

SISTEM MONITORING GELOMBANG OSILOMETRIK MENGGUNAKAN ARDUINO DAN SMARTPHONE

Muhammad Fawwaz Dynoeputra Isnandar¹, Barlian Henryranu Prasetyo^{*2}, Mochammad Hannats Hanafi Ichsan³

^{1,2,3}Universitas Brawijaya, Malang

Email: ¹innoefawwaz@student.ub.ac.id, ²barlian@ub.ac.id, ³hanas.hanafi@ub.ac.id

^{*}Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 01 Desember 2022, diterima untuk diterbitkan: 26 Desember 2022)

Abstrak

Tekanan darah terjadi ketika arteri pembuluh darah dipompa oleh jantung ke seluruh tubuh. Ada dua elemen penting yang dipertimbangkan untuk mengukur tekanan darah, yaitu sistolik dan diastolik. Sistolik adalah nilai tekanan darah ketika otot-otot di jantung mendorong darah dari jantung itu sendiri ke dinding arteri. Sedangkan diastolik adalah nilai tekanan darah pada saat otot-otot ventrikel jantung dalam keadaan istirahat. Di era modern, pengukuran tekanan darah menggunakan sinyal listrik dari sensor dan dianalisis untuk mengetahui kesehatan organ tubuh. Namun dalam praktiknya, sistem pemantauan tekanan darah hanya dapat didengar oleh dokter, tanpa direkam untuk analisis lebih lanjut. Untuk mengakhiri hal ini, kami mengusulkan sistem pengukuran tekanan darah yang tidak hanya mengukur tekanan darah tetapi juga memantau sinyal osilometrik ke dalam smartphone. Sinyal osilometrik diproses oleh Arduino UNO R3 dari sensor Tekanan MPX55500DP. Arduino diprogram untuk mengaktifkan pompa udara dan memompanya ke dalam manset. Kemudian, sinyal osilometrik ditransmisikan ke aplikasi smartphone Android. Kami menggunakan Modul Bluetooth HC-05 untuk mengirimkan data dari Arduino ke Smartphone Android.

Kata kunci: sistem monitoring, gelombang osilometrik, tensimeter, kesehatan

OSILOMETRIC WAVE MONITORING SYSTEM USING ARDUINO AND SMARTPHONE

Abstract

Blood pressure occurs when the arteries of blood vessels is pumped by the heart to the whole body. There are two important elements that is considered to measure the blood pressures, it is called systolic and diastolic. Systolic is a value of blood pressure when muscles on the heart pushes blood from the heart itself to the artery walls. Whereas, diastolic is a value of blood pressure when the heart ventricular muscles in the heart is resting. In the modern era, blood pressure measurement uses electrical signals from the sensor and be analyzed to determine the health of the organs. However, in practice, the blood pressure monitoring system only can be heard by doctor, without recorded it for more advanced analysis. To end this, we propose a blood pressure measurement system that is not only measure the blood pressure but it also monitors the the osylometric signal into smartphone. The osylometric signal is processed by Arduino UNO R3 from MPX55500DP Pressure sensor. The Arduino is programmed for enabling the air pump and pump it into cuff. Then, the osylometric signal is transmitted to a application of Android smartphones. We use a Bluetooth HC-05 Module to transmit data from the Arduino into Android Smartphone.

Keywords: monitoring system, blood pressure, sphygmomanometer, health

1. PENDAHULUAN

Tensimeter digital merupakan jenis tensimeter modern yang digunakan untuk menampilkan tekanan darah secara digital. Tensimeter digital bekerja berdasarkan metode *oscilometry* dimana sistole dan diastole pasien ditentukan menggunakan sensor tekanan sebagai transduser yang akan

mendeteksi tekanan darah dan perubahan sinyal osilasi akibat detak jantung (Fitrilina, 2013). Penentuan sistole dan diastole sebagai batas bawah dan atas tekanan darah dibutuhkan pengetahuan khusus. Oleh karena itu hanya tenaga medis seperti dokter dan perawat yang dapat dengan mudah mendengarkan batas sistole dan diastole

menggunakan stetoscope analog. Sehingga pada praktiknya, jika seseorang ingin memeriksakan kesehatan khususnya kadar tekanan darah dilakukan dengan mengunjungi pakar Kesehatan, klinik–klinik maupun rumah sakit (Sugiyarto, 2010).

Berdasarkan permasalahan yang tersebut, maka akan dirancang sebuah sistem monitoring yang mengimplementasikan cara kerja dari tensimeter untuk nantinya bisa dilihat secara langsung pada smartphone. Sistem monitoring yang dirancang terdiri dari Arduino UNO yang merupakan suatu papan board mikrokontroler yang berbasis Atmega328. Kemudian digunakan sensor MPX5500DP yang merupakan sensor untuk mendeteksi tekanan yang nantinya akan diaplikasikan ke dalam manset untuk mengetahui dan memonitoring tekanan darah. Dari tekanan darah dari tensimeter digital tersebut akan tersambung dengan Bluetooth module yang berfungsi untuk mengirimkan data dari Arduino yang tersambung ke tensimeter menuju smartphone berbasis Android.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Landasan Pustaka

Sebagai wadah wawasan dan perbandingan dalam mendukung jalannya penelitian, dilakukan kajian pustaka sebagai tolak ukur awal serta referensi dan sumber informasi pendukung dari penelitian yang berjalan. Beberapa penelitian lain sejenis yang digunakan sebagai referensi penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kajian Penelitian Terkait

No	Nama Peneliti (Tahun Penelitian), Judul Penelitian	Ringkasan Singkat Penelitian	Modul Sensor yang Digunakan Dalam Penelitian
1	Fitriati. (2015). Implementasi Aplikasi Alat Ukur Tekanan Darah Berbasis Platform Android Menggunakan BASIC4ANDR OID.	Didalam penelitian ini didapat tujuan yang sama yaitu mengukur tekanan darah yang berbasis platform Android, menggunakan BASIC4ANDR OID	Pulse Sensor MX5050GP, Bluetooth Module HC-05, Arduino Pro Mini
2	Rinaldi, Jalu. (2017). Perancangan dan Implementasi Alat Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Menggunakan Pulse Sensor Berbasis Android dan Website dengan	Membuat rangkaian tensimeter digital yang terintegrasi dengan Android dan menggunakan website dengan database MySQL agar bisa terintegrasi kedalam	Sensor Infrared Thermometer MLX90614, Bluetooth module HC-05, Arduino Pro Mini, LCD,

No	Nama Peneliti (Tahun Penelitian), Judul Penelitian	Ringkasan Singkat Penelitian	Modul Sensor yang Digunakan Dalam Penelitian
	Komunikasi Bluetooth.	berbagai macam platform	
3	Elviyana, E., Fahrudin, A.E., & Sugriwan, I. (2016). Pengukur Tekanan Darah Berbasis Android.	Penelitian ini menggunakan <i>pulse</i> sensor, sensor <i>pressure</i> MPX2100GP, pompa dan solenoid udara dalam perancangan tensimeter otomatis. Alat ini terhubung ke <i>smartphone</i> android menggunakan sensor Bluetooth HC-05	Sensor <i>Pressure</i> MPX2100GP, Pompa Udara, Solenoid, Bluetooth Module HC – 05, LCD
4	Tanjung, S.D. (2017). Tensimeter Digital Berbasis Arduino Dengan Transfer Data Berbasis Android Menggunakan Bluetooth	Digunakan <i>pressure</i> sensor MPX5050DP yang kemudian disambungkan dengan Arduino Uno serta implementasinya kedalam <i>smartphone</i> android menggunakan modul Bluetooth HC-05.	<i>Pressure</i> Sensor MPX5050DP, Arduino Uno, Bluetooth HC-05, Manset, LCD
5	Aloisa, Y. (2020). Rancang Bangun Tensimeter Digital Dengan Tampilan Grafik Pada Android Berbasis ATmega328	Merancang tensimeter digital yang menggunakan sensor tekanan MX5050DP, terhubung kedalam Arduino Uno. Tekanan darah didapatkan dengan memasukkan manset yang dipompa untuk memperoleh nilai tekanan darah tersebut. Hasil bacaan nilai ditampilkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada <i>smartphone</i> android.	<i>Pressure</i> Sensor MX5050DP, Arduino Uno, LCD, Modul Bluetooth HC-05

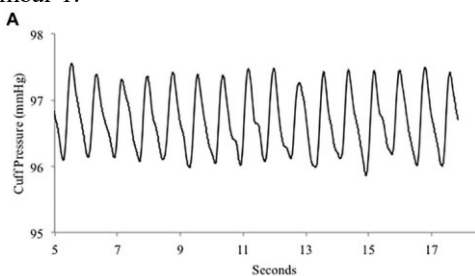
2.2 Osilometrik

Gelombang osilometrik telah menjadi standar klinis yang dipakai untuk penggunaan medis,

penggunaan rumahan serta umum. Pengukuran menggunakan osilometrik tidak memerlukan pelatihan berjam-jam serta sertifikasi secara berkala untuk menguji tekanan darah. Pengukuran menggunakan gelombang osilometrik ditemukan lebih dari 100 tahun yang lalu dan sampai sekarang digunakan sebagai standar dari pengukuran tekanan darah (Non Invasive Blood Pressure) hingga saat ini.

Metode ini diperkenalkan oleh Marey pada tahun 1876 dalam eksperimen dimana lengan manusia ditempatkan dan telapak tangan di sebuah tempat yang diisi air dan kemudian diterapkan tekanan pada tempat tersebut, dari situlah istilah osilasi digunakan saat pelepasan tekanan dilakukan pada tangan yang mengakibatkan pembuluh darah mengalir dengan maksimal atau deras dan menyebabkan osilasi pada tempat yang diisi air tersebut. Dan pada tahun 1969, dua orang bernama Poesy dan Geddes menunjukkan titik maksimum osilasi berkoresponden dengan MAP (*Mean Average Position*). Geddes menunjukkan bahwa titik dalam pengukuran gelombang osilometrik berkorelasi tidak hanya dengan *Mean Pressure*, tapi juga mendapatkan perhitungan sistole dan diastole.

Teknologi dan prinsip dari gelombang osilometrik masih digunakan hingga kini namun dengan pemrosesan yang lebih cepat dikarenakan perkembangan mikrokontroler dan mikroprosesor yang semakin canggih, begitu juga dengan kehadiran resolusi *Analog to Digital* converter yang makin tinggi, diimbangi dengan pemrosesan sinyal digital yang semakin diperbaharui untuk mengidentifikasi dan menganalisa gelombang osilometrik (Alpert, Quinn dan Gallick, 2014). Gelombang osilometrik dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Gelombang Osilometrik

2.3 Manset dengan Sensor MPX5500DP

Sensor MPX5500DP merupakan sensor tekanan udara. Sensor ini adalah sensor *strain gauge* jenis piezoresistif *transducer* berbahan silikon yang terintegrasi dalam sebuah chip yang memiliki tekanan 0 kPa – 500 kPa. Kemudian akan dilakukan perancangan Sensor MPX5500DP tersambung dengan manset dari tensimeter digital komersil untuk dilakukan akuisisi data. Sensor dan manset terhubung oleh selang berbahan silikon yang juga tersambung dengan pompa dan solenoid udara. Dalam perancangan sistem pompa berfungsi memasukkan udara kedalam manset. Lalu tekanan

dari manset tersebut akan dibaca oleh sensor untuk dapat memperoleh data pengukuran.

Dalam memperoleh data dari sensor dan manset diperlukan rumus konversi dari satuan bawaan sensor MPX5500DP yaitu KiloPascal (kPa) kedalam standar pengukuran tekanan darah yaitu *milimeter mercury* (mmHg). Rumus persamaan (1) adalah sebagai berikut.

$$1 \text{ kPa} = 7.50062 \text{ mmHg} \quad (1)$$

Setelah didapatkan rumus tersebut kemudian diimplementasikan kedalam kode program untuk dimasukkan ke Arduino Uno. Hasil kode program dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kode Program Manset dengan Sensor

No	Kode Program
1	<code>sensorVoltage=sensorValue1*(5.0 / 1023.0);</code>
2	<code>kPa=(sensorVoltage-0.2)/0.009;</code>
3	<code>mmhg=kPa*(7.50062);</code>

2.4 Akuisisi Data

Akuisisi data merupakan suatu proses mendapatkan perhitungan terhadap suatu objek. Proses perhitungan dalam penelitian ini dengan mengkonversi nilai bacaan data sensor MPX5500DP untuk mengubahnya menjadi satuan mmHg (*Milimeter mercury*) yang merupakan satuan pengukuran tekanan darah. Proses pengakuisisian data ini melibatkan beberapa komponen antara lain sensor tekanan udara MPX5500DP itu sendiri, pompa udara beserta solenoid udaranya, manset, mikrokontroler Arduino Uno, serta modul Bluetooth HC-05 dan *smartphone* Android.

Akuisisi data yang diawali dengan mendapatkan masukkan data dari manset pada lengan lalu kemudian dilakukan konversi satuan dari satuan sensor yaitu kPa kedalam mmHg pada mikrokontroler lalu hasil konversi tersebut akan dikirim oleh modul Bluetooth HC-05 dan kemudian tampil pada *smartphone* berbasis sistem operasi Android. Diagram alir dari secara umum proses akuisisi data ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Akuisisi Data

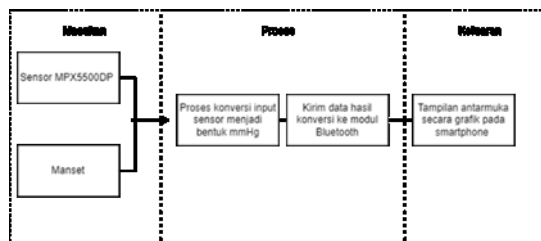
Tahapan dalam pengakuisisian data adalah mempersiapkan keseluruhan sistem yang meliputi sensor MPX5500DP dan juga manset. Setelah itu dibutuhkan subjek agar lengan bagian atas dimasukkan manset, lalu setelah manset tersebut berada di lengan subjek maka dilakukan pemompaan udara dari pompa ke manset. Manset yang terpompa akan dibaca oleh sensor MPX5500DP dan data tersebut diteruskan ke mikrokontroler. Pada mikrokontroler akan dilakukan konversi satuan agar data yang terbaca dapat tampil dalam satuan mmHg (*Milimeter mercury*). Setelah itu data tersebut akan dikirim dari mikrokontroler kedalam *smartphone* menggunakan modul Bluetooth HC-05. Kode program yang digunakan untuk mendapatkan data dari sensor dan mengirimnya melalui modul Bluetooth HC-05 tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Kode Program Akuisisi Data

No	Kode Program
1	<code>sensorValue =</code> <code>analogRead(sensorPin);</code>
2	<code>sensorVoltage = sensorValue1 *</code> <code>(5.0 / 1023.0);</code>
3	<code>kPa=(sensorVoltage-0.2)/0.009;</code>
4	<code>mmhg=kPa*(7.50062);</code>
5	<code>module bluetooth.println(mmhg);</code>

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Gambaran Umum



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

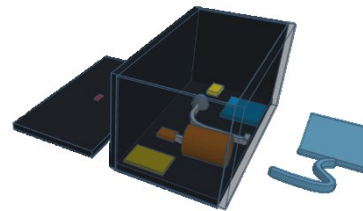
Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa secara fungsi, sistem terdiri dari 3 bagian utama. Pertama adalah masukan dari dua buah komponen, yang pertama adalah sensor MPX5500DP yang merupakan sensor pendeteksi tekanan udara terhubung dengan manset medis tensimeter digital yang direkatkan pada tangan lalu akan membaca masukkan data dari udara yang dipompa kedalam manset. Kemudian data diproses oleh mikrokontroler dan dikonversi menjadi mmHg. Langkah ketiga adalah mengirim data hasil konversi kedalam modul Bluetooth HC – 05 agar terhubung dengan *smartphone* Android.

3.2 Perancangan

Perancangan berfungsi sebagai awalan agar sistem monitoring tekanan darah menggunakan

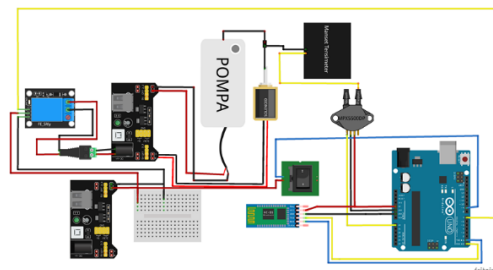
sensor tekanan udara MPX5500DP pada Arduino sesuai dengan kebutuha. Mikrokontroler Arduino Uno R3 yang berfungsi mengkonversi bacaan data sensor MPX5500DP dan menampilkan data dalam satuan mmHg (Milimeter mercury), dan modul Bluetooth HC-05 untuk mengirim data dari Mikrokontroler Arduino agar bisa dibaca didalam Smartphone berbasis sistem operasi Android.

Perancangan prototipe alat yang merupakan langkah dalam melakukan desain terhadap sistem yang nantinya diimplementasikan ke dalam bentuk wujud yang nyata. Perancangan prototipe terbagi atas 1 kotak proyek yang berbentuk persegi panjang sebagai wadah dalam menampung kebutuhan dari komponen perancangan yang dijelaskan pada bab sebelumnya. Contoh dari prototipe alat yang dirancang dapat dilihat Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan Sistem

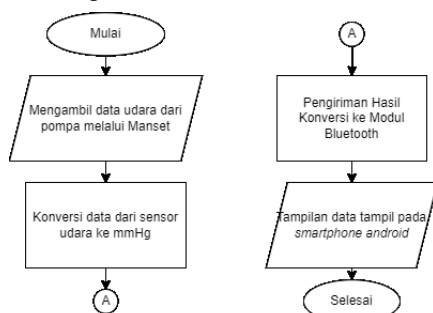
Rangkaian dari sistem monitoring ini dimulai dari proses masukan yang mengambil data dari manset yang dimasukkan lengan yang dipompa dan data tersebut ditangkap oleh sensor tekanan udara MPX5500DP dan kemudian akan diproses oleh Arduino dan nantinya akan ditampilkan pada lcd dan dikirimkan ke android melalui modul Bluetooth. Perancangan skematik dari keseluruhan sistem ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perancangan Skematik Perangkat Keras

Setelah prototipe dan perancangan perangkat keras dibuat, maka diperlukan perancangan perangkat lunak. Agar sistem dapat mencapai tujuan seperti yang dipermasalahkan, diperlukan sebuah perancangan perangkat lunak yang akan

dipakai oleh sistem. Perancangan sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Sistem

Saat sistem dijalankan maka sistem akan melakukan persiapan pada sensor tekanan udara MPX5500DP lalu akan dilakukan pemompaan kedalam manset oleh pompa udara yang tersambung pada sensor tekanan udara MPX5500DP tersebut. Setelah manset dipompa maka akan kemudian mendapatkan data dari sensor kedalam mikrokontroler dan akan dilakukan pengkonversian data bacaan dari sensor menjadi satuan mmHg. Selesai dikonversi maka diperlukan modul Bluetooth HC-05 untuk mengirim data tersebut kedalam smartphone berbasis sistem operasi Android secara koneksi Bluetooth.

Perancangan aplikasi antarmuka android ini akan dilakukan pembuatan aplikasi Android dengan menggunakan software berbasis open source yaitu MIT App Inventor. Dalam MIT App inventor ini akan dibuat tampilan antarmuka agar sesuai dengan kebutuhan fungsional yaitu dapat menampilkan grafik serta terdapat beberapa tombol dalam antarmuka sebagai pengatur fungsi untuk menyambungkan Bluetooth, serta memulai pembacaan data.

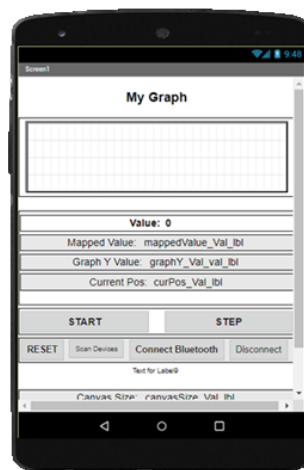
3.3 Implementasi

Implementasi dari prototipe alat berdasar pada penjelasan perancangan sebelumnya. Implementasi dari prototipe ini memakai kotak projek berbahan plastic yang berwarna hitam sebagai wadah untuk menampung semua komponen yang diperlukan dari penelitian ini. Implementasi dari prototipe alat dan keseluruhan sistem ini didapatkan hasil seperti ditunjukkan Gambar 7.



Gambar 7. Implementasi Keseluruhan Sistem

Lalu pada bagian implementasi pada perangkat lunak ini sebuah program ditulis untuk menguji sensor MPX5500DP, yang bertujuan agar dapat memastikan sensor tersebut bekerja atau tidak. Setelah dapat dipastikan bahwa sensor bekerja maka selanjutnya adalah dengan memprogram seluruh sistem agar dapat bekerja secara berkesinambungan. Di dalam kode program tersebut akan ada bagian yang mengkonversi nilai *default* dari sensor ke dalam bentuk satuan mmHg. Setelah itu akan dibuat antarmuka untuk dapat melihat tampilan *output* dari keseluruhan sistem pada *smartphone* berbasis Android menggunakan *software* berbasis web *open source* yaitu MIT App Inventor. Implementasi tampilan akhir dari antarmuka ini bisa dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Antarmuka Aplikasi Android

3. PENGUJIAN

3.1 Pengujian Pompa Udara dan Solenoid

Pengujian pompa udara dan solenoid yang merupakan satu kesatuan yang berfungsi melakukan pemompaan udara kepada manset yang direkatkan pada tangan agar nanti bisa diambil datanya dari sensor. Agar dapat menguji fungsi dari sensor maka akan dilakukan penyambungan kabel antara pompa udara dan solenoid dengan modul catudaya tambahan MB-102 (Tabel 4).

Tabel 4. Hubungan Pin Pompa Udara, Solenoid dan MB-102

PIN	POMPA UDARA	SOLENOID	MB-102
VCC	VCC	VCC	+
GND	GND	GND	-

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan menyalakan pompa udara dengan tombol switch yang tersambung pada mikrokontroler dan juga relay dan didapatkan hasil sebagaimana Table 5.

Tabel 5. Pengujian Pompa Udara dan Solenoid

TOMBOL	POMPA UDARA	SOLENOID
OFF	MATI	MATI
ON	MENYALA	MATI
OFF	MATI	MENYALA

Berdasarkan pengujian tersebut pada tahap pertama dengan posisi tombol *switch* pada posisi *off*. Pada saat *off* kedua pompa udara dan solenoid mati. Lalu saat tombol *switch* dinyalakan pada posisi *on* maka pompa udara akan menyala namun solenoid akan mati. Ketika sudah selesai melakukan pemompaan maka tombol *switch* akan ditekan kembali, dan pada saat bersamaan pompa udara akan mati namun solenoid akan menyala karena dibutuhkan pelepasan udara secara perlahan agar dapat dilakukan monitoring lebih lanjut.

3.2 Pengujian Sensor MPX5500DP

Pengujian dari sensor MPX5500DP dilakukan agar dapat menentukan apakah data yang masuk ke mikrokontroler dari sensor serta memeriksa apakah manset berfungsi terhadap sensor MPX5500DP tersebut. Pengujian dilakukan dengan memasukkan program yang sudah ditulis kedalam mikrokontroler, dengan hasil pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Sensor MPX5500DP

NO	Nilai <i>RAW</i> Analog Digital	Nilai Tekanan (kPa)
1	46	34
2	47	35
3	47	35
4	46	34
5	46	34
6	47	35
7	47	35
8	47	34
9	46	35
10	48	36

Dari tabel 6 dapat dianalisa bahwa pengujian sensor tekanan udara MPX5500DP sudah berfungsi dengan normal dan stabil serta memiliki nilai yang berbeda – beda. Hal ini membuktikan bahwa sensor berada dalam kondisi yang normal dan bisa melakukan pengukuran.

3.3 Pengujian Proses Pengkonversian Satuan

Pada pengujian proses pengkonversian Arduino Uno ini akan diuji program dan mikrokontroler Arduino itu sendiri akan proses pengkonversian dari nilai mentah atau nilai raw dari sensor menjadi satuan pengukuran standar dalam pengukuran darah yang merupakan satuan Milimeter Mercury (mmHg), seperti ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan hasil data mentah (*raw data*) dari sensor dan hasil setelah dilakukan pengkonversian dalam sumber kode yang dimasukkan dari IDE Arduino Uno kedalam mikrokontroler. Hasil tersebut dapat dilihat dalam serial monitor yang terdapat pada software Arduino IDE. Pada tabel sebelah kanan yaitu hasil setelah konversi menampilkan tampilan yang sudah

terkonversi menjadi satuan *mmHg* (Milimeter Mercury) dalam serial monitor Arduino IDE.

Tabel 7. Pengujian Pengkonversian Satuan

Hasil Sebelum Konversi	Hasil Setelah Konversi
> Raw A/D is 46	> 130.67
> Raw A/D is 47	> 126.60
> Raw A/D is 47	> 130.67
> Raw A/D is 46	> 126.60
> Raw A/D is 46	> 130.67
> Raw A/D is 47	> 130.67
> Raw A/D is 47	> 130.67
> Raw A/D is 47	> 134.75
> Raw A/D is 46	> 126.60
> Raw A/D is 48	> 134.75
> Raw A/D is 47	> 134.75
> Raw A/D is 47	> 134.75
> Raw A/D is 47	> 138.82

3.4 Pengujian Modul Bluetooth HC-05

Pengujian terhadap modul Bluetooth HC-05 berperan penting dalam pengiriman data dari mikrokontroler kedalam *smartphone* dengan menggunakan koneksi secara Bluetooth. Pengujian pada modul Bluetooth ini memiliki tujuan agar modul dapat berfungsi mengirimkan data yang didapat dari mikrokontroler kepada *smartphone*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian Modul Bluetooth HC-05

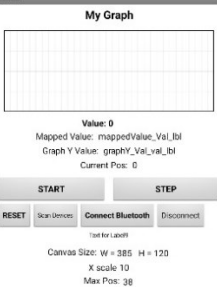

Proses	Hasil
Menyalakan Modul Bluetooth pada mikrokontroler	Modul menyala
Menyalakan Bluetooth pada <i>Smartphone</i>	Bluetooth HC – 05 terdeteksi
Melakukan koneksi dengan menekan HC-05 sebagai <i>device</i> yang tersedia	Proses pairing akan dilakukan
<i>Pairing</i> antara modul dengan <i>smartphone</i>	memasukkan sandi “1234” saat proses <i>pairing</i>

Hasil pengujian pada modul Bluetooth HC – 05 dengan mikrokontroler Arduino bahwa modul Bluetooth HC- 05 berfungsi sesuai kebutuhan dan dapat disambungkan dengan *smartphone* yang bersistem operasi Android.

3.5 Pengujian Antarmuka Aplikasi Android

Selanjutnya akan diujikan mengenai aplikasi yang sudah dirancang dan implementasikan menggunakan MIT App Inventor untuk kemudian dapat terhubung dengan mikrokontroler Arduino Uno serta modul Bluetooth HC-05. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui aplikasi android yang dirancang dengan MIT App Inventor dapat terhubung dengan modul Bluetooth HC-05 yang tersambung pada Arduino Uno. Hasil dan analisis pengujian pada antarmuka aplikasi Android ini dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengujian Antarmuka Aplikasi Android

Dokumentasi	Keterangan
	<p>Fitur Bluetooth dinyalakan pada <i>smartphone</i>.</p> <p>Kemudian membuka antarmuka aplikasi pada <i>smartphone</i> Android</p>
	<p>Jika sudah berhasil terkoneksi maka akan tampil status "Connected" pada antarmuka aplikasi</p>

Pengujian antarmuka aplikasi Android berhasil karena pada antarmuka sudah tampil status "Connected" yang menandakan bahwa modul Bluetooth HC-05 yang tersambung dengan Arduino Uno dengan antarmuka aplikasi sudah tersambung untuk kemudian bisa melakukan transmisi data.

3.6 Pengujian Keseluruhan Sistem

Dari pengujian yang dilakukan sebelumnya kemudian akan diuji integrasi fungsi seluruh sistem agar sesuai dengan tujuan sistem yaitu pompa udara dan solenoid dapat memompa udara pada manset yang direkatkan pada lengan. Kemudian hasil pemompaan udara tersebut akan diambil oleh sensor MPX5500DP dan dilakukan pengkonversian pada mikrokontroler Arduino Uno. Hasil pengkonversian tersebut nantinya akan dikirimkan ke *smartphone* Android untuk nantinya bisa dilihat menggunakan antarmuka aplikasi yang sudah dirancang untuk kemudian dilakukan monitoring dan penganalisaan lewat antarmuka *smartphone*, seperti disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Pengujian Keseluruhan Sistem

Proses	Keterangan	Parameter
Pemompaan manset	Melakukan pemompaan pada manset dengan pompa udara	Berhasil
Pembacaan data sensor	Sensor mampu membaca data masukan dari manset	Berhasil
Pengkonversian data dari Arduino	Melihat data masukan dikonversi menjadi mmHg	Berhasil
Melakukan koneksi Bluetooth	Mengkoneksikan Bluetooth dari Modul HC-05 pada <i>smartphone</i>	Berhasil
Tampilan Grafik	Mampu menampilkan tampilan grafik pada antarmuka aplikasi Android	Berhasil

Hasil pengujian keseluruhan sistem diatas dilakukan langkah pertama yaitu tahap persiapan semua komponen yang dibutuhkan yang terdiri dari Arduino Uno, manset, Pompa udara dan solenoid, modul Bluetooth HC-05, modul MB-102 serta *smartphone*. Kemudian tahap selanjutnya adalah memasukkan lengan kedalam manset, lalu akan dilakukan pemompaan udara ke dalam manset dengan memencet tombol *switch* ke posisi menyala. Pompa udara pun akan aktif dan memberi masukan udara kedalam manset. Disaat yang bersamaan akan dikoneksikan menggunakan modul Bluetooth HC-05 antara sensor MPX5500DP yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino Uno didalam *smartphone* Android. Lalu di buka aplikasi antarmuka pada *smartphone* yang sudah dibuat untuk dapat memonitor gelombang osilometrik lebih lanjut.

4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian sistem monitoring gelombang osilometrik menggunakan Arduino dan *smartphone* ini diperoleh kesimpulan pertama yaitu perolehan rancangan dari desain antarmuka manset dengan sensor MPX5500DP yaitu menggunakan manset, pompa udara dan solenoid dari tensimeter digital yang tersedia untuk umum. Langkah dalam mengakuisisi data dilakukan dengan menyiapkan perangkat keras yang terdiri dari Arduino Uno, manset, pompa udara dan solenoidnya, tambahan catudaya oleh modul MB-102, tombol *switch* dan relay untuk menjalankan pompa udara, dan modul Bluetooth HC-05. Dari Perangkat keras yang disebutkan sebelumnya diimbangi dengan perangkat lunak agar perangkat keras tersebut dapat berfungsi. Langkah pertama adalah mengunggah kode program yang diketik kedalam Arduino Uno. Setelah diunggah dapat dimulai proses akuisisi data.

Setelah tahap persiapan perangkat keras dan lunak maka akan dimulai dengan subjek manusia yang bagian lengan atasnya dimasukkan kedalam manset dan ditekan tombol *switch* agar pompa menyala. Data yang diambil dari manset ke sensor MPX5500DP yang terhubung Arduino akan dikirimkan ke *smartphone* menggunakan modul Bluetooth HC-05. Kemudian pada antarmuka *smartphone* Android akan tampil data dalam bentuk grafik.

Dari hasil rancangan dan implementasi antarmuka ini didapatkan hasil antarmuka yang cukup interaktif dengan opsi untuk memulai pembacaan data, menghentikan pembacaan data, reset tampilan grafik, memilih perangkat Bluetooth yang ingin dikoneksikan dan melakukan pemutusan hubungan Bluetooth.

DAFTAR PUSTAKA

ALOISA, Y., 2020. Rancang Bangun Tensimeter Digital Dengan Tampilan Grafik Pada

- Android Berbasis Atmega328 Skripsi Rancang Bangun Tensimeter Digital Dengan Tampilan Grafik Pada Android Berbasis Atmega328. [daring] hal.1–48. Tersedia pada: <<http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/28711>>.
- AIPERT, B.S., Quinn, D. dan Gallick, D., 2014. Oscillometric blood pressure: A review for clinicians. *Journal of the American Society of Hypertension*, [daring] 8(12), hal.930–938.<https://doi.org/10.1016/j.jash.2014.08.01>.
- ELVIYANA, E., FAHRUDIN, A.E. dan SUGRIWAN, I., 2016. Pengukur Tekanan Darah Otomatis Berbasis Android. *Jurnal Fisika FLUX*, [daring] 13(1), hal.40–48. Tersedia pada: <<http://ppjp.unlam.ac.id/journal/index.php/f/article/view/1922>>.
- FITRIATI., 2015. Implementasi Alat Ukur Tekanan Darah Berbasis Platform Android Menggunakan BASIC4ANDROID. *Skripsi*.
- FITHRIA, F., 2011. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kepatuhan Berobat pada Penderita Hipertensi di Klinik Sumber Sehat Indrapuri Aceh Besar. hal.56-66.
- IRAWAN, E.Y., 2011. *RANCANG BANGUN TENSIMETER DIGITAL UNTUK TUNA NETRA TUGAS AKHIR*.
- KUSUMANINGTYAS, Y.W., INDRATO, T.B., T.P, M.P.A. dan UTOMO, B., 2019. Digital Sphygmomanometer Based on Arduino Using TFT LCD Display. *Indonesian Journal of electronics, electromedical engineering, and medical informatics*, 1(1), hal.34–38. <https://doi.org/10.35882/ijeemi.v1i1.6>.
- NASUTION, E.P.N., 2018. Anatomi Jantung. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kepatuhan Berobat pada Penderita Hipertensi di Klinik Sumber Sehat Indrapuri Aceh Besar. hal.56-66.
- PUSPITASARI, A.J., ENDARKO, E. dan FATIMAH, I., 2019. Blood Pressure Monitor Design Using MPX5050GP Pressure Sensor and Visual C# 2010 Express. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 15(3), hal.99. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i3.4929>.
- SITORUS, N.B., 2019. Rancang bangun alat monitoring detak jantung dan tekanan darah berbasis arduino uno dalam aplikasi. *Skripsi*.
- SUGIYARTO, Y.B., 2010. Pengukur Tekanan Darah (Tensimeter) Digital Berbasis Mikro Atmega8535 Digital Blood Pressure Meter (Digital Tensimeter) Based on Mikro Atmega8535. hal.1–219.
- TANJUNG, S.D.P., 2017. Tensimeter Digital Berbasis Arduino Dengan Transfer Data Berbasis Android Melalui Bluetooth. hal.17.