasilan hanya 30% karena sensor inframerah tidak optimal dan tidak adanya logika konfirmasi data. Saat proses pengambilan gagal, hitungan obat mengikuti kuantitas input, bukan jumlah yang terdeteksi oleh sensor.
4. Akurasi sistem pada pergerakan penampang atau wadah obat menuju ruangan yang dituju adalah 100%, berkat motor stepper yang digunakan yang memiliki presisi dan keandalan tinggi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan kesimpulan yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat diajukan untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem ini. Saran-saran ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kehandalan sistem dalam aplikasi yang lebih luas.

1. Perbaiki mekanisme ruangan penyimpanan agar obat yang disimpan dapat tertata dengan rapih untuk mengurangi tingkat kegagalan pada proses pengambilan.
2. Perbaiki algoritma perhitungan pengambilan dan penyimpanan obat agar lebih akurat dan mengurangi kesalahan.
3. Manfaatkan EEPROM untuk pengelolaan data yang lebih kompleks, seperti pencatatan riwayat transaksi.
4. Tambahkan logika pendeteksian kategori obat untuk meminimalisir kesalahan penginputan kategori.
5. Tambahkan *case* untuk mengantisipasi kegagalan proses hitung dengan konfirmasi dua arah.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Salsabila, Rahmah, and Defirson, "Penyimpanan Obat di Puskesmas Selat Kecamatan Pemayung Kabupaten Batang Hari Provinsi Jambi," *Nurs. Care Health Technol. J. NCHAT*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2023.
- [2] D. P. Oktacynara and H. Andriani, "Gambaran penyimpanan dan pelaporan obat golongan narkotika dan psikotropika di instalasi farmasi rsia pasutri," vol. 4, no. 44, pp. 4864–4871, 2023.
- [3] F. Dinda Syafitri, "Gambaran Penyimpanan Obat Narkotika Dan Psikotropika di Apotek X Kota Jambi Storage Management of Narcotics and Psychotropic Drugs at Apotek X Jambi City," *Indones. J. Pharma Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 56–62, 2021.
- [4] R. D. Mulalinda, G. Citraningtyas, and O. S. Datu, "Gambaran Penyimpanan Obat Di Gudang Obat Instalasi Farmasi Rumah Sakit Umum Daerah Lapangan Sawang Sitaro," *Pharmacoon*, vol. 9, no. 4, p. 542, 2020, doi: 10.35799/pha.9.2020.31363.
- [5] H. Arfandy and A. Zuhri, "Rancang Bangun Teknologi Pemanggang Ayam Secra Otomatis," *J. Teknol. Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 304–207, 2023.
- [6] S. Baco, N. Alamsyah, F. Maulani Arif, and S. Armida, "Prototype Lemari Pengering Pakaian Dengan Suhu Panas Berbasis Arduino Uno," *J. Teknol. Dan Komput. JTEK*, vol. 2, no. 01, pp. 125–131, 2022, doi: 10.56923/jtek.v2i01.65.
- [7] S. Irijayanto and A. N. N. Chamim, "Prototipe Kotak Peningkat Minum Obat," *J. Ilm. Semesta Tek.*, vol. 18, no. 2, p. 183, 2015, doi: <https://doi.org/10.18196/st.v18i2.1820>.
- [8] N. B. Faizah, S. Prabandari, and Susiyanti, "Gambaran Penyimpanan Obat di Gudang Farmasi Puskesmas Pangkah Kabupaten Tegal," *J. Ilm. Farm.*, vol. 07, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [9] M. M. A. Saputera, A. K. Sari, N. Ariani, and A. Mulyani, "Evaluasi Sistem Penyimpanan Obat di UPT Instalasi Farmasi Kabupaten Banjarmasin," *J. Insan Farm. Indones.*, vol. 5, no. 1, pp. 66–75, 2022, doi: 10.36387/jifi.v5i1.
- [10] E. K. Wahyudi, "Sistem Pengaman Tempat Penyimpanan Obat Keras Dengan Face Recognition Menggunakan ESP32-CAM," Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Apr. 2024.
- [11] G. P. Henze, B. Biffar, D. Kohn, and M. P. Becker, "Optimal design and operation of a thermal storage system for a chilled water plant serving pharmaceutical buildings," *Energy Build.*, vol. 40, no. 6, pp. 1004–1019, 2008.
- [12] J. T. DiPiro, R. L. Talbert, G. C. Yee, G. R. Matzke, B. G. Wells, and L. M. Posey, "Pharmacotherapy: a pathophysiologic approach," 2014.
- [13] S. Mercadante, E. Arcuri, and A. Santoni, "Opioid-Induced Tolerance and Hyperalgesia," *CNS Drugs*, vol. 33, no. 10, pp. 943–955, Oct. 2019, doi: 10.1007/s40263-019-00660-0.
- [14] P. M. T. Pian, J. L. Galinkin, and P. J. Davis, "Opioids," *Smiths Anesth. Infants Child. Ninth Ed.*, vol. 11, no. April, pp. 219–238.e7, 2018, doi: 10.1016/B978-0-323-34125-7.00011-5.

- [15] Z. I. Chowdhury, M. H. Imtiaz, M. M. Azam, M. R. A. Sumi, and N. S. Nur, "Design and implementation of pyroelectric infrared sensor based security system using microcontroller," in *IEEE Technology Students' Symposium*, IEEE, 2011, pp. 1–5.
- [16] K. K. Tan, T. H. Lee, and S. Huang, *Precision motion control: design and implementation*. Springer Science & Business Media, 2007.
- [17] S. Zafar, G. Miraj, R. Baloch, D. Murtaza, and K. Arshad, "An IoT based real-time environmental monitoring system using Arduino and cloud service," *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.*, vol. 8, no. 4, pp. 3238–3242, 2018.
- [18] B. Fecko, T. Vince, K. Pushkar, and M. Maliakova, "Design and realization of general purpose movement actuator," in *2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP)*, IEEE, 2020, pp. 1–4.
- [19] A. M. Zungeru, A. J. Garba, J. G. Kolo, M. S. Ahmed, and I. Olumide, "Design of a smart embedded uninterrupted power supply system for personal computers," *ArXiv Prepr. ArXiv12125421*, 2012.
- [20] M. S. Lebold, B. Murphy, D. Boylan, and K. Reichard, "Wireless technology study and the use of smart sensors for intelligent control and automation," in *2005 IEEE Aerospace Conference*, IEEE, 2005, pp. 1–15.
- [21] A. M. Dydyk, D. C. Sizemore, L. A. Trachsel, T. Conermann, and B. R. Porter, "Vermont controlled substance abuse, diversion, storage, disposal, monitoring, and legal issues," in *StatPearls [Internet]*, StatPearls Publishing, 2022.
- [22] A. Z. Putri, H. Susanti, M. H. Barri, A. I. Haq, and F. F. Fillah, "Implementation of nema-17 stepper motor and SG-90 servo motor as mechanical drivers on spinal needle positioning test equipment," in *2023 IEEE International Biomedical Instrumentation and Technology Conference (IBITeC)*, IEEE, 2023, pp. 52–57.

