Available *online* at : http://chipset.fti.unand.ac.id/

Journal on Computer Hardware, Signal Processing, Embedded System and Networking

| ISSN (Online) 2722-4422 |

Embedded System

Rancang Alat Pengukur Tekanan Darah Otomatis Berbasis *Internet Of Things*

Ridho Ashshiddiq [1], *Budi Rahmadya** [2]

[1,2]*Departemen Teknik Komputer, Universitas Andalas, Padang, Indonesia*

ARTICLE INFORMATION

Diterima Redaksi: 8 Maret 2023
Revisi: 30 April 2023
Ditebitkan Online: 30 April 2023

KEYWORDS

Internet Of Things, Pengukur Tekanan Darah, *Sensor MPX10DP, Timer*

CORRESPONDENCE

E-mail: budi-r@it.unand.ac.id

A B S T R A C T

In this thesis the author tries to make an automatic blood pressure measuring system that is controlled through an application so that it can be used easily and efficiently. This Internet Of Things-based automatic blood pressure measuring system uses an MPX10DP pressure sensor as an air pressure reader generated by a DC motor using an Arduino Uno microcontroller as a data processor. The measurement process is carried out with a cuff that is attached to the patient's arm, then pumped up to a predetermined air pressure and then blood pressure measurements are taken. Calculation of blood pressure measurement results using the Analog Digital Converter formula. The working principle of this system is almost the same as a tensimeter in general, except that the operation process is carried out automatically and the results are displayed digitally. The thing that distinguishes this system from existing tools is that the system is controlled through the application, and measurements can be repeated according to the timer. This system will display the patient's blood pressure state, and a timer to take repeated measurements. The test results of this IoT-based automatic blood pressure measuring system are in accordance with the objectives. The system can be used to measure blood pressure in teenagers, adults, and the elderly. The measured pressure includes systole pressure. All measurement results are displayed on a 16x2 LCD on the device, also displayed on the application on an android smartphone, and also on firebase as a medium for storing patient measurement data, and for timer input.

1. PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) mulai diaplikasikan pada bidang kesehatan untuk meningkatkan kualitas hidup. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan IoT di bidang perawatan kesehatan semakin menarik perhatian para peneliti, dan terlihat dengan banyaknya aplikasi, layanan, dan *prototype* terkait IoT di lapangan. IoT menawarkan potensi besar dalam bidang perawatan medis dan kesehatan seperti pemantauan kesehatan jarak jauh, program kebugaran, penyakit kronis, dan perawatan lansia. Perangkat medis, sensor, dan perangkat diagnostik dan pencitraan dapat dilihat sebagai perangkat pintar atau objek yang menjadi inti dari IoT. Kemajuan ini diharapkan dapat mengembangkan alat-alat yang canggih, lebih praktis, murah, dan memperkaya pengalaman pengguna, seperti alat pengukur tekanan darah berbasis sistem digital[10].

Tekanan darah merupakan salah satu tanda vital penting dalam menggambarkan fungsi tubuh seseorang. Pengukuran tekanan darah memiliki banyak tujuan, mulai dari melihat kondisi apakah seseorang mengalami gejala darah tinggi atau rendah, memastikan apakah cocok untuk pekerjaan tertentu, memperkirakan risiko kardiovaskular jangka panjang, dan untuk upaya penanganan medis pasien[1].

Beberapa penelitian tentang pengukuran tekanan darah ini telah banyak dilakukan, pengukur tekanan darah otomatis berbasis android[4], rancang bangun alat *monitoring* tensi darah berbasis IoT menggunakan mikrokontroler *Node* MCU[7], rancang bangun alat ukur suhu tubuh, detak jantung, dan tekanan darah pada manusia berbasis Arduino Uno[12].

Untuk mengembangkan teknologi yang sudah ada, penulis merancang alat pengukur tekanan darah otomatis dengan judul **"RANCANG ALAT PENGUKUR TEKANAN DARAH**

https://doi.org/10.25077/chipset.4.01.23-35.2023
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. Some rights reserved

OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*" yang ditujukan untuk pasien yang tidak bisa dirawat di rumah sakit. Alat ini dirancang agar dapat bekerja secara otomatis sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan, dikontrol melalui *smartphone*, dan menampilkan hasil pada LCD dan aplikasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Internet Of Things

Konsep *Internet of Things* (IoT) merupakan suatu bentuk koneksi antara perangkat yang memiliki fungsi *on* dan *off* ke jaringan internet. Perangkat yang terkoneksi dalam *Internet of Things* (IoT) meliputi berbagai jenis, seperti ponsel, mesin pembuat kopi, mesin cuci, *speaker*, lampu, robot, pembersih lantai, TV, dan sebagainya. Semua perangkat yang terkoneksi dalam *Internet of Things* (IoT) akan saling berbagi data karena adanya sensor yang tertanam dalam perangkat tersebut dan jaringan nirkabel yang terhubung secara luas. Hal ini memungkinkan adanya tingkat kecerdasan digital pada perangkat dan dapat berkomunikasi dalam waktu yang bersamaan tanpa melibatkan manusia. Manusia sendiri hanya berperan sebagai kontrol dan pemantau. Teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan koneksi antara manusia dengan manusia, manusia dengan objek, dan objek dengan objek. Dalam penerapannya, teknologi IoT membuat dunia sekitar kita menjadi lebih pintar dan responsif karena mengintegrasikan alam semesta digital dan fisik[9].

2.2. Tekanan Darah

Tekanan darah merupakan ukuran kekuatan sirkulasi darah pada dinding arteri, yang juga mencerminkan kekuatan jantung dalam memompa darah ke seluruh tubuh. Tekanan darah diukur dengan menggunakan dua pengukuran, yaitu tekanan sistolik dan tekanan diastolik. Tekanan sistolik diukur saat jantung berdetak dan mencapai tekanan darah tertinggi, sementara tekanan diastolik diukur saat jantung beristirahat dan mencapai tekanan darah terendah. Tekanan darah biasanya dituliskan dengan tekanan sistolik terlebih dahulu, diikuti dengan tekanan diastolik, seperti contohnya 120/80 mmHg[2].

Menurut *American Heart Association* (AHA), tekanan darah diklasifikasikan menjadi beberapa kategori berdasarkan pengukuran tekanan sistolik dan diastolik. Untuk orang dewasa, tekanan darah normal biasanya kurang dari 120/80 mmHg. Tekanan darah dikatakan meningkat jika tekanan sistolik berada di antara 120-129 mmHg dan tekanan diastolik kurang dari 80 mmHg. Hipertensi tingkat 1 terjadi jika tekanan sistolik berkisar antara 130-139 mmHg atau tekanan diastolik berkisar antara 80-89 mmHg. Sedangkan hipertensi tingkat 2 terjadi jika tekanan sistolik 140/90 mmHg atau lebih. Tekanan darah rendah atau hipotensi terjadi jika tekanan darah kurang dari 90/60 mmHg[5].

Penuaan dapat mempengaruhi arteri dalam tubuh menjadi lebih kaku dan lebar, sehingga kapasitas dan rekoil darah yang bisa diakomodasi melalui pembuluh darah menjadi berkurang. Hal ini dapat menyebabkan tekanan sistolik menjadi lebih tinggi. Selain itu, penuaan juga dapat mempengaruhi mekanisme *neurohormonal* seperti sistem *renin-angiotensin-aldosteron*, meningkatkan konsentrasi *plasma perifer*, dan menyebabkan gangguan pada pembuluh darah dan *glomerulus*. Hal ini dapat meningkatkan *vasokonstriksi* dan ketahanan *vaskuler*, sehingga tekanan darah bisa meningkat (hipertensi)[13].

Ada dua metode untuk mengukur tekanan darah, yaitu metode *invasive* dan *non-invasive*. Metode *invasive* menggunakan jarum yang dimasukkan ke dalam pembuluh darah yang terhubung dengan manometer, sedangkan metode *non-invasive* menggunakan sfigmomanometer dengan memasang manset *cuff* pada lengan[1].

2.3. Motor DC

Sebuah motor arus searah atau motor DC adalah perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC merupakan salah satu dari dua jenis motor dasar, yang lainnya adalah motor AC. Motor DC terdiri dari beberapa bagian, termasuk stator, *armature*, rotor, dan komutator dengan sikat. Arah polaritas yang berlawanan antara dua medan magnet di dalam motor menyebabkan motor berputar. Motor DC adalah jenis motor yang paling sederhana dan umumnya digunakan dalam peralatan rumah tangga seperti pisau cukur listrik dan jendela listrik pada mobil. Motor DC dilengkapi dengan magnet permanen atau gulungan elektromagnetik yang menghasilkan medan magnet.

Gambar 2. 1 Pompa Tekanan Darah DC 6V Mini 370[14]

Prinsip kerja motor DC terletak pada saat arus mengalir melalui jangkar, atau kumparan, yang ditempatkan di antara kutub utara dan selatan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan akan berinteraksi dengan medan magnet lain dan menghasilkan torsi pada motor. Pada motor DC, magnet dibentuk pada stator, sedangkan *armature* ditempatkan pada rotor dan komutator mengalihkan arus dari satu kumparan ke kumparan lainnya. Komutator berfungsi untuk menghubungkan sumber daya *stationer* ke *armature* melalui penggunaan sikat atau batang konduktif. Motor DC beroperasi pada kecepatan tetap untuk tegangan tetap dan tidak ada slip[14].

2.4. Solenoid

Solenoid merujuk pada gulungan kawat yang terbentuk seperti pembuka botol yang dililitkan pada piston yang terbuat dari besi dan berfungsi sebagai elektromagnet. Selain itu, istilah ini juga mengacu pada perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan menggunakan solenoid. Perangkat ini menciptakan medan magnet dengan mengalirkan arus listrik pada gulungan kawat, lalu memanfaatkannya untuk menghasilkan gerakan linear.

Gambar 2. 2 Solenoid[15]

https://doi.org/10.25077/chipset.4.01.23-35.2023

Sama seperti magnet pada umumnya, medan magnet yang dihasilkan oleh solenoid memiliki kutub positif dan negatif yang memiliki kemampuan untuk menarik atau menolak bahan yang responsif terhadap magnet. Pada solenoid, gerakan maju atau mundur pada piston dihasilkan oleh medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh gulungan kawat solenoid. Solenoid sering digunakan untuk mengaktifkan sakelar, seperti starter mobil atau katup pada sistem *sprinkler*[15].

2.5. Sensor MPX10DP

Sensor MPX10DP adalah perangkat yang dapat menerima dan merespon sinyal atau rangsangan tertentu dari perubahan tekanan udara. Perangkat ini memiliki kemampuan untuk mengukur tekanan udara dalam rentang 0-10 kPa. Sensor ini dibuat dari bahan silikon piezoresistif yang memiliki akurasi yang tinggi dan menghasilkan tegangan luaran yang linier dan proporsional dengan tekanan udara yang diukur. Inti dari sensor ini adalah tunggal silikon diafragma monolitik dengan *strain gauge* dan rangkaian resistor tipis terintegrasi pada *chip*.

Gambar 2. 3 Sensor Tekanan MPX210DP[6]

Sensor MPX10DP dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti kontrol pompa, robotik, indikator level, diagnosa medis, sakelar tekanan, dan pengukur tekanan udara[6]. Tekanan (P) adalah satuan fisika untuk menyatakan gaya (F) per satuan luas (A). Tekanan sensor biasanya mengukur tekanan pada zat gas dan cair, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{.....(2.1)}$$

Satuan tekanan (Pa = Pascal) dapat dihubungkan dengan satuan volume (isi) dan suhu[12].

2.6. Manset *Cuff*

Manset *cuff* merupakan bagian dari alat tensimeter yang dipasang di sekitar lengan pasien. Prinsip kerja manset ini adalah dengan mengisi udara yang dihasilkan dari pompa tekanan udara ke dalam manset *cuff*. Ketika udara dipompa ke dalam manset *cuff*, ukurannya akan membesar sampai mencapai batas maksimum, kemudian secara perlahan-lahan akan mengecil kembali. Penting bagi tenaga medis untuk memahami pemilihan manset *cuff* yang tepat agar hasil pengukuran tekanan darah dapat akurat. Pemilihan manset *cuff* yang tidak sesuai dengan ukuran pasien dapat mengakibatkan kesalahan dalam mendiagnosis hipertensi. Ukuran manset *cuff* harus disesuaikan dengan usia dan lingkar lengan atas pasien. Seringkali terjadi kesalahan dalam memilih ukuran manset *cuff*, terutama ketika mengukur tekanan darah pada bayi yang memerlukan manset khusus. Namun, manset *cuff* untuk bayi di bawah satu tahun tidak tersedia, sehingga seringkali digunakan manset *cuff* untuk anak-anak. Hal ini juga terjadi pada pengukuran tekanan darah pada dewasa. Penting bagi tenaga medis untuk memahami pemilihan *cuff* tensimeter yang tepat, karena pemilihan yang tidak tepat dapat menyebabkan kesalahan dalam mendiagnosis hipertensi.

Gambar 2. 4 Manset Cuff[17]

Penggunaan *cuff* tensimeter yang sesuai dengan ukuran yang tepat harus disesuaikan dengan usia dan lingkar lengan atas pasien. Saat melakukan pengukuran tekanan darah pada orang dewasa, umumnya hanya digunakan satu ukuran *default cuff* untuk dewasa dengan ukuran 16x30 cm, tanpa memperhitungkan ukuran lengan[17].

2.7. Modul *Stepdown* LM2596

IC LM2596 adalah sebuah komponen monolitik yang digunakan sebagai regulator *switching step-down* (*buck*) pada rangkaian catu daya DC. Komponen ini menyediakan seluruh fungsi aktif untuk regulator tersebut dengan kemampuan arus beban maksimal hingga 3 A.

Gambar 2. 5 Modul Stepdown LM2596[18]

Idealnya, LM2596 dapat bekerja pada frekuensi *switching* maksimum sebesar 150 kHz, sehingga memungkinkan penggunaan komponen filter yang lebih kecil dan spesifikasi frekuensi *switching* yang lebih rendah[18].

2.8. Sakelar

Sakelar adalah sebuah komponen elektronik yang berguna untuk mengontrol aliran listrik pada sebuah perangkat elektronik. Sakelar juga dikenal dengan istilah *switch*.

Gambar 2. 6 Sakelar Tunggal[19]

Fungsinya tidak hanya untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik, tetapi juga dapat digunakan untuk memindahkan aliran listrik dari satu konduktor ke konduktor lainnya[19].

2.9. Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronik yang digunakan untuk menghasilkan suara melalui getaran. Prinsip kerja *buzzer* mirip dengan *loudspeaker*, di mana kumparan di dalamnya dipasang pada diafragma yang ketika dialiri arus akan menghasilkan medan elektromagnetik. *Buzzer* umumnya digunakan pada perangkat seperti meteran listrik, oven, sepeda motor, jam alarm, bel rumah, *keypad* input suara, bel sepeda, dan lain-lain. Namun,

buzzer yang digunakan pada Arduino haruslah memiliki tegangan di bawah 5V, jika ingin menggunakan *buzzer* dengan tegangan yang lebih tinggi, maka dibutuhkan penguat tegangan seperti transistor 2n2222.

Gambar 2. 7 *Active Buzzer*[20]

Cara kerja *buzzer* sangatlah mudah, di mana ketika arus listrik mengalir ke *buzzer*, maka rangkaian *buzzer* akan menghasilkan gerakan mekanis yang mengubah energi listrik menjadi energi suara yang dapat didengar oleh manusia. Salah satu jenis *buzzer* yang paling banyak digunakan adalah *buzzer* piezoelektrik yang hanya membutuhkan tegangan sekitar 3-12 V DC. Ada dua jenis *buzzer*, yaitu *buzzer* aktif dan pasif. *Buzzer* aktif sudah memiliki suara sendiri ketika diberikan tegangan listrik, sedangkan *buzzer* pasif tidak memiliki suara sendiri dan dapat diprogram untuk menghasilkan nada yang berbeda, seperti halnya *speaker*[20].

2.10. Driver IRF520

IRF520 adalah jenis transistor MOSFET kanal N yang digunakan sebagai sakelar. Untuk mengaktifkan transistor ini sebagai sakelar (*on*), tegangan *gate* (Vgs) sekitar 2 hingga 4 V diperlukan, yang diperoleh dari mikrokontroler dan disambungkan ke terminal *out*. IRF520 juga berfungsi untuk memudahkan penggunaan transistor. Salah satu keunggulan dari modul ini adalah memiliki *switching time* yang sangat cepat, sehingga perubahan dari *low* ke *high* atau sebaliknya dapat terjadi dengan cepat.

Gambar 2. 8 Modul *Driver* IRF520[21]

Kecepatan ini sangat cocok untuk mengendalikan *switching* tegangan yang lebih tinggi dengan PWM dari mikrokontroler. Modul ini dilengkapi dengan terminal yang memudahkan penggunaan koneksi antara modul dan sumber daya serta beban yang akan dikendalikan. Modul juga dilengkapi dengan sebuah lampu LED yang berfungsi sebagai indikator jika transistor IRF520 sedang aktif atau *on*[21].

2.11. Battery Li-Ion 18650

Lithium-Ion (Li-Ion) 18650 adalah nama yang mengacu pada ukuran fisik silinder baterai tersebut. Angka 18 menunjukkan diameter baterai 18 mm dan angka 650 menunjukkan tinggi baterai 65,0 mm. Angka 0 setelah koma menunjukkan toleransi tinggi total baterai berdasarkan jenis produk baterai 18650. Baterai 18650 merupakan jenis baterai sel khusus yang dapat diisi ulang dengan kapasitas yang tinggi.

Gambar 2. 9 *Battery* Li-Ion 18650[22]

Seperti baterai sel *lithium-ion* pada umumnya, baterai 18650 menghasilkan tegangan sebesar 3,6 V atau 3,7 V, tetapi mampu memiliki kapasitas hingga 4800 mAH. Oleh karena itu, baterai ini sering digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi tambahan pada perangkat kecil seperti kamera digital, laptop (dalam pengemasan beberapa sel), rokok elektrik, bor listrik kecil, *power bank*, dan sejenisnya[22].

2.12. LCD 16x2 I2C

Liquid Crystal Display (LCD) 16×2 adalah sebuah layar tampilan yang umum digunakan sebagai antarmuka antara mikrokontroler dan pengguna. Layar tampilan ini sangat populer karena dapat memantau sensor dan jalannya program. Layar tampilan LCD 16×2 dapat dihubungkan dengan Arduino. I2C (*Inter-Integrated Circuit*) adalah standar komunikasi dua arah yang menggunakan dua saluran untuk mengirim dan menerima data.

Gambar 2. 10 LCD 16x2 I2C[23]

Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial *Clock*) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dan pengontrolnya. Jika tidak menggunakan I2C, teks dapat ditampilkan pada layar LCD dengan merangkai semua pin pada layar LCD ke Arduino. Namun, disarankan untuk menggunakan I2C karena lebih mudah dan efisien[23].

2.13. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu jenis mikrokontroler yang diproduksi oleh perusahaan *Italia* bernama Arduino, yang fokus pada pengembangan mikrokontroler. Mikrokontroler Arduino Uno merupakan *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega328[6]. Terdapat 14 pin *input/output* pada Arduino Uno, di mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 *input* analog, *crystal oscillator* dengan frekuensi 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, kepala ICSP, serta tombol reset. Untuk menghubungkan mikrokontroler Arduino dengan komputer, dapat digunakan kabel USB.

Gambar 2. 11 Mikrokontroler Arduino Uno[6]

https://doi.org/10.25077/chipset.4.01.23-35.2023

Terdapat beberapa pin *power* pada Arduino Uno, yaitu :

1. GND, berfungsi sebagai *ground*.
2. V*in*, pin untuk memberikan daya pada Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7 V – 12 V.
3. Pin 5 V, tegangan 5 V yang telah melalui regulator.
4. Pin 3V, tegangan 3.3 V yang telah melalui regulator.
5. REF, digunakan pada *board shield* untuk memperoleh tegangan yang sesuai.

Pada papan mikrokontroler Arduino Uno, terdapat chip ATmega328 yang memiliki memori sebesar 32 KB. Dari total kapasitas memori tersebut, sebesar 0.5 KB digunakan untuk bootloader, 2 KB digunakan untuk SRAM, dan 1 KB digunakan untuk EEPROM yang dapat diprogram menggunakan perpustakaan EEPROM.

2.14. Arduino IDE

IDE merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment* yang merupakan lingkungan terpadu untuk pengembangan *software*. Pada Arduino, IDE digunakan untuk melakukan pemrograman yang memungkinkan untuk membuat fungsi-fungsi tertentu melalui sintaks pemrograman. Bahasa pemrograman Arduino mirip dengan bahasa C dan telah dimodifikasi untuk memudahkan pemula. Sebelum dijual, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan *bootloader* yang bertindak sebagai perantara antara *compile*r dan mikrokontroler[6].

Gambar 2. 12 *Interface* Arduino IDE[6]

Arduino IDE sendiri dibuat menggunakan bahasa pemrograman JAVA dan dilengkapi dengan *library* C/C++ yang disebut *wiring* untuk mempermudah operasi *input* dan *output*. Arduino IDE sendiri diadaptasi dari *software processing* yang dimodifikasi untuk keperluan pemrograman dengan Arduino.

2.15. Modul ESP8266

Modul ESP8266 adalah sebuah tambahan yang dapat digunakan pada mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung dengan jaringan WiFi dan menjalankan koneksi TCP/IP, disebut juga sebagai modul WiFi untuk Arduino. Modul ini membutuhkan daya sebesar 3,3 V dan memiliki tiga mode WiFi yaitu *Station*, *Access Point,* dan keduanya (*Both*). Selain itu, modul ini dilengkapi dengan prosesor, memori, dan GPIO, dengan jumlah pin yang bergantung pada jenis ESP8266 yang digunakan. Oleh karena itu, modul ini dapat berfungsi sebagai mikrokontroler independen tanpa memerlukan tambahan perangkat lainnya.

Gambar 2. 13 Modul ESP8266[11]

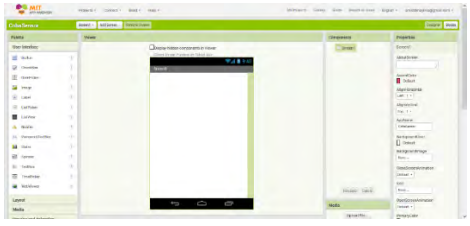
Firmware default yang digunakan oleh perangkat ini menggunakan *AT Command*, selain itu ada beberapa *Firmware* SDK yang digunakan oleh perangkat ini berbasis *opensource* yang diantaranya adalah sebagai berikut :

- *Node* MCU dengan menggunakan *basic programming lua*
- *MicroPython* dengan menggunakan *basic programming python*
- AT *Command* dengan menggunakan perintah perintah AT *command*

Untuk memprogram perangkat ESP8266, ada beberapa opsi yang bisa digunakan. Pertama, dapat digunakan firmware ESPlorer yang berbasis *Node* MCU dan *putty* sebagai terminal kontrol untuk AT *Command*. Selain itu, perangkat ini juga dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan menambahkan *library* ESP8266 pada *board manager*. Dengan begitu, kita bisa dengan mudah memprogram dengan bahasa pemrograman Arduino. Modul ESP8266 juga memiliki harga yang terjangkau, sehingga banyak orang yang menggunakan modul ini untuk membuat berbagai proyek *Internet of Things*[11].

2.16. MIT App *Inventor*

MIT App *Inventor* adalah suatu *platform* yang diciptakan dengan tujuan untuk memudahkan pembuatan aplikasi sederhana tanpa harus memiliki pengetahuan yang luas mengenai bahasa pemrograman. Pengguna dapat merancang aplikasi android sesuai dengan keinginan mereka menggunakan berbagai macam *layout* dan komponen yang sudah tersedia.



Gambar 2. 14 *Interface* MITT App *Inventor*[3]

Dalam MIT App *Inventor*, terdapat dua halaman utama yaitu halaman desainer dan halaman blok. Halaman desainer digunakan untuk mendesain tampilan aplikasi dengan memilih komponen dan layout yang tersedia. Sedangkan halaman blok

digunakan untuk memprogram alur dan fungsi aplikasi android dengan menata urutan logika yang diperlukan[3].

2.17. Analog Digital Converter (ADC) Pada Mikrokontroler

Terdapat beberapa jenis arsitektur ADC seperti *flash* ADC, *sigma-delta* ADC, *pipeline* ADC, *successive-approximation* ADC, dan lainnya. Setiap jenis ADC memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pada *board* Arduino, seperti Arduino Uno, digunakan mikrokontroler jenis ATmega328P. Mikrokontroler ini memiliki 6 channel analog multiplekser, yang akan memultipleksing keenam pin analog tersebut dan menghubungkannya ke ADC 10-bit. Multiplekser adalah suatu elemen yang berperan dalam memilih *input* yang akan digunakan dari beberapa *input* yang tersedia. Dengan demikian, ketika kita menggunakan lebih dari satu pin ADC pada saat yang sama, misalnya A0 dan A1, maka sinyal pada pin A0 akan diubah ke nilai digital terlebih dahulu, dan sinyal pada pin A1 harus menunggu sampai konversi pada pin A0 selesai dilakukan. Mikrokontroler ini memiliki resolusi 10-bit, yang berarti ada 2^10 = 1024 kemungkinan nilai dari setiap pengambilan sampel. Jika sinyal *input* pada mikrokontroler kita berubah dari 0 hingga 5 V, maka setiap nilai perubahan bit adalah sebesar 5 V/1024 = 0,0049 V (atau 4,9 mV). Secara umum, nilai ADC 10-bit yang dihasilkan oleh sinyal *input* (V*in*) dengan referensi tegangan (Vref) tertentu dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$ADC = \left(\frac{Vin}{Vref}\right) x\ 1024 \quad \text{.....(2.2)}$$

Karena mikrokontroler bekerja mulai dari nilai 0, maka rumus tersebut dimodifikasi menjadi:

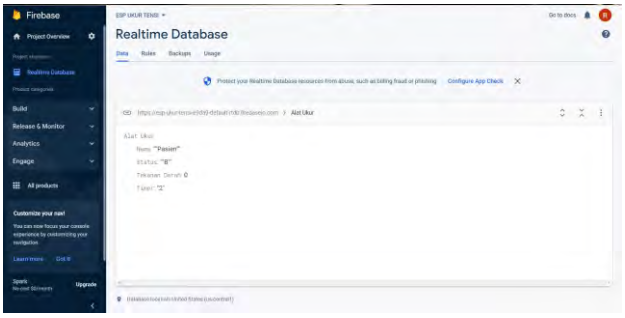
$$ADC = \left(\frac{Vin}{Vref}\right) x1023 \quad \text{.....(2.3)}$$

Jika hasil konversi ADC memiliki nilai desimal, maka hasilnya akan dibulatkan ke nilai bulat terdekat. Sebagai contoh, jika tegangan referensi yang digunakan adalah 5 V dan *input* sinyal ke pin Arduino adalah 2 V, maka hasil konversinya adalah (2 V/5V)*1023 = 409. Jika V*in* sama dengan 0 V, maka hasil konversi ADC adalah 0, sedangkan jika V*in* sebesar 5 V, maka nilai ADC adalah 1023. V*in* merujuk pada nilai-nilai yang diterima dari sensor yang terhubung ke Arduino. Karena mikrokontroler AVR ATmega328P adalah mikrokontroler 8-bit, maka hasil konversi ADC 10-bit disimpan dalam dua register, yaitu register ADCH dan ADCL (ADC *High* dan *Low*).

2.18. Firebase

Firebase adalah *platform* layanan dari *Google* yang memudahkan pengembang aplikasi dalam membangun dan mengelola aplikasi mereka. *Firebase* merupakan layanan BaaS (*Backend as a Service*) yang ditawarkan oleh *Google* untuk membantu pengembang aplikasi dalam mempercepat pengembangan aplikasi mereka. Dengan menggunakan *firebase*, pengembang dapat fokus pada pengembangan aplikasi tanpa harus memikirkan masalah *backend*. *Firebase* memiliki beberapa fitur, antara lain:

1. *Firebase Analytics*
2. *Firebase Cloud Messaging and Notifications*
3. *Firebase Authentication*
4. *Firebase Cloud Firestore*
5. *Firebase Realtime Database*
6. *Firebase Hosting.*



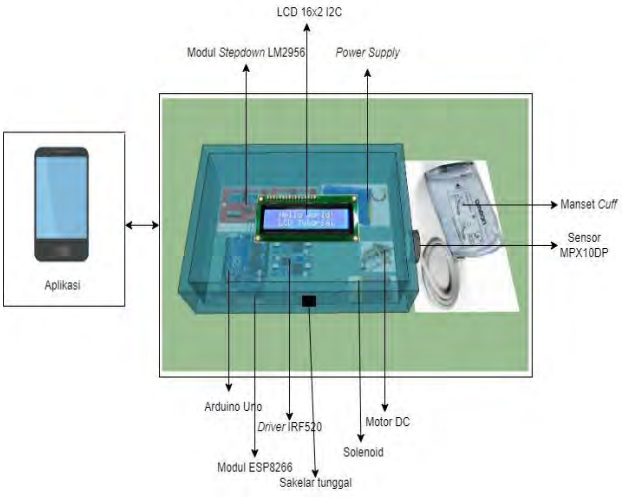
Gambar 2.15 Tampilan *Firebase Realtime Database*[26]

Dalam penelitian ini, *Firebase Realtime Database* yang dipilih untuk digunakan sebagai fitur *database*. *Firebase Realtime Database* adalah *database* yang di-*hosting* melalui *cloud*. Data disimpan dalam format JSON dan disinkronkan secara *real-time* ke setiap pengguna yang terhubung. *Firebase Realtime Database* memungkinkan pengelolaan *database* dalam skala besar menjadi lebih mudah. Dalam pembuatan aplikasi multi-*platform* dengan menggunakan SDK Android, iOS, dan JS, semua pengguna akan menggunakan satu *instance Realtime Database* dan akan menerima pembaruan data secara otomatis. Selain itu, *Firebase Realtime Database* responsif saat *offline* karena SDK *Firebase Realtime Database* dapat menyimpan data langsung ke *disk* perangkat atau memori lokal. Ketika perangkat kembali terhubung ke internet, perubahan yang terjadi akan diterima oleh perangkat pengguna[26].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rancangan Umum Sistem

Rancangan umum sistem merupakan rancangan sistem yang meliputi komponen- komponen yang digunakan pada sistem. Berikut rancangan umum sistem yang akan dirancang:



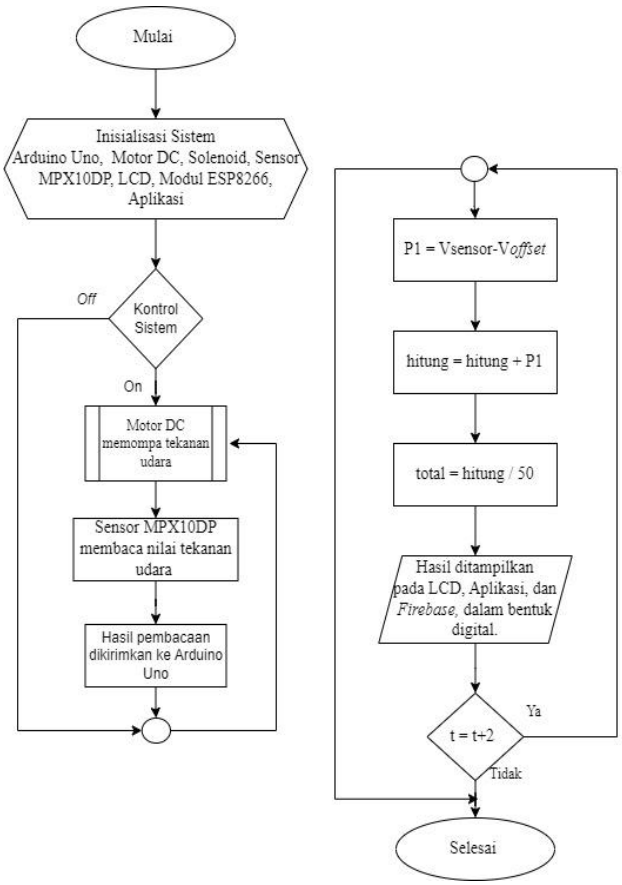
Gambar 3. 1 Rancangan Umum Sistem

https://doi.org/10.25077/chipset.4.01.23-35.2023

Berdasarkan Gambar 3.2 diatas, semua komponen disusun dalam satu kotak untuk bisa terintegrasi dan ditambahkan manset *cuff* diluarannya sebagai komponen *input*-an, dan aplikasi pada *smartphone* untuk kontrol sistem sekaligus sebagai *output*. Setelah pembuatan program pada Arduino dan aplikasinya, untuk memulai prosesnya maka akan diaktifkan melalui aplikasi dengan menekan tombol *on*, selanjutnya motor DC dan solenoid akan bekerja menjadi pompa tekanan udara otomatis untuk manset *cuff* yang berada dilengan, hingga pada tekanan udara yang ditentukan maka pompa otomatis akan berhenti. Sensor MPX10DP akan membaca nilai tekanan udara yang dihasilkan , selanjutnya nilai yang terbaca akan dikirimkan dan diproses oleh Arduino Uno untuk ditampilkan hasil pengukuran pada LCD dan aplikasi. Selanjutnya alat akan terus melakukan pengukuran sesuai dengan waktu yang ditentukan, dan akan berhenti ketika menekan tombol *off* pada aplikasi. Untuk mematikan alat, gunakan sakelar yang telah terpasang dibagian samping. Jadi kesimpulannya yaitu inputan diawali oleh tekanan udara yang dihasilkan oleh motor DC pada manset *cuff* yang menekan lengan, selanjutnya proses pengukuran akan dilakukan oleh sensor MPX10DP dan Arduino Uno yang telah diintegrasikan dengan semua komponen sehingga sistem bisa berjalan secara otomatis dan proses *output* akan ditampilkan pada LCD dan aplikasi.

3.2. Rancangan Proses

Pada tahapan ini dijelaskan bagaimana hubungan seluruh sistem mampu bekerja dengan baik untuk diimplementasikan. Rancangan proses ini dijelaskan melalui sebuah *flowchart*. Berikut tampilan rancangan proses dari sistem yang ditampilkan pada *flowchart* dibawah ini.



Gambar 3. 2 *Flowchart* Rancangan Proses Pengukuran Tekanan Darah Otomatis Berbasis IoT

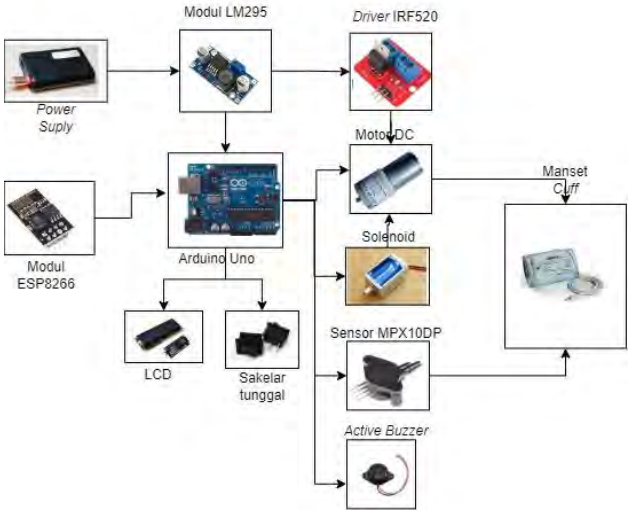
Berdasarkan Gambar 3.3 flowchart diatas, pada rancangan pengukuran tekanan darah otomatis, hal yang pertama dilakukan oleh sistem adalah inisialisasi terhadap sistem yang digunakan. Setelah itu menjalankan sistem melalui aplikasi dengan menekan tombol *on*, selanjutnya motor DC dan solenoid akan bekerja secara otomatis menjadi pompa tekanan udara, manset *cuff* akan terisi oleh tekanan udara yang akan memberikan tekanan pada lengan hingga pada tekanan udara maksimal yang ditentukan yaitu 180 mmHg, hal itu akan menyebabkan jantung berkontraksi, pada saat itu tekanan akan mengalami perubahan dan akan terdeteksi oleh sensor MPX10DP, hasil pembacaan akan dikirim pada mikrokontroler Arduino Uno. Untuk mendapatkan hasil pengukuran tekanan darah maka akan diproses menggunakan rumus ADC yaitu P1. Setelah hasil P1 didapatkan , dilanjutkan dengan melakukan perhitungan P1. Hasil *output* akan ditampilkan pada LCD yang terpasang pada alat, aplikasi, dan pada *firebase dalam* bentuk digital. Sistem akan terus melakukan pengukuran otomatis sesuai dengan waktu yang ditentukan yaitu setiap 2 menit , dan hanya akan berhenti ketika menekan tombol *off* pada aplikasi.

Gambar 3. 4 *Flowchart* Sub Program Pada Motor DC

3.2.1 Rancangan Perangkat Keras

Berikut rancangan perangkat keras yang ditampilkan dalam bentuk blok diagram dibawah ini. Berdasarkan gambar 3.5 dibawah, sistem menggunakan motor DC dan solenoid untuk pompa tekanan udara ke manset *cuff*, sensor MPX10DP untuk membaca nilai tekanan udara yang dihasilkan, modul LM295 untuk penurun tegangan dari *power supply*, *driver* IRF520 sebagai penghubung Arduino Uno ke motor DC dan solenoid, sakelar tunggal untuk *on/off* alat, *active buzzer* menandakan alat telah diaktifkan, modul ESP8266 untuk modul WiFi penghubung sistem ke *smartphone*, LCD 16x2 I2C untuk menampilkan hasil

pengukuran tekanan darah pada alat, dan *Battery* Li-Ion 18650 sebagai *power supply*.



Gambar 3. 5 Blok Diagram Perangkat Keras

3.2.2 Rancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak dilakukan pemrograman dengan menggunakan Arduino IDE dan pembuatan aplikasi menggunakan MIT App *Inventor*.

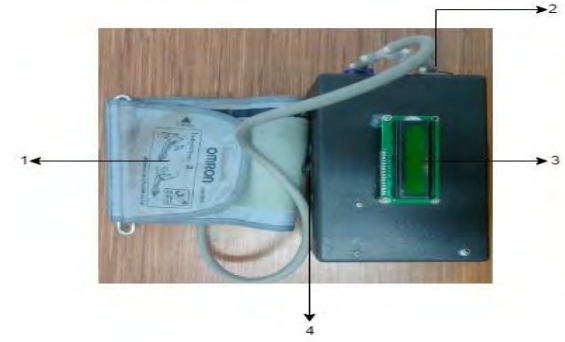
Gambar 3. 3 Rancangan Aplikasi

Berdasarkan Gambar 3.6 rancangan aplikasi diatas, dapat dijelaskan yaitu pada tampilannya terdapat 3 bagian, yaitu : bagian inputan nama pasien, bagian menampilkan hasil tekanan darah, dan bagian untuk *on/off* sistem. Aplikasi ini didesain dengan tampilan menu sederhana seperti diatas karna disesuaikan dengan tujuan alat dan fungsi fungsi yang diperlukan.

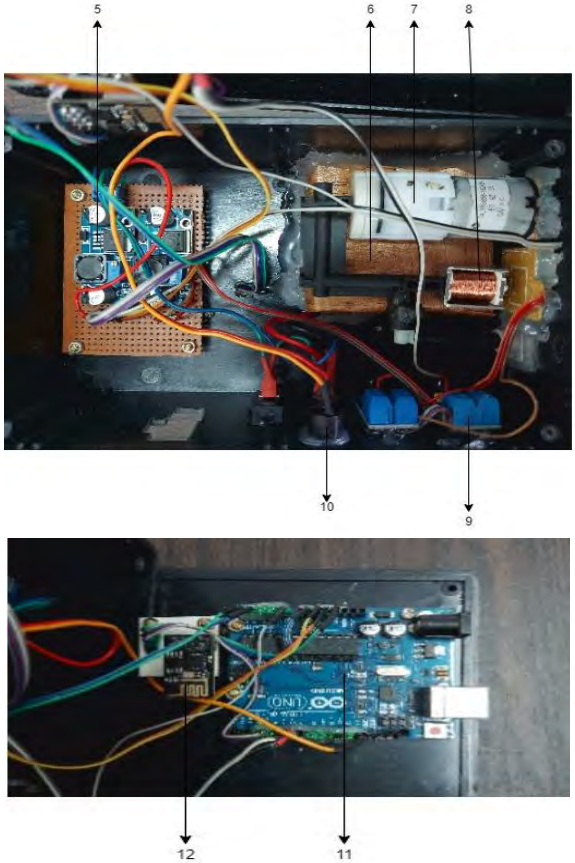
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras terdiri dari motor DC dan solenoid yang akan menjadi pompa tekanan udara, sensor MPX10DP untuk mengatur tekanan udara yang masuk ke manset *cuff* dari motor DC , dan membaca tekanan udara yang dihasilkan saat proses pengukuran, modul ESP8266 yang digunakan sebagai modul WiFi penghubung sistem ke *smartphone,* selanjutnya digunakan modul *stepdown* LM2596 untuk mengatur tegangan yang masuk ke sistem yang diberikan oleh *Battery* Li-Ion 18650 sebagai sumber daya alat , dan terakhir sakelar tunggal sebagai *on/off* alat. Data hasil pembacaan sensor MPX10DP akan dikirimkan ke Arduino Uno untuk diproses agar mendapatkan nilai pengukuran tekanan darah dengan menggunakan rumus ADC (*Analog Digital Converter*), hasil pengukuran tekanan darah akan ditampilkan juga pada alat menggunakan *Liquid Crystal Display* (LCD).



(a)



(b)

Gambar 4. 1 Implementasi Perangkat Keras. (a) tampak luar (b) tampak dalam

https://doi.org/10.25077/chipset.4.01.23-35.2023

Penjelasan masing-masing komponen yaitu :

1. Manset *Cuff*, digunakan pada lengan untuk pengukuran tekanan darah.
2. Sensor MPX10DP, digunakan untuk membaca tekanan udara yang masuk ke manset *cuff* dari motor DC, dan membaca tekanan yang dihasilkan saat proses pengukuran.
3. LCD 16x2, digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran tekanan darah dan *timer*.
4. Sakelar tunggal, digunakan untuk *on/off* alat.
5. Modul *Stepdown* LM2596, digunakan untuk menurunkan tegangan yang dihasilkan dari *power supply* agar alat dapat bekerja stabil.
6. *Power Supply* Baterai Lion18650, digunakan untuk sumber daya alat. Dengan daya tahan selama 96 menit.
7. Motor DC, digunakan untuk memompa tekanan udara.
8. Solenoid, digunakan untuk membuka dan menutup katup aliran udara dari motor DC.
9. *Driver* IRF50, digunakan untuk menghubungkan Arduino Uno ke motor DC dan solenoid.
10. *Active Buzzer*, digunakan untuk memberikan suara penanda alat telah diaktifkan.
11. Mikrokontroler Arduino Uno, digunakan untuk pengolahan data.
12. Modul ESP8266, digunakan untuk modul WiFi penghubung sistem ke *smartphone.*

4.2. Pengujian dan Analisa

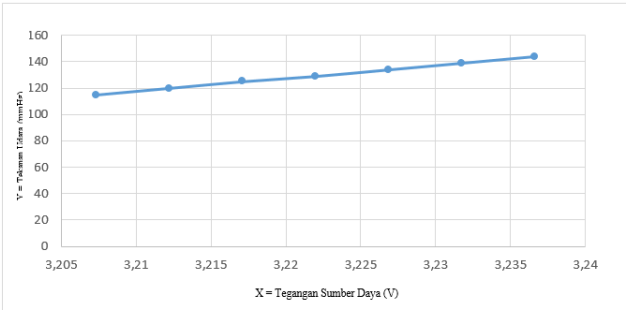
Pada tahap pengujian terdapat tiga tahap, yaitu pengujian pada perangkat keras (*hardware*), pengujian pada perangkat lunak (*software*), dan pengujian terhadap keseluruhan sistem. Tahap analisa dilakukan untuk mengetahui apakah komponen dapat berfungsi dengan baik dan sistem secara keseluruhan dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.

4.2.1. Pengujian Sensor MPX10DP dan Motor DC

Sensor yang digunakan pada alat yaitu sensor tekanan udara MPX10DP. Sensor ini merupakan sensor dengan *output* analog. Pengujian sensor dapat dilakukan dengan memberi tekanan pada masukan sensor dan mengukur tegangan keluarannya. Dari tegangan keluaran sensor dapat dihitung nilai tekanan dalam satuan mmHg. Dari *datasheet* sensor, resolusi sensor adalah 0-10 kPa atau sama dengan 0-75 mmHg. Dengan demikian dapat dibuat program untuk membaca tegangan sensor dan mengkalibrasikannya menjadi nilai tekanan dalam satuan mmHg.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Tekanan Udara

Tegangan Sensor (V)	Tekanan Udara (mmHg)
3,20732	115
3,21219	120
3,21707	125
3,22195	129
3,22683	134
3,23171	139
3,23659	144



Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Nilai Sensor Terhadap Tegangan

Dari Gambar 4.7 diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan sumber daya sangat mempengaruhi besarnya nilai tekanan udara yang dihasilkan oleh motor DC. Semakin tinggi tegangan sumber daya yang diberikan pada motor DC, maka akan semakin besar tekanan udara yang dihasilkan.

4.2.2. Pengujian Modul ESP8266

Pengujian modul ESP8266 dilakukan untuk melihat respon komunikasi aplikasi android dengan Arduino Uno. Pengujian ini akan menghasilkan jarak maksimal yang mampu dijangkau oleh media WiFi Modul ESP8266 dalam peng-*input*-an data pada sistem. Penginputan data ini terdiri dari : *input*-an nama pasien, *timer* alat, dan *on/off* sistem.

Tabel 4. 2 Pengujian Modul ESP8266 dari Dalam Ruangan

Data ke-	Jarak (m)	Keterangan Koneksi	Ketrangan Data	*Delay Time*
1	5	Terhubung	Data Terkirim	1,325 s
2	10	Terhubung	Data Terkirim	1,011 s
3	15	Terhubung	Data Terkirim	1,017 s
4	20	Terhubung	Data Terkirim	2,207 s
5	25	Terhubung	Data Terkirim	2,051 s
6	30	Tidak Terhubung	Data Tidak Terkirim	-
7	35	Tidak Terhubung	Data Tidak Terkirim	-

Berdasarkan hasil pengujian modul ESP8266 dari dalam ruangan pada tabel 4.2, didapatkan hasil berupa jarak yang tidak terdeteksi oleh modul ESP8266 yaitu pada jarak lewat dari 25 m. Maka dapat disimpulkan jarak ideal untuk modul ESP8266 dapat berkomunikasi dari dalam ruangan yaitu pada jarak maksimal 25 m. Pada bagian pengujian *delay time* pada alat disimpulkan bahwa kecepatan jaringan yang digunakan mempengaruhi kecepatan dalam pengiriman data.

4.2.3. Pengujian LCD 16x2 I2C

Pengujian pada LCD yaitu berdasarkan program singkat yang telah dibuatkan sebagai fungsi untuk menampilkan hasil pengukuran tekanan darah dan timer alat, sehingga *user* mengetahui waktu yang telah berjalan untuk alat dapat melakukan pengukuran selanjutnya secara otomatis. Berikut adalah program yang dibuat pada arduino untuk tampilan pada display LCD.

```
//inisialisasi pada LCD
lcd.init();
lcd.backlight();
//tampilan pada LCD
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("   Alat Ukur   ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" Tekanan Darah ");
```

```
//tampilan waktu pada LCD
Serial.print(menit);
Serial.print(" : ");
Serial.println(detik);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Time: "); lcd.print(menit); lcd.print(" : ");
lcd.print(detik); lcd.print("   ");
```

Gambar 4.8 Program Untuk Tampilan LCD

Setelah dijalankan, maka display akan menampilkan pesan "Alat Ukur Tekanan Darah", dan ketika proses pengukuran telah selesai maka tampilan berubah yaitu menampilkan hasil pengukuran tekanan darah dan timer, dengan pesan "Tensi : " dan "Time: ".

(a) (b)

Gambar 4. 3 Tampilan Display LCD. (a) Tampilan ketika sistem standby (b) Tampilan setelah melakukan proses pengukuran tekanan darah

4.2.4 Pengujian Perhitungan Analog Digital Converter (ADC)

Nilai ADC menunjukkan rasio perbandingan dengan tegangan yang terbaca. Persamaan untuk nilai ADC terukur yaitu nilai ADC maksimum dikalikan tegangan terbaca, kemudian dibagi dengan tegangan sumber. Nilai ADC tergantung dengan tegangan yang menjadi catu daya sistem mikrokontroler dalam hal ini yaitu mikrokontroler Arduino Uno. Dalam sistem ini, pengujian dilakukan dengan cara menghitung nilai tekanan udara yang diberikan oleh pembacaan Sensor MPX10DP dalam satuan mmHg. Mengacu pada penjelasan 2.17 maka didapatkanlah rumus perhitungan sebagai berikut :

$$P1 = (Vsensor - V_{offset}) \quad \text{.....(4.1)}$$

dimana :

- Vsensor merupakan nilai dari pembacaan sensor terhadap perubahan nilai pembacaan tekanan darah.
- V_offset merupakan nilai awal pembacaan sensor.

Setelah rumus P1 didapatkan maka akan dilakukan perhitungan dengan rumus :

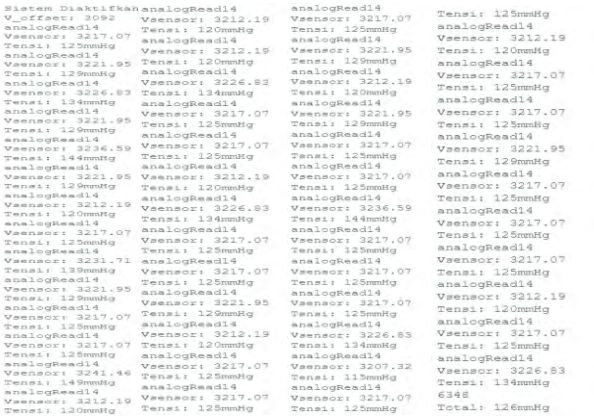
$$hitung = hitung + P1 \quad \text{.....(4.2)}$$

dimana :

hitung akan dilakukan sebanyak 50 kali untuk mendapatkan hasil yang akurat dan untuk nilai total yang akan ditampilkan sebagai nilai pengukuran tekanan darah yaitu menggunakan rumus :

$$total = \frac{hitung}{50} \quad \text{.....(4.3)}$$

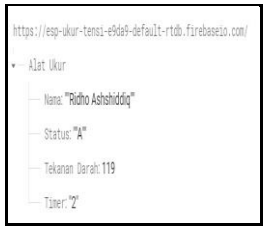
Proses perhitungan pada sistem akan dimulai ketika telah mencapai tekanan maksimum yang diberikan oleh pompa tekanan yaitu sebesar 180mmHg, dan akan diberikan delay waktu selama 3 detik untuk menampilkan hasil pengukuran.



Gambar 4. 4 Hasil Perhitungan Pada Serial Monitor

4.2.5 Pengujian Aplikasi Mobile

Pengujian ini bertujuan untuk menguji kemampuan aplikasi mobile. Dimana akan dilihat kemampuan aplikasi untuk menginputkan nama pasien, *on/off* sistem, dan menampilkan hasil pengukuran tekanan darah.

Tampilan Off	Tampilan On
	

https://doi.org/10.25077/chipset.4.01.23-35.2023

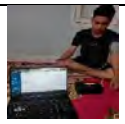
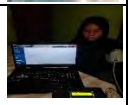
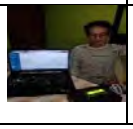
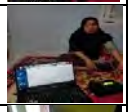
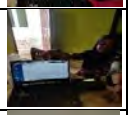
Gambar 4. 5 Tampilan On/Off Sistem

Pada Gambar 4.11 diatas adalah tampilan dari aplikasi , *firebase*, dan Arduino IDE sebelum sistem itu dijalankan, dan sesudah sistem dijalankan. Melalui aplikasi akan di-*input*-kan nama pasien, dan nama ini juga akan masuk pada *database* yang dibuat melalui *firebase*, pada *firebase* juga terdapat fungsi *input timer* yang bisa dilihat pada gambar, *timer* yang di-*input* yaitu 2 menit. Selanjutnya diberikan perintah *on* dari aplikasi yang akan menjalankan sistem memulai proses pengukuran tekanan darah pasien. Selanjutnya hasil akan tampak pada aplikasi begitu juga pada *firebase*, data hasil pengukuran bisa disimpan melalui *import* data dari *firebase*. Pada *firebase* terdapat juga tampilan status yang ditujukan untuk memberikan informasi pada *user*. Status B berarti sistem dalam kondisi *off*, dan status A berarti sistem dalam kondisi *on* dan siap digunakan.

4.2.6 Pengujian Keseluruhan

Pada pengujian sistem keseluruhan, dilakukan pengukuran tekanan darah pasien, dan pengukuran secara berulang menggunakan timer yang telah ditentukan.

Tabel 4. 3 Pengujian Keseluruhan

Data ke-	Gambar	Data Pasien	Hasil Pengukuran Alat (mmHg)	Hasil Pengukuran Tensimeter Digital (mmHg)	Selisih	Error
1		Muhammad Ihsan Fadhilla, 18 tahun	127	132	5	0,04
2		Andreas Agre, 19 tahun	109	116	7	0,06
3		Azzahra Putri Maliza, 20 tahun	106	105	1	0,01
4		Fuji Sriana Meissy, 22 tahun	116	112	4	0,03
5		Ridho Ashshiddiq, 23 tahun	112	118	6	0,05
6		Elizabet, 47 tahun	129	132	3	0,02
7		Jackson, 53 tahun	124	151	27	0,17
8		Yusmaniar, 59 tahun	121	134	13	0,01
9		Salmi, 59 tahun	131	135	4	0,02
10		Ernalis, 70 tahun	124	131	7	0,05
Rata rata Error Akurasi Alat						**4,6 %**
Akurasi Alat						**95,4 %**

Pengujian dilakukan pada 10 orang pasien yang berumur berkisar antara 19-70 tahun, hal ini dilakukan agar alat dapat digunakan pada pasien remaja hingga lansia. Hasil Tabel 4.3 menunjukkan selisih pengukuran tekanan darah tensimeter digital dengan pengukuran tekanan darah otomatis berbasis *IoT* rata-rata berkisar 0-7 mmHg, dengan hasil pengukuran tekanan darah dari alat relatif lebih rendah dibandingkan dengan pengukuran dari tensimeter digital. Setelah itu dicarilah persentase rata-rata error dari akurasi alat, dan dipatkanlah hasil keakuratan dari alat pengukur tekanan darah otomatis berbasis *Internet Of Things* yaitu 95,4%. Untuk mengetahui nilai persentase *error* dari pengujian diatas menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Error\ (\%) = \frac{Hasil\ Pengukuran\ Tensimeter\ Digital\ -\ Hasil\ Pengukuran\ Tensimeter\ Alat}{Hasil\ Pengukuran\ Tensimeter\ Digital}\ x\ 100\%$$

Tabel 4. 4 Pengujian Pengukuran Berulang

Data ke-	Data Pasien	Timer (menit)	Hasil Pengukuran Alat (mmHg)	Rata – rata Selisih
1	Andreas Agre, 19 tahun	0	109	4,66
		2	112	
		4	123	
2	Elizabet, 47 tahun	0	121	3,66
		2	116	
		4	122	
3	Ernalis, 70 tahun	0	130	3,33
		2	125	
		4	130	

Pengujian pada Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengukuran tekanan darah berulang menggunakan *timer* pada sistem memiliki perbedaan dari pengukuran pertama dengan pengukuran lanjutannya, dengan rata-rata selisih berkisar dari 3-5 mmHg. Hal ini dipengaruhi oleh waktu pengukuran, karna dalam pengujian

ini *timer* diatur 1x2 menit, maka hal itu mempengaruhi pada detak jantung pasien sehingga pada pengukuran lanjutannya mendapatkan hasil yang sedikit berbeda. Pengukuran tekanan darah secara berulang ini dilakukan pada pasien yang harus dilihat perubahan tekanan darahnya secara berkala untuk mengetahui kondisi kesehatan pasien, agar pengguna bisa mengambil tindakan yang terbaik untuk pasien.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa dari rancang alat pengukur tekanan darah otomatis berbasis *Internet Of Things*, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Sistem mampu memompa tekanan udara secara otomatis pada manset *cuff* yang dilakukan oleh motor DC, sehingga memberikan tekanan udara pada lengan pasien sebagai proses dalam pengukuran nilai tekanan darah pasien.
2. Sistem mampu memberikan hasil pengukuran tekanan darah pasien dari hasil pembacan tekanan udara yang dilakukan oleh sensor MPX10DP yang dikirimkan pada Arduino Uno sebagai *input*-an data dalam proses perhitungan nilai tekanan darah.
3. Sistem mampu melakukan pemrosesan data oleh Arduino Uno dengan menggunakan rumus perhitungan *Analog Digital Converter* (ADC) untuk mendapatkan hasil pengukuran tekanan darah, dengan keakurasian alat yaitu 95,4%.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa secara keseluruhan, adapun saran untuk pengembangan pada penelitian lanjutan adalah sebagai berikut :

1. Menambahkan fitur baru pada alat, sehingga alat bisa memiliki lebih banyak fungsi.
2. Merancang aplikasi yang lebih baik, agar *user* dapat menggunakannya senyaman mungkin, dan dapat menyimpan data pada aplikasi.
3. Meningkatkan keakuratan hasil pengukuran tekanan darah pada alat

REFERENCES

[1] Aditya, M. A. Riyadi dan Darjat, "Rancang Bangun Alat Pengukur Tekanan Darah Otomatis Pada Pergelangan Tangan Menggunakan Metode Oscillometry Berbasis Arduino Mega 2560," *Transient,* Vol. %1 dari %2Vol.5,No.1, pp. 1-7, 2016.

[2] Admin, "Blood Pressure," National Cancer Institute, [Online]. Available:https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/blood-pressure. [Diakses 14 November 2021].

[3] Admin, "MITT App Inventor," Antares, 2021. [Online]. Available:https://antares.id/id/mitappinventor2.html#:~:text=Penjelasan,layout%20dan%20komponen%20yang%20tersedia.. [Diakses 5 Maret 2022].

[4] E. Elviyana, A. E. Fahrudin dan I. Sugiwan, "Pengukur Tekanan Darah Otomatis Berbasis Android," *Jurnal Fisika FLUX,* Vol. %1 dari %2Vol.13,No.1, pp. 40-48, 2016.

[5] d. L. Felicia, "Tes Tekanan Darah," SehatQ, 18 Maret 2020. [Online]. Available: https://www.sehatq.com/tindakan-medis/tes-tekanan-darah. [Diakses 14 November 2021].

[6] M. H. Hersyah, Firdaus dan H. Nesya, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Otomatis Pengereman," *JITCE,* Vol. %1 dari %2Vol.02,No.01, pp. 41-50, 2018.

[7] H. Ismail, "Rancang Bangun Alat Monitoring Tensi Darah Berbasis IoT Menggunakan Mikrokontroller Berbasis Node MCU," *Skripsi,* 2021.

[8] A. Puji, "Berapa Tekanan Darah yang masih dianggap normal?," Hello Health Group, 15 Juli 2021. [Online]. Available: https://hellosehat.com/jantung/tekanan-darah-normal/. [Diakses 14 November 2021].

[9] S. Rheny, "Internet of Things (IoT) : Pengertian, manfaat, unsur, cara kerja, dan 4 contohnya," Ekrut Teknologi Utama, 14 September 2021. [Online]. Available: https://www.ekrut.com/media/internet-of-things. [Diakses 5 Maret 2022].

[10] Suryandari dan Yulia, "Survei IoT Healthcare Device," *Jurnal Sistem Cerdas,* Vol. %1 dari %2Vol.03,No.02, pp. 153-164, 2020.

[11] T. Widiyaman, "Pengertian Modul Wifi ESP8266," Warriornux, 31 Oktober 2021. [Online]. Available: https://www.warriornux.com/pengertian-modul-wifi-esp8266/. [Diakses 14 November 2021].

[12] L. A. S. J. Y.A Tadon, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tubuh, Detak Jantung, Dan Tekanan Darah Pada Manusia Berbasis Arduino Uno," dalam *Seminar Nasional Ilmu Fisika dan Terapannya, Universitas Nusa Cendana*, Kupang, 2021.

[13] E. Nuraeni, "Hubungan Usia dan Jenis Kelamin Beresiko Dengan Kejadian Hipertensi di Klinik X Kota Tangerang," *Jurnal JKFT : Universitas Muhammadiyah Tangerang,* Vol. %1 dari %2Vol.4,No.1, 2019.

[14] C. Fritz, "Defenition of a DC Motor," SCIENCING by leafGroup, 21 Juli 2017. [Online]. Available: https://sciencing.com/can-grease-brushes-electric-motor-7779664.html. [Diakses 14 November 2021].

[15] J. Nicholson, "How Does a Solenoid Work," SCIENCING by leafGroup, 13 Maret 2018. [Online]. Available: https://sciencing.com/a-solenoid-work-4567178.html. [Diakses 14 November 2021].

[16] A. K. Healthcare, "Bagian-Bagian Tensimeter Aneroid dan Fungsinya," Kobe Healthcare, 13 November 2020. [Online].Available:https://www.kobehealthcare.id/bagianbagian tensimeteraneroiddanfungsinya/#:~:text=Manset,kemudian%20akan%20mengempis%20dengan%20sendirinya. [Diakses 17 Januari 2022].

[17] d. A. Feliciana, "Pemilihan Cuff Tensimeter dalam Pengukuran Tekanan Darah," ALOMEDIKA, 2021. [Online]. Available: https://www.alomedika.com/pemilihan-cuff-

 https://doi.org/10.25077/chipset.4.01.23-35.2023

tensimeter-dalam-pengukuran-tekanan-darah. [Diakses 17 Januari 2023].

[18] Admin, "Fungsi LM2596 Serta Contohnya Sebagai IC Variable Power Supply," Rangkaian Elektronika, [Online]. Available: https://rangkaianelektronika.info/fungsi-lm2596-serta-contohnya-sebagai-ic-variable-power-supply/. [Diakses 17 Januari 2023].

[19] R. Abadi, "Saklar: Pengertian, Fungsi, Gambar, Simbol, Macam, Jenis," Thecityfoundry, 3 Januari 2023. [Online]. Available: https://thecityfoundry.com/saklar/. [Diakses 17 Januari 2023].

[20] A. Razor, "Buzzer Arduino : Pengertian, Cara Kerja, dan Contoh Program," ALDYRAZOR.COM, 26 Februari 2021. [Online]. Available: https://www.aldyrazor.com/2020/05/buzzer-arduino.html. [Diakses 17 Januari 2023].

[21] Admin, "Output Digital Mikrokontroler Dengan MOSFET," Elektrologi, 11 Juni 2018. [Online]. Available: https://elektrologi.iptek.web.id/output-digital-mikrokontroler-denganmosfet/#:~:text=IRF520%20adalah%20transistor%20jenis%20MOSFET,OUT%20pada%20gambar%20di%20atas.. [Diakses 17 Januari 2023].

[22] S. SB, "Baterai 18650," Sandi Elektronik, 1 Juni 2019. [Online].Available:https://www.sandielektronik.com/2018/12/baterai-18650.html. [Diakses 17 Januari 2023].

[23] Admin, "Menampilkan Text Pada LCD 16x2 I2C Arduino," Sinau Programming, 15 Oktober 2020. [Online]. Available: https://www.sinauprogramming.com/2020/10/menampilkan-text-pada-lcd-16x2-arduino.html. [Diakses 17 Januari 2023].

[24] Deri Andesta, Rian Ferdian, "Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroller Dan Modul GSM," *JITCE,* Vol.02,No.01, pp. 51-63, 2018.

[25]Kusuma Wardana, "ADC Pada Mikrokontroler AVR," TutorKeren.com, 20 November 2015. [Online]. Available: https://tutorkeren.com/artikel/adcpadamikrokontroleravr.htm#:~:text=Secara%20umum%2C%20nilai%20ADC%2010,(Vin%2FVref)*1023.. [Diakses 09 Februari 2023].

[26] Dicoding Intern, "Apa itu Fierbase?Pengertian, Jenis-Jenis, dan Fungsi Kegunaannya," Dicoding, 20 November 2020. [Online]. Available: https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-firebase-pengertian-jenis-jenis-dan-fungsi-kegunaannya/. [Diakses 09 Februari 2023]