



Penerapan IoT pada Prototipe Pengukur Tekanan Darah Non-Invasive Berbasis ESP8266

Sofyan Islamy^{1*}, Wahyu Ramadhani Gusti², Masduki Zakariyah³ 

^{1,2,3} Prodi Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received December 28, 2022

Accepted August 13, 2023

Available online October 25, 2023

Kata Kunci:

IoT, Tekanan Darah, Non-Invasive, ESP8266

Keywords:

IoT, Blood Pressure, Non-Invasive, ESP8266.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Salah satu masalah bagi penderita Hipertensi yang terjadi di Indonesia yaitu pemantauan tekanan darah secara berkala di instansi kesehatan. Masalah tersebut dapat diatasi dengan pemanfaatan teknologi IoT dalam bidang kesehatan, guna mempermudah pemantauan tekanan darah bagi pasien hipertensi secara realtime dan jarak jauh. Penelitian ini bertujuan menerapkan konsep IoT pada prototipe pemantau tekanan darah portabel non-invasive. Metode pengembangan prototipe mengadaptasi metode RnD menggunakan model konstruksi 4 tahapan, yaitu tahap analisis dan identifikasi kebutuhan, perancangan, pembuatan dan tahap pengujian. Penelitian ini bersubjek pada beberapa sample manusia dengan tingkat umur dan jenis kelamin yang berbeda. Pengujian prototipe dilakukan 2 tahap, yaitu fungsi kerja sensor dan pengujian keseluruhan. Hasil pengujian fungsi kerja pengukuran tekanan darah oleh sensor MPX5700AP mendapatkan presentase ketelitian sebesar 97,69%. Hasil pengujian secara keseluruhan pada prototipe menunjukkan rata-rata selisih pengiriman data oleh ESP8266 pada platform IoT ThingSpeak selama 1,8 detik. Dengan demikian penerapan IoT pada prototipe pengukur tekanan darah dapat digunakan, karena menunjukkan pengukur tekanan darah mendapatkan hasil kerja yang stabil, dan pengiriman data pada platform IoT menunjukkan selisih tidak terlalu signifikan.

ABSTRACT

One of the problems for people with hypertension that occurs in Indonesia is regular monitoring of blood pressure in health institutions. This problem can be overcome by utilizing IoT technology in the health sector, to make it easier to monitor blood pressure for hypertensive patients in real time and remotely. This study aims to apply the IoT concept to a prototype non-invasive portable blood pressure monitor. The prototype development method adapts the RnD method using a 4-stage model construction, namely the analysis and requirements stage, design, manufacture and testing stage. This research was subjected to several human samples with different age and sex levels. Prototype testing is carried out in 2 stages, namely the sensor work function and overall testing. The results of testing the work function of measuring blood pressure by the MPX5700AP sensor get a percentage accuracy of 97.69%. The overall test results on the prototype show that the average difference in data transmission by ESP8266 on the ThingSpeak IoT platform for 1.8 seconds, as well as the application of IoT to the blood pressure meter prototype can be used, because it shows that the blood pressure meter gets stable work results, and delivery data on the IoT platform shows a less significant advantage.

1. PENDAHULUAN

Internet dalam kehidupan sehari-hari memiliki peran penting dalam diberbagai aspek kebutuhan masyarakat. Menggunakan internet, berbagai informasi dapat di peroleh dan disebar luaskan, serta kemudahan dalam komunikasi dapat dilakukan (Berasa & Atabiq, 2020; Lasera & Wahyudi, 2020). Disamping itu, penerapan teknologi internet dimanfaatkan di berbagai metode penggunaannya, salah satunya dikenal dengan *Internet of Things (IoT)*. IoT merupakan model komunikasi bersama dan terintegrasi pada jaringan untuk tujuan tertentu, yang implementasinya berupa perangkat fisik maupun virtual terhubung (Kaur & Kaur, 2017; Raja et al., 2018). Konsep teknologi IoT membutuhkan konektivitas internet yang terhubung secara *realtime* dan dapat dimanfaatkan dengan baik (Efendi, 2018; Samsugi et al., 2018). Penggunaan IoT telah banyak diterapkan di berbagai bidang, salah satunya pada bidang kesehatan. Semakin banyak penerapan teknologi pada bidang kesehatan memberikan respon terhadap masalah kesehatan yang di alami seseorang (Sulistiyawan, 2021; Wahyu, 2022).

Salah satu masalah kesehatan yang terjadi dinegara berkembang seperti Indonesia yaitu penyakit Hipertensi yang ditengarai oleh masalah pada tekanan darah (Susanty et al., 2022; Tabatabaei-Malazy et al., 2015). Penyakit hipertensi sering disebut *Silent Killer* atau "Pembunuh Tersembunyi" dalam bidang kesehatan, dikarenakan penyebab aslinya tidak dapat diketahui dan tanpa gejala apapun tetapi dapat

*Corresponding author.

E-mail addresses: sofyanislamy25@gmail.com (Sofyan Islamy)

menyebabkan penyakit komplikasi lain, seperti penyakit jantung, ginjal, stroke, kebutaan, dan bahkan hingga kematian (Aulia, S. O. et al., 2022; Saputra & Al Amin, 2022). Menurut data dari organisasi kesehatan internasional WHO (World Health Organization) pada tahun 2015 ada sebanyak 1,13 milyar orang didunia yang menderita hipertensi, data menunjukkan setidaknya 1 dari 4 pria dan 1 dari 5 wanita mengalami hipertensi. Hipertensi terjadi diikuti dengan tekanan darah yang tidak normal atau melebihi batas normal, tingkat tekanan darah bervariasi berdasarkan usia, aktivitas fisik, dan perubahan posisi, pada orang dewasa tekanan darah normal adalah 120/80 mmHg, sedangkan pada anak-anak nilainya lebih rendah dari pada orang dewasa (Abaa et al., 2017; Amiruddin et al., 2015). Tekanan darah penting karena bagian dalam sistem tubuh manusia, yaitu kekuatan pendorong darah agar menyebar keseluruh organ tubuh untuk memberikan darah segar yang mengandung oksigen dan nutrisi yang dibutuhkan (Christopher & Dinata, 2022; Saputro et al., 2017).

Bagi pihak medis pengukuran tekanan darah merupakan salah satu indikator dalam memantau kesehatan manusia dan membantu untuk mengevaluasi status pada pasien serta mendiagnosa penyakit. Saat ini pengukuran tekanan darah dapat dilakukan dengan mudah oleh siapapun menggunakan alat yang dinamakan Tensimeter. Penggunaan tensimeter pada umumnya sangatlah mudah khususnya tensimeter digital, dikarenakan berkembangnya teknologi medis memudahkan pengguna dalam pengoperasiannya (Lesmana, 2018; Ughi & Dewanto, 2017). Namun bagi penderita penyakit hipertensi pengukuran tekanan darah harus secara rutin dipantau oleh pihak medis di instansi kesehatan seperti RS atau Puskesmas. Maka dari itu pemantauan secara jarak jauh pada pengukur tekanan darah untuk memudahkan penderita hipertensi sangat dibutuhkan, apalagi diawal masa pandemi covid-19 sampai saat ini pemantauan secara jarak jauh sangat diperlukan demi menghindari kontak langsung antar pihak medis dengan pasien dalam mengukur tekanan darah (Masykuroh et al., 2021; Sulista, A. et al., 2021).

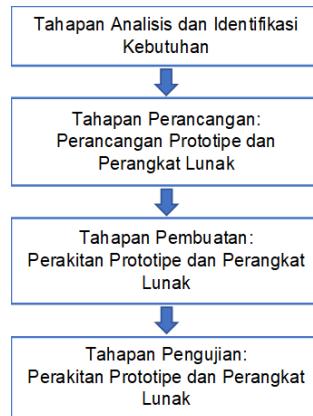
Pengembangan teknologi yang diharapkan dapat menerapkan IoT secara realtime dapat dimanfaatkan dengan baik pada alat pemantau tekanan darah (Handayani et al., 2022; Kamajaya et al., 2023). Secara garis besar terdapat 2 metode dalam pengukuran tekanan darah, yaitu metode langsung dan tidak langsung. Pengukuran secara langsung (invasive) dilakukan dengan memasukan alat pengukur pada jarum kemudian ditusukan ke arteri. Sedangkan pengukuran tidak langsung (non-invasive) dilakukan menggunakan alat tensimeter dan stetoskop (Lesmana, 2018; Ughi & Dewanto, 2017). Metode non-invasive merupakan metode yang sering digunakan karena mudah dalam pelaksanaannya, metode ini menggunakan sensor optik untuk mendeteksi dan merekam pulsa pada bagian tubuh manusia. Metode non-invasive memanfaatkan pulsa-pulsa yang timbul pada arteri pembuluh darah, sehingga nilai tekanan sistolik dan diastolik sepenuhnya di hasilkan melalui perhitungan menggunakan sensor yang terdapat pada alat (Hendrayana et al., 2016; Kandou et al., 2014). Hasil pengukuran tersebut menampilkan nilai tekanan darah sistolik dan diastolik, setelahnya nilai pengukuran dikirim secara online melalui platform IoT agar pihak medis dapat memantau secara *realtime* tanpa malakukan kontak langsung dengan pasien.

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait pembuatan alat pemantau tekanan darah sebelumnya. Salah satunya pengembangan alat pemantau tekanan darah menggunakan sensor tekanan udara MPX5100GP, alat yang dibuat berbentuk portabel digital berbasis mikrokontroler yang bekerja secara otomatis dan hasil pengukuran meliputi sistole, diastole dan denyut jantung, serta dapat menampilkan keadaan tekanan darah pasien apakah hipotensi, normal dan hipertensi (Dira & Suyanto, 2013; Kandou et al., 2014). Penelitian selanjutnya alat pengukur tekanan darah menggunakan sensor 2SMPP yang dapat menyimpan data, alat yang dikembangkan menggunakan model sensor tekanan 2SMPP berbasis mikrokontroler AVR ATmega 8535, namun pengembangan alat masih terbatas dalam penyimpanan data pengukuran menggunakan aplikasi dan tidak dapat dipantau secara jarak jauh (Kandou et al., 2014; Sulistyawan, 2021). Yang terbaru penelitian dengan judul sistem pendeteksi tekanan darah menggunakan protokol MQTT, yaitu alat pemantau tekanan darah berbentuk portable berbasis mikrokontroler ESP8266 yang terintegrasi dengan IoT, sistem ini memanfaatkan protokol MQTT yang hanya terhubung dengan aplikasi pada smartphone, akan tetapi sistem ini masih kekurangan dalam menunjukkan keadaan tekanan darah hipotensi, normal ataupun hipertensi (Adi et al., 2021; Isyanto et al., 2022). Dari beberapa penelitian tersebut terdapat beberapa kekurangan disetiap alat yang dikembangkan, hal tersebut dapat dimanfaatkan menjadi landasan penelitian selanjutnya.

Berpijak pada beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya, peneliti berinisiatif menyempurnakan alat pemantau tekanan darah yang telah dibuat. Artikel ini bertujuan menerapkan konsep IoT pada prototype pemantau tekanan darah non-invasive berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Alat pemantau yang dikembangkan dibuat menggunakan mikrokontroler yang bekerja secara otomatis mendeteksi tekanan darah dan terhubung dengan internet secara realtime melalui webserver platform IoT. Sehingga dalam penerapannya alat yang dikembangkan dapat membantu pihak kesehatan dalam memantau pasien hipertensi secara jarak jauh dan 24 jam tanpa harus kontak langsung dengan pasien.

2. METODE

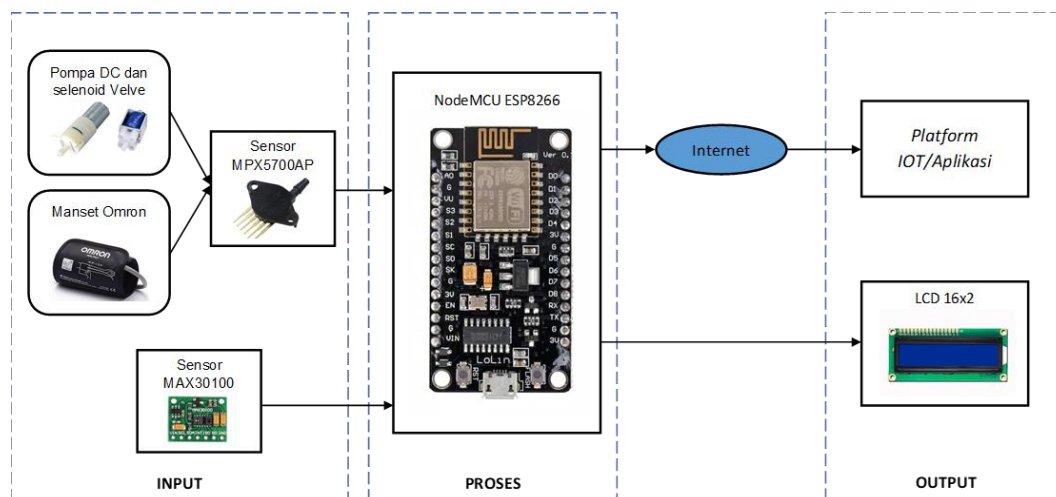
Penelitian ini mengadaptasi metode *Research and Development* (RnD) dengan model pengembangan menggunakan konstruksi 4 tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 1, yaitu analisis dan identifikasi kebutuhan, perancangan, pembuatan dan terakhir pengujian. Tahapan tersebut digunakan karena menyesuaikan dengan alur dan pelaksanaan penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Tahapan Pengembangan pada Penelitian

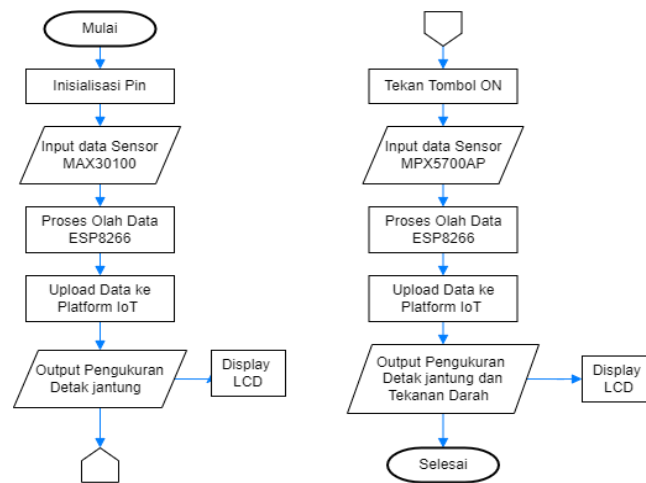
Tahap analisis dan identifikasi kebutuhan dimulai dengan menganalisis kebutuhan pihak medis dalam melakukan pengukuran terhadap tekanan darah contohnya pada pasien hipertensi secara berkala di Rumah Sakit. Solusi yang didapatkan pada analisis ini yaitu pengukuran tekanan darah berkala dapat dilakukan secara jarak jauh melalui bantuan jaringan internet, demi menghindari kontak langsung antar pihak medis dengan pasien. Prototipe nantinya didesain dapat menyesuaikan penggunaan yang bekerja secara otomatis tanpa harus dioperasikan secara manual, sehingga dapat digunakan secara mudah oleh siapapun. Dari hasil analisis kebutuhan tersebut maka dilakukan identifikasi kebutuhan dari pembuatan prototipe. identifikasi kebutuhan dilakukan untuk menentukan jenis dan tipe komponen yang akan digunakan pada pengembangan penelitian ini.

Pada tahap perancangan terbagi menjadi 2 tahapan, yaitu perancangan perangkat keras/prototipe dan perancangan perangkat lunak. Dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa tahapan perancangan perangkat keras dimulai dengan perancangan sistem keseluruhan prototipe, sistem terdapat bagian input, pemroses dan output yang dibuat dalam bentuk blok diagram.



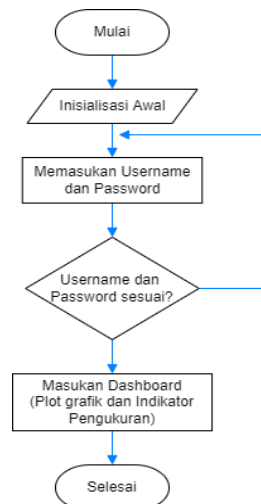
Gambar 2. Blok Diagram Sistem pada Prototipe

Selanjutnya perancangan diagram alir sistem kerja pada prototipe yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 3. Cara kerja diagram alir dari prototipe pemantau tekanan darah yang dibuat ditanam pada prototipe menggunakan fungsi kerja otomatis dan berbasis Internet of Things yang diprogram menggunakan *software* Arduino IDE dengan bahasa C. Program ditanamkan pada modul mikrokontroler yang disesuaikan dengan kondisi cara kerja yang diharapkan.



Gambar 3. Diagram Alir Cara Kerja Prototipe

Tahap perancangan perangkat lunak menggunakan *platform IoT* sebagai data base server pada prototipe, *platform* yang digunakan pada sistem ini yaitu *ThingSpeak*. Perancangan platform IoT dimulai dengan membuat diagram alir proses kerja pada platform secara garis besar seperti pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. Diagram Proses Kerja Platform IoT

Tahap pembuatan prototipe dibagi menjadi 2 bagian yaitu pembuatan prototipe dan pembuatan *platform IoT*. Tahap pembuatan prototipe dimulai dengan memasukan program menggunakan aplikasi Arduino IDE pada modul mikrokontroler, sehingga sistem dapat mengetahui pembacaan dari sensor input MPX5700AP sebagai pengukur tekanan darah dan sensor MAX30100 sebagai sensor pengukur detak jantung. Selanjutnya menyusun rangkaian elektronika pada setiap komponen yang digunakan, untuk menghubungkan mikrokontroler ESP8266 sebagai otak rangkaian ke komponen input dan output. Rangkaian komponen tersebut disusun kedalam box seperti pada [Gambar 5](#), dan diposisikan sesuai dengan desain perancangan yang telah di buat.



Gambar 5. Bentuk Prototipe Setelah Disusun

Tahap pembuatan platform IoT pada penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan dashboard pada platform *ThingSpeak* yang disesuaikan dengan perancangan sebelumnya. Hasil pembuatan terdapat tiga parameter untuk menampilkan hasil pengukuran dalam bentuk grafik, terdapat grafik untuk tekanan darah sistol, grafik tekanan darah diastol dan grafik untuk detak jantung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Setelah melalui tiga tahapan sebelumnya, tahap akhir penelitian ini yaitu tahapan pengujian sebagai hasil akhir penelitian ini. Pengujian dilakukan dengan 2 tahap yaitu pengujian fungsi kerja pada sensor alat dan pengujian keseluruhan pada prototipe pemantau tekanan darah.

Pengujian Sensor

Pengujian pertama yaitu menguji fungsi kerja dari setiap sensor pada prototipe. Pengujian sensor dimulai dengan sensor MAX30100, dilakukan terhadap 5 orang sebagai sampel percobaan. Pada percobaan digunakan Oximeter Fingertip sebagai pembanding untuk mengetahui error dari hasil pengukuran.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsi Kerja Sensor MAX30100

Sampel	Jenis Kelamin	Pengukuran (bpm)		Error (%)
		Prototipe	Oximeter	
1	L	80	80	0,0
2	P	70	72	2,8
3	L	72	74	2,7
4	L	90	88	2,3
5	L	88	85	3,5
Rata-Rata Error				2,3 %

Berdasarkan hasil pengujian fungsi kerja sensor MAX30100 yang disajikan pada [Tabel 1](#) menunjukkan hasil pengukuran yang baik, hal tersebut ditunjukkan dengan selisih beat per-menit (bpm) dari pengukuran menggunakan prototipe dengan alat oximeter digital yaitu rentan antara 1 – 3 bpm, dengan persentase error sebesar 2,3%, sehingga persentase ketelitian pembacaan sensor dalam mengukur detak jantung sebesar 97,7%. Pengujian selanjutnya dengan sensor MPX5700AP sebagai pengukur tekanan darah sistol dan diastole. Pada percobaan digunakan Tensimeter Aneroid sebagai pembanding untuk mengetahui error dari hasil pengukuran. Percobaan ini juga dilakukan terhadap 5 orang sebagai sampel percobaan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsi Kerja Sensor MPX5700AP

Sampel	Jenis Kelamin	Pengukuran Prototipe (mmHg)		Pengukuran Tensimeter Aneroid (mmHg)		Error (%)	
		Sistol	Diastol	Sistol	Diastol	Sistol	Diastol
1	L	128	74	125	72	2,4	2,7
2	P	117	80	119	81	1,6	1,2
3	L	139	74	139	77	0	3,8
4	L	107	69	112	67	4,4	2,9
5	L	117	80	122	80	4,1	0
Rata-Rata Error						2,5 %	2,12%

Hasil pengukuran oleh sensor tekanan darah sama-sama dilakukan terhadap 5 orang sebagai sampel percobaan. Data yang tersaji pada [Tabel 2](#) menunjukkan pengukuran menggunakan sensor MPX5700AP dengan tensimeter aneroid bahwa selisih tekanan darah sistole antara 1-5 mmHg, dan selisih tekanan darah diastol antara 1-3 mmHg. Dari hasil pengukuran tersebut didapatkan presentase error tekanan sistole 2,5% dan error tekanan diastol 2,12%, jika di rata-rata maka ketelitian pembacaan sensor mengukur tekanan darah sebesar 97,69%. Sehingga dapat disimpulkan pengukuran kedua sensor tersebut sebanding dan linear dengan alat pengukur tekanan darah standar kesehatan.

Pengujian Keseluruhan

Pengujian dilakukan secara fungsional dari keseluruhan sistem pada prototipe. Pengujian dilakukan dengan dua tahapan yaitu dilakukan secara offline tanpa terhubung dengan platform *IoT* dan pengujian secara online dengan *ThingSpeak*. Pengujian secara offline dilakukan dengan mendata hasil pengukuran

melalui hasil tampilan pada layar display LCD pada prototipe, berbeda dengan hasil pengujian pada tahap sensor, pengujian ini dilakukan secara bersamaan dan berurut sesuai cara pakai prototipe.

Tabel 3. Hasil Pengujian Keseluruhan Secara Offline

Percobaan Ke-	Jenis Kelamin	Detak Jantung (bpm)	Tekanan Darah (mmHg)	
			Sistol	Diastol
1	L	78	126	75
2	P	73	118	80
3	L	80	135	76
4	L	88	111	71
5	L	90	115	78
6	L	78	127	77
7	P	70	119	79
8	L	76	134	77
9	L	90	112	72
10	L	88	113	77



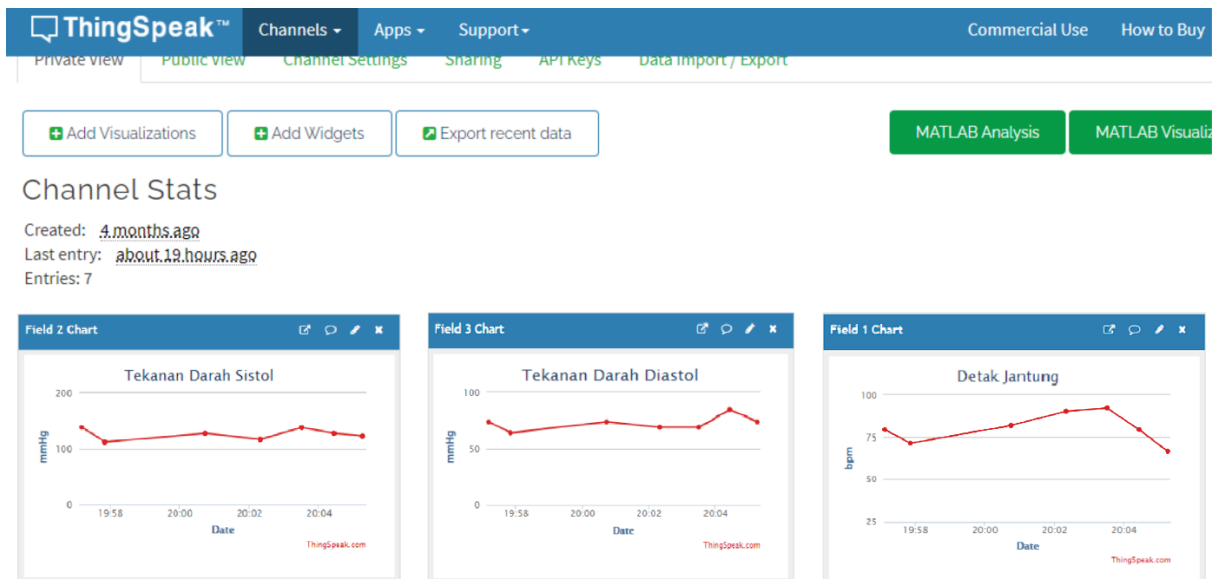
Gambar 6. Tampilan Pengujian Secara Offline pada Prototipe

Berdasarkan data yang tersaji pada **Tabel 3** dinyatakan bahwa pengujian secara offline dilakukan sebanyak 10 kali percobaan terhadap 5 sampel pengukuran. Pada **Gambar 6**, hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe bekerja dengan baik. Pengukuran detak jantung berkerja dengan stabil sesuai dengan pengujian sensor sebelumnya. Sejalan dengan pengukuran tekanan darah yang menunjukkan data pengukuran yang stabil.

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk melihat respon bacaan dari sensor yang dilolah mikrokontroler ESP8266, modul mengolah data menjadi nilai detak jantung, tekanan darah sistol dan tekanan darah diastol, kemudian dikirim ke platform *ThingSpeak* untuk ditampilkan. **Tabel 4** merupakan selisih waktu pembacaan data pengukuran melalui display LCD dengan hasil tampilan data pada dashboard *ThingSpeak*. Pada **Gambar 7** menunjukkan hasil tampilan dari *dashboard* dengan tiga nilai parameter hasil pengukuran dalam bentuk grafik.

Tabel 4. Hasil Selisih Waktu pada Display LCD dengan Waktu Pengiriman pada *ThingSpeak*

Percobaan Ke-	Waktu Terbaca di LCD	Waktu tertampil di <i>ThingSpeak</i>	Selisih Waktu (Detik)
1	10:24:31 WIB	10:24:33 WIB	2
2	10:50:01 WIB	10:50:02 WIB	1
3	11:03:03 WIB	11:03:03 WIB	0
4	11:34:00 WIB	11:34:04 WIB	4
5	13:06:19 WIB	13:06:22 WIB	3
6	13:39:23 WIB	13:39:24 WIB	1
7	14:10:54 WIB	14:10:56 WIB	2
8	14:47:20 WIB	14:47:24 WIB	4
9	15:18:21 WIB	15:18:21 WIB	0
10	15:43:32 WIB	15:43:33 WIB	1
Rata-Rata Selisih			1,8 detik



Gambar 7. Grafik Hasil Pengiriman Data pada Dashboard ThingSpeak

Hasil pengiriman data pada platform *ThingSpeak* menunjukkan selisih tidak terlalu signifikan, pengukuran dilakukan selama kurang lebih 5 jam dari rentan waktu jam 10:24 WIB sampai jam 15:43. Selisih waktu pengiriman antara 1 – 4 detik, sedangkan rata-rata selisih pengiriman dari 10 kali percobaan adalah 1,8 detik. Hasil tampilan data pengukuran pada *dashboard ThingSpeak* berjalan dengan baik, hal tersebut dapat dilihat dari berjalannya grafik hasil pengukuran pada setiap parameter pengukuran alat.

Pembahasan

Penggunaan komponen elektronika berupa modul IoT pada prototipe pengukur tekanan darah memberikan keunggulan konektivitas internet yang memberi solusi dalam pemantauan rutin pada penderita hipertensi tanpa harus ada kontak langsung dengan pihak medis (Feenstra et al., 2018; Pagonas et al., 2013). Implementasinya modul IoT dengan jenis NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai pengolah data yang dihubungkan beberapa komponen dan sensor sebagai pemberi informasi awal. Terdapat dua sensor yang digunakan dalam pemantauan tekanan darah yaitu sensor pengukur tekanan MPX5700AP dan sensor pengukur detak jantung MAX30100 menggunakan inframerah dalam prinsip kerjanya (Purnomo, 2016; Wulandari & Jati, 2021). Secara garis besar terdapat beberapa komponen pendukung yang digunakan dalam pengembangan prototipe ini yaitu berupa pompa DC, solenoid valve, manset tekanan darah, LCD karakter 16x2, tombol button, dan platform IoT.

Temuan penelitian menghasilkan pengukuran tekanan darah yang dilakukan dalam dua tahap demi menguji kemampuan prototipe. Temuan pertama dilakukan untuk mengetahui kualitas dan ketelitian yg diperoleh oleh kedua sensor yaitu MAX30100 dan MPX5700AP sebagai parameter pengukuran. Pengujian sensor MAX30100 dalam mengukur detak jantung memiliki persentase akurat sebesar 97,7%, dan sensor MPX5700AP saat mengukur tekanan darah memiliki nilai akurat sebesar 97,69%. Nilai ketelitian sensor didapat dengan melakukan perbandingan pengukuran menggunakan alat Oximeter dan tensimeter aneroid secara manual. Terjadinya perbedaan nilai pengukuran antara prototipe yang dibuat dengan alat medis manual disebabkan sensitifitas pada sensor digital sangatlah tinggi (Mufidah et al., 2019; Rahmawarni & Harmadi, 2021). Percobaan kedua dilakukan secara menyeluruh, bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan fungsionalitas dari prototipe yang dibuat (Devi et al., 2018; Rohmah & Dewanto, 2019). Pengujian ini dilakukan secara daring, prototipe terkoneksi dengan jaringan internet sehingga dapat terhubung dengan platform IoT. Dari 10 kali percobaan dengan tenggang waktu yang berbeda, rata-rata selisih waktu pengiriman sebesar 1,8 detik, sehingga bisa dikatakan persentase error pengujian secara dibawah 5%. Rendahnya persentase error tersebut disebabkan modul IoT ESP8266 terkoneksi dengan jaringan internet yang stabil, sehingga proses pengiriman data ke platform IoT berjalan lancar (Macheso & Meela, 2021; Mishra et al., 2018).

Secara garis besar hasil penelitian yang diperoleh sejalan dengan hasil penelitian telah dilakukan sebelumnya, dibuktikan melalui perhitungan dan pembuktian data penelitian dalam mengukur tekanan darah menggunakan perangkat digital yang terintegrasi dengan internet tidak jauh berbeda dengan pengukuran perangkat secara manual (Sulista et al., 2021; Feenstra et al., 2018). Disamping keunggulan prototipe karena dapat terhubung dengan teknologi IoT, prototipe yang dibuat memiliki keterbatasan

karena memiliki sensitifitas pengukuran yang cenderung tidak stabil. Hal tersebut disebabkan titik pengukuran yang tidak sesuai dan faktor eksternal lainnya dari pasien itu sendiri. Solusi untuk mengatasi masalah tersebut dengan memberikan bimbingan dan arahan kepada pengguna perangkat medis sebelum digunakan, agar hasil pengukuran tekanan darah dapat bekerja dengan optimal.

4. SIMPULAN

Keberhasilan penelitian pada prototipe pemantau tekanan darah yang dapat terintegrasi dengan IoT memberi kemudahan pihak medis dalam memantau penderita hipertensi. Perangkat yang dikembangkan memiliki keunggulan karena dapat melakukan pemantauan secara jarak jauh dan dapat digunakan secara mudah oleh siapapun. Berdasarkan hasil penelitian pada prototipe berhasil mendapatkan nilai pengujian yang tinggi dalam mengukur tekanan darah dengan nilai persentase error dibawah 5% dan pemanfaatan platform ThingSpeak sebagai media penampil hasil pengukuran. Dengan demikian penerapan IoT pada prortipe pengukur tekanan darah dapat digunakan, karena menunjukkan keberhasilan hasil kerja yang stabil dan pemanfaatan platform IoT yang akurat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abaa, Y. P., Polii, H., & Wowor, P. M. (2017). Gambaran Tekanan Darah, Indeks Massa Tubuh, dan Aktivitas Fisik pada Mahasiswa Kedokteran Umum Angkatan Tahun 2014. *EBiomedik*, 5(2). <https://doi.org/10.35790/ebm.v5i2.18509>.
- Adi, G. S., Satria, F., & Gumilar, K. (2021). Sistem Pendeteksi Tekanan Darah dan Suhu Tubuh Portabel Menggunakan Protokol MQTT. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 6(1), 77–84. <https://doi.org/10.31544/jtera.v6.i1.2021.77-84>.
- Amiruddin, M. A., Danes, V. R., & Lintong, F. (2015). Analisa hasil pengukuran tekanan darah antara posisi duduk dan posisi berdiri pada mahasiswa semester vii (tujuh) ta. 2014/2015 fakultas kedokteran universitas sam ratulangi. *EBiomedik*, 3(1), 125–129. <https://doi.org/10.35790/ebm.v3i1.6635>.
- Aulia, S. O., Wirasa, W., & Hermawan, F. Y. (2022). Design of A Non-Invasive Blood Sugar Measuring Device Based on Arduino Uno. *Sanitas: Jurnal Teknologi Dan Seni Kesehatan*, 13(1), 21–32. <https://doi.org/10.36525/sanitas.2022.3>.
- Berasa, G. M., & Atabiq, F. (2020). Sistem Pemantauan Faktor Daya Listrik Rumah Tangga Berbasis IoT. *Journal of Applied Sciences, Electrical Engineering and Computer Technology*, 1(3), 30–35. <https://doi.org/10.30871/aseect.v1i3.2359>.
- Christopher, A., & Dinata, Y. M. (2022). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Jarak Jauh Denyut Nadi, Saturasi Oksigen, dan Suhu Tubuh pada Orang Sakit di Rumah. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.37715/juisi.v8i1.2619>.
- Devi, N. S., Erwanto, D., & Utomo, Y. B. (2018). Perancangan Sistem Kontrol Suhu Dan Kelembaban Pada Ruangan Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT. *Multitek Indonesia*, 12(2), 104–113. <https://doi.org/10.24269/mtkind.v12i2.1331>.
- Dirta, D. T., & Suyanto, S. (2013). Rancang Bangun Sistem Transmisi Data Tekanan Darah untuk Mendukung Human Health Monitoring Berbasis Pada Mobile Platform Android. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1), A189–A194. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v2i1.3262>.
- Efendi, Y. (2018). Internet of Things (IOT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry PI berbasis mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, 4(2), 21–27. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i1.48>.
- Feenstra, R. K., Allaart, C. P., Berkelmans, G. F., Westerhof, B. E., & Smulders, Y. M. (2018). Accuracy of oscillometric blood pressure measurement in atrial fibrillation. *Blood Pressure Monitoring*, 23(2), 59–63. <https://doi.org/10.1097/MBP.0000000000000305>.
- Handayani, A. S., Putri, E. I., Husni, N. L., Lestari, H. I., Kurniawan, M. H., & Huda, M. H. (2022). Implementation of Fuzzy Mamdani Methods in Wireless Medical Device for Android and iOS. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 9(4), 3538–3557. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i4.3017>.
- Hendrayana, Y. H., Riyadi, M. A., & Darjat, D. (2016). Rancang Bangun Alat Pengukur Tekanan Darah Otomatis Menggunakan Metode Oscillometry Berbasis Raspberry Pi Model B+. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 18(1), 38–42. <https://doi.org/10.12777/transmisi.18.1.38-42>.
- Isyanto, H., Wahid, A. S., & Ibrahim, W. (2022). Desain Alat Monitoring Real Time Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Tekanan Darah secara Jarak Jauh melalui Smartphone berbasis Internet of Things Smart Healthcare. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 5(1), 39–48. <https://doi.org/10.24853/resistor.5.1.39-48>.
- Kamajaya, L., Pracoyo, A., Palupi, L. N., & Hidayat, A. R. (2023). Sistem Telemonitoring Kesehatan Berbasis

- IoT. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 10(2), 137-145. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v10i2.3062>.
- Kandou, F. M., Sompie, S. R., & Narasiang, B. S. (2014). Rancang Bangun Alat Ukur Tekanan Darah Manusia Menggunakan Sensor 2SMPP Yang Dapat Menyimpan Data. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 3(4), 57-64. <https://doi.org/10.35793/jtek.v3i4.6001>.
- Kaur, J., & Kaur, K. (2017). Internet of Things: A Review on Technologies, Architecture, Challenges, Applications, Future Trends. *International Journal of Computer Network & Information Security*, 9(4), 57-70. <https://doi.org/10.5815/ijcnis.2017.04.07>.
- Lasera, A. B., & Wahyudi, I. H. (2020). Pengembangan Prototipe Sistem Pengontrolan Daya Listrik berbasis IoT ESP32 pada Smart Home System. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(2), 112-120. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v5i2.34261>.
- Lesmana, H. (2018). Akurasi Pengukuran Tekanan Vena Sentral (Central Venous Pressure). *Journal of Borneo Holistic Health*, 1(1), 1-13. <https://doi.org/10.35334/borticalth.v1i1.388>.
- Macheso, P. S. B., & Meela, A. G. (2021). IoT Based Patient Health Monitoring using ESP8266 and Arduino. *International Journal of Computer Communication and Informatics*, 3(2), 75-83. <https://doi.org/10.34256/ijcci2127>.
- Masykuroh, K., Kurnianto, D., & Rozi, M. F. (2021). Rancang Bangun Monitoring Denyut Jantung dan Suhu Pasien Berbasis Internet of Things. *Dinamika Rekayasa*, 17(2), 87-94. <https://doi.org/10.20884/1.dr.2021.17.2.385>.
- Mishra, A., Chakraborty, B., Das, D., & Bose, P. (2018). AD8232 based smart healthcare system using internet of things (IoT). *Int. J. Eng. Res. Technol.(IJERT)*, 7(4), 13-16. <https://doi.org/10.17577/IJERTV7IS040040>.
- Mufidah, A. N. D., Setyawan, A., Gunadi, I., & Suseno, J. E. (2019). The biodegester flow distribution control system using pressure sensor MPX5700AP. *Journal of Physics: Conference Series*, 1217(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1217/1/012038>.
- Pagonas, N., Schmidt, S., Eysel, J., Compton, F., Hoffmann, C., Seibert, F., & Westhoff, T. H. (2013). Impact of atrial fibrillation on the accuracy of oscillometric blood pressure monitoring. *Hypertension*, 62(3), 579-584. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.113.01426>.
- Purnomo, D. D. (2016). Design of pulse rate and body temperature monitoring system with Arduino via wifi and android-based gadget. *International Journal of Technology and Engineering Studies*, 2(5), 140-148. <https://doi.org/10.20469/ijtes.2.40003-5>.
- Rahmawarni, D., & Harmadi, H. (2021). Sistem Monitoring Saturasi Oksigen dan Denyut Nadi dalam Darah Menggunakan Sensor MAX30100 Via Telegram Berbasis IoT. *Jurnal Fisika Unand*, 10(3), 377-383. <https://doi.org/10.25077/jfu.10.3.377-383.2021>.
- Raja, S. P., Rajkumar, T. D., & Raj, V. P. (2018). Internet of things: Challenges, issues and applications. *Journal of Circuits, Systems and Computers*, 27(12). <https://doi.org/10.1142/S0218126618300076>.
- Rohmah, A., & Dewanto, S. A. (2019). Sistem kendali dan akuisisi data suhu serta kelembaban ruang budidaya jamur tiram (*Pleurotus Ostreatus*) Berbasis Internet Of Things (IOT). *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 4(1), 56-61. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v4i1.28253>.
- Samsugi, S., Ardiansyah, A., & Kastutara, D. (2018). Arduino dan Modul Wifi ESP8266 sebagai Media Kendali Jarak Jauh dengan antarmuka Berbasis Android. *Jurnal Teknoinfo*, 12(1), 23-27. <https://doi.org/10.33365/jti.v12i1.42>.
- Saputra, F. Y., & Al Amin, M. S. (2022). Alat Pengukur Tinggi Badan, Berat Badan, Dan Suhu Badan Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik, Load Cell, Dan Inframerah Mlx90614. *Jurnal Tekno*, 19(1), 60-67. <https://doi.org/10.33557/jtekno.v19i1.1638>.
- Saputro, M. A., Widasari, E. R., & Fitriyah, H. (2017). Implementasi Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Secara Wireless. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(2), 148-156. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/53>.
- Sulista, A., Nehru, N., & Fuady, S. (2021). Rancang Bangun Alat Monitoring Tekanan Darah Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Engineering*, 3(1), 13-26. <https://doi.org/10.22437/jurnalengineering.v3i1.11666>.
- Sulistiyawan, P. M. (2021). Perancangan Sistem pemantau Tekanan Darah Dengan Sensor Tekanan MPX5100GP Berbasis STM32F103. *SinarFe7*, 4(1), 165-170. <https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/45>.
- Susanty, S., Sukurni, S., & Siagian, H. J. (2022). Analisis Bibliometrik Penelitian Pengobatan Herbal Penderita Hipertensi di Indonesia Menggunakan VOS-Viewer. *Jurnal Keperawatan Silampari*, 5(2), 764-771. <https://doi.org/10.31539/jks.v5i2.3448>.
- Tabatabaei-Malazy, O., Atlasi, R., Larijani, B., & Abdollahi, M. (2015). Trends in publication on evidence-based antioxidative herbal medicines in management of diabetic nephropathy. *Journal of Diabetes*

- & *Metabolic Disorders*, 15, 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40200-016-0221-2>.
- Ughi, F., & Dewanto, G. A. (2017). Karakteristik Osilometrik dari Simulator Tekanan Darah. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 5(1), 15–29. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v5i1.15>.
- Wahyu, M. F. (2022). Rancang Bangun Timbangan Bayi Digital dengan Sensor Flexiforce Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535. *Scientia Sacra: Jurnal Sains, Teknologi Dan Masyarakat*, 2(1), 17–31. <https://pijarpemikiran.com/index.php/Scientia/article/view/122/96>.
- Wulandari, B., & Jati, M. P. (2021). Design and Implementation of Real-Time Health Vital Sign Monitoring Device with Wireless Sensor-based on Arduino Mega. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 6(1), 61–70. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v6i1.43799>.