

Rancang Bangun Sistem Hardware Medication Reminder Tool (MERIT) Guna Meningkatkan Kepatuhan Pasien Dalam Mengonsumsi Obat

M. Iqbal Firdaus Bachmid¹, Yusuf Kurniawan², Ali Muhtar³
^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan

Abstrak—Pemanfaatan obat merupakan bagian yang sangat diperlukan dalam upaya menjaga kesehatan dan penyembuhan. Dalam mengonsumsi obat haruslah sesuai dengan yang diresepkan oleh dokter agar tidak menimbulkan masalah kesehatan baru. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah teknologi yang dapat membantu masyarakat untuk disiplin dalam mengonsumsi obat-obatan secara teratur dan tepat pada waktu yang ditentukan oleh dokter. Sehingga, dirancanglah sebuah produk yang bernama *Medication Reminder Tool* (MERIT) yang merupakan kotak obat yang memiliki pengingat berupa alarm. Perancangan MERIT bertujuan untuk membantu masyarakat agar lebih disiplin dalam mengonsumsi obat-obatan, sehingga dapat mempercepat masa penyembuhan. MERIT dirancang untuk mengatur dan memberikan peringatan sesuai dengan pengaturan yang telah dimasukkan oleh pengguna saat perangkat dihidupkan. Perangkat MERIT menggunakan mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengolahan data masukan berupa jumlah obat, berat obat, dosis obat, dan pengaturan alarm, sedangkan data keluaran yang telah di proses oleh mikrokontroler akan dikirim ke LCD, LED, dan NodeMCU ESP8266 yang sudah terintegrasi pada sistem MERIT. Penggunaan NodeMCU pada sistem MERIT sebagai penghubung antara perangkat dengan koneksi internet, yang kemudian NodeMCU akan mengunggah data-data pada perangkat MERIT ke dalam *cloud server*. Pada pengujian yang dilakukan perangkat MERIT berhasil mengimplementasikan pengaturan waktu alarm sesuai dengan data masukan dari pengguna. Selain itu, perangkat MERIT juga berhasil mengirimkan data-data berupa sisa obat, status pengonsumsi obat, dan dosis obat.

Kata Kunci—teknologi kesehatan, alarm, mikrokontroler.

I. PENDAHULUAN

Dalam pembangunan kesehatan pada hakikatnya adalah usaha yang diarahkan agar setiap penduduk dapat mewujudkan derajat kesehatan yang optimal. Upaya tersebut sampai saat ini masih menjadi kendala yang disebabkan tingginya masalah kesehatan, terutama yang berkaitan dengan penyakit yang dapat menghambat kemampuan seseorang untuk hidup sehat. Permasalahan ini tidak saja terjadi di Indonesia, melainkan negara lain di seluruh dunia terutama negara berkembang. Penggunaan obat merupakan hal yang sangat krusial dalam pengobatan penyakit. Oleh karena itu obat mesti diberikan dengan tepat, baik tepat penyakit, tepat obat, tepat dosis, tepat cara pakai, dan tepat pasien, kalau tidak, obat akan memberikan efek yang tidak diharapkan dan bahkan bisa memberikan efek keracunan yang membahayakan jiwa pasien. Menurut laporan World Health Organization (WHO) pada tahun 2003, kepatuhan rata-rata pasien pada terapi jangka panjang terhadap penyakit kronis di negara maju hanya sebesar 50%, sedangkan di negara berkembang jumlah tersebut bahkan lebih rendah. Kepatuhan pasien sangat diperlukan untuk mencapai keberhasilan terapi, terutama pada terapi penyakit tidak menular. Seperti diabetes, hipertensi, asma, kanker, gangguan mental, maupun penyakit infeksi *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) atau *Acquired Immuno Deficiency Syndrome* (AIDS), dan tuberculosis [1].

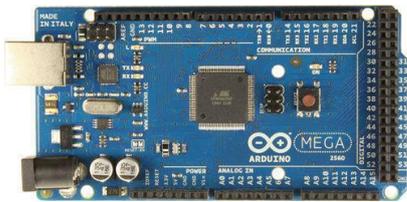
Penggunaan obat merupakan salah satu bagian yang tidak terpisahkan dalam upaya menjaga kesehatan dan penyembuhan, namun harus tetap berhati-hati dalam penggunaannya. Meminum obat secara teratur bisa membantu penyembuhan suatu penyakit. Tidak hanya untuk suatu penyakit tertentu tetapi juga untuk penyakit yang memerlukan pengobatan jangka panjang. Tetapi banyak yang kurang menyadari arti pentingnya suatu pengobatan. Bagaimana suatu resiko komplikasi dari suatu penyakit tertentu bisa dicegah dengan rutin mengonsumsi obat yang telah diresepkan oleh dokter. Kesalahan dalam konsumsi obat atau penggunaan dosis yang tidak tepat justru akan menyebabkan masalah kesehatan baru. Praktik konsumsi obat yang tidak bijak dan rasional ini sudah menjadi masalah yang mendunia, termasuk di Indonesia [2].

Menyikapi hal tersebut maka dibutuhkan sebuah teknologi yang dapat membantu mendisiplinkan masyarakat agar dapat mengonsumsi obat-obatan secara teratur. Sampai dengan saat ini teknologi yang sudah ada dipasaran yaitu kotak obat yang disimpan berdasarkan hari dan kotak obat dengan fungsi pengingat waktu. Produk yang akan dibuat merupakan bentuk pengembangan dari produk yang sudah beredar dipasaran. MERIT adalah kotak obat yang memiliki pengingat berupa *buzzer* dan sistemnya terhubung ke internet melalui modul wifi yang berfungsi mengirimkan rincian dan notifikasi ke handphone melalui aplikasi berbasis *android*. Bentuk pengembangan pada produk ini berupa pengingat yang dapat mengirimkan notifikasi ke handphone keluarga serta pasien melalui aplikasi berbasis *android*, dan rekapan konsumsi obat setiap harinya yang dapat diakses oleh keluarga pasien melalui aplikasi yang telah dibuat. MERIT dapat menampung empat jenis obat-obatan dengan penggunaan sensor *load cell* berbasis mikrokontroler sebagai penghitung kapsul/tablet obat-obatan yang tergabung dalam sebuah sistem bernama MERIT. Pemakaian *load cell* berguna untuk mendeteksi jumlah obat di setiap sekatnya.

II. LANDASAN TEORI

A. Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino adalah mikrokontroler *open-source* yang sudah dirangkai lengkap dengan sistem minimum. Arduino diprogram menggunakan *Arduino Software Integrated Development Environment* (IDE) dalam bahasa C sehingga mudah digunakan dan dimengerti. Arduino dapat mengolah *input*, seperti sensor cahaya, sensor gerak, tombol atau pesan suara. *Input* tersebut akan diolah dan menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan, seperti membaca sensor, menyalakan lampu, mengeluarkan suara serta mengirim pesan menuju perangkat lainnya. Arduino mempunyai beberapa model papan salah satu mikrokontroler Arduino Mega 2560.

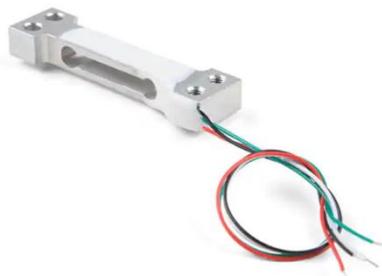


Gambar 1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan pengembangan dari papan Arduino Mega sebelumnya. Pada awalnya Arduino Mega menggunakan chip Atmega1280 yang kemudian diubah menjadi chip Atmega2560, karena penggantian nama tersebut maka sekarang lebih dikenal dengan nama Arduino Mega 2560. Sampai saat ini Arduino Mega 2560 telah sampai pada revisi yang ke 3 (R3). Terdapat pula perbedaan lainnya selain dari chip ATmega yang di gunakan, yaitu sudah tidak lagi menggunakan chip FTDI sebagai fungsi *USB to Serial Converter*, tetapi menggunakan chip ATmega16u2 pada revisi ke 3 (R3), sedangkan pada revisi 1 dan 2 di gunakan chip ATmega8u2 sebagai fungsi *USB to Serial Converter*. Arduino Mega 2560 merupakan papan mikrokontroler yang berbasis ATmega 2560 dimana memiliki 54 pin digital *input / output* (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog *input*, 4 pin UART (*serial port hardware*). Arduino Mega 2560 juga di lengkapi *oscillator* 16 Mhz, sebuah port USB, *power jack* DC, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Itu semua dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler, untuk mulai mengaktifkan cukup dengan menghubungkan *power* dari USB ke *computer* atau dengan *adaptor* AC – DC ke jack DC. Arduino Mega 2560 juga kompatibel dengan sebagian besar *shield* yang di rancang untuk Arduino *Deumilanove* atau *Diecimila* [3].

B. Sensor Berat

Sensor *load cell* merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi berat sebuah beban. Sensor *load cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan *digital* dan dapat diaplikasikan pada timbangan yang berguna untuk menimbang berat dari sebuah objek. Kemudian prinsip pengukuran yang dilakukan oleh *load cell* menggunakan prinsip tekanan.



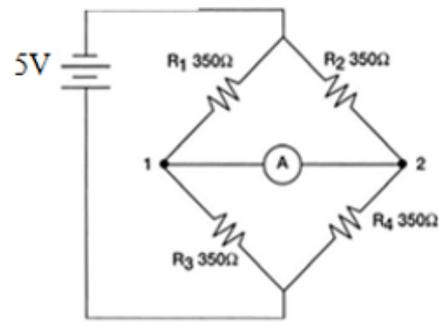
Gambar 2 Sensor Load Cell

Prinsip kerja *load cell* menggunakan konsep rangkaian dari *Jembatan Wheatstone* yang dapat dilihat pada gambar 2.4, oleh karena itu jika diimplementasikan maka saat satu sisi mendapat tekanan beban, maka bagian lain yang lebih elastis akan mendapatkan tekanan. Hal ini mengakibatkan sisi lain

pada *load cell* akan mengalami perubahan regangan sesuai dengan yang dihasilkan oleh *strain gauge* [4]. Hal ini di karenakan adanya gaya yang melawan pada sisi lainnya. Perubahan nilai resistansi yang diakibatkan oleh perubahan gaya diubah menjadi nilai tegangan. Berat dari objek yang diukur dapat diketahui dengan mengukur besarnya nilai tegangan yang timbul.

Tabel 1 Spesifikasi *load cell*

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan masukan	5 V
Input impedance	1066 Ω ±20%
Output impedance	1000 Ω ±20%
Beban maksimum	100 g
Rated output	0.6 ± 0.15 mV/V
Input resistance	1090 ± 10
Output resistance	1000 ± 10
Insulation resistance	≥ 2000 @ 50 Vdc M Ω
Material	Aluminium Alloy



Gambar 3 Rangkaian Jembatan *Wheatstone*

nilai R = 350 Ω, arus yang mengalir pada R1 dan R3 = arus yang mengalir di R2 dan R4, hal ini dikarenakan nilai semua resistor sama dan tidak ada perbedaan tegangan antara titik 1 dan 2, oleh karena itu rangkaian ini dikatakan seimbang. Jika rangkaian jembatan *Wheatstone* diberi beban, maka nilai R pada rangkaian akan berubah, nilai R1 = R4 dan R2 = R3. Sehingga membuat sensor *load cell* tidak dalam kondisi yang seimbang dan membuat beda potensial. Beda potensial inilah yang menjadi outputnya. Untuk menghitung *Vout* atau A seperti pada gambar, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 V_o &= \left(V_s \times \left(\frac{R_1}{R_1+R_4} \right) \right) - \left(V_s \times \left(\frac{R_2}{R_2+R_3} \right) \right) \dots\dots\dots (1) \\
 V_o &= \left(10 \times \left(\frac{349,3}{349,3+350,7} \right) \right) - \left(10 \times \left(\frac{350,7}{350,7+349,3} \right) \right) \\
 V_o &= (10 \times (0,499)) - (10 \times (0,501)) \\
 V_o &= 4,99 - 5,01 \\
 V_o &= -0,02 - 10 = 2 \text{ mV}
 \end{aligned}$$

Secara teori, prinsip kerja *load cell* berdasarkan pada jembatan *Wheatstone* dimana saat *load cell* diberi beban terjadi perubahan pada nilai resistansi, nilai resistansi R1 dan

R3 akan turun sedangkan nilai resistansi R2 dan R4 akan naik. Ketika posisi setimbang, V_{out} load cell = 0 volt, namun ketika nilai resistansi R1 dan R3 naik maka akan terjadi perubahan V_{out} pada load cell. Pada load cell output data (+) dipengaruhi oleh perubahan resistansi pada R1, sedangkan output (-) dipengaruhi oleh perubahan resistansi R3.

C. Modul Real Time Clock DS3231

Modul RTC DS3231 adalah *Real time Clock* (RTC) dengan kompensasi suhu kristal osilator yang terintegrasi (TCX0). TCX0 ini menyediakan sebuah *clock* referensi yang stabil, akurat, dan memelihara akurasi RTX sekitar ± 2 menit pertahun. Modul DS3231 menyediakan waktu dan kalender dengan dua waktu alarm dalam satu hari dan keluaran gelombang persegi yang dapat diprogram. Waktu dan kalender memberikan informasi tentang detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun yang terdapat pada *register internal* dan dapat diakses menggunakan komunikasi *Inter Integrated Circuit* (I2C)



Gambar 4 Modul RTC

Module DS3231 RTC ini pada umumnya sudah tersedia dengan *battery* CR2032 3V yang berfungsi sebagai *back up* RTC apabila catudaya utama mati. Dibandingkan dengan RTC DS1302, DS3231 RTC ini memiliki banyak kelebihan. Sebagai contoh untuk range VCC input dapat disupply menggunakan tegangan antara 2.3V sampai 5.5V dan memiliki cadangan baterai. Berbeda dengan DS1307, pada DS3231 juga memiliki kristal terintegrasi (sehingga tidak diperlukan kristal eksternal), sensor suhu, 2 alarm waktu terprogram, pin output 32.768 kHz untuk memastikan akurasi yang lebih tinggi. Selain itu, terdapat juga EEPROM AT24C32 yang bisa memberi Anda 32K EEPROM untuk menyimpan data, ini adalah pilihan terbaik untuk aplikasi yang memerlukan untuk fitur data logging, dengan presisi waktu yang lebih tinggi.

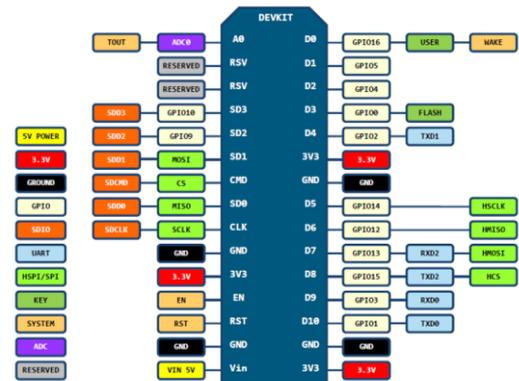
D. NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan papan pengembangan produk *Internet of Things* (IoT) yang berbasiskan *firmware* eLua dan *System on a Chip* (SoC) ESP8266-12E. ESP8266 sendiri merupakan *chip* WiFi dengan *protocol stack* TCP/IP yang lengkap.



Gambar 5 NodeMCU ESP8266

NodeMCU dapat dianalogikan sebagai *board* arduino nya ESP8266. Program ESP8266 sedikit merepotkan karena diperlukan beberapa teknik *wiring* serta tambahan modul *USB to serial* untuk mengunduh program. Namun NodeMCU telah *me-package* ESP8266 ke dalam sebuah *board* yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler + kapabilitas akses terhadap Wi-Fi juga *chip* komunikasi *USB to serial*. Sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data USB persis yang digunakan *charging smartphone*. Alasan penulis memilih NodeMCU ESP8266 adalah karena mudah diprogram dan memiliki pin I/O yang memadai seperti pada Gambar 6 dan dapat mengakses jaringan internet untuk mengirim atau mengambil data melalui koneksi Wi-Fi.



Gambar 6 Pin Mapping NodeMCU ESP8266

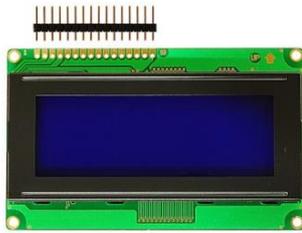
Tabel 2 Spesifikasi Node MCU

Mikrokontroler	ESP8266
Ukuran Board	57 mm x 30 mm
Tegangan Input	3,3 V – 5 V
GPIO	13 Pin
Kanal PWM	10 Kanal
10 bit ADC Pin	1 Pin
Flash Memory	4 MB
Clock Speed	40/26 MHz
Wi-Fi	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2,4 GHz – 22,5 GHz
USB Port	Micro USB
USB to Serial Converter	CH340G

E. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD merupakan modul elektronik media tampilan dengan menggunakan Kristal cair sebagai penampil utama. LCD 20x4 biasanya digunakan diberbagai alat. Alasan menggunakan LCD adalah murah, mudah di program, tidak memiliki batasan karakter, dapat dibuat animasi [5].

Komunikasi I2C (*Inter-Integrated Circuit*) merupakan koneksi dibuat untuk menyediakan komunikasi antara perangkat-perangkat terintegrasi, seperti sensor, RTC, dan juga EEPROM. Komunikasi I2C bersifat *synchronous* namun berbeda dengan SPI karena I2C menggunakan protokol dan hanya menggunakan dua kabel untuk komunikasi, yaitu *Synchronous clock* (SCL) dan *Synchronous data* (SDA). Secara berurutan data dikirim dari master ke slave kemudian (setelah komunikasi master ke slave selesai) dari *slave* ke master.



Gambar 7 LCD 20 × 4 blue

F. Buzzer Passive

Buzzer merupakan sebuah komponen elektronika yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya, prinsip kerja *buzzer* hamper serupa dengan *speaker*. *Buzzer* terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus polaritas magnetnya karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat [6].

G. Amplifier HX711

HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari “AVIA SEMICONDUCTOR”, HX711 presisi 24-bit analog to digital converter (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital dal industrial control aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan. HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan computer/mikrokontroler. Struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat [7].

Tabel 3 Spesifikasi Amplifier Hx711

Input Voltage	±40 mV
Data Accuracy	24 bit (A/D converter chip)
Frequency Refresh	80 Hz
Operating Voltage	5 Vdc
Operating Current	<10 mA
Size	38mm*21mm*10mm

H. Keypad

Keypad berperan penting sebagai interface antara perangkat dengan pengguna agar input dan perintah dapat diberikan. Pada MERIT keypad yang digunakan adalah Matrix keypad 3x4 yang memiliki susunan simple dan efisien sehingga mempermudah user dalam menginputkan data. Keypad Matrix 3x4 terdapat karakter berupa angka mulai dari 0 hingga angka 9, dan juga terdapat symbol bintang(*) dan pagar (#) [8].



Gambar 6 Keypad 3 x 4

I. Modul charger 18650

Modul *charger* 18650 digunakan untuk mengontrol pengisian baterai agar tidak *overfull*. Setelah melewati adaptor, tegangan tidak langsung mengalir pada baterai, melainkan melewati rangkaian pengontrol pengisian yang berfungsi melindungi baterai dari pengisian berlebih dan penggunaan berlebih. Pada perancangan pengontrol pengisian ini menggunakan modul micro USB dua masukan satu keluaran, tersusun oleh beberapa IC (*integrated circuit*) dan *relay* yang terhubung satu sama lain.



Gambar 10 Modul Charger 18650

J. DC-DC Converter

Konverter DC-DC merupakan sebuah rangkaian elektronik yang berfungsi untuk mengubah daya listrik searah (DC) ke bentuk daya listrik DC lainnya. Jenis konverter DC DC antara lain, *Buck Converter* untuk menurunkan tegangan, *Boost Converter* untuk menaikkan tegangan, *Buck-Boost Converter* untuk menurunkan dan menaikkan tegangan [9].

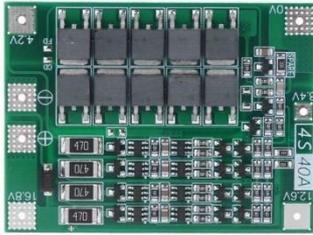


Gambar 11 DC-DC Buck Converter

K. Battery Management System

Battery Management System (BMS) charger merupakan modul yang berfungsi untuk mengatur tegangan pengisian yang masuk ke dalam baterai menjadi seimbang pada setiap sel nya. Baterai Lithium Ion 18650 memiliki sistem

charging yang harus tepat dan cukup sentisif dengan nilai under voltage sebesar 2,7 V dan upper voltage sebesar 4,2V. Salah satu kekurangan Baterai Lithium adalah lifetime komponen yang cukup pendek yaitu sekitar 3 tahun – 5 tahun.



Gambar 11 BMS Charger

III. METODOLOGI

Pada penelitian ini akan dibuat perangkat keras yang terdiri dari perangkat utama dan perangkat tambahan. Metodologi yang digunakan pada enelitian ini dapat dilihat pada Gambar 12.



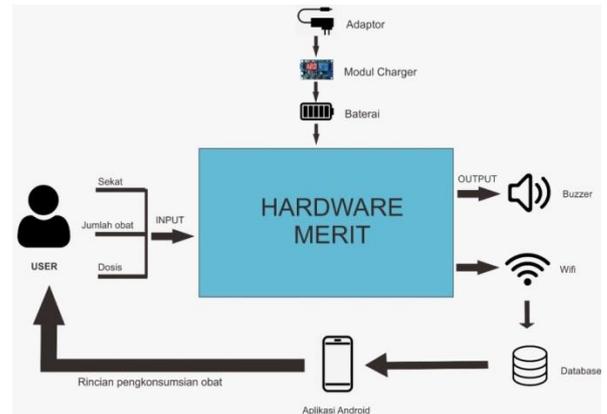
Gambar 12 Alur Metodologi Penelitian

Metode Penelitian yang Digunakan Pada gambar 12 pertama-tama akan dilakukan meninjau penelitian-penelitian terdahulu, selanjutnya akan dilakukan perencanaan sistem yang akan dibuat, kemudian menentukan spesifikasi dan komponen-komponen, serta metode pengujian. Kemudian merancang sistem, memverifikasikan kerja tiap komponen yang akan

digunakan, mengimplementasikan sistem yang telah dirancang menjadi alat yang siap diuji, dan melakukan pengujian alat.

A. Diagram Blok Sistem MERIT

Desain sistem terdiri dari empat subsistem yaitu, sistem *hardware* yang terdapat pada MERIT di bagi menjadi dua subsistem, yaitu subsistem *power* dan subsistem mikrokontroler. Sedangkan, sistem *software* yang terdapat pada MERIT di bagi pula menjadi dua subsistem, yaitu subsistem aplikasi dan subsistem *database*.

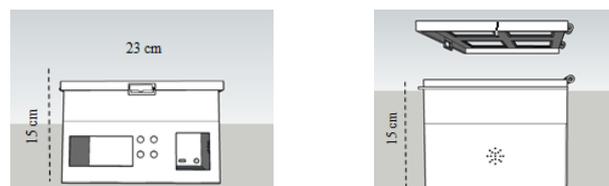


Gambar 13 Diagram Blok Sistem

Pertama-tama saat perangkat dihidupkan, pengguna dapat memasukkan data inputan berupa sekat, jumlah obat, dan dosis obat. Setelah itu MERIT akan memproses data dan akan mengatur jadwal alarm yang sesuai dengan memasukkan dari pengguna. Ketika tiba waktu *set point* untuk mengonsumsi obat, pasien akan mendengar bunyi alarm dari *buzzer*. Jika dalam beberapa waktu pasien tidak mengonsumsi obat, maka perangkat akan mengirimkan data ke dalam database melalui modul Wi-Fi yang terpasang.

B. Perancangan Packaging

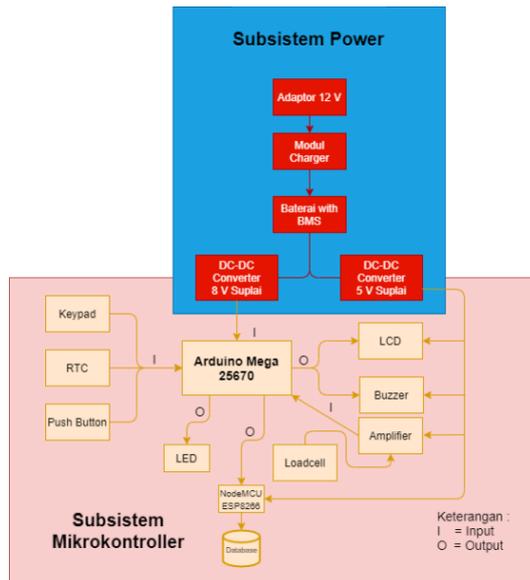
Perancangan *hardware* ditampilkan dengan menggunakan deskripsi fisik. Deskripsi fisik pada suatu sistem yang akan dibuat dapat menunjukkan gambaran secara fisik terhadap bentuk sistem secara keseluruhan. Dalam hal ini yang akan dideskripsikan secara fisik adalah bagian *hardware* dengan pemodelan kasar dalam bentuk tiga dimensi. Berikut desain fisik dari sistem *Medication Reminder Tool* (MERIT) dapat dilihat pada gambar berikut, yang terdiri dari desain tampak depan, desain tampak samping, desain tampak atas dan desain tutup.



Gambar 14 Tampak Depan (kiri), Tampak Samping (kanan)

C. Perancangan Sistem Hardware MERIT

Pada perangkat MERIT terdapat dua subsistem, yaitu subsistem mikrokontroler dan subsistem power. Subsistem mikrokontroler berfungsi sebagai pengolahan data sekaligus mengeluarkan bentuk hasil dari pengolahannya yang ada pada komponen di perangkat MERIT, seperti membaca sensor, mengatur alarm, dan mengirimkan data ke database. Kemudian untuk subsistem power berfungsi sebagai pengatur penyaluran supply listrik yang dibutuhkan oleh perangkat MERIT. Diagram blok sistem dari MERIT ditunjukkan pada gambar 15.



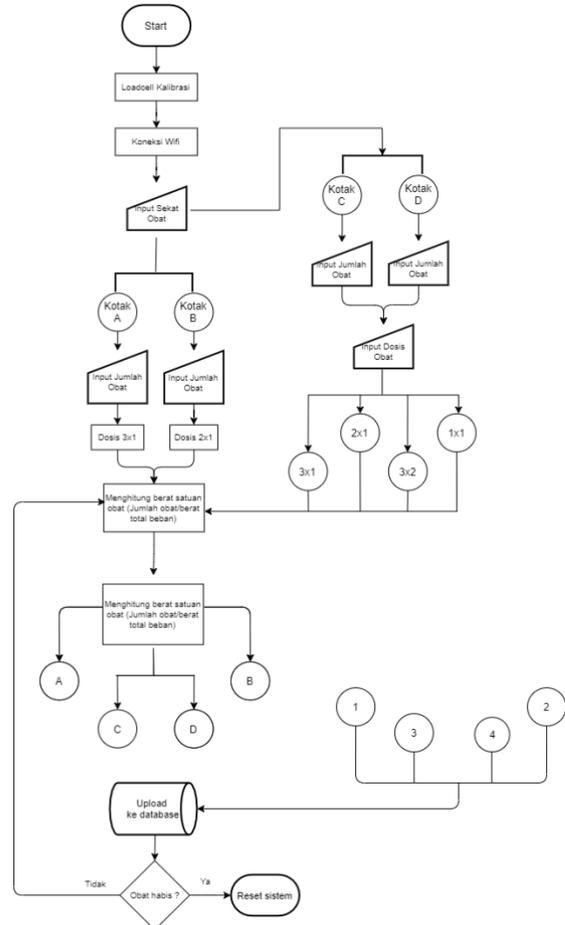
Gambar 15 Diagram Blok Sistem Hardware

Pada subsistem mikrokontroler mempunyai beberapa input yang akan di olah, diantaranya yaitu *keypad*, *RTC*, *push button*, dan sensor *load cell*. Data yang dimasukan akan di kelola dalam mikrokontroler agar menjadi variabel-variabel yang nantinya dikirim ke *database* melalui *NodeMCU ESP8266*. Sedangkan pada subsistem *power* berfungsi sebagai pengatur *supply* tegangan pada perangkat MERIT. Pada subsistem *power* mempunyai proteksi pengisian pada baterai agar tidak *overflow*. Kemudian pembagian tegangan dari baterai terbagi menjadi dua sumber, yaitu 8 V dan 5 V.

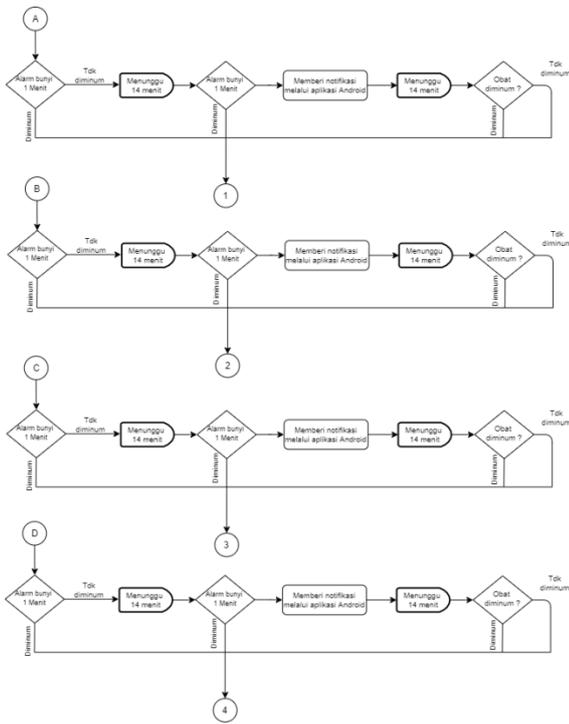
D. Flowchart Perangkat MERIT

Cara kerja MERIT dimulai dari mengkalibrasi *load cell* dan melakukan penyambungan ke internet melalui modul *NodeMCU ESP8266* pada saat sistem dihidupkan. Lalu pengguna akan dihadapkan dengan tampilan main menu pada *LCD*, kemudian pengguna dapat memasukkan sekat obat, jumlah obat, serta dosis obat menggunakan *keypad* maupun *push button* yang tersedia pada perangkat. Setelah itu sistem akan menerima pengaturan tersebut dan menyimpannya dalam *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (EEPROM)*. Pengaturan ini dilakukan pada perangkat berguna untuk menentukan *set point* pada perangkat. Ketika perangkat

sudah mencapai waktu *set point* yang di tentukan, maka MERIT akan mengeluarkan suara dan menyalakan lampu LED pada sekat obat yang siap digunakan. Ketika data masukan diterima, MERIT memeriksa waktu yang ditunjukkan *RTC* dan melakukan proses penentuan alarm sesuai dosis yang diatur. Data pengonsumsi obat-obatan pasien akan di proses oleh mikrokontroler *Arduino Mega 2560* dan dikirimkan ke *database* melalui *NodeMCU ESP8266*. *Flowchart* perangkat MERIT ditunjukkan pada Gambar 16 dan Gambar 17.



Gambar 16 Flowchart Sistem MERIT



Gambar 17 Flowchart Sistem MERIT

1) Subsistem Mikrokontroler

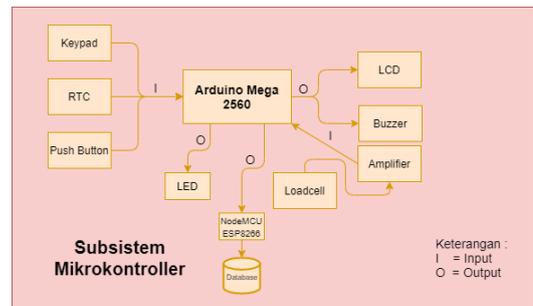
Subsistem Mikrokontroler merupakan bagian dari Sistem Hardware yang terdiri dari beberapa komponen yang mendukung sistem hardware yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Komponen yang termasuk kedalam subsistem mikrokontroler ini adalah *loadcell*, *amplifier HX711*, *Real Time Clock (RTC)*, *keypad*, *push button*, *Liquid Crystal Display (LCD)*, *Light Emitting Diode (LED)*, *buzzer* dan *NodeMCU ESP2866*. Berikut adalah gambaran secara umum dari subsistem mikrokontroler yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Outline Sistem Subsistem Mikrokontroller

Nama Blok	Subsistem Hardware
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> • Mengakuisisi data sensor. • Melakukan pengkalibrasian terhadap sensor. • Memperkuat sinyal tegangan. • Dapat mengeluarkan output berupa suara keras. • Sebagai interface antara <i>user</i> dan sistem untuk dapat menginputkan data maupun perintah melalui tombol. • Menampilkan informasi dan membantu <i>user</i> dalam penginputan data melalui <i>LCD</i>.
Input	<ul style="list-style-type: none"> • Berat obat-obatan. • Tegangan. • Data dalam bentuk <i>American Standard Code for Information Interchange (ASCII)</i>. • Tombol yang ditekan. • Nilai HIGH atau LOW dari mikrokontroler Arduino.
Output	<ul style="list-style-type: none"> • Mengaktifkan sensor <i>load sell</i> sebagai pembaca berat bahan obat-obatan.

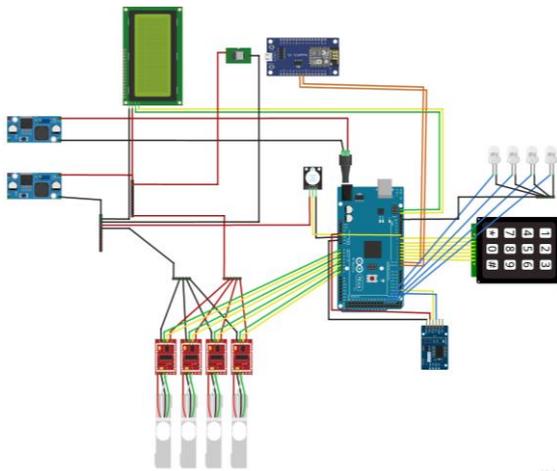
	<ul style="list-style-type: none"> • Tegangan yang lebih besar dari inputnya. • Tampilan layar sesuai inputan berupa huruf maupun angka.
Kebutuhan Performansi	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Load cell</i> untuk mengukur berat sesuai kapasitas dalam besaran tegangan. • Mengubah sinyal Analog dari sensor menjadi sinyal Digital untuk kebutuhan subsistem antarmuka. • Memberikan perintah kepada <i>buzzer</i> untuk bekerja ketika memasuki waktu untuk mengkonsumsi obat-obatan. • Dapat menampilkan informasi maupun menampilkan inputan data oleh <i>user</i> untuk mempermudah dalam pengaturan sebelum produk digunakan.

Subsistem mikrokontroler berfungsi sebagai inti dari segala *input* yang akan di olah menjadi sebuah data melalui algoritma sistem sehingga terbentuknya sistem MERIT. Oleh karena di dalam subsistem mikrokontroler sendiri mempunyai komponen yang cukup banyak untuk diolah datanya, adapun contoh data yang akan diolah meliputi hasil pembacaan sensor *loadcell* dan penetapan waktu oleh *RTC* yang akan mengatur keberlangsungan alarm agar pasien patuh dalam mengkonsumsi obat-obatan. Adapun bentuk pengolahan sistem nya dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18 Diagram Blok Subsistem Mikrokontroler

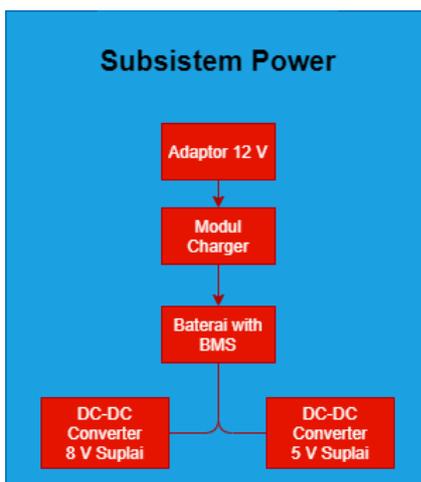
Subsistem mikronkontroler mempunyai fungsi untuk mengelola *input* dan *output* pada produk MERIT. Subsistem ini membaca berat obat melalui *loadcell* untuk menghitung total netto keseluruhan obat yang nantinya akan digunakan sebagai pengingat akan kepatuhan pasien dalam pengkonsumsian obat-obatan. Kemudian pada subsistem mempunyai *input keypad* dan *push button* yang berguna mengatur dosis dan sekat pada MERIT melalui *input* secara manual yang di tampilkan pada *LCD*. Lalu untuk mengatur jadwal pengkonsumsian obat-obatan agar sesuai jadwal subsistem ini menggunakan *RTC*. Di samping itu, subsistem ini juga mempunyai fitur untuk pengingatnya meliputi *buzzer* yang digunakan untuk suara *alarm*, *LED* untuk menandakan sekat yang siap untuk dikonsumsi, dan *nodeMCU* yang berguna mengirim data-data rekapan kedalam *database* untuk dapat dikelola lebih lanjut dalam sistem *software*.



Gambar 19 Wiring Komponen Pada Substistem Mikrokontroler

2) Substistem Power

Pada sistem MERIT mempunyai perancangan sistem *power* yang berfungsi untuk memberikan *supply* listrik pada perangkat maupun komponen yang ada pada MERIT. Sistem *power* pada perangkat bertumpu pada baterai yang fungsinya menyalurkan listrik ke seluruh perangkat. Dalam penyalurannya terbagi menjadi dua pembagian tegangan, yaitu tegangan 8 V untuk mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan 5 V untuk *supply* komponen seperti sensor *load cell*, LCD, *buzzer*, dan NodeMCU ESP8266.



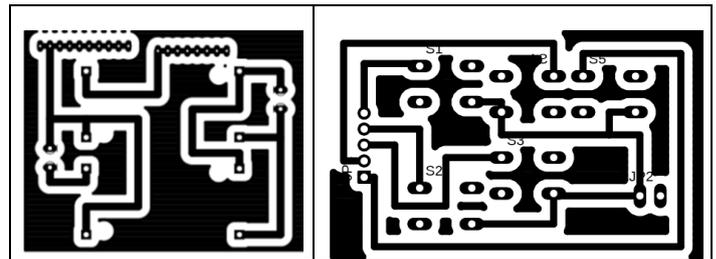
Gambar 20 Diagram Substistem Power

Pada perancangan sistem *power* ini terdapat *adaptor* 12 V sebagai pen-*supply* listrik yang berfungsi untuk pengisian baterai. Dalam melakukan proses pengisian baterai terdapat modul *charger* yang berfungsi untuk melakukan proteksi terhadap pengisian baterai agar tidak *overflow*. Batas melakukan pengisian baterai yang diatur pada modul *charger* terbagi menjadi batas minimum dan batas maksimum. Batas

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi *Packaging*

Hasil implementasi perangkat MERIT dalam bentuk cetak PCB dan *packaging* perangkat ditunjukkan pada Gambar 21.



Gambar 21 Layout PCB Power dan Layout PCB Push Button



Gambar 22 Packaging Tampak Depan dan Packaging Tampak Samping

B. Implementasi Sensor *Load Cell*

Pada perangkat MERIT menggunakan empat buah *load cell* yang disusun pada masing-masing sudut penampang seperti yang ditunjukkan pada gambar 23. Dari masing-masing *load cell* yang digunakan mempunyai nilai kalibrasi yang berbeda, adapun nilai kalibrasi dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Nilai kalibrasi *load cell*

Sekat	Konstanta Kalibrasi
A	-16000.60
B	-15687.60
C	-14069.60
D	-15780.60



Gambar 23 Implementasi 4 *load cell*

Empat buah *load cell* di pasang terhadap satu penampang berbentuk pesegi, sehingga penempatan masing-masing *load cell* berada pada tiap sudut penampang.

C. Pengujian Substistem Power

Dalam melakukan pengujian subsistem *power* ada beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya adalah koneksi antara komponen harus tersambung dengan baik agar diperoleh nilai yang optimal.

1) Pengujian pengukuran arus beban sistem secara keseluruhan pada MERIT

Melakukan pengukuran arus beban secara keseluruhan berguna untuk menghitung waktu *lifetime* pada sistem MERIT. Hal ini untuk mengetahui apakah hasil dari rancangan yang dibuat dapat bertahan selama 12 jam sesuai dengan desain di awal. Pengukuran arus beban yang dilakukan meliputi kebutuhan *supply* daya secara keseluruhan.



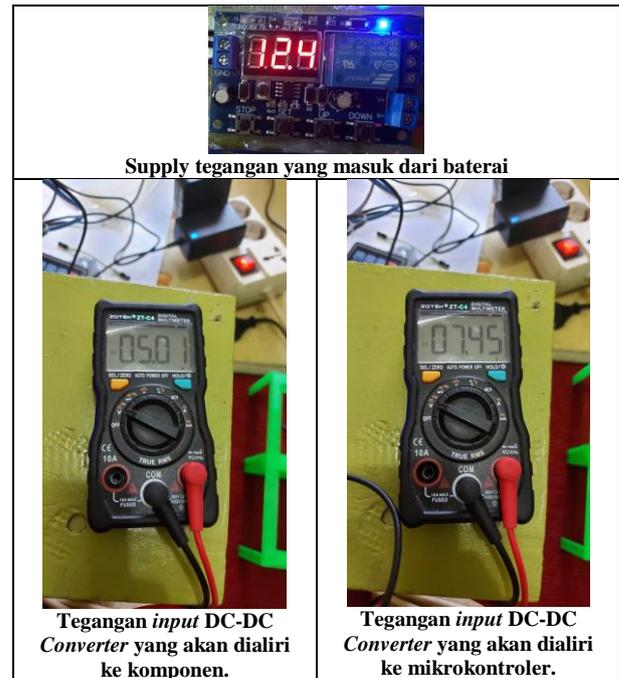
Gambar 24 Beban arus pada perangkat MERIT

Pada pengukuran arus beban keseluruhan MERIT memakan ± 0.25 A. Hal ini seharusnya menjadi tolak ukur akan penggunaan baterai secara *lifetime*. Akan tetapi pada baterai yang digunakan mengalami permasalahan sehingga penulis tidak dapat mengakumulasikan waktu hidup baterai dengan beban arus yang diukur.

2) Pengujian Penurunan Tegangan 5 V Dan 8 V yang Dilakukan oleh DC-DC Converter.

Pada subsistem ini terdapat DC-DC *converter* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan DC. Demi kebutuhan *supply* daya ke sistem dan komponen yang ada di dalamnya, converter harus dapat menurunkan tegangan menjadi sekitar 5 V ke komponen dan 8 V ke mikrokontroler. Dalam melakukan proses pengukuran kali ini kita menggunakan voltmeter, hal ini dikarenakan jenis dari DC-DC *Converter* yang digunakan tidak mempunyai serial monitor.

Tabel 6 Hasil pengukuran tegangan pada baterai Li-Ion 1865



Pada gambar di atas terlihat hasil tegangan *input* dan tegangan *output* yang terukur pada DC-DC *Converter*. Dengan menggunakan *supply* tegangan *input* yang terukur pada modul *charger* adalah sekitar 12 V. Kemudian, tegangan *output* yang terdeteksi untuk kebutuhan mikrokontroler berhasil diturunkan menjadi 7.5 V dari pengaturan yang seharusnya 8 V. Hal ini dikarenakan potensi pada DC-DC *Converter* untuk *supply* tegangan mikrokontroler mengalami sedikit kekenduran sehingga mengalami perubahan pada saat pemasangan dan pengambilan data. Lalu pada DC-DC *Converter* untuk kebutuhan sistem dan komponen yang ada pada MERIT berhasil diturunkan menjadi 5.01 V yang artinya DC-DC *Converter* sudah bekerja dengan baik.

D. Pengujian Subsistem Mikrokontroler

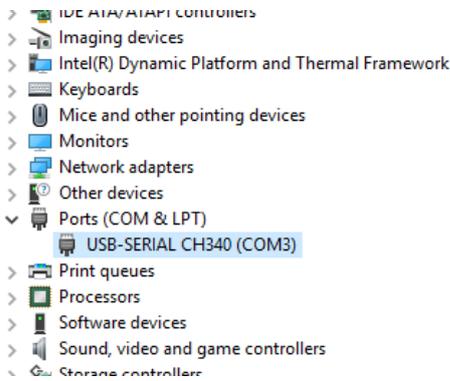
Dalam melakukan pengujian subsistem mikrokontroler ada beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya adalah koneksi antara komponen harus tersambung dengan baik agar diperoleh nilai yang optimal.

1) Memeriksa Koneksi Port untuk Komunikasi antara PC dan Arduino Mega 2560

Tabel 7 Parameter Keberhasilan dan Hasil Pengujian

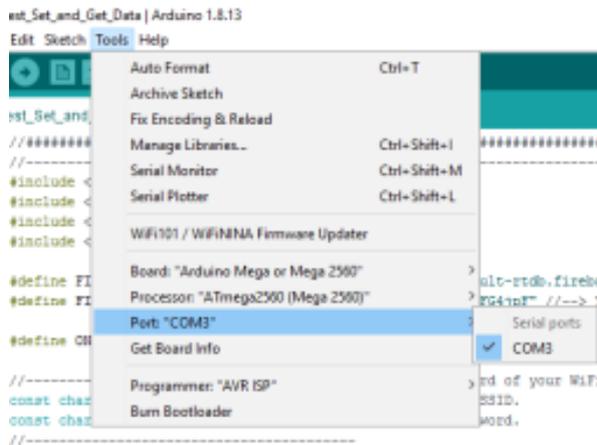
Parameter Keberhasilan Pengujian	Software Arduino IDE terhubung sesuai dengan port hardware yang digunakan
Hasil Pengujian	Software Arduino IDE berhasil terhubung sesuai dengan port hardware yang digunakan

Untuk melakukan pengujian ini maka kabel USB tipe B harus dipastikan telah terhubung dengan PC dan Arduino Mega 2560. Setelah itu harus dipastikan USB tipe B ini terkoneksi pada suatu *port* di PC. Untuk memastikan USB tipe B terkoneksi pada *port* PC maka dapat dilihat pada *device manager*.



Gambar 25 Device Manager

Terlihat bahwa USB to *serial Comm Port* terhubung pada port COM3. Selanjutnya untuk memastikan bahwa Arduino IDE yang dibuat dapat mendeteksi adanya *port* COM3 ini maka dapat dilihat pada pilihan *Tools* lalu *port* sebagai berikut.



Gambar 26 Tampilan Arduino IDE bagian koneksi Port

Terlihat pada gambar diatas bahwa Arduino IDE sudah dapat mendeteksi adanya *port* COM3 ini. Selanjutnya untuk menggunakan *port* ini maka perlu dipilih koneksi *port* yang digunakan pada *port* COM3.

2) Memeriksa Hasil *Sensing Load Cell* Melalui Komunikasi Serial.

Tabel 8 Parameter Keberhasilan dan Hasil Pengujian

Parameter Keberhasilan Pengujian	Hasil pengukuran berat yang dilakukan <i>load cell</i> pada benda tertentu mendekati hasil pengukuran berat timbangan digital dengan toleransi galat maksimal sebesar 5%.
----------------------------------	---

Hasil Pengujian	<i>Load cell</i> berhasil mengukur berat mendekati hasil pengukuran berat timbangan digital dengan toleransi galat maksimal sebesar 2%.
-----------------	---

Setelah mendapatkan nilai kalibrasi faktor yang didapat dari pengujian satu persatu, maka nilai kalibrasi faktor tersebut diimplementasikan ke dalam *source code* untuk proses *sensing* yang dilakukan *load cell*. Pengambilan data *sensing* menggunakan bantuan komunikasi serial dari USB tipe B yang terhubung dengan PC dan Arduino Mega 2560. Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan *load cell*.

Tabel 9 Hasil pengukuran *load cell* dan timbangan digital untuk beberapa jenis obat

Pengukuran Ke-	Nama Obat	Jumlah Obat	Loadcell (g)	Timbangan Digital (g)	Selisih (g)	% Galat
1	Enervon-C	1	1.5	1.5	0	0.00
2		2	3.1	3.1	0	0.00
3		3	4.7	4.6	0.1	2.12
4		4	6.1	6.1	0	0.00
5		1	0.9	0.8	0	0.00
6	Konimex	2	1.8	1.8	0	0.00
7		3	2.8	2.9	0.1	3.57
8		4	3.8	3.8	0	0.00
9	Pocor Plus	1	1.2	1.3	0.1	8.33
10		2	2.5	2.6	0.1	4.00
11		3	3.7	3.8	0.1	2.70
12		4	5.0	5.1	0.1	2.00
13		5	6.2	6.4	0.2	3.22
Rataan Galat				1.99 %		

Pada tabel 2.2.3 terdapat perbandingan pengukuran antara *load cell* dengan timbangan digital kapasitas 1 kg yang memiliki galat sebesar 0.1. Timbangan digital tersebut merupakan timbangan pabrikan yang sudah terkalibrasi dan dapat dipercaya pengukurannya. Rataan galat pada *load cell* terhadap timbangan digital sebesar 1.99 %. Galat ini sangat mumpuni dari spesifikasi yang sudah ditentukan yaitu mencapai 10%. Hal ini disebabkan *load cell* memiliki ketelitian mencapai sampai dengan 0.01 gram. Kemudian penempatan beban pada *load cell* juga berpengaruh pada pengukuran. Titik tengah beban harus diletakkan pada ujung pengukuran *load cell* sehingga galat akan semakin kecil.

3) Melakukan ujicoba pada LCD agar dapat menampilkan *main menu*, opsi sekat, input jumlah obat, dan tampilan *standby*.

Tampilan LCD pada MERIT termasuk pada subsistem mikrokontroler yang terintegrasi dengan komponen lain seperti *keypad*, *push button*, dan mikrokontroler. Pengujian dilakukan untuk melihat apakah LCD dapat menampilkan main menu, opsi sekat A B C D, penginputan jumlah obat, dan tampilan *standby*. Hasil pengujian pada LCD dapat dilihat pada tabel dan gambar 27.



Gambar 27 Tampilan LCD Main Menu

Pada tampilan main menu pada gambar 27 menampilkan beberapa keterangan salah satunya waktu, sekat A B C D, dan dosis yang di atur. Tampilan *main menu* muncul ketika perangkat dihidupkan. Untuk dapat masuk kedalam opsi pemilihan sekat, *user* dapat menekan tombol OK pada *push button* yang tersedia. Setelah menekan tombol OK maka user akan diarahkan kedalam opsi pemilihan sekat seperti gambar 28 berikut ini.



Gambar 28 Tampilan LCD Opsi Pemilihan Sekat

Untuk pengaturan sekat A dan B terdapat pengaturan dosis tetap yang telah diatur oleh sistem MERIT. Untuk sekat A dosis default yang diatur adalah 3 x 1 dan untuk sekat B dosis *default* yang telah diatur adalah 2 x 1. Sedangkan pada sekat C dan sekat D untuk pemilihan dosis dapat diatur tergantung kebutuhan pasien. Dosis yang tersedia hanya ada 4 pilihan, yaitu 3 x 1, 3 x 2, 2 x 1, dan 1 x 1. Pada tampilan opsi pemilihan sekat terdapat tanda panah yang menunjukkan sekat yang akan dipilih. Untuk menggeser tanda panah, *user* dapat menggunakan *push button* atas dan bawah sesuai dengan sekat yang ingin dipilih. Setelah *user* melakukan pemilihan sekat, maka *user* akan dihadapi dengan menu *input* jumlah obat. Perbedaan sekat A B dengan sekat C D dapat dilihat pada tabel 10 berikut ini.

Tabel 10 Perbedaan sekat A B dengan sekat C D

1) Sekat A = Sekat B	Sekat C = Sekat D
<p>Tampilan LCD pemilihan sekat A</p>	<p>Tampilan LCD pemilihan sekat C</p>
<p>Tampilan LCD Input Jumlah obat pada sekat A</p>	<p>Tampilan LCD Input Jumlah obat pada sekat C</p>
<p>Tampilan LCD saat pengaturan sekat A telah selesai.</p>	<p>Tampilan LCD untuk pemilihan dosis pada sekat C</p>
<p>Tidak ada step yang harus diatur lagi dalam sekat A</p>	<p>Tampilan LCD saat pemilihan dosis telah selesai</p>

Pada tampilan LCD untuk sekat A dan B yang dapat di atur hanyalah jumlah obat, sedangkan untuk sekat C dan D *user* dapat mengatur jumlah obat dan dosis sesuai yang diinginkan. Setelah secara keseluruhan kotak telah diatur, maka LCD akan menampilkan detail berupa dosis pada masing-masing sekat. Agar lebih jelas tampilan LCD saat *standby mode* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 29 Tampilan LCD saat *standby mode*

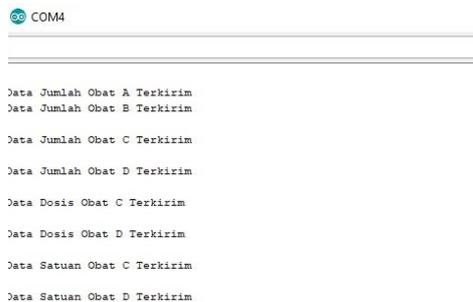
4) Melakukan uji coba pada NodeMCU ESP8266. Pada pengujian ini, memerlukan bantuan komunikasi serial untuk melihat kondisi koneksi NodeMCU ESP8266 dapat terhubung dengan jaringan internet yang telah diinisialisasikan dalam *source code*. Berikut adalah hasil pengujiannya.



Gambar 30 Hasil pengujian koneksi Wi-Fi

WiFi NodeMCU ESP8266 diinisialisasikan akan terkoneksi dengan jaringan hotspot dengan nama akses poin “WIFI@ITERA” beserta *password* nya “12345678”. Pada gambar di atas, terlihat bahwa perintah untuk menghubungkan NodeMCU ESP8266 dengan jaringan hotspot terkait berhasil. Perintah untuk menghubungkan NodeMCU ESP8266 dengan jaringan *hotspot* pada *source code* implementasi adalah menggunakan fungsi pada *library* WiFiESP8266.h, yaitu WiFi.begin(ssid, pass). Hal ini menandakan bahwa verifikasi telah berhasil.

Sama halnya dengan sebelumnya, pengujian ini juga memerlukan bantuan komunikasi serial. Berikut adalah hasil pengujiannya.



Gambar 31 Pengiriman data melalui NodeMCU ESP8266

Untuk mengirimkan data ke *cloud server firebase* pertama-tama, harus menginisialisasikan perintah dari *library* FirebaseArduino.h yang berfungsi untuk menentukan data sensor yang terkirim akan diletakkan di *field* mana pada *cloud server*. Kemudian perintah selanjutnya `Firebase.setString`, perintah ini untuk menuliskan data pada *Field* pada *cloud server*. Perintah tersebut akan menghasilkan sebuah *string* sesuai data sekat yang dikirimkan. Pada gambar di atas hasil menunjukkan semua

perintah telah berhasil dijalankan, artinya data yang berada pada mikrokontroler Arduino Mega 2560 telah berhasil dikirimkan ke *cloud server* oleh NodeMCU ESP8266.

Validasi terhadap pengiriman data yang dilakukan oleh NodeMCU ESP8266 adalah dengan melihat data yang sampai pada *cloud server* apakah sama dengan data yang dikirimkan oleh mikrokontroler. Berikut adalah hasilnya.

Tabel 11 Data yang akan dikirim ke cloud server

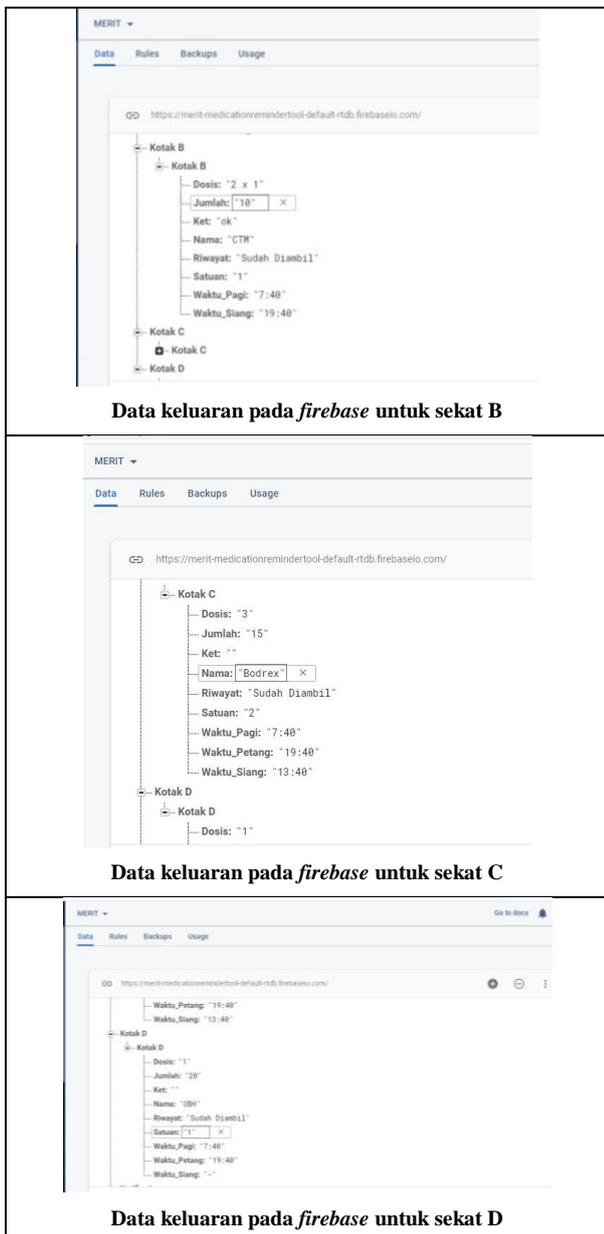


Untuk mengecek sinkron atau tidaknya antara data di *firebase* dengan mikrokontroler maka perlu adanya perbandingan antara inputan pada mikrokontroler dan keluaran pada *firebase*. Untuk keluaran pada *firebase* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 12 Data keluaran yang akan diterima cloud server



Data keluaran pada firebase untuk sekat A



Pada tabel sebelumnya dapat dilihat bahwa inputan berupa *integer* untuk mengatur jumlah obat yang dimasukkan pada sekat A B C D jika dibandingkan dengan keluaran pada *cloud server* sudah sesuai. Hal ini menandakan bahwa data yang dikirimkan berhasil sampai ke *cloud server* dengan baik.

V. KESIMPULAN

Secara umum perangkat MERIT telah berfungsi dengan baik. Secara khusus, berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil.

1. Perangkat MERIT berhasil melakukan pengingat sesuai dengan masukkan yang telah diatur pada pengguna sebelumnya dengan perbedaan waktu pada *real time* sebesar 3 detik.

2. Perangkat MERIT berhasil menghitung jumlah obat dan melakukan pengurangan terhadap obat yang telah diambil ketika alarm berbunyi.
3. Merit mempunyai 4 sekat obat yang dapat digunakan dengan dosis yang berbeda tiap sekatnya.
4. Perangkat MERIT mempunyai galat penimbangan sebesar 2% terhadap berat aktual pada berat obat yang dihitung.
5. MERIT mempunyai ketelitian sebesar 0.1 gram yang mengakibatkan beban minimum pada obat-obatan menjadi terbatas.

REFERENSI

- [1] Kementerian Kesehatan RI, "Riset Kesehatan Dasar 2013," 2013.
- [2] Padila, *Buku Ajar: Keperawatan Keluarga*. Yogyakarta, Indonesia: Nuha Medika, 2012.
- [3] Satriyan Utama, Agus Mulyanto, Muhammad Arif Fauzi, and Novia Utami Putri, "Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro," *Implementasi Sensor Light Dependent Resistor (LDR) dan LM35 Pada Prototipe Atap Otomatis Berbasis Arduino*, vol. 2, no. 2, pp. 83 - 89, Agustus 2018.
- [4] Muhammad Sa'ad Rosyidi, M. Ibrahim Ashari, and I Komang Somawirata, "Jurnal Skripsi," *RANCANG BANGUN ALAT PEMBERSIH DAN PENYORTIR UKURAN TELUR ASIN BERBASIS ARDUINO MEGA 2560*, 2019.
- [5] Mazidi M. A., *The Microcontroller and Embedded System: Using Assembly and C*. New Jersey: Pearson Education, Inc., 2017.
- [6] Akshay M. Chaudhari, Tufel K Sayyad, Swapnil A. Gawali, and Abhishek P, *Smart System for Human Presence Detection and Alerting Gas Leakage*. New York, USA: Foundation of Computer Science, 2017.
- [7] Priskila M.N Manege, Elia Kandek Allo, and Bahrn, "E-Journal Teknik Elektro dan Komputer," *Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Kapasitas 20Kg Berbasis Microcontroller ATmega8535*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [8] Sinta Annadila, "MODUL III : KOMUNIKASI I2C, DIGITAL SENSOR DAN KEYPAD," INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM, PURWOKERTO, 2019.
- [9] ELCO FIRDAUS SIAGIAN, "DC TO DC CONVERTER BERBASIS MICROCONTROLLER ARDUINO UNO ," UNIVERSITAS SUMATERA UTARA , MEDAN , SKRIPSI 2018.
- [10] America Module H. (2010) Rice Lake Weighing System. [Online]. www.ricelake.com
- [11] Nadia Firly Gunawan, *ANDROID Application Development for Rookies with DATABASE*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2019.
- [12] Neil Niven, *Psikologi Kesehatan Keperawatan Pengantar untuk Perawat dan Profesional Kesehatan lain*. Jakarta: EGC, 2002.