

DISPENSER OBAT OTOMATIS UNTUK PENDERITA TUBERKULOSIS

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

Hilmy Nabil Farrosi

16524063

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

DISPENSER OBAT OTOMATIS UNTUK PENDERITA TUBERKULOSIS

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

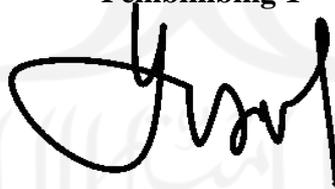
Disusun oleh:

Hilmy Nabil Farrosi
16524063

البعثة الإسلامية
Yogyakarta, 29 Januari 2021

Menyetujui,

Pembimbing 1



Yusuf Aziz Amrullah, ST, M.Sc., Ph.D.
045240101

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

DISPENSER OBAT OTOMATIS UNTUK PENDERITA TUBERKULOSIS

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Hilmy Nabil Farrosi

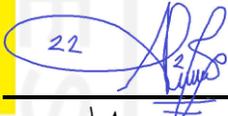
16524063

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: **11 Februari 2021**

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., Ph.D., 

Anggota Penguji 1: Almira Budiyanto, S.Si., M.Eng., 

Anggota Penguji 2: Firdaus, S.T., M.T., 

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 11 Februari 2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrullah, S.T. M.Sc., Ph.D.

045240101

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 29 Januari 2021



Hilmy Nabil Farrosi

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil'alam, segala puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, tidak lupa sholawat serta salam kita panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya manusia dari kebodohan menjadi terang benderang. Berkat rahmat-nya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "Desain Dispenser Obat Otomatis untuk Penderita Tuberkulosis" sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa selama proses penelitian hingga laporan tugas akhir ini mendapatkan dukungan serta bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak, terutama yang saya hormati :

1. Bapak Yusuf Aziz Amrulloh, ST, M.Sc.,Ph.D. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia sekaligus selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan ilmu pengetahuan selama proses penelitian dan laporan tugas akhir.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan, doa, dan nasihat selama proses penelitian dan laporan tugas akhir.
3. Saudara Jatmiko Jati Kusumo, Prayoga Pangestu, Alfiansyah Arifudin Akbar dan saudara-saudara Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang membantu dalam penelitian dan laporan tugas akhir.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk orang lain maupun bagi penulis sendiri, Amin ya rabbal'alam.

Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

TB	<i>Tuberculosis</i>
RTC	<i>Real Time Clock</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
AT	<i>Attention</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
PLA	<i>Polylactic acid</i>



ABSTRAK

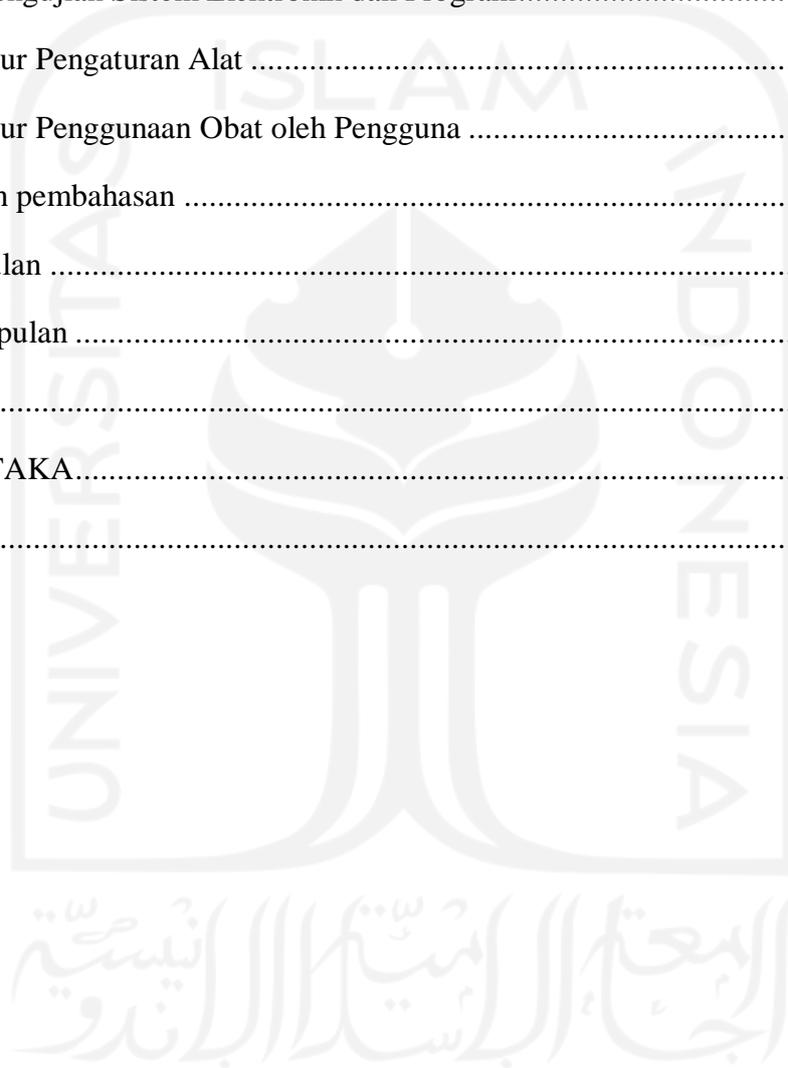
Kendala yang sering ditemui dalam pengobatan TB adalah kelalaian penderita dalam mengkonsumsi obat yang menyebabkan resistensi terhadap obat sehingga dibutuhkan pengawasan. Namun pengawasan yang dilakukan oleh pihak kesehatan tidak dapat berlangsung secara *realtime* sehingga dibutuhkan sistem yang dapat mem-*backup* pengawasan. Untuk mengatasi hal tersebut dibuat dispenser obat otomatis yang mampu mengingatkan jadwal minum obat, mengeluarkan obat sesuai dosis dan memberitahukan kepatuhan minum obat kepada petugas medis. Alat tersebut terdiri dari sistem elektronik untuk pengaturan jadwal dan dosis minum obat. Sistem elektronik akan mengatur jadwal dan dosis dari konsumsi obat dengan indikator alarm menyala pada saat jadwal yang telah ditentukan telah tiba. Kemudian servo akan bergerak sesuai dengan pengaturan jumlah gerakan servo. Untuk sistem mekanik digunakan untuk menampung obat dan mengeluarkan obat dari tempat penampungan dengan dorongan lengan yang digerakan oleh servo. Dari hasil pengujian didapatkan hasil percobaan ketepatan jadwal dengan indikator alarm menyala pada waktu yang ditentukan. Kemudian servo dapat menggerakkan lengan pendorong obat dari tempat penampung sesuai dengan jumlah gerakan yang mewakili dosis yang telah ditentukan. Pengiriman pesan masih mengalami delay dikarenakan kekuatan sinyal dan jaringan yang tersedia tiap provider berbeda. Alat “Dispenser Obat Otomatis Untuk Penderita *Tuberculosis*” dapat mengirimkan pesan singkat menggunakan modul GSM secara optimal apabila pengiriman pesan dilakukan di luar ruangan. Pemilihan *provider* mempengaruhi kekuatan sinyal serta *delay* dalam pengiriman pesan. Alat “Dispenser Obat Otomatis Untuk Penderita *Tuberculosis*” dicetak menggunakan *printer* 3D dengan pemilihan bahan plastik PLA. Kualitas dan tingkat kepresisian hasil cetakan mempengaruhi gerakan mekanisme dari alat. Segala fungsi yang dilakukan oleh alat “Dispenser Obat Otomatis Untuk Penderita *Tuberculosis*” menggunakan unit mikrokontroler Arduino.

Kata Kunci : *Tuberculosis*, Pengobatan, Pelaporan, Program

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Studi Literatur	4
2.2 Tinjauan Teori.....	6
2.2.1 <i>Tuberculosis</i>	6
2.2.2 Pengobatan <i>Tuberculosis</i>	6
2.2.3 Telemedis	7
2.2.4 Pengoperasian Motor Servo.....	8
2.2.5 <i>Real Time Clock (RTC) DS3231</i>	9
2.2.6 Unit Mikrokontroler	9
BAB 3 METODOLOGI	11

3.1 Perancangan Alat.....	11
3.1.1 Perancangan Sistem Mekanik.....	12
3.1.2 Perancangan Sistem Elektronik	16
3.1.3 Perancangan Program.....	18
3.2 Pengujian Alat.....	19
3.2.1 Pengujian Sistem Mekanik	19
3.2.2 Pengujian Sistem Elektronik dan Program.....	20
3.3 Prosedur Pengaturan Alat	22
3.4 Prosedur Penggunaan Obat oleh Pengguna	22
BAB 4 Hasil dan pembahasan	23
BAB 5 Kesimpulan	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32
Lampiran.....	1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor Servo	8
Gambar 2.2 RTC DS3231.....	9
Gambar 2.3 Mikrokontroler Arduino	10
Gambar 3.1 Alur Penelitian	11
Gambar 3.2 Flowchart Mekanisme Alat.....	12
Gambar 3.3 Desain Alat	14
Gambar 3.4 Desain Frame Atas Tempat Penampungan Obat	15
Gambar 3.5 Desain katup dorong alat	15
Gambar 3.6 Corong keluaran kemasan obat	16
Gambar 3.7 Rancangan Sistem Elektronik	17
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Program.....	19
Gambar 4.1 Hasil Cetakan Sistem Mekanik	23
Gambar 4.2 Rangkaian Elektronik	24
Gambar 4.3 Hasil Pengujian RTC.....	25



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel dosis obat untuk anak	7
Tabel 2.2 Tabel dosis obat untuk dewasa	7
Tabel 4.1 Hasil Pengujian RTC	25
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Motor Servo Sudut Program	26
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekuatan Sinyal	27
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Delay Pengiriman Pesan	28



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

TB atau *Tuberculosis* merupakan sebuah penyakit kronis yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Penyakit ini menyerang paru – paru dan bagian tubuh lain. Bakteri ini dapat menginfeksi seseorang dengan tingkat daya tubuh yang lemah. Beban TB dapat diukur dengan jumlah insiden, prevalensi, dan kematian. TB mengundang perhatian dari berbagai pihak baik nasional maupun internasional. Hal ini dikarenakan penyebaran penyakit ini sangat cepat terutama pada lingkungan yang padat penduduk seperti Indonesia. Setiap tahunnya terdapat peningkatan kasus TB di Indonesia. Berdasarkan data yang diperoleh dari Profil Kesehatan Indonesia dari Kemenkes RI pada tahun 2017 terdapat 446.732 kasus TB yang terdapat di Indonesia (per 17 Mei 2018)[1]. Sedangkan menurut Profil Kesehatan Indonesia pada tahun 2018, terdapat 566.623 kasus dan hanya 511.873 kasus yang telah terkonfirmasi oleh Kemenkes [2]. Penyakit TB dapat mengganggu sumber daya manusia dan kegiatan ekonomi bagi masyarakat Indonesia sehingga dibutuhkan upaya penanggulangan penyakit TB.

Menurut peraturan departemen kesehatan, upaya untuk menanggulangi penyakit ini disebut penanggulangan TB. Penanggulangan TB adalah segala upaya kesehatan yang mengutamakan aspek promotif dan preventif tanpa aspek kuratif dan rehabilitatif yang ditujukan untuk melindungi kesehatan masyarakat, menurunkan angka kesakitan, kecacatan atau kematian, memutuskan penularan, mencegah resistensi obat dan mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan akibat tuberkolosis [3]. Penanggulangan TB sebagaimana menurut peraturan menteri kesehatan adalah salah satunya pemberian obat pencegahan. Pada proses penyembuhan TB para penderita TB diberi obat pencegahan, dosis serta waktu mengkonsumsi obat tersebut sesuai resep dokter. Dari jumlah total yang telah disebutkan dalam Profil Kesehatan Indonesia, 84,6% kasus mengalami kesembuhan sedangkan sisanya sembuh dengan sendirinya dan beberapa masih menjalani pengobatan. Beberapa penderita TB yang belum mengalami kesembuhan salah satunya disebabkan oleh konsumsi obat yang tidak teratur dan berlebihan tidak sesuai dengan resep yang diberikan oleh dokter. Sebagian besar kegagalan pengobatan TB dikarenakan oleh pengobatan yang tidak teratur sehingga mengakibatkan penderita harus memulai pengobatan mulai dari awal. Pengobatan yang tidak teratur dikarenakan penggunaan obat TB dalam jangka panjang dan jumlah obat yang harus dikonsumsi [4]. Dengan adanya kasus seperti ini, maka banyak penderita TB menjadi resisten terhadap obat TB. Selain itu, konsumsi obat yang tidak sesuai dengan dosis juga dapat menyebabkan bakteri dari TB menjadi resisten dan kurangnya pengawasan yang dilakukan

petugas kesehatan terhadap penderita menyebabkan seringkali pengobatan *Tuberculosis (TB)* terputus. Perlunya pengawasan oleh petugas kesehatan dan keluarga dikarenakan sebagian besar penderita TB merupakan orang dengan usia yang tua dengan daya tahan tubuh lemah. Upaya untuk menanggulangi permasalahan pengobatan adalah dengan merancang *system* yang dapat membantu penderita dalam menjalani pengobatan. Dispenser obat adalah *system* yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan tersebut.

Pada penelitian ini dibuat alat dispenser obat otomatis. Dispenser obat ini dirancang untuk mengingatkan penderita jadwal konsumsi obat, dosis yang akan dikonsumsi penderita, serta melaporkan waktu konsumsi obat oleh penderita. Maka, dengan adanya dispenser obat ini diharapkan dapat menekan angka keberhasilan pengobatan penyakit TB. Dengan dispenser alat ini kedua belah pihak, penderita dan petugas kesehatan dapat terbantu. Hal ini sebagai upaya membantu pemerintah untuk mencapai target Indonesia Indonesia bebas TB seperti yang termuat dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI [3].

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah bagaimana merancang dispenser obat otomatis untuk penderita TB, khususnya di Indonesia.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini:

1. Dispenser di desain untuk jenis obat Rifampicin 75 mg/Isoniazid 50 mg/Pyrazinamide 150 mg, Rifampicin 150 mg/Isoniazid 75 mg/Pyrazinamide 400 mg/Ethambutol Hydrochloride 275 mg, Rifampicin 75 mg/Isoniazid 50 mg, Rifampicin 150 mg/Isoniazid 150 mg
2. Digunakan untuk menyimpan selama 30 hari
3. Memiliki 2 sekat obat dengan ukuran besar dan kecil
4. Mampu beroperasi dengan/tanpa listrik PLN

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pembuatan alat ini adalah membuat sebuah alat dispenser obat yang dapat mengingatkan pasien pada jadwal minum obat, dosis obat yang harus dikonsumsi serta melakukan pelaporan kepada petugas kesehatan dengan mekanisme yang telah ditentukan

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dilakukan untuk membantu petugas kesehatan dalam memantau proses pengobatan pasien *Tuberculosis* sehingga dapat menekan angka kegagalan pengobatan



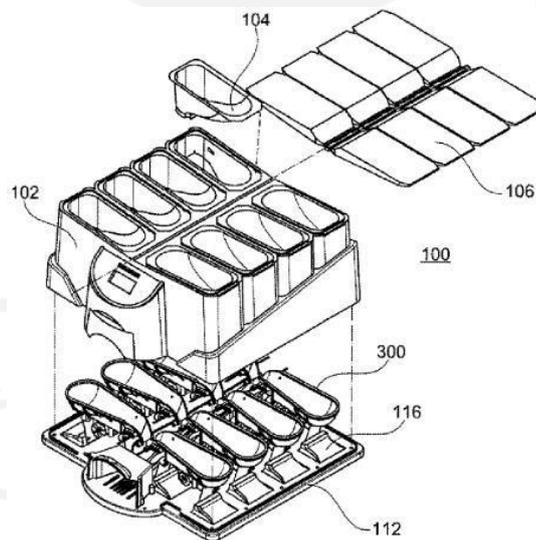
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Studi literatur ini berisi *patent* mengenai penelitian dispenser obat yang sudah ada sebelumnya. Namun seperti biasa, setiap alat pasti memiliki kelebihan maupun kekurangan. Hasil dari alat yang sudah ada tersebut menjadi acuan untuk melakukan pengembangan spesifikasi sesuai dengan kebutuhan konsumen. Dispenser obat pada umumnya merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menyimpan serta mengeluarkan obat sesuai dengan kemauan dari pengguna. Seiring dengan berkembangnya zaman, dispenser obat yang dibuat semakin canggih dengan menggunakan teknologi baru.

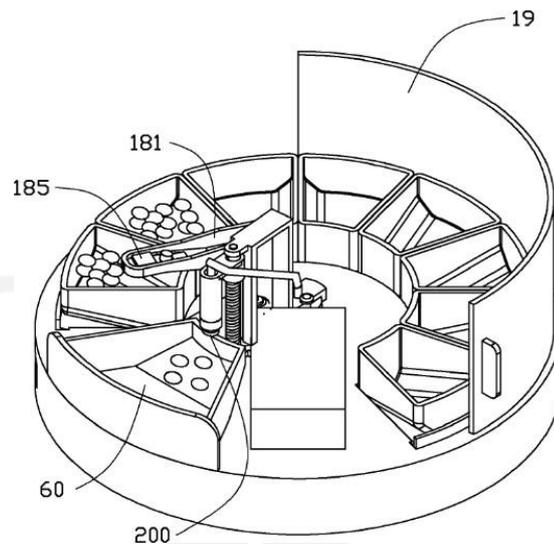
Pada Mei 2013, sekelompok peneliti dari Miami yaitu Russell Madris team membuat sebuah alat dan mematenkan alat Automatic Pill Dispenser dengan sistem penjadwalan obat, pengaturan jenis dan dosis yang sesuai pengaturan. Mekanisme dari alat tersebut adalah dengan adanya baki pil dengan ujung terbuka dan mengarah pada jalur obat yang mengarah pada ruang pengambilan obat. Pada masing – masing baki digerakan oleh motor listrik yang nantinya akan mengangkat baki sehingga obat akan jatuh ke jalur pengeluaran obat [5].



Gambar 2.1 Dispenser Obat Rancangan Russell Madris

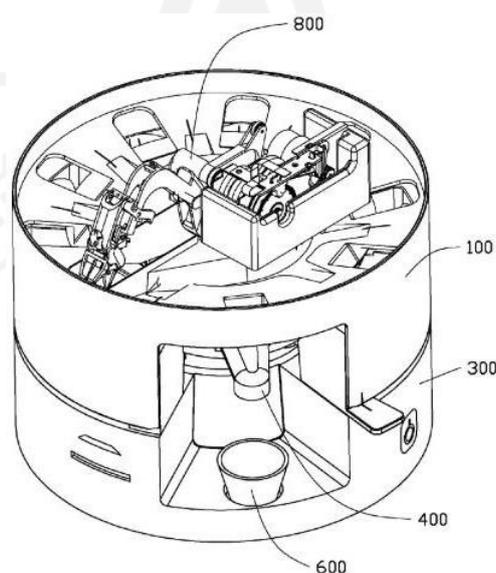
Pada tahun 2014, Kuo-Ming Lai dari Taipei membuat sebuah paten mengenai Automatic Pill Dispenser. Alat yang dihasilkan oleh Kuo-Ming Lai dapat mengatur jadwal minum obat dengan dosis obat dan jenis obat yang berbeda pada tiap waktunya. Alat tersebut memiliki tutup, rangka, kotak penyimpanan obat, kotak pengambil obat dan alat untuk mengambil obat. Obat dapat diambil dari tempat kotaknya dengan dibantu oleh sebuah lengan dengan sistem pengangkatan obat dari kotaknya. Kemudian, lengan putar pada alat akan mengarahkan lengan pada kotak

pengambilan yang sudah tersedia. Pada alat ini juga disematkan kamera dengan lampu kilat yang berfungsi sebagai pendeteksi posisi obat sehingga kotak penyimpanan dapat menyimpan beberapa jenis obat [6].



Gambar 2.2 Dispenser Obat Rancangan Kuo-Ming Lai

Tahun 2014 pada bulan Mei, Kuo-Ming Lai kembali membuat paten mengenai alat dispenser obat bersama dengan Chao-wen Shih dan Pei-yi Chan. Alat ini masih menggunakan sistem lengan yang akan mengambil pil dari bagian tempat obat. Pada alat ini terdapat cam yang berputar melawan arah untuk menggerakkan lengan pengambil obat ke arah tempat obat. Cam akan terus berputar hingga akhirnya akan menggerakkan ujung lengan untuk mengambil obat. Setelah obat masuk dalam pencapit kemudian motor pada alat akan menggerakkan cam sesuai arah sehingga lengan akan kembali terangkat mengarah ke tempat tampung obat. Alat ini mengeluarkan obat sesuai dosis dan jadwal [7].



Gambar 2.3 Dispenser Obat Rancangan Kuo-Ming Lai, Chao-wen Shih dan Pei-yi Chan

Dari ketiga *patent* yang sudah ada sebelumnya, setiap alat memiliki kekurangan yang masih dapat dikembangkan di kemudian hari. Seperti pada ketiga alat tersebut yang menyimpan obat dalam keadaan terbuka, hal tersebut dapat menyebabkan kualitas dari obat tersebut menurun dikarenakan suhu dan tekanan yang tidak sesuai dengan anjuran penyimpanan. Sebuah dispenser obat tidak hanya memperhatikan fungsinya sebagai pengingat alarm dan mengatur dosis namun juga dapat memperhatikan kualitas dari obat selama penyimpanan. Dalam penelitian ini, kualitas obat menjadi salah satu pertimbangan dalam menentukan spesifikasi dan mekanisme dispenser.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Tuberculosis

Tuberculosis merupakan sebuah penyakit yang disebabkan oleh bakteri *mycobacterium tuberculosis*. Penyakit ini merupakan penyakit yang paling banyak menyumbang angka kematian di seluruh dunia. Penderitanya pun datang dari berbagai kalangan dan dari berbagai usia. Namun rata – rata penderita TB merupakan seorang perokok atau orang dengan gaya hidup yang tidak sehat. Selain itu, mudahnya penularan penyakit TB juga merupakan salah satu faktor tersebarnya penyakit TB di Indonesia. Penyakit TB dapat menyebar ketika satu penderita bersin, atau batuk yang dapat menyebabkan bakteri pembawa penyakit TB tersebar dan terhirup oleh orang lain. Klasifikasi dari tuberculosis sejauh ini ada 4 macam klasifikasi, mulai dari organ yang terkena, hasil pemeriksaan dahak mikroskopis, tingkat keparahan penyakit, dan riwayat pengobatan sebelumnya [8].

2.2.2 Pengobatan Tuberculosis

Dalam mengatasi permasalahan TB, tentunya ada beberapa rangkaian untuk melakukan pengobatan. Tahap pengobatan TB dibagi menjadi 2, tahap intensif (2 bulan pertama) dan tahap lanjutan (4 bulan). Pada tahap intensif, pasien dilakukan pengawasan agar tidak terjadi resistensi yang biasanya disebabkan oleh kelalaian oleh pasien dalam konsumsi obat. Pasien TB dilarang untuk lalai dalam konsumsi obat dikarenakan apabila lalai maka pengobatan dimulai kembali dari awal. Hal demikianlah yang akan menyebabkan pasien resisten terhadap obat. Secara keseluruhan, pengobatan TB yang masih dalam keadaan ringan dilakukan selama 6 bulan. Kemudian setelah 6 bulan akan dilakukan evaluasi pengobatan [9].

Selama masa pengobatan terdapat beberapa jenis obat yang digunakan. Obat – obat tersebut memiliki kandungan yang berbeda sehingga penggunaannya juga berdasarkan tahap pengobatannya. Pada tahap intensif biasanya digunakan 4 jenis obat yaitu, Isoniazid (H),

Rifampisin (R), Pirazinamid (Z) dan etambutol (E) yang diberikan selama 2 bulan. Kemudian untuk pengobatan lanjutan diberikan 2 jenis obat yaitu Isoniazid dan Rifampisin untuk membersihkan sisa bakteri yang telah masuk [10].

Pada pengobatan *Tuberculosis*, pemberian obat tidak sembarangan dikarenakan ada ketentuan dosis dan waktu konsumsi. Ketentuan dosis konsumsi obat dibagi menjadi kategori pasien anak – anak dan juga dewasa. Selain itu, berat badan pasien juga mempengaruhi dosis dari obat tersebut. Untuk contoh dosis pemberian obat dapat dilihat pada tabel 2.1 dan 2.2.

Tabel 2.1 Tabel dosis obat untuk anak

Berat Badan (kg)	2 bulan tiap hari R75/H50/Z150	4 bulan tiap hari R75/H50
5 - 7	1 tablet	1 tablet
8 – 11	2 tablet	2 tablet
12 – 16	3 tablet	3 tablet
17 – 22	4 tablet	4 tablet
22 - 30	5 tablet	5 tablet
TABLET TIDAK BOLEH DIBELAH DAN TIDAK BOLEH DIGERUS		

Tabel 2.2 Tabel dosis obat untuk dewasa

Berat Badan (kg)	2 bulan tiap hari R150/H75/Z400/E275	4 bulan tiap hari R150/H150
30 - 37	2 tablet	2 tablet
38 - 54	3 tablet	3 tablet
55 – 70	4 tablet	4 tablet
>71	5 tablet	5 tablet
TABLET TIDAK BOLEH DIBELAH DAN TIDAK BOLEH DIGERUS		

2.2.3 Telemedis

Telemedis merupakan sebuah sistem pelayanan kesehatan yang dapat dilakukan secara jarak jauh dengan menggunakan jaringan telekomunikasi. Dengan adanya telemedis, kegiatan pelayanan kesehatan dapat dilakukan secara jarak jauh dan real time tanpa adanya kontak fisik antara petugas kesehatan dengan pasien. Hal demikian dapat mengurangi kemungkinan penyebaran penyakit yang dapat terjadi ketika satu penderita bertemu dengan penderita lain yang memiliki penyakit dengan resiko penularan yang tinggi seperti halnya penyakit *Tuberculosis* ini. Namun sistem telemedis ini belum banyak digunakan karena ada beberapa halangan terkait dengan

regulasi, manajemen data, pengadaan infrastruktur yang mahal, serta belum adanya peraturan hukum yang mengatur sistem ini [11].

Dalam pelayanan kesehatan secara telemedis ada beberapa fasilitas baik visual maupun non visual. Untuk visual dapat dalam bentuk *video conference* atau *video call* untuk konsultasi tatap muka bersama petugas kesehatan. Selain dalam bentuk visual, juga dapat dalam bentuk non visual seperti telepon atau pengiriman pesan singkat kepada petugas kesehatan yang bertanggung jawab dalam pemantauan pasien. Meskipun menggunakan teknologi telemedis yang sudah maju tetapi tidak menghilangkan peran petugas kesehatan dalam pemantauan terhadap pasien atau pengambil keputusan dalam pengobatan. Hal demikian juga dapat membatasi pertemuan yang dapat melibatkan kontak fisik dengan pasien yang dapat menimbulkan penularan penyakit atau penyebaran wabah.

2.2.4 Pengoperasian Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah perangkat atau actuator dua arah yang dapat bekerja searah jarum jam (*Clockwise*) atau berlawanan arah jarum jam (*Counter Clockwise*) dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi. Motor servo memiliki rangkaian pengendali elektronik dan *internal gear*. Operasional motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa yang dapat menentukan sudut maksimum dari servo. Sinyal pulsa ini akan dilanjutkan ke komponen dalam dari motor servo yaitu *internal gear*. *Internal gear* inilah yang nantinya akan mengendalikan pergerakan dan sudut angular berdasarkan dari lebar pulsa yang masuk ke dalam *internal gear*. Pengendalian motor servo dapat dilakukan dengan metode PWM [12].

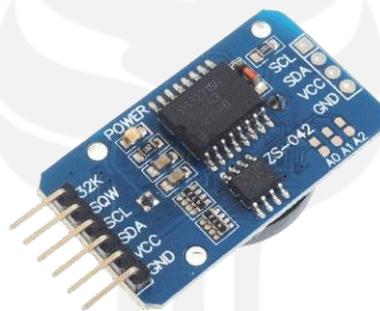
Penggunaan motor servo terutama pada sistem robotika seringkali dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler. Mikrokontroler memperoleh data dan membandingkannya dengan data yang telah ditentukan dan menghasilkan sinyal yang sesuai untuk mengaktifkan driver motor untuk menggerakkannya di kecepatan yang diinginkan.



Gambar 2.4 Motor Servo

2.2.5 Real Time Clock (RTC) DS3231

DS3231 adalah real-time clock I2C yang murah dan akurat dengan sebuah *Temperature Compensated Crystal Oscillator* (TCXO) dengan tingkat keakuratan waktu RTC ± 2 menit per tahun dan kristal yang terintegrasi. Pada perangkat ini terdapat input untuk baterai yang berfungsi untuk mempertahankan ketepatan waktu yang akurat saat daya utama ke perangkat terputus. RTC adalah jam / kalender berdaya rendah dengan dua alarm waktu terprogram dan output gelombang persegi yang dapat diprogram. Jam / kalender menyediakan informasi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. Tanggal pada akhir bulan disesuaikan secara otomatis, termasuk koreksi untuk tahun kabisat. Jam beroperasi dalam format 24 jam atau 12 jam dengan indikator AM / PM. Referensi tegangan dan komparator tegangan suhu memonitor tingkat VCC untuk mendeteksi kegagalan daya dan secara otomatis beralih ke persediaan cadangan bila diperlukan. Pin RST menyediakan fungsi tombol tekan eksternal dan berfungsi sebagai indikator aktivitas power-fail. Tanggal pada akhir bulan disesuaikan secara otomatis selama berbulan-bulan dengan kurang dari 31 hari, termasuk koreksi untuk tahun kabisat.



Gambar 2.5 RTC DS3231

2.2.6 Unit Mikrokontroler

Arduino merupakan sebuah perangkat dari *physical computing* yang bersifat *open source*. *Physical computing* sendiri adalah pembuatan sistem atau perangkat fisik dengan menggunakan *software* atau *hardware* yang bersifat interaktif atau dapat menerima dan membalas rangsangan dari luar. Bahasa pemrograman atau *Integrated Development Environment (IDE)* yang digunakan Arduino merupakan Bahasa pemrograman yang canggih. IDE merupakan sebuah software yang berfungsi untuk menulis program, meng*compile* program menjadi biner, dan meng*upload* ke dalam memori mikrokontroler[13]. Komponen utama dari sebuah Arduino adalah mikrokontroler yang biasanya bermerk ATmega. Sifat Arduino yang open source memungkinkan masyarakat umum dapat menggunakan Arduino secara bebas. Jenis – jenis dari arduino pun bermacam – macam, mulai dari Arduino USB, Arduino nano, Arduino BT, Arduino serial, Arduino mega, Arduino fio, dan Arduino lilypad.



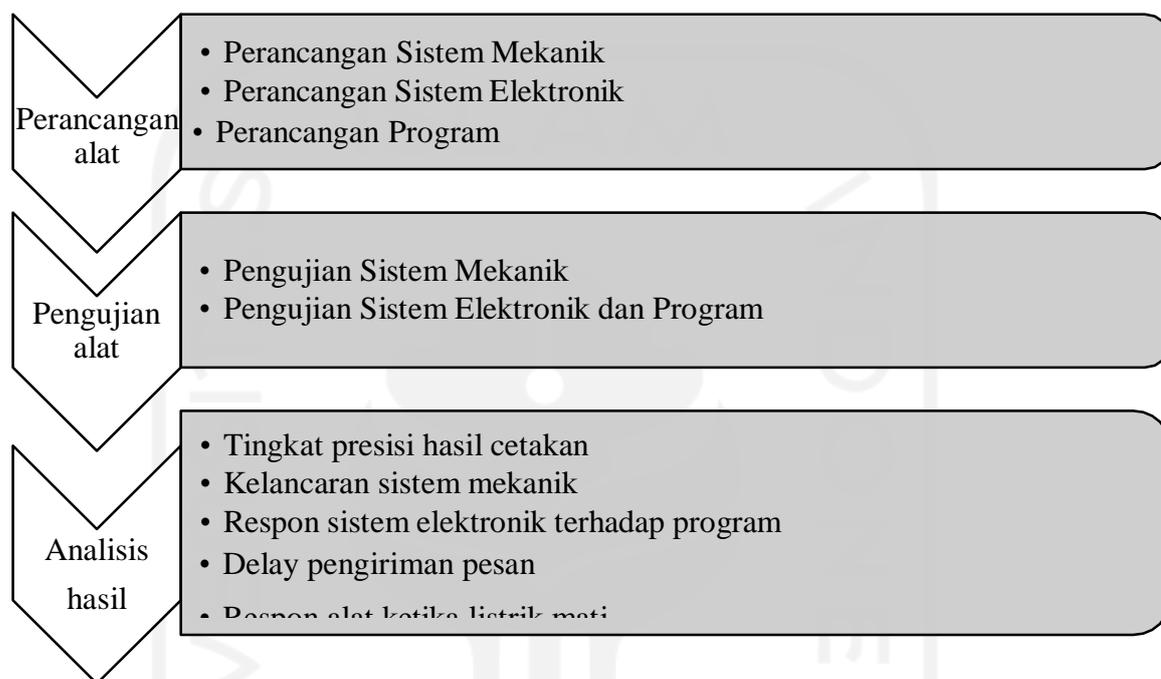
Gambar 2.6 Mikrokontroler Arduino



BAB 3

METODOLOGI

Untuk merealisasikan dispenser obat otomatis ini, proses yang ditempuh adalah merancang software dan hardware. Deskripsi dari masing masing proses, dijelaskan pada subbab 3.1. kemudian selain melakukan perancangan juga dilakukan pengujian terhadap alat yang dideskripsikan pada subbab 3.2.



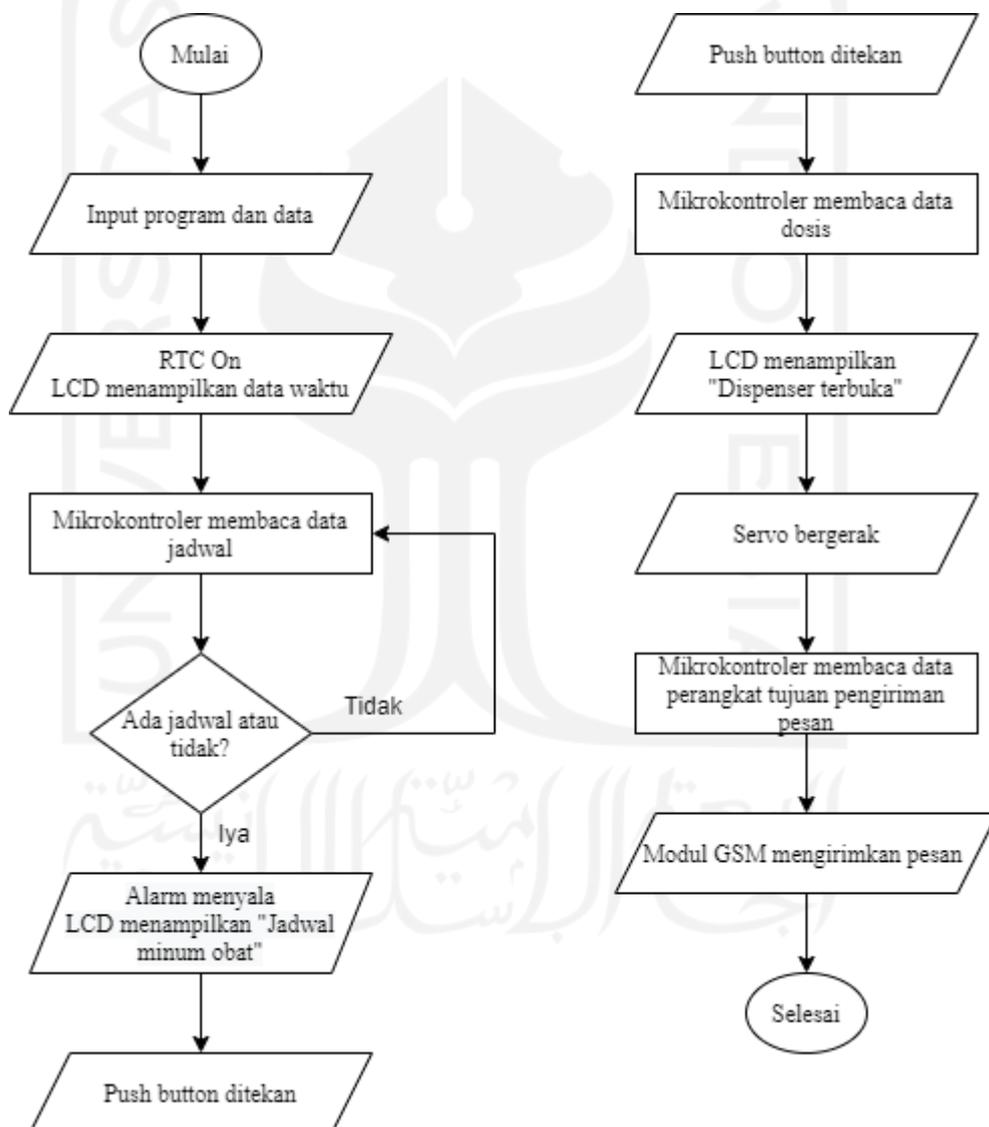
Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.1 Perancangan Alat

Sebelum melakukan percobaan terlebih dahulu melakukan perancangan alat dimana perancangan alat dilakukan dengan menimbang tujuan yang akan dicapai yaitu mengingatkan pengguna, jadwal dan dosis minum obat yang sesuai. Kemudian selain sebagai pengingat untuk pengguna juga perancangan alat ini akan membantu petugas kesehatan dalam pemantauan pasien selama masa pengobatan mengingat pengobatan *Tuberculosis* (TB) harus teratur dan tanpa terputus. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan wawancara kepada petugas kesehatan yang berwenang dalam penanganan kasus TB dan melakukan studi literatur mengenai pengobatan TB sehingga data yang akan digunakan untuk percobaan *valid*.

3.1.1 Perancangan Sistem Mekanik

Pada proses perancangan sistem mekanik merupakan proses untuk menentukan mekanisme dari alat dispenser obat otomatis. Sistem rancangan tersebut meliputi bagian – bagian yang mendukung jalannya mekanisme alat untuk menjalankan alat Dispenser Obat Untuk Penderita *Tuberculosis*. Untuk awal perancangan sistem mekanik, terlebih dahulu merancang mekanisme kerja dari setiap komponen untuk mencapai tujuan yang diharapkan dari Dispenser Obat Otomatis. Tujuan yang diharapkan adalah alat dapat mengeluarkan obat dari tempat penampungan sesuai dengan jadwal dan dosis yang ditentukan kemudian dapat melakukan pelaporan kepada petugas medis. Flowchart mekanisme alat dispenser obat otomatis dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Flowchart Mekanisme Alat

Setelah merancang mekanisme kerja dari alat kemudian merancang bentuk yang sesuai untuk menjalankan mekanisme obat. Dalam proses perancangan ini mempertimbangkan beberapa hal, seperti kapasitas penampungan obat dan dimensi alat. Kapasitas yang dibutuhkan dalam

perancangan alat, penampung obat pada alat dapat menyimpan obat untuk 7 hari sehingga dapat mengurangi intensitas pengguna mengunjungi fasilitas kesehatan dikarenakan penyakit Tuberkulosis mudah menular. Obat yang digunakan untuk alat merupakan obat dengan ukuran sebagai berikut :



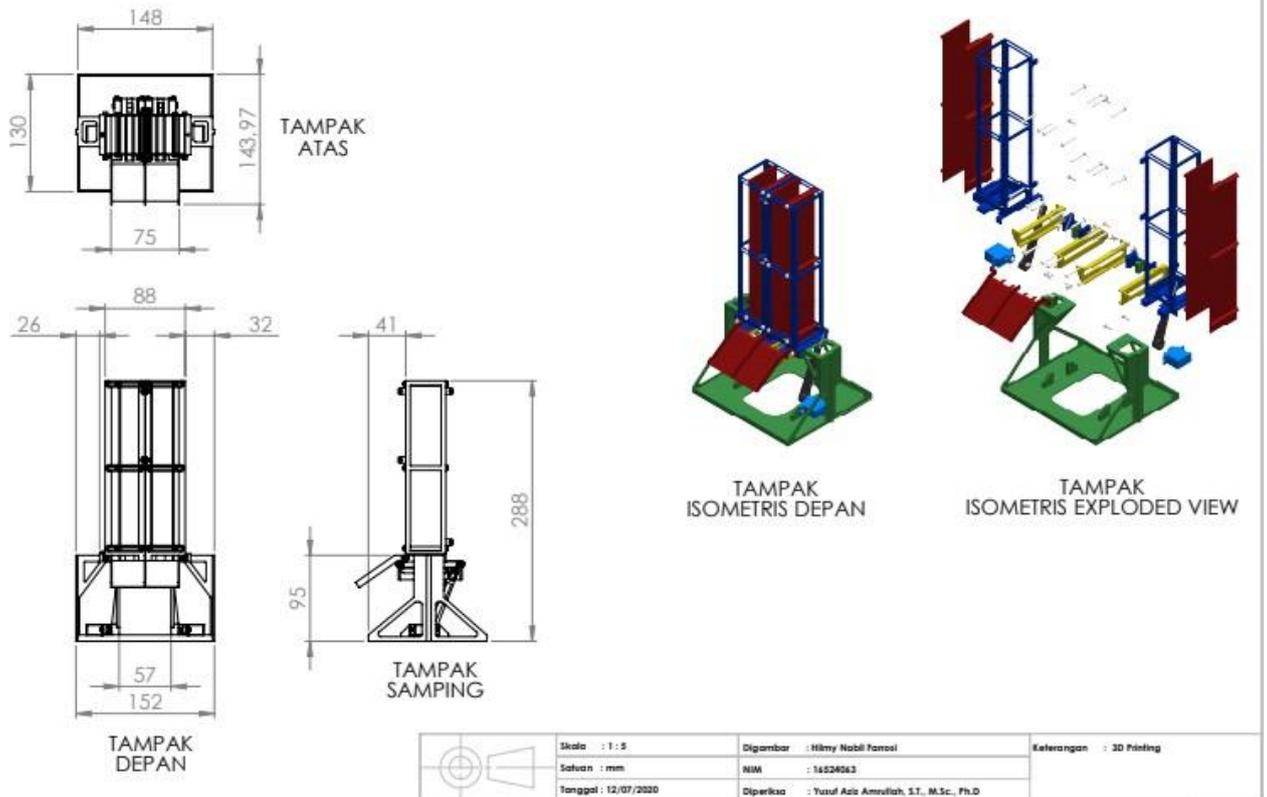
Gambar 3.3 Obat yang digunakan

Obat yang digunakan sebagai patokan untuk perancangan alat dispenser obat menggunakan obat yang sesuai dengan ketentuan dari dinas kesehatan yaitu, R75/H50/Z150, R75/H50, R150/H75/Z400/E275, dan R150/H150. Perancangan alat diharapkan dapat menampung obat – obat tersebut beserta kemasannya dengan tujuan agar kualitas obat tidak berubah terlebih dengan suhu yang berubah dan seringkali lembab. Ukuran obat yang digunakan antara lain :

Tabel 3.1 Ukuran Kemasan Obat

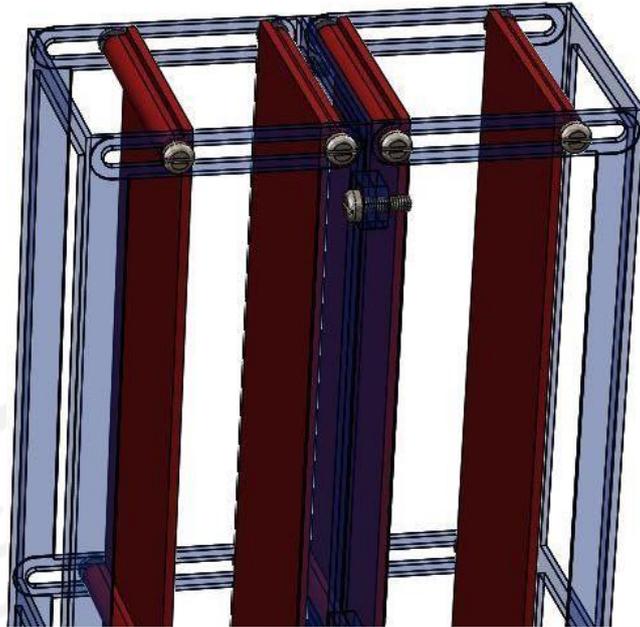
Jenis Obat	Ukuran Kemasan Obat (PxLxT) cm
R75/H50/Z150	1,5x1,5x0,7
R75/H50	1,2x1,2x0,4
R150/H75/Z400/E275	2,5x2,5x0,8
R150/H150	1,5x1,5x0,8

Hal – hal yang telah dipertimbangkan kemudian dituangkan dalam gambar 3D menggunakan *software Solidwork*. Sebelum menuangkan dalam gambar 3D terlebih dahulu menggambarkan dalam bentuk 2D. Gambar 2D tersebut nantinya akan dijadikan acuan untuk membentuk gambar 3D sehingga menghasilkan gambaran bentuk alat secara *real* dengan dimensi dan bentuk yang sesuai.



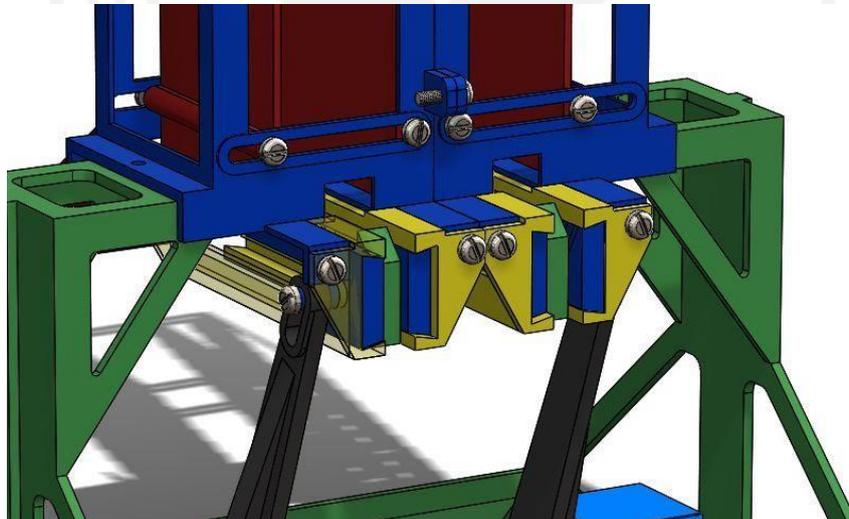
Gambar 3.4 Desain Alat

Dari rancangan yang telah dibuat dan dituangkan dalam bentuk 2D dan 3D seperti pada Gambar 3.3 menghasilkan bentuk yang memiliki beberapa bagian diantaranya frame atas, penyangga, lengan servo, linear rail, pendorong, jalur katup naik turun, dan corong output. Bagian – bagian tersebut memiliki fungsi masing – masing dalam mendukung fungsi dari alat ini.



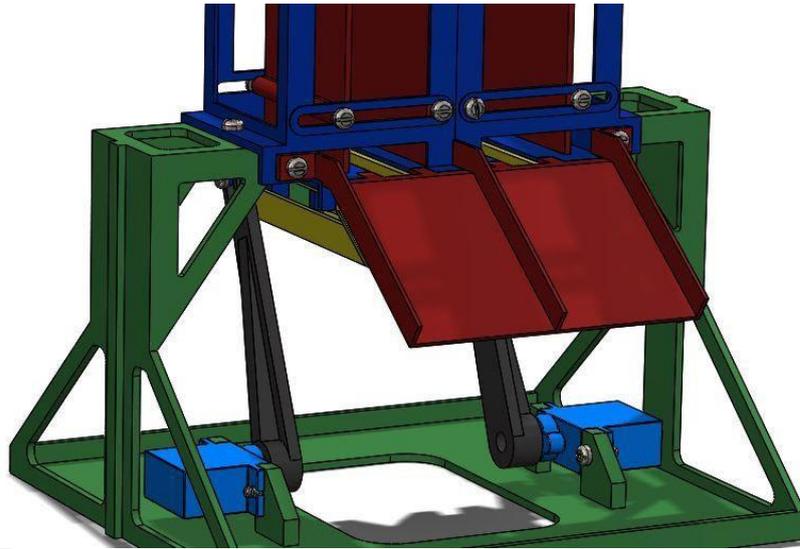
Gambar 3.5 Desain Frame Atas Tempat Penampungan Obat

Pada Gambar 3.4 merupakan bentuk frame tempat penampungan obat dimana besar kecilnya tempat penampungan dapat disesuaikan dengan besar kecilnya kemasan obat dengan adanya sebuah board yang dapat digeser – geser. Pada bagian bawah frame terdapat lubang yang berfungsi sebagai ruang gerak katup pendorong.



Gambar 3.6 Desain katup dorong alat

Pada Gambar 3.5 merupakan bagian lengan servo linear rail, pendorong, dan jalur katup naik turun. Bagian ini merupakan sebuah mekanisme pada alat yang akan mendorong obat keluar dari tempatnya. Lengan yang digerakan oleh motor servo dan pada ujungnya terdapat katup pendorong, akan mendorong obat yang masih dalam bungkus keluar dari frame penampungannya. Katup pendorong bergerak pada linear rail yang dengan mekanisme gerak lengan multi rotasi.



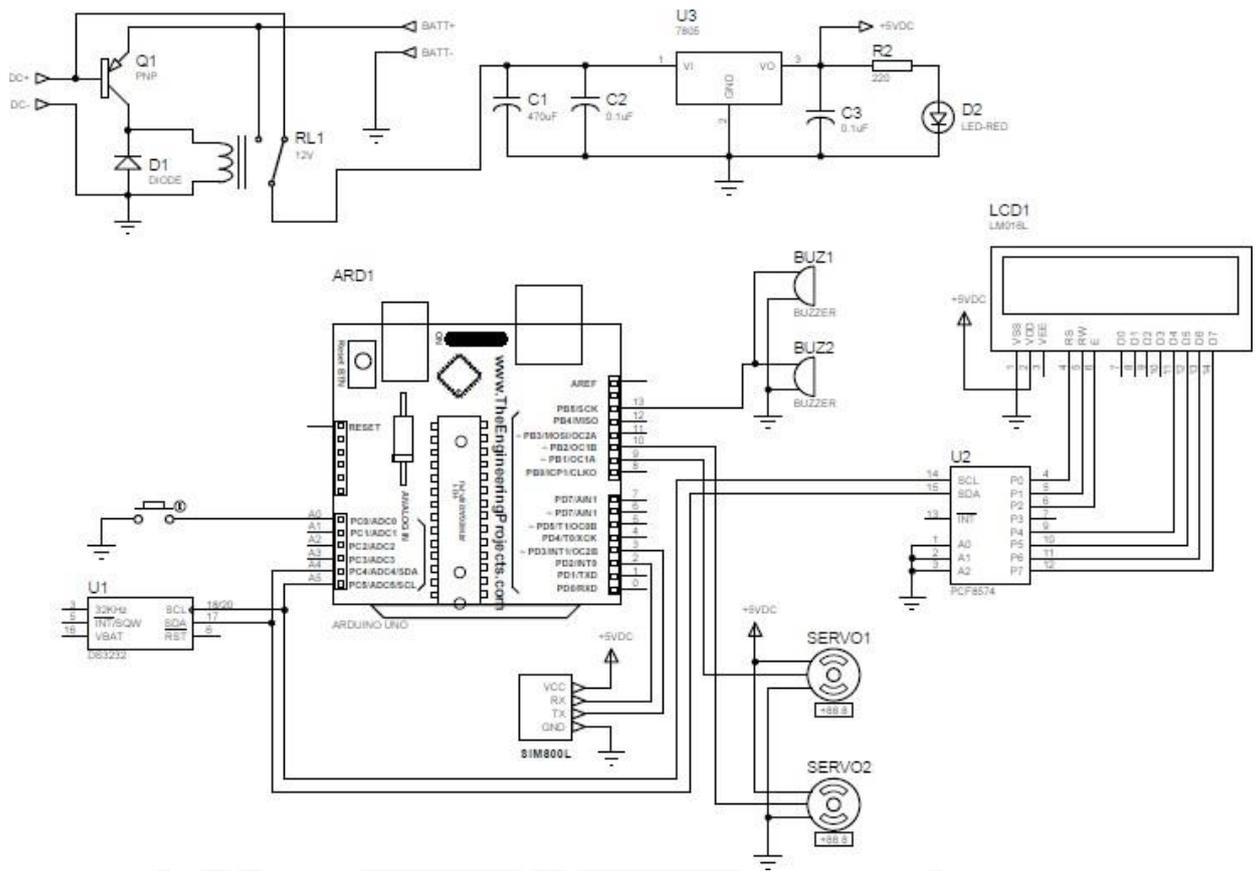
Gambar 3.7 Corong keluaran kemasan obat

Pada Gambar 3.6 menunjukkan corong keluaran dari kemasan obat. Setelah obat ditampung pada frame penampung dan didorong keluar oleh lengan pendorong, kemudian kemasan obat akan keluar melewati corong dan siap untuk diambil dan dikonsumsi oleh pengguna.

3.1.2 Perancangan Sistem Elektronik

Proses selanjutnya dari perancangan alat dispenser obat otomatis adalah perancangan sistem elektronik. Sistem elektronik ini nantinya akan mewujudkan sistem mekanik yang telah dirancang pada proses sebelumnya. Dalam perancangan sistem elektronik ini menentukan komponen yang akan digunakan pada alat. Dalam hal ini, tidak hanya menentukan komponen tetapi sekaligus merancang mekanisme yang akan digunakan. Mekanisme ini dirancang guna menentukan urutan kerja dari setiap komponen agar alat dapat bekerja secara sistematis dan terarah untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Rancangan sistem elektronik dapat dilihat pada Gambar 3.7.

الجامعة الإسلامية
الاستاذ الدكتور

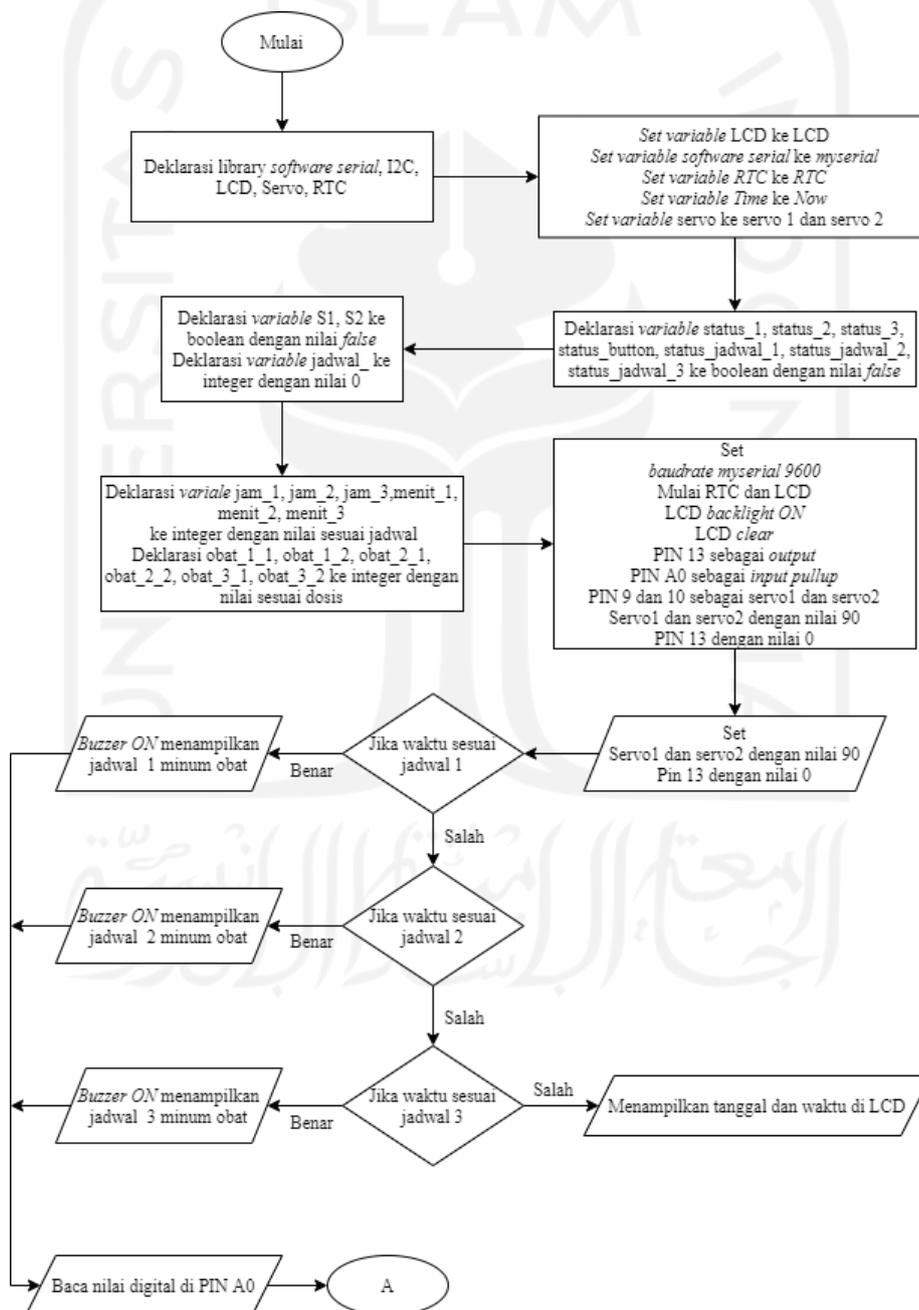


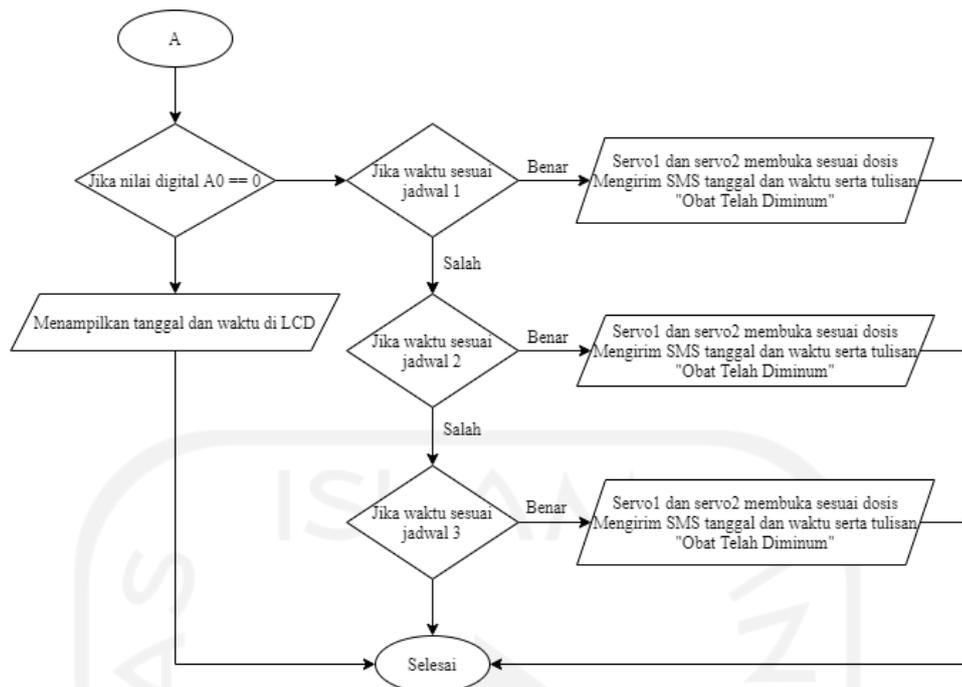
Gambar 3.8 Rancangan Sistem Elektronik

Pada Gambar 3.7 disajikan rangkaian sistem elektronik dimana seluruh komponen terhubung dengan unit mikrokontroler. Dimana unit mikrokontroler ini akan mengendalikan masing – masing komponen sesuai dengan fungsinya sehingga hasil yang diinginkan dapat tercapai dengan sebelumnya telah dimasukan program khusus yang sudah disusun sesuai urutannya. Unit mikrokontroler menggunakan Arduino Uno. Pemilihan tipe unit mikrokontroler berdasarkan kebutuhan dari jumlah port yang dibutuhkan. Pada rangkaian elektronik, menggunakan Untuk mengakses waktu secara *Real time* menggunakan modul RTC DS3231. Modul RTC ini sangat dibutuhkan dikarenakan untuk membaca jadwal dibutuhkan data waktu secara *Real time* dan ditampilkan di *Liquid Crystal Display (LCD)*. Pada LCD menggunakan modul I2C untuk mengatur kecerahan layar LCD. Kemudian sebagai pengingat alarm, disematkan buzzer. Buzzer akan menyala ketika jadwal telah tiba. Buzzer akan mati ketika *push button* ditekan, sekaligus menjadi pemicu pergerakan servo. Setelah servo bergerak maka akan dilakukan pengiriman pesan oleh modul *Global System for Mobile Communications (GSM)* kepada perangkat yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian untuk mengantisipasi kejadian mati listrik maka digunakan modul *power switch* yang akan mengubah daya dari listrik ke daya dari baterai.

3.1.3 Perancangan Program

Perancangan program ini dimaksudkan untuk membuat program yang nantinya akan digunakan untuk mengendalikan alat. Program tersebut akan dijalankan oleh unit mikrokontroler untuk menggerakkan sistem elektronik yang telah dirancang untuk mencapai tujuan dari pembuatan alat dispenser obat otomatis. Pada bagian perancangan ini dilakukan pemrograman dengan menerjemahkan data ke dalam bahasa pemrograman yang ditentukan. Hal ini dilakukan menggunakan *software Arduino Integrated Development Environment (IDE)* yang nantinya akan dimasukan ke dalam unit mikrokontroler Arduino Uno untuk mengendalikan komponen yang berkaitan.





Gambar 3.9 Flowchart Program

3.2 Pengujian Alat

Setelah melakukan perancangan maka langkah selanjutnya adalah perakitan alat dan merealisasi rancangan yang sudah dibuat. Realisasi rancangan ini guna mewujudkan tujuan dari pembuatan alat sekaligus menguji rancangan yang telah dibuat. Pengujian dilakukan berdasarkan beberapa aspek perancangan, antara lain pengujian terhadap sistem mekanik serta pengujian terhadap sistem elektronik dan program.

3.2.1 Pengujian Sistem Mekanik

Pengujian terhadap sistem mekanik dapat dilakukan ketika rancangan alat sudah direalisasikan dalam bentuk nyata. Proses realisasi rancangan sistem mekanik menggunakan *Printer 3D* dengan dicetak tiap bagian pembentuknya. Pemilihan pencetakan menggunakan *Printer 3D* dilakukan untuk mencapai tingkat kepresisian hasil rancangan dengan realisasi bentuk nyata. Pencetakan bagian – bagian sistem mekanik menggunakan *printer 3D* dengan bahan cetakan plastik *Polylactic acid (PLA)* dan tingkat kerapatan cetakan 80%. Pemilihan bahan dilakukan berdasarkan karakteristik dari bahan plastik. Pemilihan bahan PLA dilakukan setelah mempertimbangkan karakteristik dari bahan plastic PLA yang memiliki sifat ramah lingkungan dikarenakan bahan *Polylactic acid (PLA)* bersifat *biodegradable*. Selain itu, PLA memiliki sifat keras dan kaku sehingga bentuk dari alat dispenser obat dapat dipertahankan.

Pengujian sistem mekanik meliputi beberapa aspek antara lain tingkat kepresisian bentuk hasil cetakan dengan rancangan dan kelancaran sistem mekanik dari alat. Selain itu juga dilakukan pengujian terhadap mekanisme alat secara keseluruhan untuk menguji kesesuaian rancangan dengan tujuan dan fungsi yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui ketika terjadi *error* hal apa yang harus dilakukan sekaligus menjadi evaluasi dari perancangan untuk selanjutnya menjadi dasar pengembangan alat.

3.2.2 Pengujian Sistem Elektronik dan Program

Pada bagian pengujian ini dilakukan dengan penggabungan antara pengujian terhadap sistem elektronik dan program. Hal ini dilakukan dikarenakan keduanya saling berkaitan satu sama lain. Sistem elektronik dapat dijalankan dan diuji apabila terdapat program didalamnya, begitu juga sebaliknya. Pengujian ini dilakukan untuk mengavulasi hasil rancangan sekaligus digunakan untuk menguji kesesuaian rancangan dengan mekanisme alat yang diharapkan guna mencapai tujuan yang diharapkan. Pengujian terhadap sistem elektronik dilakukan bertahap berdasarkan urutan dari mekanisme alat. Pengujian bertahap dilakukan guna memastikan setiap komponennya berfungsi secara normal sehingga apabila terjadi *error* pada program dapat dengan mudah dideteksi. Kemudian hal tersebut juga dilakukan guna memudahkan perangkaian sistem elektronik agar menjadi suatu keutuhan.

Hal yang pertama dilakukan adalah pengujian *Realtime Clock (RTC)*. Pengujian RTC dilakukan pada awal dikarenakan alat dispenser obat otomatis sangat bergantung pada RTC. RTC ini berfungsi sebagai pembaca waktu dan digunakan sebagai referensi terhadap pembacaan jadwal konsumsi obat. RTC akan berjalan secara *realtime* dalam membaca data waktu, dimulai dengan waktu yang ditetapkan pada awal alat menyala. RTC akan memperbarui data waktu secara berulang dan terus menerus selama alat dinyalakan maupun alat mati, RTC dapat memperbarui data waktu yang tersimpan dalam memori.

Pengujian selanjutnya, dilakukan percobaan terhadap motor servo dimana motor servo akan diuji putarannya dengan sudut yang telah ditentukan. Hal ini dilakukan mengingat pada sistem mekanik, obat akan keluar dari tempat penampungnya setelah didorong oleh katup pendorong. Katup pendorong tersebut terhubung dengan lengan pendorong yang digerakkan oleh servo sehingga kinerja servo dalam alat tersebut sangat penting. Dari mempertimbangkan mekanisme kerja alat maka servo perlu diuji coba fungsinya.

Mengingat dengan adanya fungsi pelporan terhadap petugas kesehatan pada alat “Dispenser Obat Otomatis Untuk Penderita Tuberkulosis” maka diperlukan pengujian terhadap modul *Global System for Mobile Communications (GSM)* yang berfungsi untuk mengirimkan pesan. Pengujian

tersebut dilakukan guna mengetahui kinerja modul GSM dalam menangkap sinyal maupun dalam mengirimkan pesan ke nomor tujuan yang telah ditentukan. Data yang diambil pada pengujian ini antara lain kekuatan sinyal yang dapat ditangkap dan delay yang dihasilkan ketika modul GSM mengirimkan pesan ke nomor tujuan. Pengujian dilakukan dalam dua lokasi yaitu dalam ruangan dan luar ruangan. Hal tersebut ditujukan untuk mendapatkan data terbaik yang diambil selama pengujian.

Selain beberapa pengujian yang dilakukan mengenai *Realtime Clock (RTC)*, servo dan modul GSM juga dilakukan pengujian terhadap respon modul *power switch* yang digunakan sebagai *backup* daya untuk menyalakan mikrokontroler. Hal ini dilakukan mengingat mikrokontroler diharuskan mendapatkan daya masukan melalui listrik baik AC maupun DC. Ketika listrik PLN mati, maka mikrokontroler tidak dapat menjalankan komponen elektronik yang tersambung dengannya sehingga dapat mengganggu kerja dari alat dispenser obat otomatis. Maka dari itu dibutuhkan *backup* daya yang didapatkan dari baterai. Modul *power switch* berfungsi sebagai pengubah daya masukkan dari listrik AC ke listrik DC. Sehingga penting dilakukan pengujian terhadap fungsi dari modul *power switch* guna mengetahui kinerja dari modul tersebut.

3.3 Kuisisioner Pada Calon Pengguna Alar

Guna mengetahui keefektifan penggunaan alat, maka dilakukan penyebaran kuisisioner dan juga peragaan penggunaan alat yang kemudian dicoba penggunaannya oleh calon pengguna. Dengan kondisi penggunaan alat yang masih sempurna maka calon pengguna melakukan percobaan dengan bimbingan. Adapun aspek penilaian yang dilakukan, yaitu :

1. Apakah waktu yang ditunjukkan lcd benar ?
2. Apakah obat keluar tepat waktu ?
3. Apakah alat mudah digunakan ?
4. Apakah alat memudahkan anda dalam meminum obat ?
5. Apakah anda menjadi rutin meminum obat dengan bantuan alatnya ?

Selama percobaan juga dilakukan pendampingan terhadap calon pengguna oleh peneliti. Hal ini bertujuan untuk menjelaskan cara kerja alat dan prosedur penggunaan alat oleh pengguna. Sasaran percobaan alat dilakukan didaerah pedesaan dengan tujuan guna mengetahui respon dari calon pengguna yang minim akses menuju ke fasilitas kesehatan dan minim pengetahuan mengenai pengobatan Tuberkulosis.

3.4 Prosedur Pengaturan Alat

Prosedur pengaturan alat yang akan dilakukan oleh petugas kesehatan adalah sebagai berikut:

1. Alat dirangkai sesuai dengan rangkaian elektronik dan mekanik yang telah ditentukan
2. Peralatan mekanik dirangkai sesuai dengan gambar yang telah dilampirkan
3. Pengaturan rangkaian elektronik dilakukan pada *software* Arduino
4. Pengaturan awal pada Arduino untuk menentukan jadwal dan dosis minum obat yang harus dikonsumsi dan didapat dari petugas kesehatan yang bertanggung jawab
5. Pengaturan dosis dimasukan pada bagian untuk pergerakan servo
6. Pengaturan jadwal untuk menyalakan alarm dilakukan pada bagian jadwal
7. Memasukan data nomor telepon tujuan untuk pelaporan
8. Pengaturan waktu yang ditentukan sesuai dengan waktu ketika rangkaian elektronik dinyalakan
9. Program diupload ke unit mikrokontroler

3.5 Prosedur Penggunaan Obat oleh Pengguna

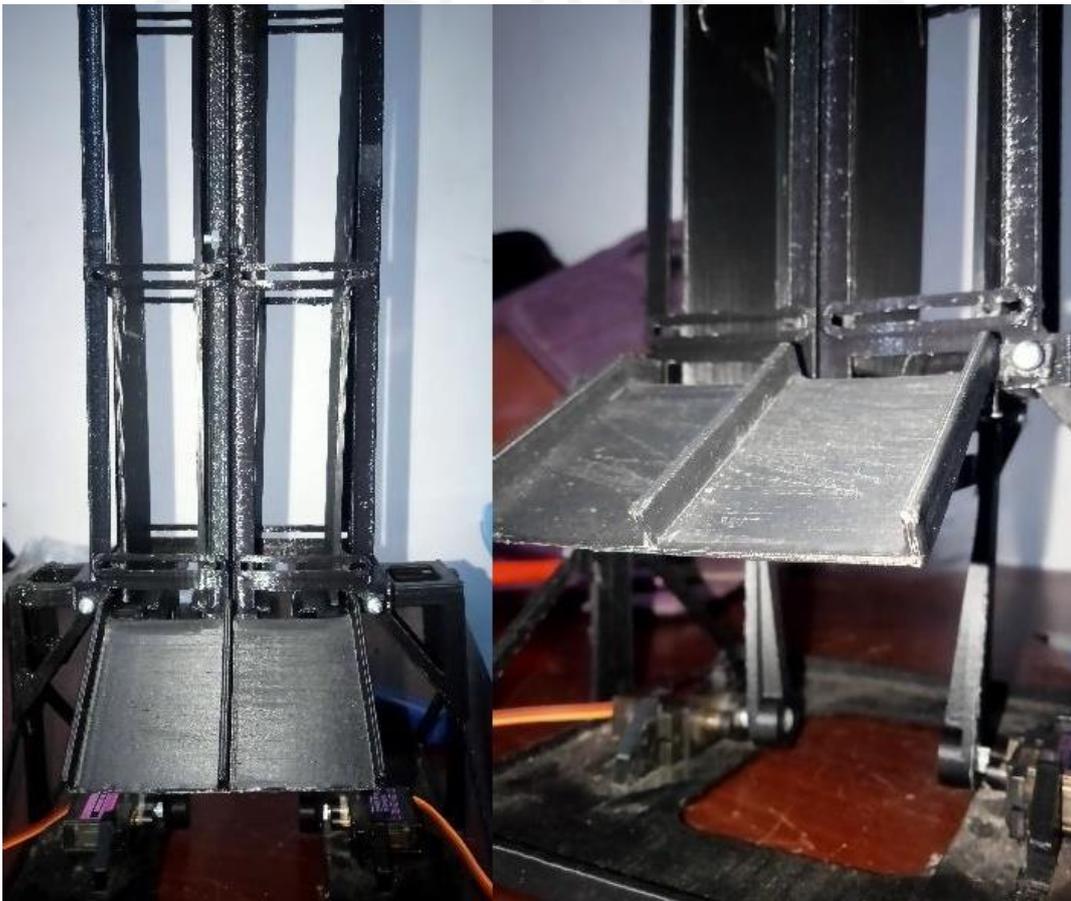
Adapun prosedur dari penggunaan alat dispenser obat sebagai berikut

1. Menyediakan obat yang harus dikonsumsi kemudian memasukan ke dalam penampung obat yang telah tersedia
2. Pengguna menyalakan alat dengan menyambungkan daya pada listrik PLN
3. Alarm menyala pengguna menekan tombol untuk mematikan alarm
4. Pengguna mengambil obat ketika obat keluar dari tempat penampungan, kemudian mengkonsumsi
5. Alat akan mengirimkan pesan ke nomor tujuan yang sudah didata

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

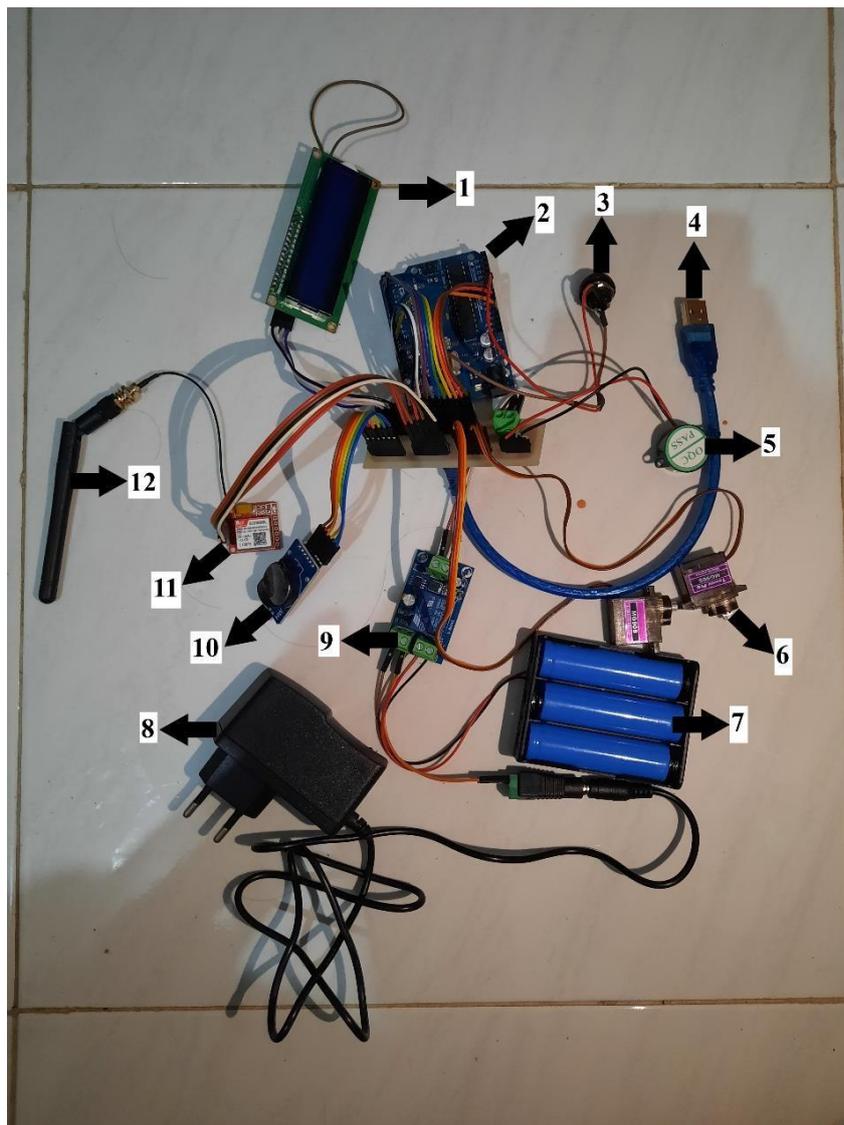
Pengujian pertama dilakukan pada sistem mekanik. Sistem mekanik dicetak menggunakan *printer 3D* dengan tingkat kerapatan 80% hingga 100%. Kemudian hasil dari cetakan yang berupa bagian-bagian dari sistem mekanik dirangkai sehingga membentuk alat *real*. Hal ini dilakukan guna menguji coba mekanisme yang sudah ditentukan dan untuk menguji tingkat kepresisian dari cetakan. Tingkat kepresisian hasil cetakan diuji dengan diukur secara manual, hasil yang didapat adalah hasil cetakan memiliki tingkat kepresisian yang rendah.



Gambar 4.1 Hasil Cetakan Sistem Mekanik

Sistem mekanik tidak dapat berjalan dengan semestinya dikarenakan bahan yang digunakan mudah memuai ketika terkena panas sehingga menyebabkan penambahan dimensi. Kemudian permukaan hasil cetakan yang tidak halus juga menyebabkan sistem mekanik tidak dapat berjalan dengan semestinya dan mengakibatkan beberapa komponen patah dikarenakan gesekan yang terjadi antar permukaan. Rendahnya presisi dari hasil cetakan paling berpengaruh pada bagian yang memiliki dimensi kecil, mengingat *printer 3D* juga memiliki nilai *error*. Hal tersebut mengakibatkan sistem mekanik tidak dapat berjalan secara normal dikarenakan bagian utama alat

sebagian merupakan bagian – bagian kecil yang terkena dampak dari perubahan dimensi pada saat dicetak.



Gambar 4.2 Rangkaian Elektronik

Keterangan Gambar 4.2 :

1 : *Liquid Crystal Display (LCD)*

2 : *Arduino Uno*

3 : *Push Button*

4 : *Kabel Data*

5 : *Buzzer*

6 : *Motor Servo*

7 : *Baterai Lithium 3,7 V*

8 : *Adaptor 12 V 1 A*

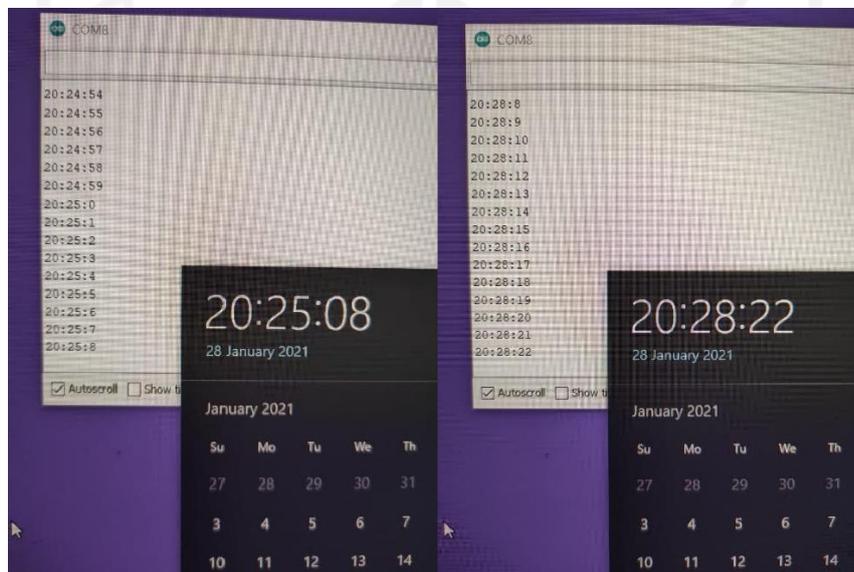
9 : *Modul Power Switch*

10 : *Realtime Clock (RTC)*

11 : Modul *Global System for Mobile Communications (GSM)*

12 : Antenna

Pengujian selanjutnya dilakukan terhadap sistem elektronik dan program. Pada proses pertama dilakukan pengujian terhadap *Realtime Clock (RTC)*. RTC merupakan salah satu bagian penting dimana data waktu yang berguna untuk membaca jadwal didapatkan dari perangkat RTC. Pengujian dilakukan menggunakan serial monitor dimana pada program dimasukkan beberapa data waktu kemudian data waktu tersebut dimunculkan pada serial monitor dan didapatkan hasil bahwa RTC berjalan sesuai dengan yang diharapkan. *Realtime Clock (RTC)* dapat membaca dan memperbarui data waktu secara akurat sesuai dengan data waktu yang dimasukkan kedalam program. RTC juga dapat menyimpan data waktu ketika RTC tidak mendapatkan daya. Hal ini dibuktikan dengan data waktu yang dimunculkan RTC ketika mendapatkan daya kembali masih sama dengan data waktu ketika RTC masih mendapatkan daya.



Gambar 4.3 Hasil Pengujian RTC

Tabel 4.1 Hasil Pengujian RTC

Tampilan pada serial monitor	Tampilan waktu <i>real</i>	Analisis
20:20:6	20:20:06	Sesuai
20:21:9	20:21:09	Sesuai
20:22:2	20:22:02	Sesuai
20:23:9	20:23:09	Sesuai
20:24:12	20:24:12	Sesuai
20:25:8	20:25:08	Sesuai

RTC dapat memperbarui data waktu secara *realtime* tanpa mendapatkan *error*. Hal ini dibuktikan dengan adanya tabel 4.1 sehingga perhitungan yang diperoleh untuk nilai akurasi adalah

$$\frac{\text{Percobaan Berhasil}}{\text{Total Percobaan}} \times 100\% = \%Akurasi \quad (4.1)$$

$$\frac{16}{16} \times 100\% = 100\%$$

Dari perhitungan tersebut, dapat dikatakan bahwa dari 16 kali percobaan pada RTC, 100% data waktu yang dihasilkan oleh RTC dan ditampilkan pada serial monitor berhasil dan sesuai. Sehingga *Realtime Clock (RTC)* bekerja secara normal. RTC dapat menyimpan data waktu dikarenakan pada modul RTC terdapat input untuk baterai yang berfungsi untuk mempertahankan ketepatan waktu yang akurat saat daya utama ke perangkat terputus.

Pengujian selanjutnya dilakukan terhadap motor servo mengingat motor servo pada mekanisme dispenser obat berfungsi untuk mendorong kemasan obat keluar dari tempat penyimpanan obat. Sehingga kinerja motor servo perlu diuji coba. Pengujian motor servo dilakukan dengan memasukkan nilai sudut pada program kemudian program akan di-*upload* untuk menjalankan motor servo.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Motor Servo

Sudut Program	Sudut Percobaan
45°	44°
90°	92°
180°	179°

Pada Tabel 4.2 merupakan nilai yang sering muncul dari percobaan yang dilakukan selama 5 kali pada masing – masing sudutnya sehingga nilai *error* yang didapatkan pada masing – masing sudutnya adalah

$$\frac{|V_A - V_E|}{V_A} \times 100\% = \%error \quad (4.2)$$

Dengan nilai:

V_A : Sudut percobaan

V_E : Sudut program

$$\frac{|44 - 45|}{44} \times 100\% = 2,27\%$$

$$\frac{|92 - 90|}{92} \times 100\% = 2,17\%$$

$$\frac{|179 - 180|}{179} \times 100\% = 0,5\%$$

Dari hasil didapatkan hasil, servo dapat bekerja meskipun data sudut yang dihasilkan masih memiliki *error* jika dibandingkan dengan data nilai sudut yang telah dimasukan pada program namun *error* yang dihasilkan tidak terlalu besar seperti pada perhitungan nilai *error* menggunakan persamaan 4.2 didapatkan nilai error kurang dari 2,5% sehingga dapat dikatakan servo bekerja secara normal dengan nilai yang sudah ditentukan pada program sebelumnya.

Alat dispenser obat ini memiliki fungsi melakukan pelaporan kepada petugas kesehatan yang bertanggung jawab mengawasi masa pengobatan pasien Tuberkulosis. Pelaporan dilakukan menggunakan modul *Global System for Mobile Communications (GSM)* yang ditambahkan pada rangkaian sistem elektronik. Pengujian terhadap modul GSM dilakukan dua tahap, tahap pertama pengujian terhadap kualitas jaringan dan data registrasi kartu SIM yang digunakan. Kemudian pada tahap yang kedua adalah percobaan pengiriman pesan kepada perangkat lain. Pengujian pertama dilakukan untuk mengecek kondisi kekuatan jaringan dan status registrasi kartu maka pada uji coba disematkan *AT Command*, perintah ini merupakan perintah untuk dapat mengakses perangkat yang terhubung pada terminal program. Perintah ini nantinya akan diteruskan ke perintah *AT+CSQ* dan perintah *AT+CREG*. Kedua perintah tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Perintah *AT+CSQ* merupakan perintah untuk mengakses atau mendapatkan informasi mengenai kekuatan sinyal yang dihasilkan oleh modul GSM. Kemudian untuk perintah *AT+CREG* berfungsi untuk mendapatkan informasi status registrasi dari kartu yang digunakan pada modul GSM. Percobaan terhadap kekuatan sinyal dilakukan di dalam ruangan dan di luar ruangan guna menguji kualitas sinyal yang dihasilkan. Data yang diambil merupakan data terbaik atau kekuatan sinyal yang paling tinggi.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekuatan Sinyal

Jenis Provider	Kekuatan Sinyal Dalam Ruangan	Kekuatan Sinyal Luar Ruangan
Telkomsel	9	22
3	7	14
Smartfren	9	15

Hasil dari percobaan ini kekuatan sinyal diluar ruangan lebih kuat dibandingkan didalam ruangan sehingga pengiriman pesan dapat dilakukan secara optimal apabila dilakukan diluar ruangan. Karakteristik kekuatan sinyal dapat dikatakan bagus apabila mencapai 20-30 dBm. Kekuatan sinyal dipengaruhi oleh faktor jaringan yang disediakan oleh provider. Kemampuan modul dan antenna dalam menangkap sinyal juga mempengaruhi kekuatan sinyal yang dihasilkan. Semakin besar frekuensi antenna maka semakin kuat antenna dalam memancarkan gelombang radio. Kemudian *gain* pada antenna juga mempengaruhi pola pancaran gelombang antenna. Semakin besar *gain* antenna maka pola pancaran gelombang yang dihasilkan cenderung

menyempit dan terarah sehingga dapat menjangkau daerah yang lebih luas dan jauh, tapi ketika *gain* antenna kecil maka pola pancaran gelombangnya melebar sehingga energy yang dipancarkan terdistribusi terlalu luas, tidak terarah. Hal tersebut dapat menyebabkan *delay* pada pengiriman pesan. Antenna yang digunakan pada percobaan ini adalah antenna dengan *gain* 3dBi dan *frequency range* 2400-2500MHz.

Pengujian selanjutnya adalah pengujian terhadap *delay* pengiriman pesan oleh modul GSM. Untuk pengujian tersebut, pada program terdapat perintah CMGS yang berarti perintah kepada modul *Global System for Mobile Communications (GSM)* untuk mengirimkan pesan kepada nomor tujuan. Modul hanya bisa mengirimkan pesan apabila nomor yang digunakan sudah diregistrasi dan dipastikan memiliki pulsa yang cukup untuk mengirimkan pesan. Hal ini merupakan alasan sebelum menguji coba pengiriman pesan dilakukan pengujian terlebih dahulu terhadap kekuatan sinyal dan status registrasi dari nomor yang digunakan untuk pengujian. IMEI pada modul GSM juga perlu dicek status registrasinya pada kementerian perindustrian.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Delay Pengiriman Pesan

Jenis Provider	Delay Waktu Pengiriman Pesan Dalam Ruangan (menit)	Delay Waktu Pengiriman Pesan Luar Ruangan (menit)
Telkomsel	4	1
3	5	1
Smartfren	5	1

Hasil yang didapat sama halnya dengan pengujian kekuatan sinyal dimana ketika modul GSM diletakan dalam ruangan dan penerima pesan juga berada di dalam ruangan dihasilkan *delay* pengiriman pesan yang cukup lama, namun ketika modul GSM diuji coba di luar ruangan hasil *delay* yang didapatkan lebih kecil dibandingkan sebelumnya. Hal tersebut dipengaruhi oleh kekuatan sinyal yang telah diuji coba sebelumnya. Kemampuan antenna yang terbatas dapat mempengaruhi proses pengiriman pesan. Kemudian IMEI pada modul GSM juga harus dipastikan terdaftar pada Kementerian Perindustrian. Ketika IMEI pada modul GSM tidak terdaftar, maka modul GSM tidak dapat difungsikan untuk menerima atau mengirim pesan.

Perobaan terakhir dilakukan untuk menguji coba alat ketika terjadi listrik mati yang memaksa alat untuk mengubah daya dari listrik PLN ke baterai. Pengujian dilakukan menggunakan dua sumber daya yang pertama menggunakan daya dari laptop yang disambungkan ke unit mikrokontroler menggunakan USB Data. Kemudian daya diganti menggunakan daya dari PLN menggunakan *adaptor* ke unit mikrokontroler dan *dibackup* oleh baterai dengan rangkaian modul *switch* serupa dengan UPS. Hasil yang diterima ketika listrik mati atau dicabut, alat langsung mengubah daya masukan secara otomatis dari listrik PLN ke baterai tanpa *delay*. Adaptor

yang digunakan merupakan adaptor 12 V 1 A. Kemudian 3 baterai lithium 18650 dengan tegangan 3.7 V yang dirangkai seri.

Tabel 4.5 Percobaan Fungsi Alat Dispenser Obat

1 Maret 2021		
Waktu	Tanggal dan waktu di LCD	Keterangan
07.00	1 Mar 2021/07:00:11	Terima SMS dan Obat keluar
13.00	1 Mar 2021/13:00:9	Terima SMS dan Obat keluar
20.00	1 Mar 2021/07:00:11	Terima SMS dan Obat keluar
2 Maret 2021		
Waktu	Tanggal dan waktu di LCD	Keterangan
07.00	2 Mar 2021/07:00:10	Terima SMS dan Obat keluar
13.00	2 Mar 2021/13:00:12	Terima SMS dan Obat keluar
20.00	2 Mar 2021/07:00:8	Terima SMS dan Obat keluar
3 Maret 2021		
Waktu	Tanggal dan waktu di LCD	Keterangan
07.00	3 Mar 2021/07:00:8	Terima SMS dan Obat keluar
13.00	3 Mar 2021/13:00:9	Terima SMS dan Obat keluar
20.00	3 Mar 2021/07:00:12	Terima SMS dan Obat keluar

Setelah melakukan percobaan fungsi keseluruhan dari alat dispenser obat, hasil yang diterima percobaan alat sudah sesuai dengan fungsi yang diharapkan yaitu dispenser obat untuk penderita tuberkulosis. Alat tersebut dapat membaca program jadwal serta dosis yang sudah dicantumkan dalam program. Hal tersebut dapat diketahui saat uji coba dengan indikator alarm menyala tepat pada saat waktu yang dijadwalkan. Untuk mematikan alarm maka *push button* ditekan sekaligus menjadi pemicu putaran servo yang mewakili jumlah dosis obat juga sudah sesuai dengan jumlah dosis yang telah dicantumkan. Pada saat alat digabung menggunakan perangkat mekanik alat dispenser obat, pergerakan lengan sedikit melambat dikarenakan gesekan pada dinding alat akibat cetakan *printer* 3D yang masih belum presisi dan potongan kemasan obat yang tidak sama rata. Tingkat kepresisian dari *printer* 3D dipengaruhi oleh merk dan jenis dari perangkat *printer* 3D. Kemudian setelah servo berputar, alat dapat mengirim pesan pada nomor tujuan, hanya saja dikarenakan sinyal dari *provider* yang tidak stabil maka pengiriman pesan mengalami *delay*. Meskipun sudah menggunakan antena sebagai penguat sinyal, hasil kekuatan sinyal dalam ruangan lemah yang menyebabkan *delay* dalam pengiriman pesan. Hal ini dikarenakan terjadinya hambatan sinyal yang tertangkap oleh antena sehingga menghasilkan kekuatan sinyal yang lemah. Pemilihan *provider* juga mempengaruhi *delay* pengiriman pesan, namun kekuatan *provider* juga bergantung pada tersedianya jaringan *provider* di sekitar tempat percobaan alat.

Setelah melakukan percobaan fungsi alat, kemudian alat dipresentasikan pada calon pengguna dan calon pengguna langsung mencoba alat dengan pendampingan yang dilakukan oleh peneliti. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.6 Respon calon pengguna

Pengguna	Butir Pertanyaan					Status
	1	2	3	4	5	
A	4	4	5	4	5	Pasien tingkat Puskesmas
B	4	4	4	4	4	Pasien tingkat Puskesmas
C	3	3	5	5	5	Pasien tingkat Puskesmas
D	5	5	4	3	4	Pasien tingkat Puskesmas
E	4	4	4	5	5	Pasien tingkat Puskesmas
F	5	5	4	3	5	Pasien tingkat Rumah Sakit
G	5	3	5	4	3	Pasien tingkat Rumah Sakit
H	4	5	4	4	3	Pasien tingkat Rumah Sakit
I	4	3	4	3	5	Pasien tingkat Rumah Sakit
J	5	4	4	3	4	Pasien tingkat Rumah Sakit

Dengan poin penilaian pada tabel 4.6.

Tabel 4.7 Poin Penilaian

1	Tidak Setuju
2	Kurang Setuju
3	Cukup Setuju
4	Setuju
5	Sangat Setuju

Hasil menunjukkan bahwa secara fungsi alat, alat berjalan dengan normal meskipun masih ada beberapa kali error terhadap pembacaan waktu. Dari segi kemudahan penggunaan alat, calon pasien menilai, alat dapat mudah digunakan secara mandiri sehingga untuk kedepannya tidak perlu bimbingan dari petugas kesehatan ataupun pihak yang berwenang. Meskipun penggunaan alat mudah namun hal tersebut masih kurang membantu calon pengguna untuk minum obat dikarenakan ketika alarm menyala dan calon pengguna sedang berkegiatan diluar mereka tidak dapat mendengar alarm sehingga mereka masih harus diperingatkan oleh orang rumah yang berperan sebagai Penanggung Jawab Minum Obat (PMO). Namun secara garis besar, alat dapat meningkatkan rutinitas calon pengguna dalam meminum obat meskipun mereka tidak dapat mendengar alarm secara langsung, namun orang yang berada dirumah sebagai PMO dapat langsung mengingatkan mereka untuk meminum obat.

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa diatas dapat disimpulkan

1. Alat dispenser obat dapat bekerja dengan 2 sumber tegangan yaitu baterai dan listrik. Perubahan sumber tegangan dilakukan oleh modul *power switch* yang akan mendeteksi sumber tegangan yang masuk.
2. Alat dispenser obat dapat menampung sebanyak 30 kemasan obat *Tuberculosis*. Penyimpanan obat disertakan dengan kemasannya dengan tujuan untuk menjaga obat tetap berkualitas.
3. Sistem dapat mengeluarkan obat sesuai dengan dosis dan jadwal yang telah ditentukan. Servo dapat berputar sesuai dengan dosis obat yang telah ditentukan dan alarm dapat menyala sesuai dengan jadwal yang ditentukan.
4. Pengiriman sinyal dapat bekerja secara maksimal pada rentang kekuatan sinyal 20-30 dBm dengan kekuatan sinyal yang dipengaruhi oleh lokasi dan jenis provider yang digunakan. Legalitas dari penggunaan modul SIM 800L diperlukan untuk pengiriman pesan.
5. Tingkat presisi perangkat mekanik pada saat perakitan menyebabkan pergerakan mekanisme terhambat.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan alat kedepannya

1. Menyempurnakan desain dengan mempertimbangkan segala aspek pendukungnya
2. Menyempurnakan rangkaian alat dikarenakan rangkaian sangat berpengaruh terhadap kelancaran fungsi alat
3. Mendesain kemasan luar untuk alat Dispenser Obat
4. Mempertimbangkan merk dan jenis perangkat *printer* 3D untuk tingkat kepresisian cetakan
5. Menggunakan sistem pelaporan yang lebih modern

DAFTAR PUSTAKA

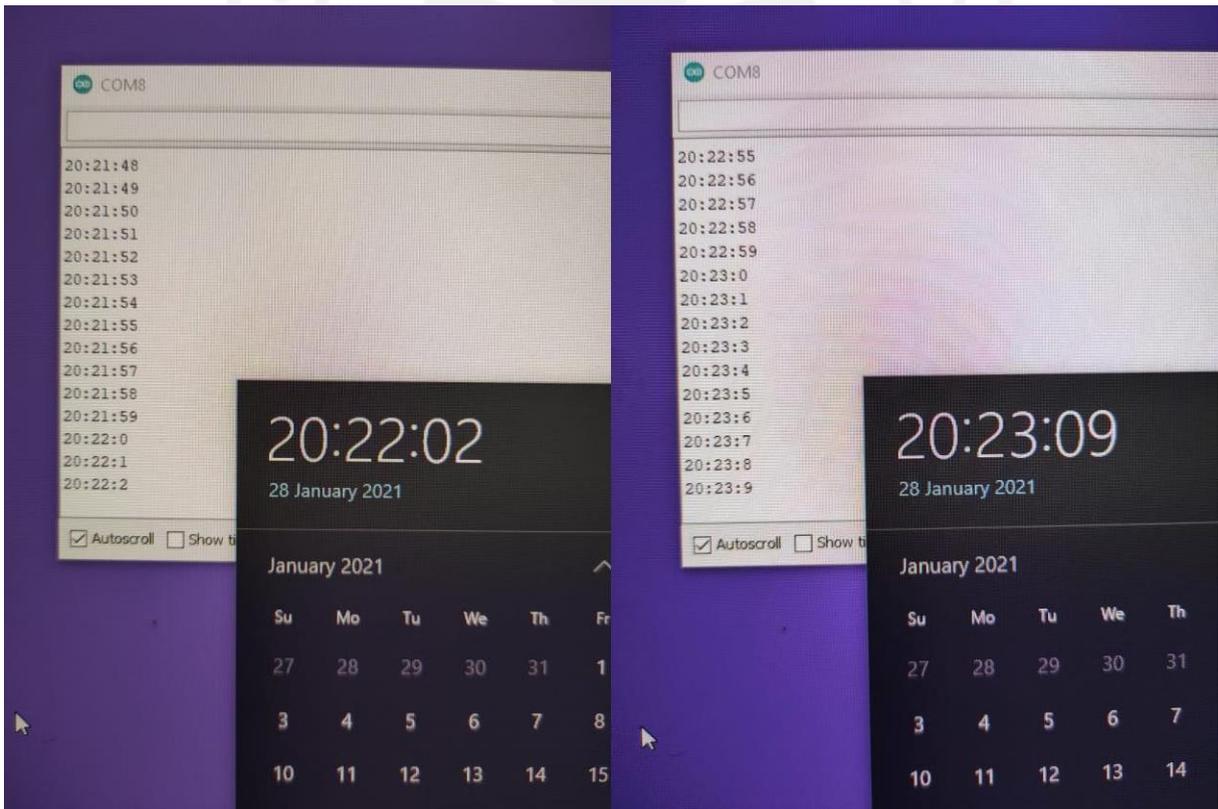
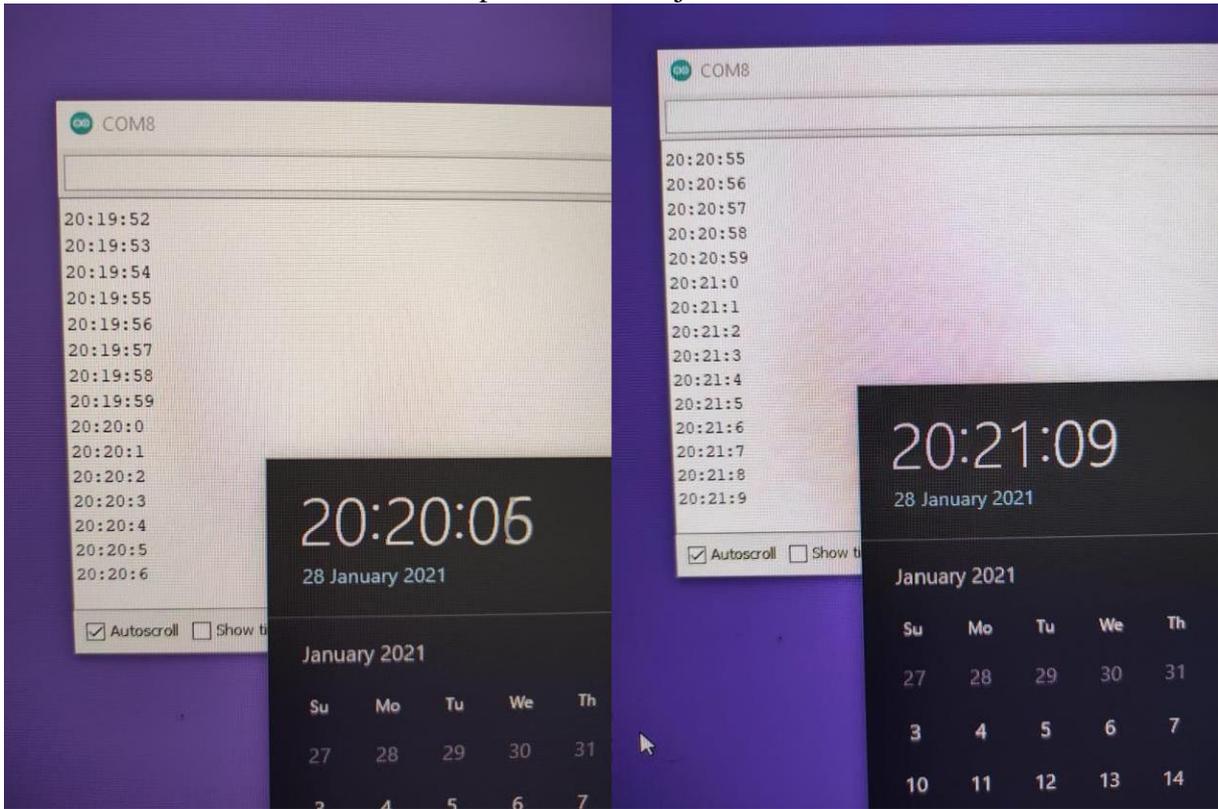
- [1] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2018*. 2018.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2019*. 2019.
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*. 2016.
- [4] Departemen Kesehatan Republik Indonesia, *Pharmaceutical Care untuk Penyakit Tuberkulosis*. 2005.
- [5] R. Madris, T. Cochran, dan B. Centala, "Automatic Pill Dispenser," US 008452446B1, 2013.
- [6] K. Lai, "Automatic Pill Dispenser," US 20140097194A1, 2014.
- [7] C. Shih, K. Lai, dan P. Chan, "Automatic Pill Dispenser," US 20140131378A1, 2014.
- [8] R. A. Werdhani, "Patofisiologi, Diagnosis, dan Klasifikasi Tuberkulosis," *Departemen Ilmu Kedokteran Komunitas, Okupasi, dan Keluarga*, pp. 2–3, 2002.
- [9] Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 364, *Pedoman Penanggulangan Tuberkulosis*, 2009.
- [10] T. Irianti, Kuswandi, N. M. Yasin, dan R. A. Kusumaningtyas, *Anti-Tuberkulosis*. Grafika Indah, 2016.
- [11] R. Darmasto, "Telemedis."
- [12] A. Hilal and S. Manan, "Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak CCTV Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu," *Gema Teknologi*, vol. 17, 2015.
- [13] F. Djuandi, "Pengenalan Arduino," *tobuku*, pp. 1–24, 2011.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Harga

Nama Komponen	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
Arduino Uno R3	1	67.000	67.000
Servo	2	28.000	56.000
SIM 800L	1	48.000	48.000
Antena	1	35.000	35.000
<i>Buzzer</i>	2	9.000	18.000
<i>Real Time Clock (RTC)</i>	1	25.000	25.000
<i>LCD Display</i>	1	52.000	52.000
<i>Push Button</i>	1	6.500	6.500
Modul I2C	1	9.000	9.000
Resistor	1	200	200
Modul <i>Switch Power</i>	1	67.000	67.000
Baterai	3	14.000	42.000
Slot Baterai	1	46.000	46.000
Adaptor	1	30.000	30.000
Total			Rp468.700

Lampiran 2 Hasil Uji Coba RTC



COM8

20:23:58
20:23:59
20:24:0
20:24:1
20:24:2
20:24:3
20:24:4
20:24:5
20:24:6
20:24:7
20:24:8
20:24:9
20:24:10
20:24:11
20:24:12

Autoscroll Show t

20:24:12
28 January 2021

January 2021

Su	Mo	Tu	We	Th
27	28	29	30	31
3	4	5	6	7
10	11	12	13	14

COM8

20:24:54
20:24:55
20:24:56
20:24:57
20:24:58
20:24:59
20:25:0
20:25:1
20:25:2
20:25:3
20:25:4
20:25:5
20:25:6
20:25:7
20:25:8

Autoscroll Show t

20:25:08
28 January 2021

January 2021

Su	Mo	Tu	We	Th
27	28	29	30	31
3	4	5	6	7
10	11	12	13	14

COM8

20:25:56
20:25:57
20:25:58
20:25:59
20:26:0
20:26:1
20:26:2
20:26:3
20:26:4
20:26:5
20:26:6
20:26:7
20:26:8
20:26:9
20:26:10

Autoscroll Show t

20:26:10
28 January 2021

January 2021

Su	Mo	Tu	We	Th
27	28	29	30	31
3	4	5	6	7
10	11	12	13	14

COM8

20:27:0
20:27:1
20:27:2
20:27:3
20:27:4
20:27:5
20:27:6
20:27:7
20:27:8
20:27:9
20:27:10
20:27:11
20:27:12
20:27:13
20:27:14

Autoscroll Show t

20:27:14
28 January 2021

January 2021

Su	Mo	Tu	We	Th
27	28	29	30	31
3	4	5	6	7
10	11	12	13	14

COM8

20:28:8
20:28:9
20:28:10
20:28:11
20:28:12
20:28:13
20:28:14
20:28:15
20:28:16
20:28:17
20:28:18
20:28:19
20:28:20
20:28:21
20:28:22

Autoscroll Show t

20:28:22
28 January 2021

January 2021

Su	Mo	Tu	We	Th
27	28	29	30	31
3	4	5	6	7
10	11	12	13	14

COM8

20:28:52
20:28:53
20:28:54
20:28:55
20:28:56
20:28:57
20:28:58
20:28:59
20:29:0
20:29:1
20:29:2
20:29:3
20:29:4
20:29:5
20:29:6

Autoscroll Show t

20:29:06
28 January 2021

January 2021

Su	Mo	Tu	We	Th
27	28	29	30	31
3	4	5	6	7
10	11	12	13	14

COM8

20:30:1
20:30:2
20:30:3
20:30:4
20:30:5
20:30:6
20:30:7
20:30:8
20:30:9
20:30:10
20:30:11
20:30:12
20:30:13
20:30:14
20:30:15

Autoscroll Show t

20:30:15
28 January 2021

January 2021

Su	Mo	Tu	We	Th
27	28	29	30	31
3	4	5	6	7
10	11	12	13	14

COM8

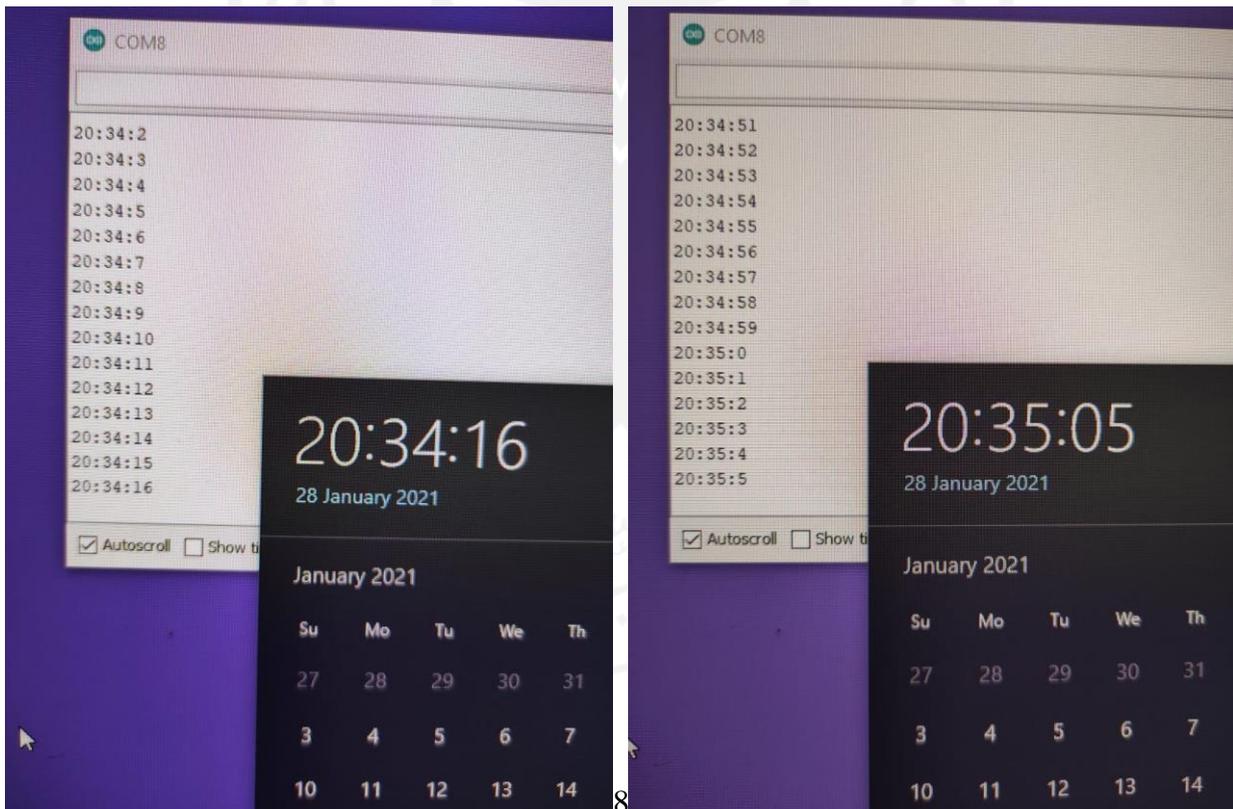
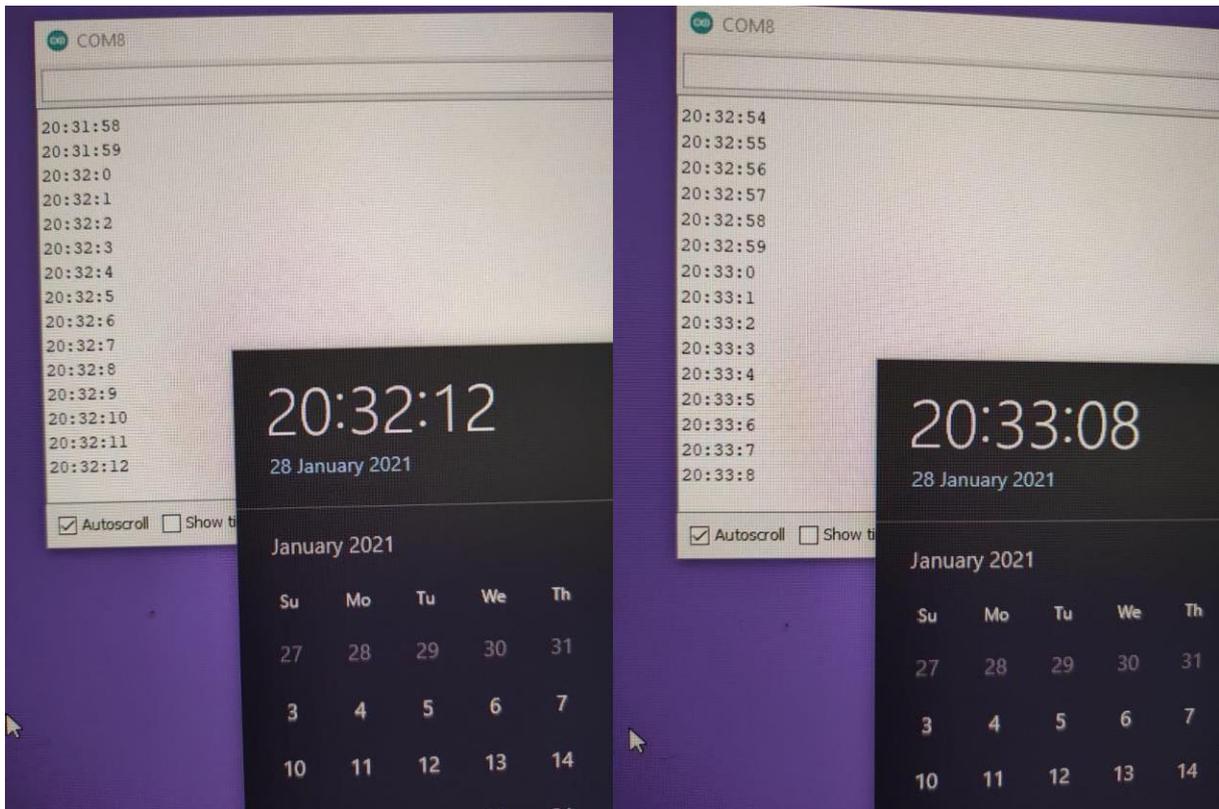
20:30:51
20:30:52
20:30:53
20:30:54
20:30:55
20:30:56
20:30:57
20:30:58
20:30:59
20:31:0
20:31:1
20:31:2
20:31:3
20:31:4
20:31:5

Autoscroll Show t

20:31:05
28 January 2021

January 2021

Su	Mo	Tu	We	Th
27	28	29	30	31
3	4	5	6	7
10	11	12	13	14



Lampiran 3 Hasil Percobaan Servo

Sudut Program	Sudut Percobaan
45°	46°
45°	44°

45°	44°
45°	45°
45°	43°
90°	90°
90°	92°
90°	90°
90°	92°
90°	92°
180°	179°
180°	178°
180°	179°
180°	179°
180°	180°

Lampiran 4 Hasil Percobaan Kekuatan Sinyal

```

COM8
Initializing...
AT
OK
AT+CSQ
+CSQ: 15,0
OK
AT+CREG?
+CREG: 0,1
OK
  
```

Autoscroll
 Show timestamp
 Both NL & CR
 9600 baud
 Clear output

Jenis Provider	Kekuatan Sinyal Dalam Ruangan	Kekuatan Sinyal Luar Ruangan
Telkomsel	9	22
	8	21
	8	22
	9	22
	9	21
3	7	14
	7	13
	5	14

	6	14
	7	13
Smartfren	9	15
	7	15
	9	12
	9	16
	7	15

No	Pertanyaan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
		Tidak Setuju	Kurang Setuju	Cukup Setuju	Setuju	Sangat Setuju
1	Apakah waktu yang ditunjukkan lcd benar ?					
2	Apakah obat keluar tepat waktu ?					
3	Apakah alat mudah digunakan ?					
4	Apakah alat memudahkan anda dalam meminum obat ?					
5	Apakah anda menjadi rutin meminum obat dengan bantuan alatnya ?					