

SISTEM ALARM PADA KOTAK OBAT BERBASIS ARDUINO UNO

Linda Wijayanti^{1,2}, Melisa Mulyadi², Theresia Ghozali³, dan Joevierdi⁴

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

²Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

Surel: linda.wijayanti@atmajaya.ac.id

²Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

Surel: melisa.mulyadi@atmajaya.ac.id

³Program Studi Teknik Elektro, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

Surel: theresia.ghozali@atmajaya.ac.id

⁴Program Studi Teknik Elektro, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

Surel: joe_310394@yahoo.com

Masuk: 07-04-2022, revisi: 17-02-2023, diterima untuk diterbitkan: 30-04-2023

ABSTRAK

Jadwal minum obat yang tepat sesuai frekuensi yang diberikan dokter merupakan salah satu faktor keberhasilan dari proses pengobatan. Namun karena kesibukan dan keterbatasan fisik pasien maupun pada kasus lansia yang sudah tidak dapat beraktivitas secara normal, diperlukan pengingat waktu minum obat secara rutin sesuai resep dokter. Metode penelitian menggunakan model *waterfall*, yang dikembangkan oleh Pressman. Sistem alarm pada kotak obat ini dirancang untuk mengeluarkan obat dan membunyikan alarm pada waktu yang telah ditentukan. Pengguna hanya perlu memasukkan obat yang akan dikonsumsi dengan mengatur frekuensi dan waktu alarm. Sistem ini menggunakan *real time clock* yang terhubung ke mikrokontroler Arduino Uno. Masukan data sistem berasal dari *keypad matrix* untuk memasukkan waktu alarm dan sensor cahaya untuk mendeteksi adanya obat. Keluaran mikrokontroler mengendalikan *buzzer* sebagai alarm dan katup solenoida untuk membuka kotak yang berisi obat yang akan diminum pada waktu yang telah diprogram sebelumnya. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa alat dapat mengeluarkan obat sesuai dengan frekuensi dan waktu alarm yang telah ditentukan oleh pengguna.

Kata kunci : alarm; kotak obat; Arduino Uno; *real time clock*

ABSTRACT

The right schedule for taking medication according to the frequency given by the doctor is one of the success factors of the treatment process. However, due to the patient's busy schedule and physical limitations of the patient as well as in the case of the elderly who are unable to carry out their normal activities, it is necessary to remind them to take medication regularly according to the doctor's prescription. The research method uses the waterfall model, which was developed by Pressman. The alarm system in this medicine storage box is designed to dispense medicine and sound an alarm at a predetermined time. Users only need to enter the medicine to be consumed by setting the frequency and time of the alarm. This system uses a real-time clock connected to the Arduino Uno microcontroller. The system data input comes from the matrix keypad to enter the alarm time and the light sensor to detect the presence of medicine. The output of the microcontroller controls the buzzer as an alarm and the solenoid valve to open the box containing the medicine to be taken at a pre-programmed time. From the test results obtained that the device can dispense medicine according to the frequency and time of the alarm that has been determined by the user.

Keywords: alarm; medicine storage box; Arduino Uno; *real time clock*

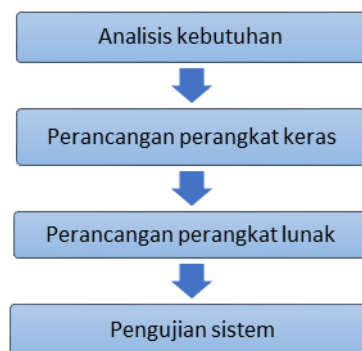
1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah memberikan banyak kemudahan dalam kehidupan manusia. Banyak peralatan yang diciptakan untuk membantu masyarakat dalam mengerjakan tugas sehari-hari, termasuk dalam bidang kesehatan. Masyarakat yang tinggal di kota besar umumnya

mempunyai aktivitas yang sangat padat, sehingga membuat orang menjadi sangat sibuk dan seringkali mengabaikan kesehatan. Hal ini menyebabkan orang lebih rentan terserang penyakit. Kesehatan memegang peranan yang sangat penting untuk seseorang menjalankan kegiatan sehari-hari. Orang yang terserang penyakit tentunya akan membutuhkan pengobatan. Umumnya obat diperlukan pasien sebagai terapi mandiri dan sebagai terapi lanjutan untuk meringankan atau menyembuhkan keluhan penyakit yang dimiliki pasien. Salah satu cara pengobatan umum yang diberikan adalah mengharuskan pasien minum obat secara rutin. Seringkali pasien lansia lupa dengan jadwal minum obat yang diresepkan karena faktor ingatan mereka yang sudah lemah (Alisya, 2021). Pengobatan yang tidak teratur bukan hanya tidak menyembuhkan penderita, tetapi juga menyebabkan kekebalan terhadap obat (Budi, 2019). Hal ini akan berakibat penyakit menjadi semakin parah. Oleh sebab itu, dibutuhkan sebuah alat untuk mengingatkan waktu untuk mengkonsumsi obat secara teratur. Penelitian Alisya (Alisya, 2021) menggunakan tempat obat yang berisi maksimal 2 buah, sedangkan penelitian ini menggunakan kotak obat yang dapat berisi 10 buah obat ukuran kapsul sedang pada setiap kotak obat. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun sistem alarm pada kotak obat yang dapat mengeluarkan obat dan memberikan sinyal alarm pada waktu yang telah diprogram sebelumnya.

2. METODE PENELITIAN

Pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini mengadopsi model pengembangan Pressman. Salah satu model yang dikembangkan oleh Pressman adalah model *waterfall* atau sering disebut dengan model sekuensial linier. Pressman berpendapat bahwa model pengembangan *waterfall* mengandung pendekatan yang dapat digunakan untuk mendukung pengembangan yang berurutan dan sistematis. Model *waterfall* memiliki 4 tahapan, yaitu analisis kebutuhan, perancangan untuk perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian untuk menguji fungsi dan manfaat pengembangan produk (Budiyanta, 2021). Model *waterfall* pada penelitian ini diperlihatkan pada diagram alir Gambar 1.

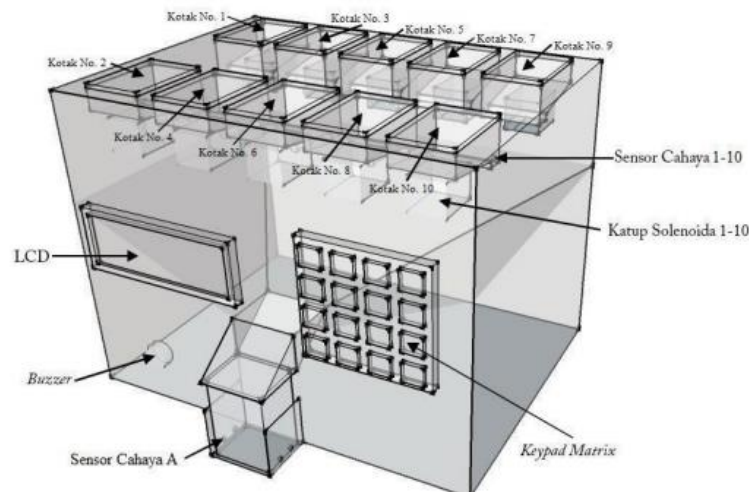


Gambar 1. Metode penelitian

Analisis kebutuhan sistem dilakukan dengan tujuan mengetahui kebutuhan yang diperlukan untuk merealisasikan sistem yang dirancang. Sistem dirancang untuk memenuhi kebutuhan pasien dalam mengatur waktu minum obat dengan ketentuan sebagai berikut:

- Frekuensi minum obat secara otomatis dapat diatur pada waktu tertentu dengan empat mode, yaitu mode sekali sehari, dua kali sehari, tiga kali sehari, dan manual/custom.
- Mode manual atau custom dapat diatur dengan mengatur waktu tertentu secara manual.
- Sistem dapat mengeluarkan sejumlah obat yang telah disiapkan pada kotak obat ke tempat penampung obat dengan membunyikan alarm pada waktu yang telah ditentukan.
- Sistem yang dirancang memiliki 10 kotak obat untuk 10 kali konsumsi, dengan urutan konsumsi dimulai dari kotak 1 sampai dengan kotak 10 dan kembali lagi ke kotak 1, demikian seterusnya.

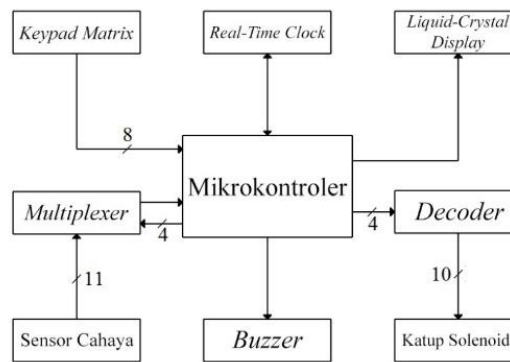
Perancangan perangkat keras meliputi pemilihan mikrokontroler, sensor, dan aktuator yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Sistem yang dirancang menggunakan *Real Time Clock* (RTC) yang merupakan *timer* dengan presisi tinggi, sensor cahaya, LCD, *keypad*, *buzzer*, dan solenoida. Sistem dirancang untuk sepuluh kotak obat yang diletakkan di sisi atas perangkat dan setiap kotak untuk menyimpan obat untuk sekali konsumsi. Obat dimasukkan secara manual dengan urutan konsumsi dari kotak 1 hingga kotak 10, dan berulang kembali ke kotak 1, demikian seterusnya. Pengaturan waktu minum obat ditentukan melalui empat mode yang tersedia, yaitu mode 1 sehari sekali dengan jeda waktu 24 jam, mode 2 untuk dua kali sehari, mode 3 untuk tiga kali sehari, dan mode 4 adalah mode custom yang dapat diatur secara manual untuk jeda lebih dari satu hari. Struktur rancangan tata letak tempat obat, masukan, dan keluaran sistem diperlihatkan pada Gambar 2. Pemilihan mode dilakukan melalui *keypad* dan waktu akan ditampilkan pada LCD. Sensor cahaya digunakan untuk mendeteksi adanya obat dalam kotak. Saat *Real Time Clock* (RTC) menunjukkan waktunya minum obat, katup solenoid pada kotak obat akan membuka dan obat akan jatuh ke kotak penampung di bagian bawah perangkat. *Buzzer* akan terus berbunyi sebagai alarm sampai sensor cahaya pada kotak penampung mendeteksi tidak ada obat lagi.



Gambar 2. Struktur rancangan sistem

Sistem yang dirancang memiliki tiga jenis masukan, yaitu 11 buah sensor cahaya, *keypad matrix*, dan RTC. Sedangkan keluaran berupa 10 buah katup solenoida, *buzzer*, dan LCD. Diagram blok sistem elektronik secara keseluruhan diperlihatkan pada Gambar 2, dengan fungsi setiap bagian sebagai berikut:

- Mikrokontroler sebagai pengendali keseluruhan sistem.
- RTC sebagai penghitung waktu yang presisi.
- Keypad matrix* sebagai tombol masukan untuk mengatur alat.
- Sensor cahaya untuk mendeteksi ada tidaknya obat dalam kotak obat.
- LCD sebagai tampilan waktu dan mode operasi.
- Buzzer* sebagai alarm.
- Katup solenoida untuk membuka kotak obat.



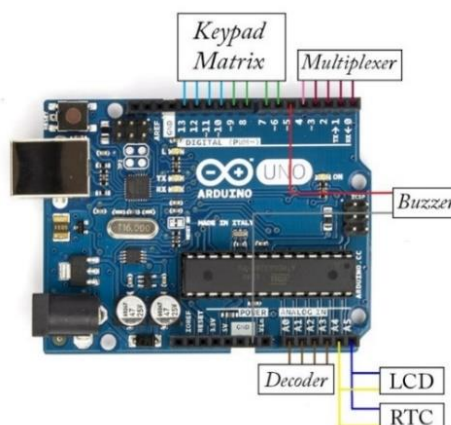
Gambar 3. Diagram Blok Sistem

Rangkaian Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino adalah suatu perangkat prototipe elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan *open-source*, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan (Andrianto, 2017). Arduino Uno menggunakan *Integrated Circuit* (IC) ATmega328 dan IC lainnya sehingga menjadi suatu *embedded system*. Mikrokontroler Arduino Uno memiliki 14 kaki digital dan 6 kaki analog. Kaki analog digunakan untuk membaca sensor analog. Di dalam Arduino Uno terdapat 6 *channel analog-to-digital converter* yang dapat mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, sehingga keenam kaki analog juga dapat digunakan sama seperti kaki digital lainnya. Kaki digital dapat diprogram menjadi kaki masukan atau keluaran. Kaki digital ini hanya dapat membaca 2 kondisi, yaitu kondisi *high* atau logika 1 dan kondisi *low* atau logika 0.

Rangkaian mikrokontroler berfungsi sebagai pemroses data yang berasal dari sensor cahaya, RTC, dan *keypad matrix*. Data yang tersimpan dalam mikrokontroler digunakan untuk mengatur katup solenoida yang terbuka dan tampilan pada LCD. Rangkaian mikrokontroler Arduino Uno diperlihatkan pada Gambar 4 dengan konfigurasi sebagai berikut:

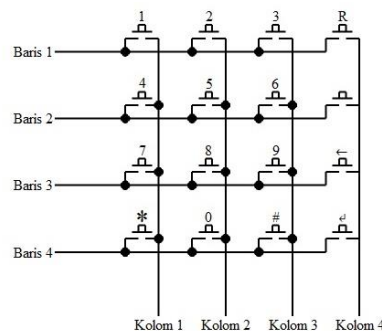
- Kaki 0 sampai 3 dihubungkan ke selektor *multiplexer*.
- Kaki 4 dihubungkan ke keluaran *multiplexer*.
- Kaki 5 dihubungkan ke *buzzer*.
- Kaki 6 sampai 13 dihubungkan ke *keypad matrix* 4x4.
- Kaki A0 sampai A3 dihubungkan ke selektor *decoder*.
- Kaki A4 dan A5 dihubungkan ke protokol I2C pada RTC dan LCD.



Gambar 4. Rangkaian Mikrokontroler Arduino Uno

Rangkaian keypad matrix

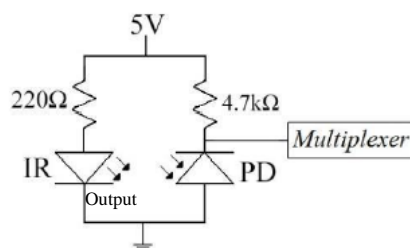
Keypad Matrix adalah serangkaian tombol tekan yang biasanya digunakan sebagai masukan angka. *Keypad* banyak digunakan dalam aplikasi, seperti pada telepon, *numeric keypad* pada komputer, dan pintu dengan kunci digital. Pada *keypad matrix* hanya menyediakan sinyal bilangan biner untuk setiap tombolnya (Andrianto, 2015). Rangkaian *keypad matrix* diperlihatkan pada Gambar 5. *Keypad matrix* berfungsi untuk memilih *mode* dan memasukkan data yang diperlukan ke dalam mikrokontroler untuk menentukan waktu alarm. *Keypad matrix* berfungsi sebagai masukan angka, tombol “Back”, tombol “Reset”, dan tombol “Enter”.



Gambar 5. Rangkaian keypad matrix

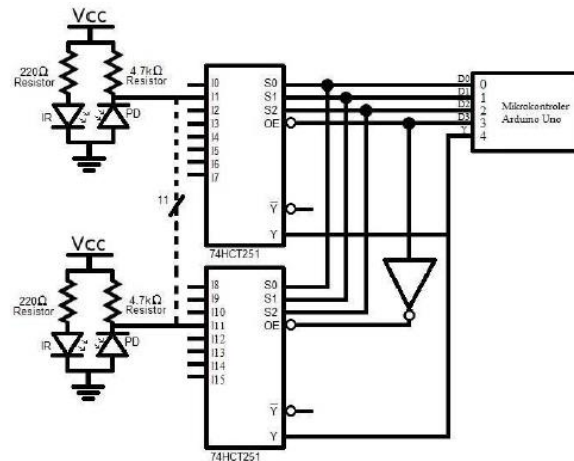
Rangkaian sensor cahaya

Sensor cahaya adalah komponen yang digunakan untuk mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Sensor cahaya yang digunakan adalah *Infrared* (IR) sebagai pemancar cahaya dan *photodiode* (PD) sebagai sensor pendeteksi cahaya. Rangkaian IR dan PD diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Sensor Cahaya IR dan PD

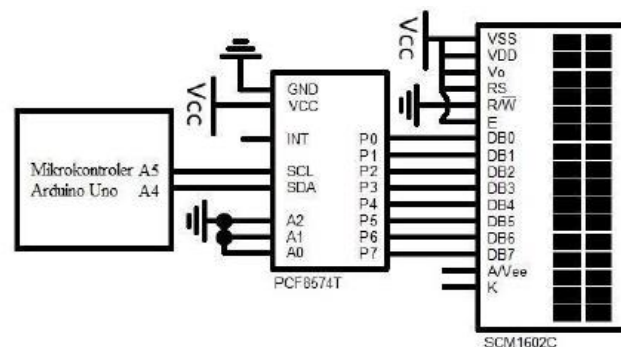
Saat cahaya IR tertutup obat dan tidak ditangkap oleh PD, keluaran PD akan berlogika 1. Sebaliknya jika tidak ada obat di antara IR dan PD, maka keluaran PD akan berlogika 0. Seluruh keluaran PD dari setiap kotak dimasukkan ke *multiplexer*. Hubungan sensor cahaya dengan *multiplexer* diperlihatkan pada Gambar 7. Pada sistem ini digunakan 16-input *multiplexer* karena menggunakan 11 buah sensor cahaya. Sensor cahaya digunakan sebagai masukan *multiplexer*. Selektor dan keluaran *multiplexer* dihubungkan ke mikrokontroler, sehingga mikrokontroler dapat memilih masukan *multiplexer* yang akan diteruskan ke keluaran *multiplexer*. Keluaran *multiplexer* akan menjadi masukan mikrokontroler.



Gambar 7. Hubungan sensor cahaya dengan mikrokontroler

Rangkaian LCD

Liquid-Crystal Display (LCD) adalah salah satu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama (Andrianto, 2015). LCD yang digunakan adalah SCM1602C, yang memiliki tampilan 16x2 karakter. Rangkaian LCD digunakan untuk menampilkan pemilihan mode waktu, interval waktu alarm, serta tanggal dan waktu yang sedang berlangsung. Untuk mempermudah dalam penggunaan LCD SCM1602C digunakan modul I2C I/O Expander PCF8574. Untuk tampilan pada LCD cukup memasukkan data dari mikrokontroler melalui SDA dan SCL dengan bantuan modul PCF8574. Hubungan LCD dan PCF8574 diperlihatkan pada Gambar 8.

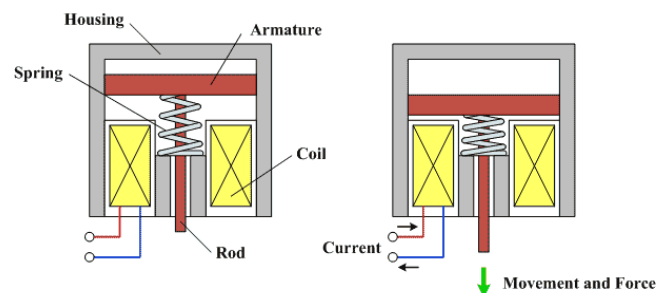


Gambar 8. Hubungan LCD SCM1602C dan PCF8574

Keluaran P0 sampai P7 pada modul PCF8574 terhubung dari DB0 sampai DB7 pada LCD. Sedangkan kaki RS dan E pada LCD terhubung ke Vcc, dan kaki R/W LCD terhubung ke *ground*. Kaki R/W pada LCD selalu mendapat logika “0” sehingga selalu dalam mode *write*.

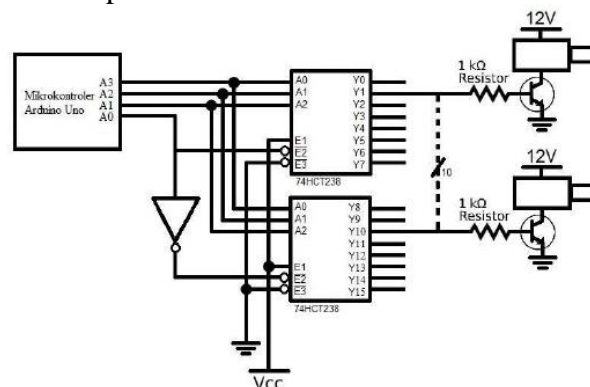
Rangkaian katup solenoida

Katup solenoida adalah katup yang dikendalikan oleh arus listrik yang mengalir pada solenoida. Saat arus mengalir pada kumparan, maka timbul medan magnet di sekitarnya. Medan magnet tersebut menarik batangan armatur, sehingga katup tertutup. Sedangkan saat tidak ada pemberian arus, tidak ada medan magnet yang timbul, sehingga batangan besi akan terdorong oleh pegas dan katup terbuka (Haney, 2013). Cara kerja katup solenoida ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Cara Kerja Katup Solenoida

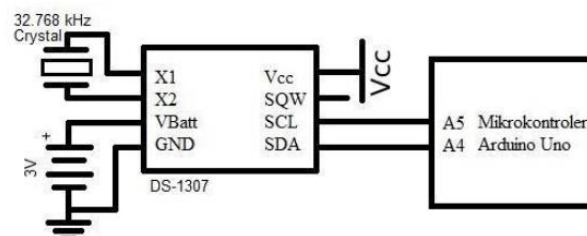
Katup solenoida dihubungkan dengan *decoder* dan *driver*. *Driver* yang digunakan adalah transistor NPN, diperlihatkan pada Gambar 10. Saat basis transistor tidak diberi tegangan, tidak ada arus yang mengalir pada basis, kolektor, dan emitor. Keluaran dari *decoder* dihubungkan ke basis transistor. Saat salah satu keluaran *decoder* aktif, basis transistor akan terpicu dan katup solenoida akan terbuka. Penggunaan *decoder* untuk mempermudah pemilihan kotak obat yang akan terbuka. *Decoder* yang digunakan adalah 4-to-16 *line decoder*, karena diperlukan 10 keluaran untuk mengatur 10 katup solenoida.



Gambar 10. Hubungan katup solenoida dengan mikrokontroler

Rangkaian RTC

Real-Time Clock (RTC) adalah sebuah modul elektronik yang dapat menghitung waktu dan banyak digunakan dalam sistem yang memerlukan akurasi tinggi terhadap waktu, seperti pada komputer. RTC menggunakan baterai agar tetap aktif meski tidak mendapat sumber listrik dari luar. Jenis RTC yang digunakan pada sistem ini adalah DS-1307, dengan konfigurasi yang diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Konfigurasi Modul RTC DS-1307

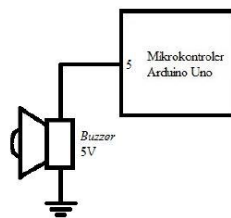
Waktu pada modul RTC dapat diatur melalui SCL dan SDA dengan bantuan mikrokontroler. Mikrokontroler akan mengambil data waktu dari komputer dan dikirim ke RTC. Fungsi RTC

DS-1307 digunakan untuk mendeteksi waktu yang sedang berlangsung. Modul ini dapat mengambil data detik, menit, jam, hari, bulan, dan tahun dengan bantuan mikrokontroler.

Rangkaian *buzzer*

Buzzer adalah perangkat elektronik yang akan mengeluarkan bunyi tertentu. *Buzzer* berfungsi untuk memberikan sinyal berupa suara saat obat berada di tempat penampung. Saat sensor cahaya di tempat penampung mendeteksi obat, mikrokontroler akan mengaktifkan *buzzer* sampai sensor cahaya tidak mendeteksi obat lagi. *Buzzer* yang digunakan memerlukan tegangan 5V sehingga *buzzer* dapat langsung digunakan pada kaki Arduino saat diberi logika “1”.

Gambar 12 merupakan rangkaian untuk mengaktifkan *buzzer*.

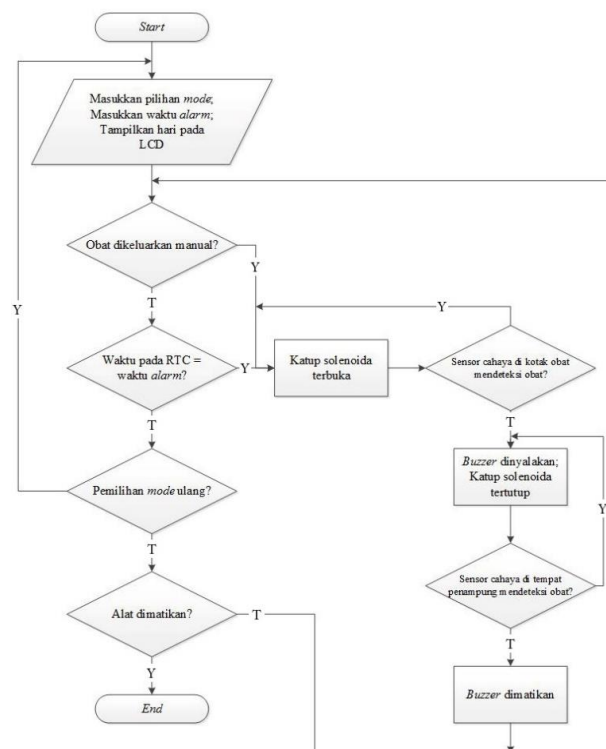


Gambar 12. Rangkaian *buzzer*

Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak menggunakan program Arduino IDE. Pada awalnya waktu pada RTC diatur berdasarkan waktu yang ada pada komputer pada saat memasukkan program. Setelah itu waktu pada RTC akan terus berjalan secara otomatis karena selalu dihubungkan dengan baterai. Saat pertama kali alat ini dinyalakan, LCD akan menampilkan mode yang akan dipilih. Ada 4 mode yang dapat dipilih yaitu sekali sehari, 2 kali sehari, 3 kali sehari, dan mode *custom*. Pada mode *custom*, pengguna dapat mengatur interval hari untuk mengkonsumsi obat. Setelah memilih *mode* yang akan digunakan, pengguna akan diminta untuk memasukkan waktu untuk alarm akan berbunyi menggunakan *keypad matrix*. Kemudian LCD akan menampilkan tanggal, jam, dan menit yang sedang berlangsung. Alat akan memeriksa apakah waktu *alarm* yang telah disimpan sama dengan waktu yang sedang berjalan. Bila kedua waktu tersebut sama, maka katup solenoida pada kotak satu akan terbuka dan menjatuhkan obat, sehingga obat terdeteksi pada penampung obat. Saat terdapat obat pada tempat penampung obat, *buzzer* akan berbunyi.

Pada penampung obat juga terdapat sensor cahaya untuk mendeteksi apakah obat sudah diambil atau belum. Bila obat belum diambil, maka *buzzer* akan terus berbunyi. Setelah obat diambil *buzzer* akan mati dan pemeriksaan waktu dilanjutkan lagi. Alat ini juga dapat mengeluarkan obat secara manual yaitu dengan cara menekan tombol “⏏”. Saat tombol “⏏” tertekan, katup solenoida akan terbuka dan proses akan berlangsung hingga sensor cahaya tidak lagi mendeteksi obat pada tempat penampung. Secara keseluruhan diagram alir sistem diperlihatkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Diagram Alir Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem dapat dilakukan setelah seluruh bagian perangkat keras dan perangkat lunak disatukan. Pengujian setiap modul telah berhasil dilakukan untuk menguji ketepatan waktu RTC, sensor cahaya, buzzer, dan katup solenoida. Selanjutnya dilakukan pengujian sistem keseluruhan. Hasil pengujian setiap modul disatukan dengan pengujian sistem keseluruhan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian sistem

Mode	Set waktu	Waktu komputer	Waktu RTC	Sensor Cahaya	Buzzer	Katup solenoida	Kotak obat
Satu	08.00	08.00	08.00	aktif	bunyi	buka	Kotak 1
Dua	09.30	09.30	09.30	aktif	bunyi	buka	Kotak 2
	21.30	21.30	21.30	aktif	bunyi	buka	Kotak 3
Tiga	06.25	06.25	06.25	aktif	bunyi	buka	Kotak 4
	14.25	14.25	14.25	aktif	bunyi	buka	Kotak 5
	22.25	22.25	22.25	aktif	bunyi	buka	Kotak 6
Dua	07.15	07.15	07.15	aktif	bunyi	buka	Kotak 8
	18.30	18.30	18.30	aktif	bunyi	buka	Kotak 9
Tiga	08.00	08.00	08.00	aktif	bunyi	buka	Kotak 10
	13.00	13.00	13.00	aktif	bunyi	buka	Kotak 1
	19.00	19.00	19.00	aktif	bunyi	buka	Kotak 2
Custom	2 hari	10.25 (H+2)	10.25 (H+2)	aktif	bunyi	buka	Kotak 3

Hasil pengujian sistem pada Tabel 1, sensor cahaya akan aktif saat terdapat obat dalam kotak obat. Buzzer akan berbunyi saat waktu yang telah diprogram sesuai dengan waktu RTC, bersamaan dengan katup solenoida kotak obat terbuka untuk menjatuhkan obat ke kotak

penampung obat secara berurutan dari kotak obat 1, 2, 3, dan seterusnya. Pada pengujian mode *custom*, pengguna perlu memasukkan interval hari dan waktu alarm. Mode ini digunakan untuk periode alarm yang lebih dari satu hari, misalnya dua hari sekali. Interval hari maksimum yang dapat dimasukkan adalah 99 hari. Dari hasil pengujian diperlihatkan bahwa sistem telah bekerja sesuai rancangan dengan mode dan waktu alarm yang dapat diubah oleh pengguna.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengujian keseluruhan sistem yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sistem alarm sebagai pengingat waktu untuk minum obat dapat beroperasi sesuai dengan perancangan, dengan keluaran alarm dan katup solenoida berhasil mengeluarkan semua obat ke tempat penampung obat secara berurutan dari kotak obat 1 sampai kotak obat 10, dan kembali berulang dari kotak obat 1, dan seterusnya.
- b. RTC pada perangkat ini dapat berfungsi sebagai penghitung waktu yang mengaktifkan alarm pengingat waktu minum obat yang presisi.
- c. Mode pengingat waktu minum obat dapat diprogram untuk satu sampai tiga kali sehari maupun secara *custom* dengan interval waktu sesuai kebutuhan pengguna.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro Unika Atma Jaya yang telah mengizinkan penggunaan peralatan di Laboratorium Elektronika dan Laboratorium Rangkaian Logika dan Mikroprosesor sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dan dikembangkan lebih lanjut.

REFERENSI

- Alisya, C. A., Nurdin, A., Salamah, I. (2021). Rancang Bangun Smart Medicine Box Sebagai Pengingat Jadwal Minum Obat Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 18(2), 50-58.
- Andrianto, H. (2015). Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (Codevision AVR), revisi kedua. Penerbit Informatika. Bandung
- Andrianto, H. dan Darmawan, A. (2017). Arduino: Belajar Cepat dan Pemrograman, cetakan kedua. Penerbit Informatika. Bandung.
- Budi, I. S., Ardillah, Y., Rosyada, A. (2019). Sistem Informasi Manajemen Pendamping Minum Obat Pasien Tuberkulosis Paru. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 35 (6), 225-231.
- Budiyanta, N. E., Wijayanti, L., Basuki, W. W., Tanudjaja, H., & Kartadinata, V. B. (2021). The development of healthcare mobile robot for helping medical personnel in dealing with COVID-19 patients. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 22(3), 1379.
- Haney, R. (2013). *Solenoid Control, Testing, and Servicing: A Handy Reference for Engineers and Technicians*. Berkley: McGraw-Hill.