

RANCANG BANGUN SMART HEALTH MONITORING YANG TERINTEGRASI DENGAN APLIKASI ADADOKTER

Design and Build Smart Health Monitoring Integrated with The Adadokter Application

I Gede Megantara¹, Denny Darlis², Atik Novianti³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

igedemegantara@student.telkomuniversity.ac.id¹, dennydarlis@telkomuniversity.ac.id²,
atiknovianti@tass.telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Kesehatan merupakan hal yang sangat berharga bagi semua orang karena itu tanpa tubuh yang sehat maka kita tidak bisa beraktivitas. Kesehatan sangat erat kaitannya dengan Medical Check-Up namun, masyarakat di Indonesia masih kurang dalam memiliki kesadaran untuk melakukan Medical Check-Up sedangkan dengan melakukan Medical Check-Up bisa mengetahui kondisi kesehatan dan mendiagnosa apabila ada penyakit yang berbahaya. Hal yang menyebabkan masyarakat enggan untuk melakukan Medical Check-Up dikarenakan akses untuk fasilitas kesehatan yang kurang memadai dan jarak yang jauh untuk bisa melakukan Medical Check-Up.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka penulis merancang alat Smart Health Monitoring yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan kesehatan (Medical Check-Up). Dimana pada alat ini pasien bisa melakukan Medical Check-Up tanpa harus datang langsung ke Rumah sakit atau fasilitas kesehatan terdekat. Pada alat ini juga akan bisa terintegrasi dengan aplikasi konsultasi kesehatan sehingga pasien tidak perlu bertemu dengan dokter langsung ketika melakukan Medical Check-Up.

Hasil keluaran dari alat Smart Health Monitoring bisa melakukan Medical Check-Up dengan akurasi pada pengukuran berat badan yaitu 98%, pengukuran detak jantung sebesar 87%, pengukuran tekanan darah sebesar 95%, pengukuran tinggi badan sebesar 99%, dan pengukuran suhu sebesar 98%. Seluruh data hasil Medical Check-Up bisa dikirim ke aplikasi adadokter yang diintegrasikan melalui database real time dari firebase.

Kata kunci : Medical Check-Up, Smart Health Monitoring, Aplikasi Adadokter.

Abstract

Health is a very valuable thing for everyone because without a healthy body we cannot move. Health is very closely related to Medical Check-Up, however, people in Indonesia still lack the awareness to do a Medical Check-Up while doing a Medical Check-Up can find out health conditions and diagnose if there is a dangerous disease. The thing that causes people to be reluctant to do Medical Check-Ups is due to inadequate access to health facilities and long distances to be able to do Medical Check-Ups.

Based on these problems, the authors designed a Smart Health Monitoring tool that is used to carry out medical checks (Medical Check-Up). Where with this tool, patients can do a Medical Check-Up without having to come directly to the nearest hospital or health facility. This tool can also be integrated with a health consultation application so that patients do not need to meet a doctor directly when doing a Medical Check-Up.

The output of the Smart Health Monitoring tool can perform Medical Check-Ups with an accuracy of 98% weight measurement, 87% heart rate measurement, 95% blood pressure measurement, 99% height measurement, and 98% temperature measurement. . All Medical Check-Up results data can be sent to the adadokter application which is integrated through a real time database from firebase.

Keyword : Medical Check-Up, Smart Health Monitoring, Adadokter Application.

1. PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan hal yang sangat berharga bagi setiap manusia karena tanpa tubuh yang sehat semua aktivitas tidak akan bisa berjalan dengan baik. Salah satu faktor yang mendukung tingkat kesehatan dari masyarakat adalah adanya fasilitas kesehatan yang memadai. Indonesia dengan jumlah penduduk 264,2 juta jiwa tentu akan berpengaruh pada tingkat kesehatan masyarakatnya dimana jumlah fasilitas kesehatan di Indonesia hanya 10,134 yang dimana masih kurang dibandingkan dengan jumlah penduduk yang ada [1]. Kesehatan sangat erat hubungannya dengan pemeriksaan kesehatan (Medical Check-Up) namun, masyarakat di Indonesia masih kurang peduli terhadap Medical Check-Up dimana masih banyak masyarakat yang enggan untuk melakukan Medical Check-Up. Selain kesadaran terhadap

kesehatan yang masih kurang masyarakat seperti yang tinggal di daerah yang minim akan akses kesehatan juga akan semakin malas untuk melakukan Medical Check-Up dikarenakan akses untuk bisa melakukan Medical Check-Up jaraknya jauh dari tempat tinggal mereka. Tidak hanya masyarakat pedesaan di kota sekalipun masyarakat enggan untuk datang langsung ke Rumah Sakit untuk melakukan Medical Check-Up dimana salah satu penyebabnya waktu yang terbuang untuk menunggu untuk melakukan Medical Check-Up sangat lama.

Berdasarkan hal tersebut maka perlunya sebuah solusi untuk melakukan Medical Check-Up yang lebih praktis dan efisien sehingga dapat meminimalisir kurangnya masyarakat dalam melakukan medical check-up, maka perlu untuk merancang alat dalam melakukan medical check-up yang lebih cepat dan tanpa harus langsung ke rumah sakit atau tempat pelayanan kesehatan terdekat. Dengan menerapkan teknologi berbasis Internet of Things maka penulis merancang alat yang dapat melakukan Medical Check-Up tanpa pasien harus ke Rumah Sakit terdekat dikarenakan alat ini akan mengirimkan data hasil pemeriksaan ke aplikasi konsultasi kesehatan yang terhubung langsung dengan dokter. Pada penelitian sebelumnya sudah ada yang mengangkat alat untuk melakukan Medical Check-Up sejenis, seperti penelitian yang dilakukan oleh Harun Sujadi, Tri Ferga Prasetyo, Mochamad Farziki Lazuardi Universitas Majalengka (2018) dengan judul Rancang bangun Purwarupa Sistem General Check-Up Kesehatan Manusia Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. Namun pada penelitian tersebut data hasil pemeriksaan kesehatan hanya bisa dilihat dari LCD pada alat tersebut dan belum bisa terhubung dengan dokter secara online. [2]

Pada Proyek Akhir ini difokuskan pada alat Smart Health Monitoring yang dapat melakukan Medical Check-Up pada beberapa parameter yaitu detak jantung, tekanan darah, Suhu tubuh, tinggi dan berat badan yang dikombinasikan sehingga dapat menghitung Body Mass Index. Alat tersebut juga akan mengirimkan data ke aplikasi konsultasi kesehatan melalui firebase pada fitur real time database sehingga pasien dapat melakukan Medical Check-Up tanpa harus datang ke Rumah Sakit dan juga dokter dapat melihat kondisi pasien dari data yang dikirim alat ke aplikasi konsultasi kesehatan.

2. MATERIAL DAN METODOLOGI/PERANCANGAN

2.1 Medical Checkup

Medical Checkup adalah pemeriksaan kesehatan yang bertujuan untuk mengetahui status kesehatan pasien, bukan untuk mendiagnosis gejala atau mengobati penyakit. Medical checkup mencakup serangkaian wawancara dan pemeriksaan kesehatan. Medical checkup juga merupakan pemeriksaan yang difokuskan pada upaya pencegahan primer dan sekunder, yaitu mendeteksi berbagai faktor kesehatan secara menyeluruh yang dapat menimbulkan penyakit tertentu dikemudian hari [3].

2.2 Detak Jantung

Denyut atau detak jantung merupakan salah satu parameter penting yang digunakan oleh paramedis untuk mengetahui kondisi kesehatan fisik maupun mental seseorang [4]. Denyut jantung merupakan sebuah gelombang yang dapat diraba pada arteri bila darah di pompa keluar dari jantung. Denyut ini mudah diraba di suatu tempat dimana ada arteri melintas. Manusia tidak bisa mengatur jumlah denyut jantung karena bekerja secara refleks. Denyut atau detak jantung merupakan indikasi penting dalam dunia kesehatan yang berguna sebagai bahan evaluasi yang relative efektif dan cepat untuk mengetahui kondisi dan kesehatan pada tubuh seseorang.

2.3 Tekanan Darah

Tekanan darah adalah gaya atau dorongan darah ke dinding arteri saat darah dipompa keluar dari jantung keseluruh tubuh. Rata-rata tekanan darah normal biasanya 120/80. Tekanan darah timbul ketika bersirkulasi di dalam pembuluh darah [5]. Organ jantung dan pembuluh darah berperan penting dalam proses ini dimana jantung sebagai pompa muscular yang menyuplai tekanan untuk menggerakkan darah.

2.4 Suhu Tubuh

Suhu adalah keadaan panas dan dingin yang diukur dengan menggunakan termometer. Di dalam tubuh terdapat 2 macam suhu, yaitu suhu inti dan suhu kulit [6]. Suhu tubuh yang normal adalah 35,8°C – 37,5°C. Pada pagi hari suhu akan mendekati 35,5°C, sedangkan pada malam hari mendekati 37,7°C.

2.5 Body Mass Index (BMI)

Body Mass Index (BMI) adalah besaran yang digunakan untuk menentukan kategori tubuh manusia ideal atau tidak ideal. BMI menggunakan perbandingan berat badan dan tinggi badan manusia. BMI sangat penting sebagai tolak ukur kecukupan gizi dan pola hidup manusia [7].

2.6 Firebase

Firebase adalah platform aplikasi web yang memungkinkan membantu pengembang aplikasi dengan kualitas tinggi [8]. Dengan adanya Firebase, pengembang aplikasi bisa fokus mengembangkan aplikasi tanpa harus memberikan usaha yang besar. Platform ini menyimpan data dalam bentuk JavaScript Object Notation (JSON) untuk memasukan, memperbaharui, menghapus ataupun menambahkan data ke dalamnya.

2.7 NodeMCUESP8266

NodeMCU merupakan sebuah open source platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE. NodeMCU terdiri dari perangkat keras berupa System on Chip ESP8266 buatan Espressif System. NodeMCU telah mem-package ESP8266 ke dalam sebuah board yang sudah terintegrasi dengan berbagai feature selayaknya mikrokontroler dan kapasitas akses terhadap wifi dan juga chip komunikasi yang berupa USB to serial [9].

2.8 Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, Gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena- 11 fenomena lingkungan lainnya.

2.8.1 Sensor DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan suatu komponen elektronika yang dapat menangkap perubahan temperature lingkungan lalu kemudian mengkonversinya menjadi besaran listrik. DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang dikeluarkan oleh Dallas Semiconductor yang menggunakan satu kabel (one wire interface) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. DS18B20 memiliki 3 pin yang terdiri dari +5V, ground, dan data Input/Output. [10].

2.8.2 Sensor MPX5700DP

MPX5700DP adalah transducer pendeteksi tekanan hambatan-piezo (piezoresistive pressure sensor) produksi Freescale Semiconductor yang sangat cocok digunakan dengan mikrokontroler yang memiliki masukan ADC (Analogto-Digital Converter) seperti AVR MCU yang digunakan di Arduino [11].

2.8.3 Sensor Pulse Heart Rate

Sensor Pulse SEN 11574 adalah sensor denyut jantung plug-and-play untuk Arduino. Sensor ini membaca denyut nadi dan memerlukan tegangan 3 atau 5 volt untuk mengaktifkannya. Pulse Sensor pada dasarnya adalah sebuah photoplethysmograph yang bekerja berdasarkan tanggapan terhadap perubahan intensitas cahaya relatif [12].

2.8.4 Sensor Ultrasonik HC-SR04

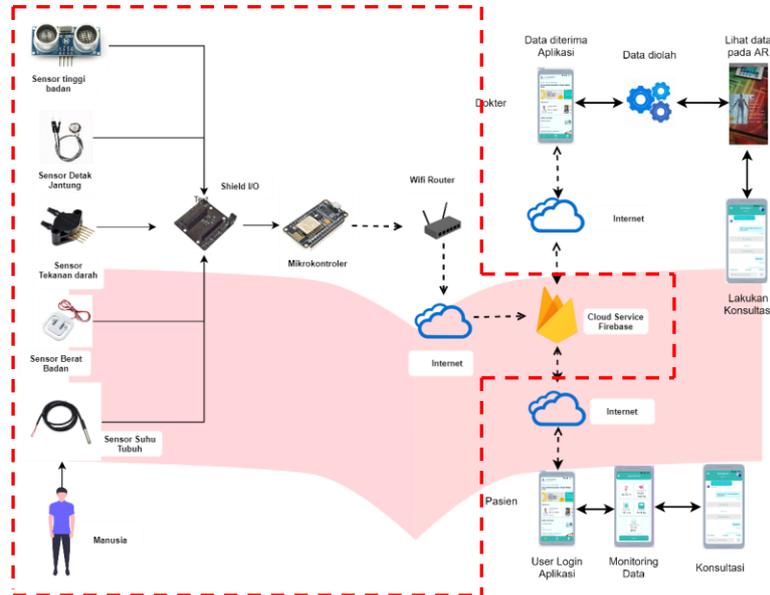
Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah diatas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz [13].

2.8.5 Sensor Load Cell

Sensor Load Cell adalah transduser (transducer, komponen elektronika yang dapat mengukur besaran fisik menjadi sinyal elektris) yang dapat mengubah tekanan oleh beban menjadi signal elektrik [14].

3. PERANCANGAN ALAT *SMART HEALTH MONITORING*

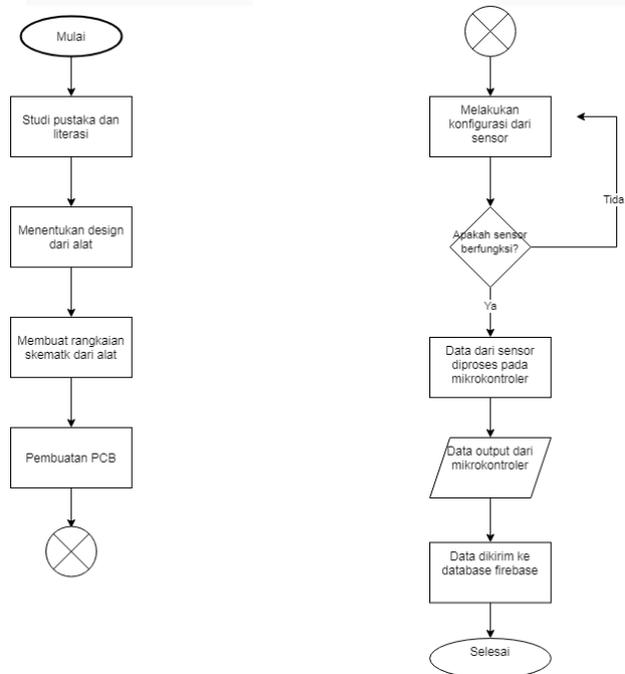
3.1 Blok Diagram Sistem



Gambar 1 Blok Diagram Sistem

Pada blok diagram sistem ini dijelaskan mengenai gambaran umum dari alat Smart Health Monitoring yang terintegrasi dengan aplikasi adadokter. Terdapat lima buah sensor yaitu sensor ultrasonic, sensor pulse heart rate, sensor MPX5700DP, Sensor Load Cell, dan Sensor Suhu DS18B20.

3.2 Flowchart Pengerjaan



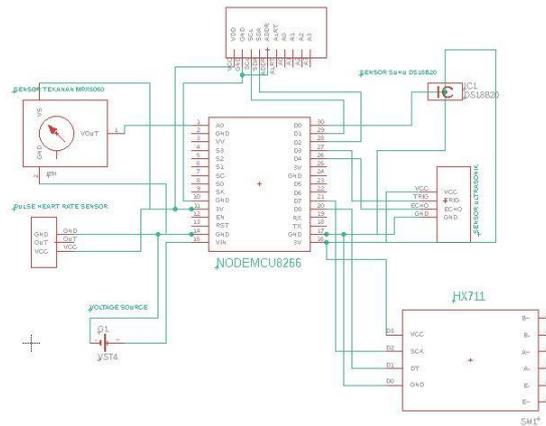
Gambar 2 Flowchart Pengerjaan Proyek Akhir

Pada Gambar 2 merupakan flowchart pengerjaan dari alat Smart Health Monitoring. Langkah pertama yang dilakukan adalah studi pustaka dan literasi yang bertujuan untuk mencari informasi yang dapat membantu pengerjaan dari alat Smart Health Monitoring. Kemudian dilakukan proses perancangan alat Smart Health

Monitoring, meliputi perancangan design alat maupun mikrokontroler. Tahap berikutnya yaitu konfigurasi sensor dimana pada tahap ini dilakukan kalibrasi pada sensor agar bisa melakukan pembacaan terhadap data. Setelah konfigurasi sensor selesai dan sensor berhasil membaca data, maka selanjutnya data akan diolah oleh mikrokontroler untuk memperoleh hasil dari pembacaan data kemudian data akan dikirimkan ke client dalam hal ini adalah firebase yang kemudian diolah oleh aplikasi adadokter.

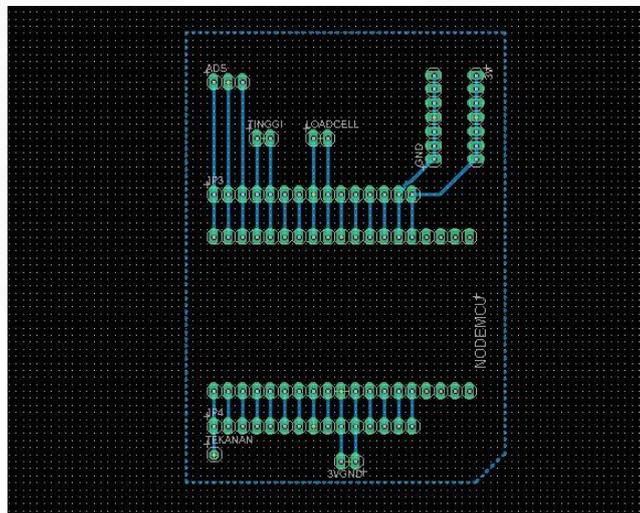
3.3 Proses Pengerjaan Proyek Akhir

3.3.1 Perancangan Skematik Sistem *Smart Health Monitoring* pada Eagle



Gambar 3 Skematik Smart Health Monitoring

3.3.2 Perancangan Printed Circuit Board



Gambar 4 Perancangan PCB

3.3.3 Konfigurasi sensor suhu DS18B20

Pada konfigurasi sensor suhu pin data dihubungkan pada pin D7 untuk ke NodeMCU dengan menambahkan resistor *pullup* dari jalur data untuk memastikan proses data berjalan dengan stabil.

3.3.4 Konfigurasi sensor Ultrasonik

Pada konfigurasi sensor ultrasonik pin trig dikoneksikan ke pin D3 digunakan sebagai pin untuk mengirimkan gelombang ultrasonik. Untuk pin Echo dikoneksikan ke pin D4 dan digunakan untuk menerima pantulan dari gelombang ultrasonik.

3.3.5 Konfigurasi sensor Pulse Heart Rate

Pada sensor ini memiliki keluaran sinyal analog sehingga membutuhkan ADS1115 sebagai tambahan untuk pin input dari analog dikarenakan pada NodeMCU hanya memiliki satu buah pin analog.

3.3.6 Konfigurasi sensor tekanan MPX5700DP

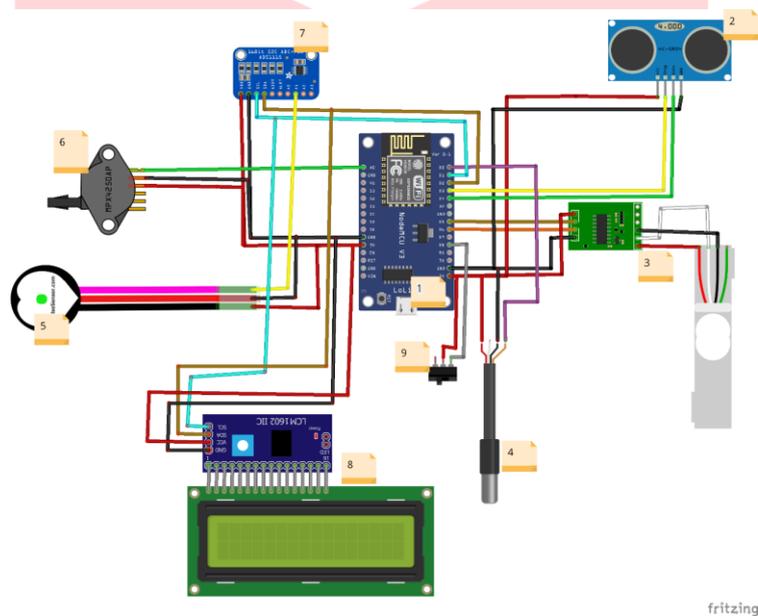
Pada sensor MPX5700DP dihubungkan ke pin A0 dimana pada sensor tersebut mengeluarkan sinyal keluaran analog. Port pressure in dihubungkan dengan selang dari manset. Hasil tekanan yang dipompa ke manset kemudian akan diterima oleh sensor untuk dikonversi menjadi nilai tekanan untuk menentukan nilai dari tekanan darah.

3.3.7 Konfigurasi sensor Load Cell

Pada sensor ini diperlukan penambahan modul HX711 yang mengkonversikan perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversikannya ke dalam besaran tegangan.

3.3.8 Perancangan Hardware

Berikut merupakan perancangan hardware pada sistem Smart Health Monitoring dengan menggunakan software Fritzing untuk membuat perancangan pada hardware.

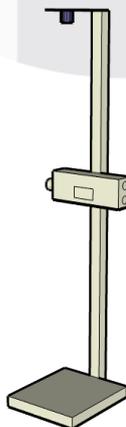


Gambar 5 Perancangan Hardware

3.4 Pembuatan database pada Firebase

Pembuatan database pada alat *Smart Health Monitoring* menggunakan database firebase dengan fitur data realtime dari firebase.

3.5 Perancangan Mekanik dari design alat



Gambar 6 Design mekanik alat

4. HASIL DAN PENGUJIAN

4.1 Hasil Implementasi Alat



Gambar 7 Alat Smart Health Monitoring

4.2 Hasil pengujian alat

No	Nama Sample	Berat Badan (Kg)			Detak Jantung (BPM)			Tekanan Darah (mm/hg)			Tinggi Badan (cm)			Suhu Tubuh (°C)		
		Sensor	Alat Ukur	Error	Sensor	Alat Ukur	Error	Sensor	Alat Ukur	Error	Sensor	Alat Ukur	Error	Sensor	Alat Ukur	Error
1	Sample 1	42.89	43	0.26%	76	80	5.0%	108.9	120	9.28%	142	141	0.71%	35.32	36	1.889%
2	Sample 2	52.31	52.56	0.48%	71	80	11.3%	110.2	120	8.17%	157	158	0.63%	35.9	36.1	0.554%
3	Sample 3	53.28	53.5	0.41%	70	79	11.4%	118.6	110	7.78%	162	163	0.61%	35.78	35.9	0.334%
4	Sample 4	52.97	53.5	0.99%	74	80	7.5%	108.3	110	1.51%	161	163	1.23%	36.24	36.5	0.712%
5	Sample 5	53.12	53.5	0.71%	73	81	9.9%	100.9	110	8.27%	163	163	0.00%	35.9	36.5	1.644%
6	Sample 6	46.23	47	1.64%	71	84	15.5%	118.6	120	1.20%	150	152	1.32%	34.44	35.34	2.547%
7	Sample 7	51.75	53	2.36%	69	81	14.8%	110.4	120	8.00%	160	161	0.62%	33.31	34	2.029%
8	Sample 8	45.04	47	4.17%	70	83	15.7%	112.2	120	6.48%	148	150	1.33%	33.5	34.5	2.899%
9	Sample 9	47.66	48	0.71%	70	82	14.6%	107.8	110	2.02%	154	155	0.65%	34.06	34.85	2.267%
10	Sample 10	50.22	52	3.42%	69	81	14.8%	118.4	120	1.33%	160	163	1.84%	34.19	35	2.314%
11	Sample 11	49.38	52	5.04%	72	83	13.3%	116.8	120	2.68%	166	165	0.61%	32.38	34	4.765%
12	Sample 12	50.27	51	1.43%	69	83	16.9%	113.5	110	3.14%	145	146	0.68%	33	34.5	4.348%
13	Sample 13	16.71	17	1.71%	71	85	16.5%	118.6	120	1.17%	108	108	0.00%	34.75	35.4	1.836%
14	Sample 14	24.68	26	5.08%	71	84	15.5%	112.4	120	6.33%	121	123	1.63%	34.69	35.7	2.829%
15	Sample 15	52.31	53	1.30%	73	84	13.1%	110.2	120	8.17%	157	156	0.64%	35.9	36	0.278%
		Rata-rata Error		1.98%	Rata-rata Error		13%	Rata-rata Error		5.04%	Rata-rata Error		0.8%	Rata-rata Error		2.083%

Tabel 1 Hasil pengukuran alat

Pada Tabel 1 Menunjukkan hasil pengukuran pada alat Smart Health Monitoring yang dilakukan pengukuran pada lima belas sample yang berbeda. Terdapat perbedaan nilai yang dibandingkan dengan alat ukur standar nasional yaitu dengan rata-rata nilai error pembacaan data pada pengukuran berat badan adalah sebesar 1,98%, pada pengukuran detak jantung nilai rata-rata error pembacaan data adalah sebesar 13%, pada pengukuran Tekanan darah rata-rata nilai error pembacaan data adalah sebesar 5,04%, pada pengukuran tinggi badan rata-rata nilai error dalam pembacaan data adalah sebesar 0,8% dan rata-rata nilai error pada pembacaan suhu tubuh adalah sebesar 2,08%. Untuk nilai error dari keseluruhan sistem adalah sebesar 4,59% sehingga tingkat akurasi dari keseluruhan sistem adalah 95,41%.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan didapatkan spesifikasi model dari alat Smart Health Monitoring yaitu dengan dimensi alas 30x30 cm, tinggi dari alat yaitu 172 cm, dan berat keseluruhan dari alat yaitu 5,2 Kg dengan bahan yang digunakan adalah baja aluminium.
2. Dari hasil keakuratan pembacaan sensor pada alat Smart Health Monitoring didapatkan nilai keakuratan pada sensor berat badan yaitu 98% dengan tingkat error sebesar 1,98%, pada sensor detak jantung diperoleh tingkat keakuratan sebesar 87% dengan rata-rata error sebesar 13%, pada sensor tekanan darah diperoleh tingkat keakuratan sebesar 95% dengan tingkat error sebesar 5,04%, pada sensor tinggi badan diperoleh tingkat keakuratan sebesar 99% dengan tingkat error sebesar 0,8 %, dan pada sensor suhu tubuh didapat tingkat keakuratan sebesar 98% dengan tingkat error sebesar 2,08%.
3. Berdasarkan hasil dari ujicoba dalam integrasi dengan aplikasi adadokter dapat diambil kesimpulan bahwa alat *Smart Health Monitoring* dapat terintegrasi dengan baik pada aplikasi adadokter dilihat dari seluruh pembacaan sensor dapat terkirim dan ditampilkan pada aplikasi adadokter.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembangunan Proyek Akhir ini, dapat disampaikan beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya yaitu :

1. Menambahkan sensor respirasi untuk dapat mengukur tingkat respirasi.
2. Membuat design alat yang lebih portable sehingga mudah untuk dipindahkan.
3. Membuat pengukuran tekanan darah lebih otomatis dengan menggunakan pompa motor sehingga tidak menggunakan manset pompa konvensional.

REFERENSI

- [1] "Kementrian Kesehatan Republik Indonesia," 2019. [Online]. Available: <https://www.kemkes.go.id/>. [Accessed 2020].
- [2] T. F. P. M. F. L. Harun Sujadi, "RANCANG BANGUN PURWARUPA SISTEM GENERAL CHECK-UP KESEHATAN MANUSIA BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3," *Jurnal J-Ensitect*, vol. 04, 02 Mei 2018.
- [3] R. Tamin, "Medical Check Up," 3 Januari 2021. [Online]. Available: <https://www.alodokter.com/medical-check-up-ini-yang-harus-anda-ketahui>. [Accessed Juni 2021].
- [4] A. Puji, "Kesehatan jantung," 2020. [Online]. Available: <https://hellosehat.com/jantung/detak-jantung-normal/>. [Accessed 27 Mei 2021].
- [5] d. D. Upahita, "Hipertensi," 22 Juni 2020. [Online]. Available: <https://hellosehat.com/jantung/hipertensi/pengertian-tekanan-darah-adalah/>. [Accessed 14 Juli 2021].
- [6] d. K. Adrian, "Memahami Suhu Tubuh," 13 Januari 2021. [Online]. Available: <https://www.alodokter.com/memahami-suhu-tubuh>. [Accessed 18 Juni 2021].
- [7] d. S. Agustin, "Seputar Indeks Masa Tubuh," 23 Mei 2021. [Online]. Available: <https://www.alodokter.com/pemahaman-seputar-indeks-massa-tubuh>. [Accessed 27 Mei 2021].
- [8] "firebase.com," [Online]. Available: <https://firebase.google.com/products/realtime-database>. [Accessed 26 Mei 2021].
- [9] Anonim, "NodeMCU ESP8266," 22 April 2020. [Online]. Available: <https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>. [Accessed Mei 2021].
- [10] arduitech, "Arduino Sensor Suhu DS18B20," 22 Oktober 2019. [Online]. Available: <https://www.ardutech.com/arduino-sensor-suhu-ds18b20/>. [Accessed Mei 2021].
- [11] Freescale Semiconductor, Inc, "MPX5050/MPXV5050G Integrated Silicon Pressure Sensor On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated," Maret 2010.
- [12] Anonim, "Heart Rate Sensor Module," [Online]. Available: <https://www.rohm.com/sensor-shield-support/heart-rate-sensor>. [Accessed 26 Mei 2021].
- [13] Sparkfun, "Pulse Sensor," 2018. [Online]. Available: <https://www.sparkfun.com/products/11574>. [Accessed 29 Desember 2020].
- [14] Sparkfun, "Getting Started with Load Cells," 2016. [Online]. Available: <https://www.sparkfun.com/>. [Accessed 29 Desember 2020].
- [15] A. S. Galih, "PERANCANGAN ALAT UKUR BODY MASS INDEX BERBASIS ARDUINO UNO," *PERANCANGAN ALAT UKUR BODY MASS INDEX BERBASIS ARDUINO UNO*, 2018.
- [16] A. B. P. Y. S. Dena Anugrah, "Rancang Bangun Pengukur Laju Detak Jantung Berbasis PLC Mikro," *Jurnal Electronics, Informatics, and Vocational Education*, vol. 1, pp. 163-170, November 2016.
- [17] "Badan Pusat Statistik," 2018. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/>.