

Rancang Bangun Tensimeter Digital Perekam Data Tekanan Darah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ESP32

¹Mohammad Fahrudin, ²Ghulam Asrofi Buntoro, ³Rhesma Intan Vidyastari

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah, Ponorogo
Jl. Budi Utomo No 10, Ponorogo 63471, Jawa Timur, Indonesia

¹mofa15092002@gmail.com, ²ghulam@umpo.ac.id, ³rhesma@umpo.ac.id

Abstract - Manual recording of blood pressure measurement results often causes delays in health services and opens up opportunities for data entry errors. This study aims to design and build an ESP32 microcontroller-based digital tensimeter capable of automatic measurements and real-time data recap through integration with an Android application and Google Spreadsheets. The device is developed using the oscillometric method to detect systolic and diastolic pressure non-invasively. The main components used include the MPX5050DP pressure sensor, micro air pump, solenoid valve, and OLED display. The system utilizes Wi-Fi connectivity on the ESP32 to send measurement results to a mobile application designed using MIT App Inventor, which then saves the data into a Spreadsheet-based database. Technical test results show that the MPX5050DP pressure sensor has a high accuracy rate with an average measurement difference of 0.632 mmHg compared to standard factory devices. In clinical testing divided by age group, an average systolic error of 3.48% and diastolic 2.28% was obtained for subjects under 50 years old. Meanwhile, in the age group over 50 years, the average systolic error increased to 6.97% and diastolic to 5.29%, which is influenced by physiological changes such as increased aortic stiffness in the elderly. Overall, this system successfully digitizes medical records automatically, quickly, and efficiently.

Keywords — blood pressure, digital tensimeter, ESP32, MPX5050DP, automatic data recap, mobile application

Abstrak—Pencatatan hasil pengukuran tekanan darah secara manual sering kali menimbulkan keterlambatan dalam pelayanan kesehatan dan membuka peluang terjadinya kesalahan input data. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah tensimeter digital berbasis mikrokontroler ESP32 yang mampu melakukan pengukuran secara otomatis serta memiliki kemampuan rekam data secara real-time melalui integrasi dengan aplikasi Android dan Google Spreadsheet. Perangkat ini dikembangkan menggunakan metode osilometrik untuk mendeteksi tekanan sistolik dan diastolik secara non-invasif. Komponen utama yang digunakan meliputi sensor tekanan MPX5050DP, micro air pump, solenoid valve, dan layar OLED. Sistem ini memanfaatkan konektivitas Wi-Fi pada ESP32 untuk mengirimkan hasil pengukuran ke aplikasi mobile yang dirancang menggunakan MIT App Inventor, yang kemudian menyimpan data tersebut ke dalam database berbasis Spreadsheet. Hasil pengujian teknis menunjukkan bahwa sensor tekanan MPX5050DP memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan rata-rata selisih pengukuran sebesar 0,632 mmHg dibandingkan dengan alat standar pabrikan. Pada pengujian klinis yang dibagi berdasarkan kelompok usia, diperoleh rata-rata error sistolik sebesar 3,48% dan diastolik 2,28% untuk subjek di bawah 50 tahun. Sementara itu, pada kelompok usia di atas 50 tahun, rata-rata error sistolik meningkat menjadi 6.97% dan diastolik 5.29%, yang dipengaruhi oleh perubahan fisiologis seperti peningkatan kekakuan aorta pada lansia. Secara keseluruhan, sistem ini berhasil melakukan digitalisasi rekam medis secara otomatis, cepat, dan efisien.

Kata Kunci—tekanan darah, tensimeter digital, ESP32, MPX5050DP, rekam data otomatis, aplikasi mobile

I. PENDAHULUAN

Tekanan darah merupakan indikator fundamental yang merepresentasikan kondisi kesehatan individu secara menyeluruh [1]. Secara fisiologis, tekanan darah diartikan sebagai dorongan aliran darah terhadap dinding pembuluh arteri saat jantung memompa, yang terbagi menjadi tekanan sistolik (saat otot jantung berkontraksi) dan tekanan diastolik (saat ventrikel mengalami relaksasi dan terisi darah). Kegagalan dalam mengontrol lonjakan tekanan darah berisiko tinggi memicu berbagai komplikasi fatal, mulai dari gagal jantung, penyakit pembuluh darah perifer, disfungsi ginjal, kerusakan dan perdarahan retina, hingga gangguan penglihatan. Hipertensi juga diakui sebagai pemicu utama penyakit jantung koroner dan stroke hemoragik[2].

Terdapat beragam faktor yang memengaruhi fluktuasi tekanan darah, salah satunya adalah asupan nutrisi. Konsumsi natrium berlebih memicu retensi cairan yang memperbesar volume plasma darah, sementara defisiensi kalium rentan menaikkan risiko hipertensi. Di samping itu, asupan magnesium sangat penting perannya dalam merelaksasi otot jantung, di mana defisiensi mineral ini lazim ditemui pada pasien hipertensi[3].

Selain nutrisi, faktor pemicu lainnya meliputi status gizi yang buruk, tingkat obesitas yang diukur melalui Indeks Massa Tubuh (IMT), serta pertambahan usia yang berbanding lurus dengan tingkat kerentanan terhadap hipertensi. Gaya hidup sedentari atau kurangnya aktivitas fisik, ditambah kebiasaan mengonsumsi makanan cepat saji yang sarat lemak, turut memperparah penumpukan lemak dalam tubuh yang berujung pada naiknya tekanan darah. Faktor psikologis seperti stres, keberadaan komorbiditas atau penyakit penyerta (seperti diabetes dan kelainan jantung), serta riwayat genetika keluarga juga memainkan peran yang sangat signifikan. Oleh karena itu, pemahaman mendalam terhadap deretan faktor tersebut amatlah krusial dalam upaya preventif dan penjagaan stabilitas tekanan darah agar senantiasa normal[3][4].

Kondisi tekanan darah diklasifikasikan ke dalam beberapa level: normal (di bawah 120/80 mmHg), pra-hipertensi (rentang 120-139/80-89 mmHg), hipertensi stadium 1 (rentang 140-159/90-99 mmHg), hingga hipertensi stadium 2 (mencapai lebih dari 160/100 mmHg). Guna menekan risiko penyakit kardiovaskular, tekanan darah harus selalu dipertahankan pada ambang normal melalui adopsi gaya hidup sehat, seperti manajemen stres, olahraga rutin, dan konsumsi gizi seimbang [3].

Permasalahan pencatatan manual ini sejalan dengan kendala pelayanan administrasi yang sering terjadi di berbagai fasilitas kesehatan, yang mana proses manual sering menyebabkan panjangnya antrean serta tingginya risiko kesalahan input data. Dalam praktiknya, pelayanan kesehatan kerap menghadapi tantangan besar untuk dapat memberikan layanan yang cepat, akurat, sekaligus efisien kepada masyarakat. Sebagai solusinya, penerapan otomatisasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) dan mikrokontroler telah terbukti efektif dalam meminimalisasi keterlibatan manual, meningkatkan keakuratan data, serta mempercepat keseluruhan durasi pelayanan di fasilitas medis[5].

Menjawab urgensi pemantauan pasien lansia di posyandu maupun fasilitas kesehatan lainnya, penelitian ini menawarkan solusi inovatif berupa pengembangan tensimeter digital otomatis berbasis mikrokontroler yang dibekali dengan sensor tekanan. Alat ini dirancang untuk mendistribusikan data hasil pengukuran secara nirkabel melalui sebuah aplikasi. Langkah otomatisasi ini amat selaras dengan cetak biru transformasi digital kesehatan di Indonesia, yang menitikberatkan pada integrasi sistem informasi guna mendongkrak kualitas dan efisiensi layanan. Kementerian Kesehatan RI bahkan telah menggulirkan platform terpadu bernama SATUSEHAT, bagian dari Indonesia Health Services (IHS), untuk mensinkronkan seluruh data dari beragam fasilitas dan aplikasi medis di tanah air. Transisi menuju e-health, termasuk adopsi Electronic Medical Record (EMR), secara riil terbukti mampu mengoptimalkan pelayanan dan memangkas waktu tunggu pasien secara signifikan[6][7].

Dengan demikian, fokus utama dari riset ini adalah perancangan tensimeter digital cerdas yang tidak sebatas mampu mengukur tekanan darah secara otonom, melainkan juga mengintegrasikan pengiriman datanya langsung ke aplikasi rekam medis berbasis Google Spreadsheet. Implementasi sistem ini diyakini mampu mempermudah tugas tenaga medis dalam mengelola data pasien, menjadikannya jauh lebih cepat, efisien, dan akurat jika dikomparasikan dengan rutinitas pencatatan manual [8][9].

II. Metode Penelitian

A. Studi Lapangan

Studi Lapangan dilakukan untuk memperkuat permasalahan yang diangkat melalui observasi langsung yang dilaksanakan pada Posyandu Lansia di Desa Munggung, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo.

B. Studi Literatur

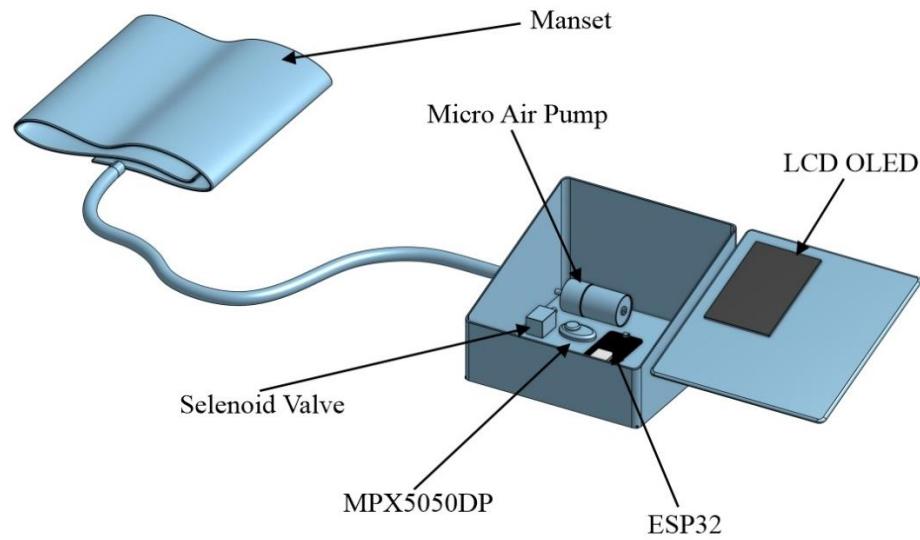
Studi literatur merupakan salah satu tahapan dalam penyusunan penelitian yang melibatkan eksplorasi sumber-sumber tulisan ilmiah, buku, dan jurnal. Proses ini bertujuan untuk merinci dan memahami konsep-konsep, teori dan

penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik yang sedang diteliti dan dengan mendapatkan wawasan dari literatur yang relevan.

C. Perencanaan Alat

Perencanaan alat berfungsi sebagai ilustrasi pengerjaan alat yang dilandasi dengan dasar teori, yang dibagi ke dalam tiga bagian utama:

1. Perencanaan Desain: Memvisualisasikan tata letak komponen secara ergonomis yang meliputi letak solenoid valve, micro air pump, sensor MPX5050DP, ESP32, hingga letak keypad dan layar LCD OLED.



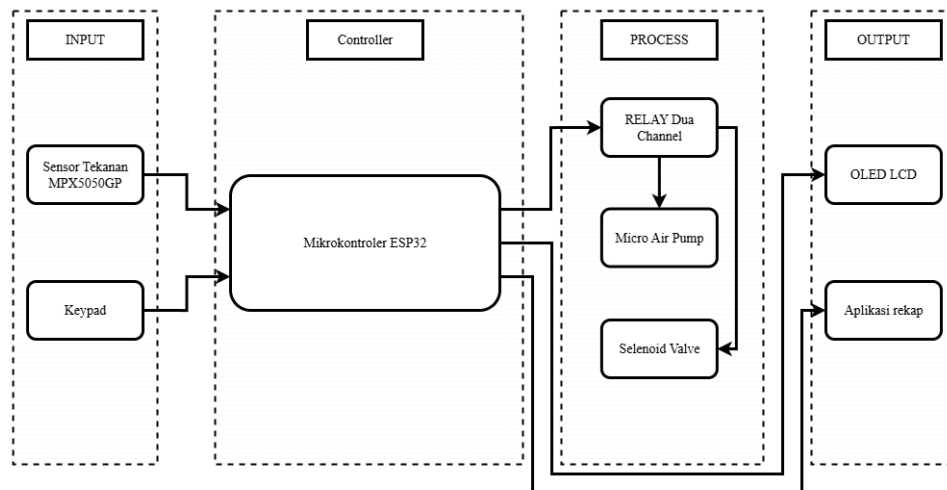
Gambar 1. Desain tiga dimensi alat

2. Kebutuhan Komponen: Menyusun daftar spesifikasi komponen utama yang dibutuhkan agar alat bekerja optimal, di antaranya mikrokontroler ESP32 32-bit, sensor tekanan MPX5050DP, micro air pump VRK-370SH, layar OLED 240x240 piksel, modul relay, dan baterai Li-Po.
3. Cara Kerja Alat: Menggunakan alur flowchart yang menjelaskan mekanisme alat mulai dari perangkat menyala, proses pemompaan udara hingga manset mencapai tekanan 180 mmHg, pembacaan tekanan, pemrosesan, hingga pengiriman data ke aplikasi rekap.

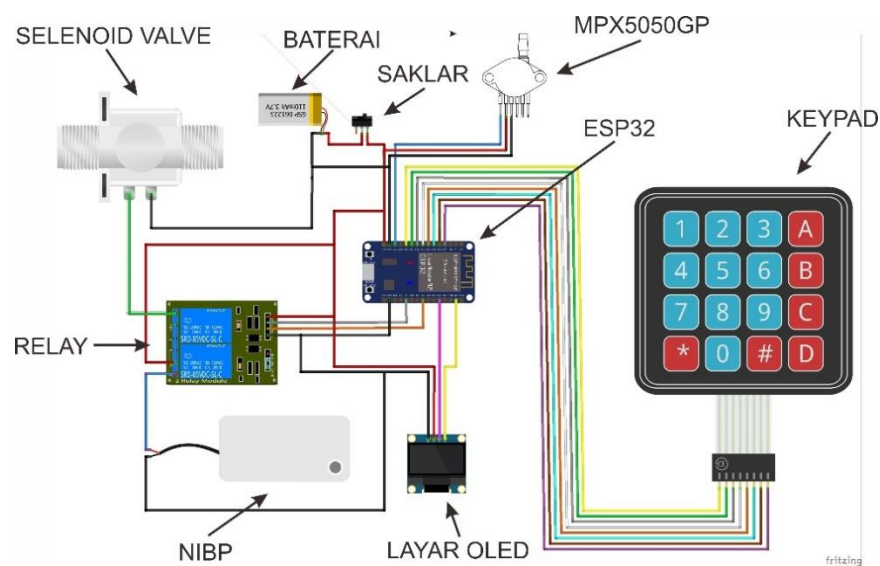
D. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Perancangan perangkat keras menggunakan konsep diagram blok yang menggambarkan interkoneksi antar perangkat dan proses.

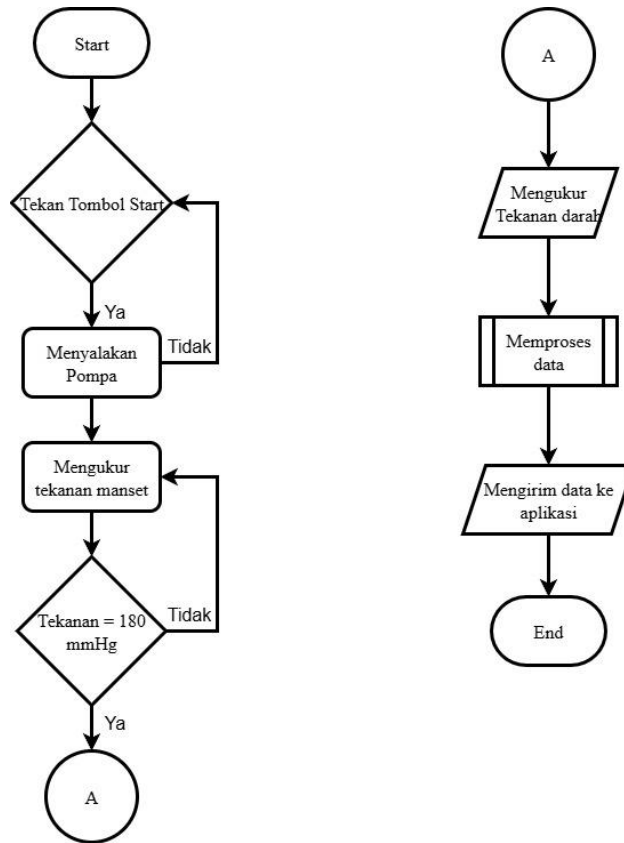


Gambar 2. Diagram Blok

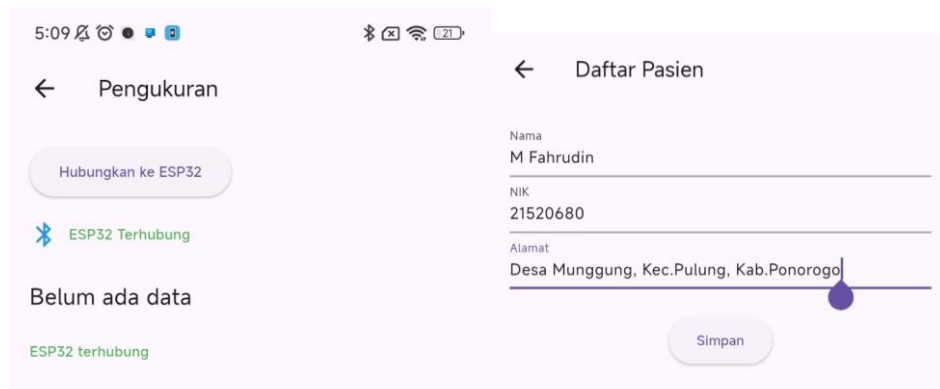


Gambar 3. Diagram Wiring

- Perancangan Perangkat lunak meliputi pembuatan program di Arduino IDE untuk mikrokontroler, pembuatan basis data pada Google Spreadsheet, dan desain antarmuka aplikasi Android.



Gambar 4. Flowchart cara kerja alat



Gambar 5. Tampilan Aplikasi Mobile

E. Pengujian Alat

Pengujian Alat merupakan tahap akhir untuk memastikan alat berfungsi sesuai dengan program yang direncanakan. Pengujian ini divalidasi dengan pendampingan tenaga medis dengan membandingkan pembacaan sensor terhadap sphygmomanometer melalui perhitungan persentase error.

F. Analisa Hasil

Analisa hasil merupakan kegiatan mengolah data yang diambil dari tahapan pengujian alat guna membuktikan kinerja fungsionalitas sistem agar dapat ditarik sebuah kesimpulan dan perbaikan di masa mendatang.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Studi Lapangan

Berdasarkan hasil studi lapangan dan observasi yang dilaksanakan di Posyandu Lansia Desa Mungging, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, yang juga mencakup wawancara langsung dengan kader posyandu, Mbak Putri, ditemukan bahwa pencatatan hasil pengukuran tekanan darah pasien masih dilakukan secara konvensional atau manual. Kondisi ini sering kali menimbulkan antrean dan keterlambatan dalam pelayanan kesehatan, serta membuka peluang yang besar terhadap terjadinya kesalahan pencatatan data oleh tenaga medis maupun kader posyandu. Temuan dari observasi lapangan dan wawancara ini secara langsung memperkuat urgensi perlunya solusi teknologi berupa tensimeter digital yang mampu melakukan otomatisasi pengiriman dan perekapan data pasien secara langsung.

B. Studi Literatur

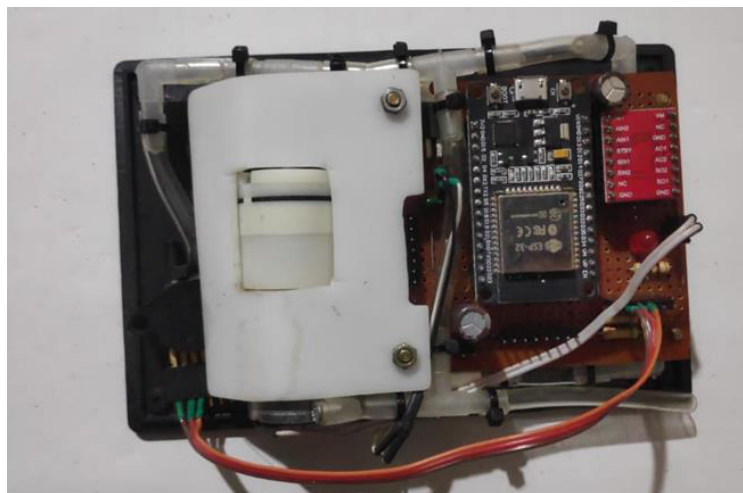
Pengembangan alat ini didukung oleh beberapa tinjauan literatur dari penelitian terdahulu yang relevan. Penelitian yang dilakukan oleh Brylliano Maza Putra dkk. sebelumnya telah merancang sistem monitoring tekanan darah memanfaatkan gelombang osilometrik dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor MPX5050[3].

Gelombang osilometrik sendiri telah menjadi standar klinis yang dipakai untuk penggunaan medis, penggunaan rumahan, serta umum karena pengukurannya tidak memerlukan pelatihan berjam-jam. Pendekatan sinyal osilometrik ini kemudian diproses untuk mencari nilai *Mean Arterial Pressure*, *systole*, dan *diastole* dengan menggunakan metode *Maximum Amplitude Algorithm*[3].

Selain itu, studi oleh Aditya Wardhani dkk. juga mengembangkan alat monitoring portabel dengan *output* suara berbasis ESP8266 dan platform IoT ThingSpeak[10]. Teknologi Internet of Things (IoT) sendiri merupakan sebuah konsep di mana objek atau perangkat fisik yang diintegrasikan dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi komunikasi dapat saling terhubung untuk mengumpulkan serta bertukar data secara real-time melalui jaringan internet, sehingga sangat efisien memfasilitasi otomatisasi dan pemantauan medis dari jarak jauh [11]. Melengkapi kekurangan dari literatur tersebut, penelitian ini difokuskan pada penggunaan mikrokontroler yang lebih mutakhir, yakni ESP32, untuk memproses data dari sensor MPX5050DP, yang kemudian langsung diintegrasikan dengan aplikasi Android buatan MIT App Inventor dan *Google Spreadsheet* guna keperluan otomatisasi rekam medis yang utuh.

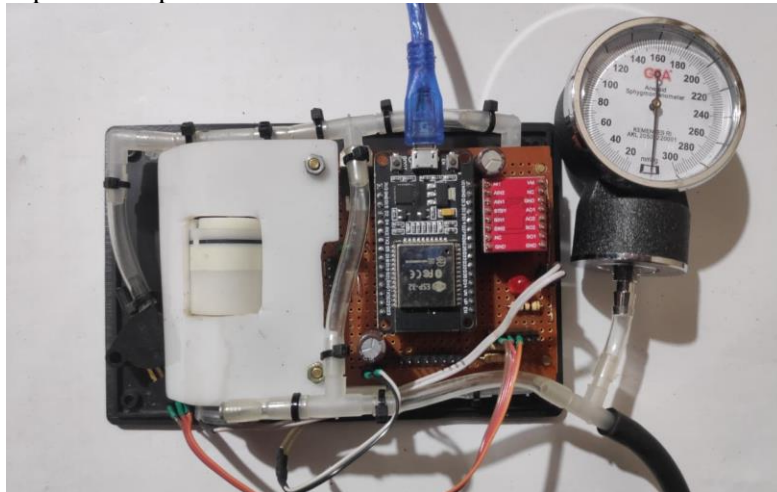
C. Hasil Perancangan dan Kinerja Alat

Rancang bangun sistem tensimeter digital ini meliputi keberhasilan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Komponen perangkat keras meliputi mikrokontroler ESP32, sensor tekanan MPX5050DP, micro air pump, solenoid valve, modul relay, dan layar OLED 240x240 piksel. Sistem distribusi aliran udara dirancang menggunakan selang berdiameter 4,7 mm yang menghubungkan pompa, manset, dan sensor tanpa adanya kebocoran tekanan udara yang bisa memengaruhi akurasi. Pada sisi perangkat lunak, sistem dibuat dengan skrip dari Arduino IDE, aplikasi mobile dibuat dengan MIT App Inventor, dan memanfaatkan Apps Script untuk basis data di Google Spreadsheet.



Gambar 6. Hasil Perakitan Seluruh Komponen

Pengujian akurasi sensor tekanan MPX5050DP dilakukan dengan memberikan nilai tekanan uji dan membandingkan hasil bacaannya dengan sphygmomanometer. Rincian hasil pengujian sensor menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik, dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 7. Pengujian Sensor Tekanan

Tabel 1. Perbandingan sensor tekanan dengan sphygmomanometer

No.	Sensor tekanan (mmHg)	sphygmomanometer (mmHg)	ΔS (mmHg)
1.	20.96	20	0.96
2.	40.5	40	0.5
3.	60.15	60	0.15
4.	80.3	80	0.3
5.	101.0	100	1
6.	120.7	120	0.7
7.	140.37	140	0.37
8.	160.94	160	0.94
9.	180.48	180	0.48
10.	200.92	200	0.92
Rata-rata selisih pengukuran			0.632

Data pada Tabel 1 menunjukkan rata-rata selisih pengukuran sensor adalah sebesar 0,632 mmHg. Nilai tersebut membuktikan bahwa perancangan sensor telah layak dengan selisih bacaan maksimal berada pada rentang ≤ 4 mmHg. Pengujian klinis pengukuran tekanan darah dibagi ke dalam dua kelompok usia, yaitu di bawah 50 tahun dan di atas 50 tahun, guna mengetahui respon alat terhadap perbedaan fisiologis. Seluruh proses pengujian divalidasi langsung di bawah pendampingan tenaga medis. Persentase kesalahan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$error = \left(\frac{\text{pengukuran sensor} - \text{pengukuran terstandar}}{\text{pengukuran terstandar}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Berdasarkan data yang diperoleh, persentase error sistolik dan error diastolik dihitung untuk setiap partisipan guna menentukan tingkat akurasi alat. Hasil akhir pada kelompok usia di bawah 50 tahun menunjukkan nilai rata-rata error sistolik sebesar 3,48% dan rata-rata error diastolik sebesar 2,28% . Hal ini mengindikasikan bahwa alat memiliki tingkat akurasi yang tinggi pada kelompok usia muda karena kondisi pembuluh darah yang cenderung lebih elastis. Tabel 2. Hasil Pengukuran Tekanan Darah Kelompok Usia di Bawah 50 Tahun.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tekanan Darah Kelompok Usia di Bawah 50 Tahun

No.	Partisipan	Usia	Sistolik Sensor	Diastolik Sensor	Sistolik Standar	Diastolik Sensor	Error Sistolik	Error Diastolik
1.	Dimas	19	102	66	98	68	4.08	2.94
2.	Rina	20	115	86	110	88	4.55	2.27
3.	Riska	31	103	68	100	69	3.00	1.45
4.	Rudin	23	123	89	127	86	3.15	3.49
5.	Sodik	39	117	82	114	81	2.63	1.23
Rata-rata Error							3.48	2.28

Pada pengujian kelompok usia lansia (usia di atas 50 tahun), tercatat adanya peningkatan rata-rata error sistolik menjadi 6,97% dan rata-rata error diastolik menjadi 5,29%. Peningkatan variansi bacaan ini selaras dengan teori medis yang menyatakan bahwa seiring bertambahnya usia, terjadi perubahan fisiologis pada sistem arteri. Peningkatan kekakuan aorta pada lansia memengaruhi dinamika aliran darah yang mengalir, sehingga penangkapan getaran oleh sensor tekanan sedikit terpengaruh [7].

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tekanan Darah Kelompok Usia di Atas 50 Tahun

No.	Partisipan	Usia	Sistolik Sensor	Diastolik Sensor	Sistolik Standar	Diastolik Sensor	Error Sistolik	Error Diastolik
1.	Wagiyarti	51	130	83	124	86	4.84	3.49
2.	Miserun	59	135	75	132	81	2.27	7.41
3.	Sartono	55	123	85	143	81	13.99	4.94
4.	Sunyoto	65	130	72	135	77	3.70	6.49
5.	Tukirah	56	144	98	163	112	11.66	12.50
Rata-rata Error							5.29	6.97

Secara keseluruhan, data pada Tabel menunjukkan bahwa performa alat cenderung lebih stabil dan akurat pada subjek di bawah usia 50 tahun. Peningkatan persentase kesalahan pada kelompok usia di atas 50 tahun selaras dengan teori medis yang menyatakan adanya perubahan fisiologis pada sistem arteri, khususnya peningkatan kekakuan aorta pada Pasien diatas umur 50 tahun, yang dapat memengaruhi dinamika aliran darah dan pembacaan sensor tekanan.

D. Evaluasi Fungsional dan Uji Coba Lapangan

Tahapan pengujian pada sistem ini pada dasarnya bersifat uji coba awal yang berfokus pada evaluasi fungsional dan uji coba lapangan guna memastikan kesiapan serta keandalan alat sebelum diimplementasikan secara penuh. Evaluasi fungsional dilakukan pada sisi perangkat lunak, yakni integrasi antara hardware ESP32, aplikasi Android, dan Google Spreadsheet.

Uji coba membuktikan bahwa modul Bluetooth pada ESP32 berhasil terhubung dengan stabil ke smartphone, ditandai dengan status "ESP32 Terhubung" pada antarmuka aplikasi. Fungsionalitas aplikasi yang terdiri dari menu "Daftar Pasien", "Data Pasien", dan "Pengukuran" juga berjalan dengan baik. Sementara itu, sebagai bentuk uji coba lapangan, saat sistem digunakan secara langsung, tenaga medis dapat dengan mudah menginput identitas pasien baru (Nama, NIK, dan Alamat), yang kemudian akan langsung disinkronkan dengan angka ukuran tekanan darah (Sistolik, Diastolik, Heart Rate) yang dikirim oleh alat ukur. Melalui pemicu Apps Script, seluruh rekam data tersebut berhasil terkirim dan ditata secara otomatis ke dalam database Google Spreadsheet berbasis cloud. Evaluasi akhir dari uji coba awal ini menunjukkan bahwa keseluruhan sistem 100% mampu mengotomatisasi proses perekapan medis dan menawarkan kemudahan tambahan pencetakan dokumen rekam medis ke dalam format PDF, implementasi sistem dalam skala yang lebih luas tetap memerlukan eskalasi ukuran sampel pengujian guna memvalidasi stabilitas dan konsistensi sistem.

IV. KESIMPULAN

Setelah melaksanakan proses pembuatan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa rancang bangun sistem tensimeter digital berbasis ESP32 dengan rekap data otomatis telah berhasil memenuhi tujuan yang direncanakan. Sistem ini mengandalkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang mengoordinasikan sensor tekanan MPX5050DP, micro air pump, dan solenoid valve untuk memompa manset hingga tekanan 180 mmHg dan mengosongkannya secara terkontrol guna mendeteksi osilasi pembuluh darah. Melalui pemrosesan data menggunakan metode osilometrik, alat ini terbukti akurat dengan rata-rata selisih pengukuran teknis hanya sebesar 0,632 mmHg dibandingkan alat standar, serta menghasilkan error klinis sistolik sebesar 3,48% pada kelompok usia di bawah 50 tahun dan 5,29% pada usia di atas 50 tahun, diiringi error diastolik sebesar 2,28% (< 50 tahun) dan 6,97% (> 50 tahun). Sebagai upaya digitalisasi pemantauan kesehatan, sistem ini juga berhasil diintegrasikan dengan aplikasi Android via Bluetooth dan Google Spreadsheet via Wi-Fi, sehingga memungkinkan tenaga medis untuk menginput identitas pasien (Nama, NIK, alamat), menerima hasil pengukuran secara instan, menyimpannya secara otomatis ke cloud, hingga mencetak riwayat medis dalam format PDF untuk mempermudah pengelolaan data.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] SETKAB, "Sekretariat Kabinet Republik Indonesia | Kemenkes Luncurkan Platform SatuSehat - Sekretariat Kabinet Republik Indonesia." Accessed: May 25, 2025. [Online]. Available: <https://setkab.go.id/kemenkes-luncurkan-platform-satusehat/>
- [2] A. N. Wulandari and D. Samara, "Tekanan Darah Sistolik Lebih Tinggi Pada Sore Daripada Pagi Hari Pada Usia 45-65 Tahun," *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, vol. 8, no. 2, pp. 377–386, 2023, doi: 10.25105/pdk.v8i2.16220.
- [3] B. H. Prasetyo, B. M. Putra, and D. Syauqy, "Sistem Monitoring Tekanan Darah Berbasis Maximum Amplitude Algorithm Menggunakan Android Secara Realtime," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 7, pp. 1417–1424, 2023, doi: 10.25126/jtiik.1077951.
- [4] M. Saragih and I. Karimah, "Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Hipertensi Pada Dewasa Muda," *Jurnal Ners*, vol. 7, no. 1, pp. 573–577, 2023, doi: 10.31004/jn.v7i1.14077.
- [5] S. Rahayu, B. Kristinawati, A. Maliya, and A. Syafriati, "Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Cek SehatMu Dalam Rangka Pengelolaan Tekanan Darah dan Gula Darah," *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, vol. 4, no. 2, pp. 131–137, 2025, doi: 10.59025/1yb56r58.
- [6] Espressif Systems, "ESP32 Series," *Esp32*, pp. 1–65, 2021, [Online]. Available: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s2_datasheet_en.pdf
- [7] A. Hafidz and Afriyudi, "Aplikasi rekam medis berbasis website," no. 3, pp. 495–505, 2023.
- [8] F. F. Rooswita, T. Rahmawati, and S. Syaifudin, "A Two-Mode Digital Pressure Meter Equipped With An Automatic Leak Test Using MPX5050gp And MPXv4115vc6u Sensors," *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 2, no. 2, pp. 80–85, 2020, doi: 10.35882/jeeemi.v2i2.7.
- [9] A. Y. Darmawan, D. L. Antonia, P. R. Angka, L. Agustine, and Y. Yuliati, "Perancangan Tensimeter Digital dan Pengiriman Data Ke Monitoring Pusat," *Widya Teknik*, vol. 5, no. 2, pp. 82–88, 2022, doi: 10.33508/wt.v2i2.4477.
- [10] A. Wardhani, T. Anggraini, Y. Yultrisna, Z. Hendri, and R. Nandika, "ALAT MONITORING PENGUKURAN TEKANAN DARAH PORTABLE DENGAN OUTPUT SUARA BERBASIS IoT," *Sigma Teknika*, vol. 6, no. 2, pp. 420–426, 2023, doi: 10.33373/sigmateknika.v6i2.5676.
- [11] I. W. Ramadhan, Firdaus, and S. Adinandra, "Penerapan IoT dalam Sistem Monitoring Kesehatan: Inovasi dan Implementasi," *Techno.Com*, vol. 23, no. 4, pp. 763–772, Nov. 2024.