

Desain Alat Monitoring Real Time Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Tekanan Darah secara Jarak Jauh melalui Smartphone berbasis Internet of Things Smart Healthcare

Haris Isyanto ¹, Andri Syahrul Wahid ², Wahyu Ibrahim ³

¹⁾²⁾³⁾ Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510

Email: haris.isyanto@umj.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan manusia dalam menjaga kesehatan tubuh merupakan hal yang sangat penting. Hal ini untuk mencegah tubuh terserang penyakit sehingga kita dapat tetap menjalankan aktifitas sehari-hari. Untuk mengetahui dan memonitor kondisi tubuh seseorang sakit atau tidaknya dibutuhkan alat kesehatan seperti termometer, oximeter dan tensimeter. Pengukuran suhu tubuh, detak jantung dan tekanan darah merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tanda klinis maupun berguna untuk memperkuat diagnosis suatu penyakit. Ketiga alat kesehatan tersebut bekerja secara terpisah, tidak dalam satu perangkat. Berkenaan dengan kebutuhan alat kesehatan tersebut, maka pada penelitian ini kami mengembangkan dan merancang sebuah alat monitoring terpadu suhu tubuh, detak jantung dan tekanan darah secara real time berbasis Internet of Things (IoT), yang mampu memonitoring kondisi tubuh seseorang dari jarak jauh melalui smartphone. Pengujian kinerja alat dilakukan dengan melakukan perbandingan antara alat ukur manual dengan alat aplikasi sensor yang kami buat. Hasil pengukuran suhu tubuh akurasi 99,21% dengan error maksimal 0,79%, pengukuran detak jantung akurasi 98,30% dengan error maksimal 1,70%, serta pengukuran tekanan darah untuk akurasi sistolik 94,94% dan diastolik sebesar 93,55%. Dan untuk error maksimal sistolik 5,06% dan diastolik 6,45%. Desain alat ini diharapkan dapat membantu dokter dalam melakukan diagnosis pasien real time secara jarak jauh untuk mengetahui kondisi suhu tubuh, detak jantung dan tekanan darah melalui smartphone dengan berbasis IoT.

Kata Kunci: Monitoring, Real Time, Suhu Tubuh, Detak Jantung, Tekanan Darah, Smartphone, Internet of Things

ABSTRACT

Human needs in maintaining a healthy body is very important. This is to prevent the body from getting sick so that we can continue to carry out daily activities. To find out and monitor the condition of a person's body is sick or not, medical devices such as thermometers, oximeters and tensimeters are needed. Measurement of body temperature, heart rate and blood pressure are parameters used to determine clinical signs and are useful for strengthening the diagnosis of a disease. The three medical devices work separately, not in one device. With regard to the need for medical devices, in this study we developed and designed an integrated monitoring tool for body temperature, heart rate and blood pressure in real time based on the Internet of Things (IoT), which is able to monitor a person's body condition remotely via a smartphone. Testing the performance of the tool is done by making a comparison between the manual measuring tool and the sensor application tool that we made. The results of measuring body temperature have an accuracy of 99.21% with a maximum error of 0.79%, an accuracy of heart rate measurement 98.30% with a maximum error of 1.70%, and blood pressure measurements for systolic accuracy of 94.94% and diastolic of 93.55%. And for the maximum error of 5.06% systolic and 6.45% diastolic. The design of this tool is expected to assist doctors in conducting real-time patient diagnosis remotely to determine the condition of body temperature, heart rate and blood pressure through smartphones with IoT-based.

Keywords: Monitoring, Real Time, Body Temperature, Heart Rate, Blood Pressure, Smartphone, Internet of Things

1 PENDAHULUAN

Pengukuran suhu tubuh (termometer) [1], detak jantung (oximeter) [2] dan tekanan darah (tensimeter) [3, 4] merupakan parameter yang

digunakan untuk mengetahui tanda klinis maupun berguna untuk memperkuat diagnosis suatu penyakit. Dalam penggunaannya, ketiga alat ukur kesehatan tersebut selama ini digunakan secara terpisah.

Sehingga dalam prakteknya, dilakukan pengukuran alat secara satu per satu.

Berkenaan hal tersebut, maka dikembangkan dan dirancang sebuah alat monitoring terpadu suhu tubuh, detak jantung dan tekanan darah secara *realtime* dan dapat dimonitoring jarak jauh melalui *smartphone* berbasis *Internet of Things (IoT)* [5, 6]. *IoT* merupakan suatu konsep dimana obyek dapat bertukar informasi satu sama lain melalui jaringan *internet* yang tersambung secara terus-menerus. Alat ini diharapkan dapat membantu dokter dalam melakukan diagnosis pasien real time secara jarak jauh untuk mengetahui kondisi suhu tubuh, detak jantung dan tekanan darah melalui *smartphone* dengan berbasis *IoT*.

Alat monitoring suhu tubuh, detak jantung dan tekanan darah secara umum pemeriksaan masih melalui tatap muka dengan dokter. Penelitian ini dibuat agar dokter dapat mengetahui kondisi pasien tanpa bertemu dengan pasien secara langsung meskipun berbeda tempat, hasil pemeriksaan dapat di monitoring melalui *smartphone android* [7, 8] maupun komputer dengan bantuan jaringan internet.

2 METODOLOGI

Suhu tubuh

Suhu tubuh merupakan ukuran dari kapabilitas tubuh manusia yang menghasilkan panas dari produksi proses tubuh manusia. Tinggi rendahnya suhu tubuh manusia merupakan sebagai indikator bagi kondisi kesehatan seseorang. Suhu adalah suatu substansi terjadinya panas ataupun dingin. Kategori suhu tubuh, terlihat pada Tabel 1. Pengukuran suhu tubuh biasanya menggunakan thermometer air raksa maupun thermometer digital, dan satuan suhu pada pengukuran suhu tubuh adalah derajat celsius [9, 10].

Tabel 1 Kategori Suhu Tubuh

Katagori	Suhu
Hiperpireksia	>39,5 °C
Pireksia	37,8-39,5 °C
Normal	35,8-37 °C
Subnormal	35-25 °C
Hiportemi	< 25 °C

Jantung

Jantung merupakan organ vital dimana fungsi untuk memompa darah dalam memenuhi keperluan oksigen serta nutrisi yang disalurkan melalui seluruh tubuh. Untuk sisi bagian kanan

pada jantung untuk pemompa darah ke arah paru-paru sedangkan sisi bagian kiri untuk pemompa darah melalui seluruh tubuh. Serambi ber dinding tipis sedangkan bilik ber dinding lebih tebal dengan bilik kiri ber dinding paling tebal karena memompa darah ke seluruh tubuh. Frekuensi Normal Detak Jantung , terlihat pada Tabel 2. [11, 12].

Table 2 Frekuensi Normal Detak Jantung menurut Keperawatan Klinis, 2011.

Umur	Jumlah detak jantung per menit
Bayi baru lahir	140 kali per menit
Di bawah umur 1 bulan	110 kali per menit
1 – 6 bulan	130 kali per menit
2 – 6 tahun	105 kali per menit
6 – 12 bulan	115 kali per menit
1 – 2 tahun	110 kali per menit
6 – 10 tahun	95 kali per menit
10 – 14 tahun	85 kali per menit
14 – 18 tahun	82 kali per menit
Di atas 18 tahun	60 – 100 kali per menit
Usia Lanjut	60 -70 kali per menit

Tekanan Darah

Tekanan darah adalah suatu ukuran kekuatan yang dimanfaatkan jantung untuk melakukan pemompaan darah ke seluruh anggota tubuh. Jadi tekanan darah ini berhubungan dengan keadaan dari kesehatan jantung manusia, maka ketika dilakukan pengecekan kesehatan tubuh, maka tekanan darah akan diukur juga. Tekanan sistemik adalah tekanan darah pada sistem dari arteri tubuh, merupakan indikator kondisi baik bagi kesehatan kardiovaskuler.

Pada suatu sistem sirkulasi darah itu mengalir diakibatkan perubahan tekanan. Dan darah akan mengalir dari tekanannya lebih tinggi ke tekanan yang lebih rendah. Kontraksi jantung mendorong darah dengan kanan tinggi aorta.

Tekanan sistolik merupakan tekanan maksimum yang terjadi pada saat ejeksi. Tekanan diastolic merupakan tekanan minimum yang terjadi ketika ventrikel relaks dan darah tetap pada arteri. Tekanan diastolik ini tekanan minimal dimana mendorong dinding arteri pada setiap waktu.

Tekanan darah hampir selalu dinyatakan dalam millimeter air raksa (mmHg) karena manometer air raksa telah dipakai sebagai rujukan baku untuk pengukuran tekanan darah dalam sejarah Fisiologi. Kadang-kadang tekanan juga dinyatakan dalam sentimeter air, Tetapi unit standar untuk pengukuran tekanan darah adalah millimeter air raksa (mmHg).

Tabel 3 Klasifikasi Hipertensi

Kategori	Tekanan Darah Sistolik	Tekanan Darah Diastolik
Normal	<120 mmHg	<80 mmHg
Pre Hipertensi	120-139 mmHg	80-89 mmHg
Hipertensi Tahap 1	140-159 mmHg	90-99 mmHg
Hipertensi Tahap 2	≥ 160 mmHg	>100 mmHg
Hipertensi sistolik Terisolasi	≥ 140 mmHg	<90 mmHg

Metode Auskultasi adalah metode pengukuran non-invasif tekanan darah dengan menggunakan manset yang dilekatkan ke manometer air raksa (sphygmomanometer) yang dibalutkan ke sekeliling lengan dan stetoskop ditempatkan diatas arteria brachialis diatas siku. Manset kemudian dikembangkan sampai tekanan lebih tinggi dari tekanan sistolik, untuk penentuannya dengan cara mendengarkan detukan detak jantung pada stetoskop dari arteria brachialis. Ketika manset menutupi arteria brachialis, maka detukan detak jantung tidak akan terdengar. Tekanan udara pada manset kemudian dikempiskan secara perlahan, dimana pada titik tekanan sistolik di dalam arteri tepat melebihi tekanan manset, maka semburan darah lewat bersama tiap denyut jantung dan secara serentak setiap denyut, serta terdengar bunyi detukan di bawah manset. Pada saat tekanan manset mengempis kemudian bunyi pertama terdengar, itu merupakan tekanan darah sistolik. Ketika tekanan manset semakin direndahkan lebih lanjut, maka bunyi detukan menjadi lebih keras, lalu redup dan berkurang, dan ketika detukan mulai melemah atau bahkan menghilang maka merupakan tekanan diastolik. Pada metode palpasi adalah metode

pengukuran non-invasif tekanan darah dengan menggunakan manset. pengukuran tekanan sistolik dapat ditentukan dengan cara mengembangkan manset dan kemudian dibiarkan tekanan menurun dan untuk menentukan tekanan pada saat denyut radialis dapat diraba pertama kali. Jika mengalami kesulitan dalam menentukan denyut pertama teraba dengan tepat, maka tekanan tersebut dapat dilakukan dengan cara palpasi sekitar 2-5 mmHg . Hal ini lebih besar dari diukur dengan metode auskultasi. Klasifikasi Hipertensi, terlihat pada Tabel 3. [13, 14].

Perancangan Sistem

Pada Gambar 1. terlihat Flowchart Perancangan Sistem. Pada pengukuran suhu tubuh, sistem ini menggunakan sensor digital DS18B20 [15], ketika sensor suhu mendapatkan nilai dari objek yang di ukur, nilai tersebut di teruskan ke raspberry pi untuk di konversi ke nilai satuan suhu celcius, ketika nilai sudah di konversi, nilai tersebut di tampilkan pada LCD dan di kirim ke server ubidots.

Pada pengukuran detak jantung, sistem ini menggunakan pulse sensor [16], ketika pulse sensor mendapatkan signal dari jantung dalam keadaan memompa atau diam, signal tersebut di teruskan ke ADS1115 [17] proses perubahan signal analog menjadi signal digital, kemudian di lanjutkan ke raspberry pi [18], raspberry pi membedakan signal tersebut menjadi 2 yaitu pada saat jantung memompa bernilai 1 dan pada saat jantung diam bernilai 0, raspberry pi menghitung signal yang bernilai 1 dan di konversi menjadi BPM, ketika nilai sudah di konversi nilai tersebut di tampilkan pada LCD dan di kirim ke server ubidots.

Pada pengukuran tekanan darah, sistem ini menggunakan sensor MPX5050GP [19] untuk mengukur tekanan pada manset lengan, nilai dari sensor ini berupa signal analog di teruskan ke ADS1115 kemudian di konversi menjadi satuan mmHg. Blok Diagram Sistem, dapat terlihat pada Gambar 2 .

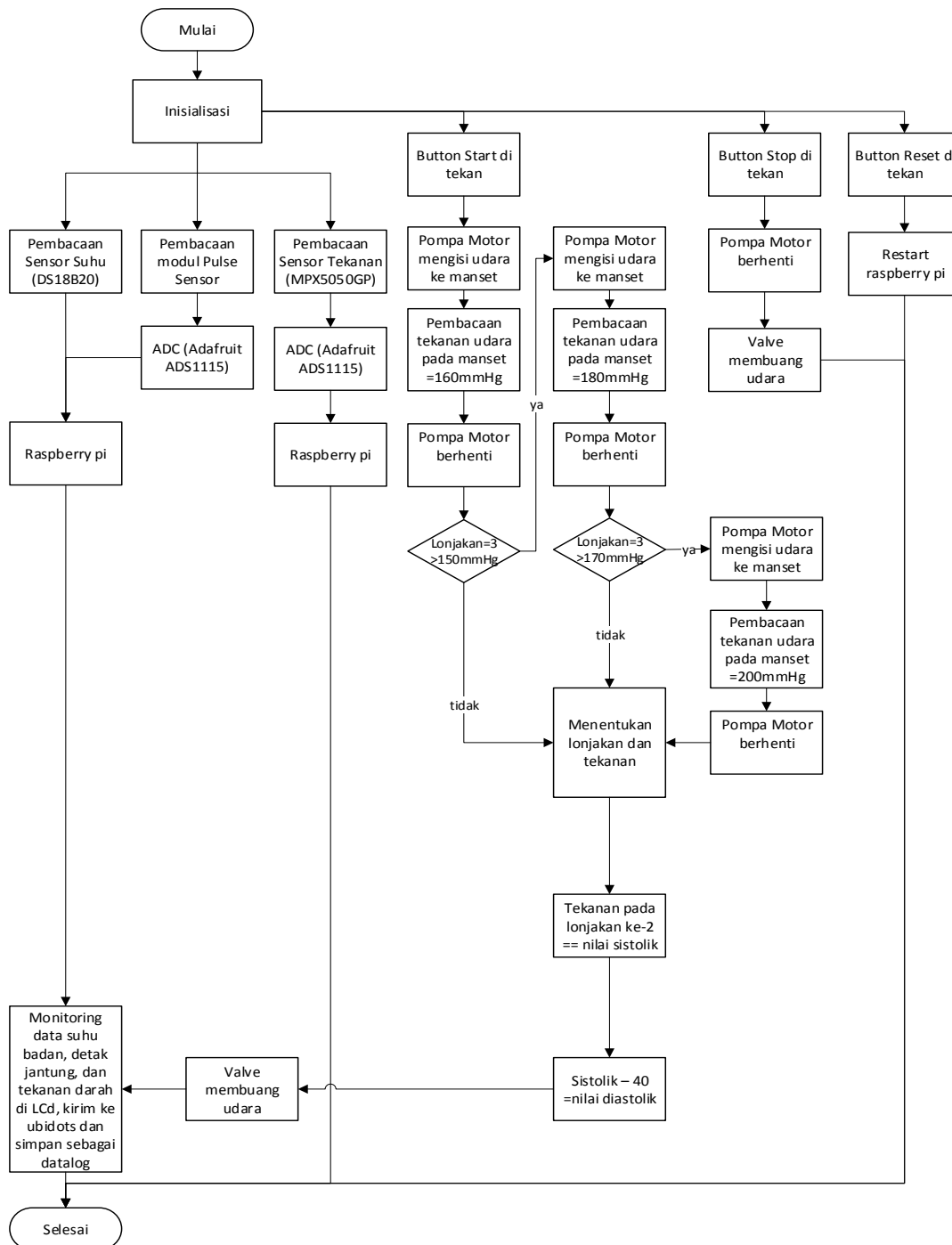
Untuk memulai pengukuran tekanan darah di kontrol melalui dua pushbutton, ketika pushbutton start di tekan pompa motor aktif dan memompa manset lengan sampai tekanan sekitar 160 mmHg, bila ada interupsi pertama berupa lonjakan selisih tekanan sebanyak 3 kali pada tekanan lebih dari 150mmhg maka motor memompa kembali manset menjadi 180mmHg, jika ada interupsi kedua berupa lonjakan selisih tekanan sebanyak 3 kali maka motor memompa menjadi 200 mmHg. Apabila interupsi kedua sudah dilewati, walaupun lonjakan selisih tekanan berada pada lebih dari 150mmHg maka interupsi di abaikan. kemudian udara pada manset mulai mengempis melalui lubang kecil dan pada saat

bersamaan mengukur lonjakan selisih tekanan pada manset lengan yang disebabkan oleh detak jantung dan menyimpan tekanan pada saat terjadi lonjakan. Nilai tekanan sistolik di dapat setelah 7 kali lonjakan selisih tekanan, dimana lonjakan selisih tekanan yang kedua adalah sebagai tekanan sistolik, tekanan diastolik adalah hasil tekanan sistolik – 40 mmhg.

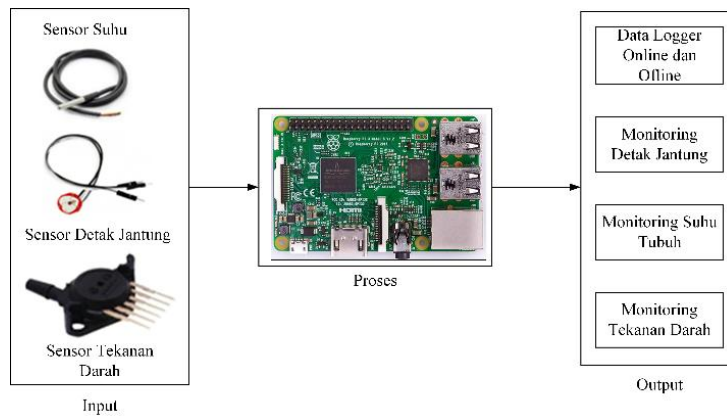
Ketika sudah mendapatkan nilai sistolik dan diastolik, solenoid valve membuang udara pada manset, nilai sitolik dan diastolik di tampilkan pada

LCD, dikirim ke server ubidots, dan menyimpan data tersebut menjadi datalog.

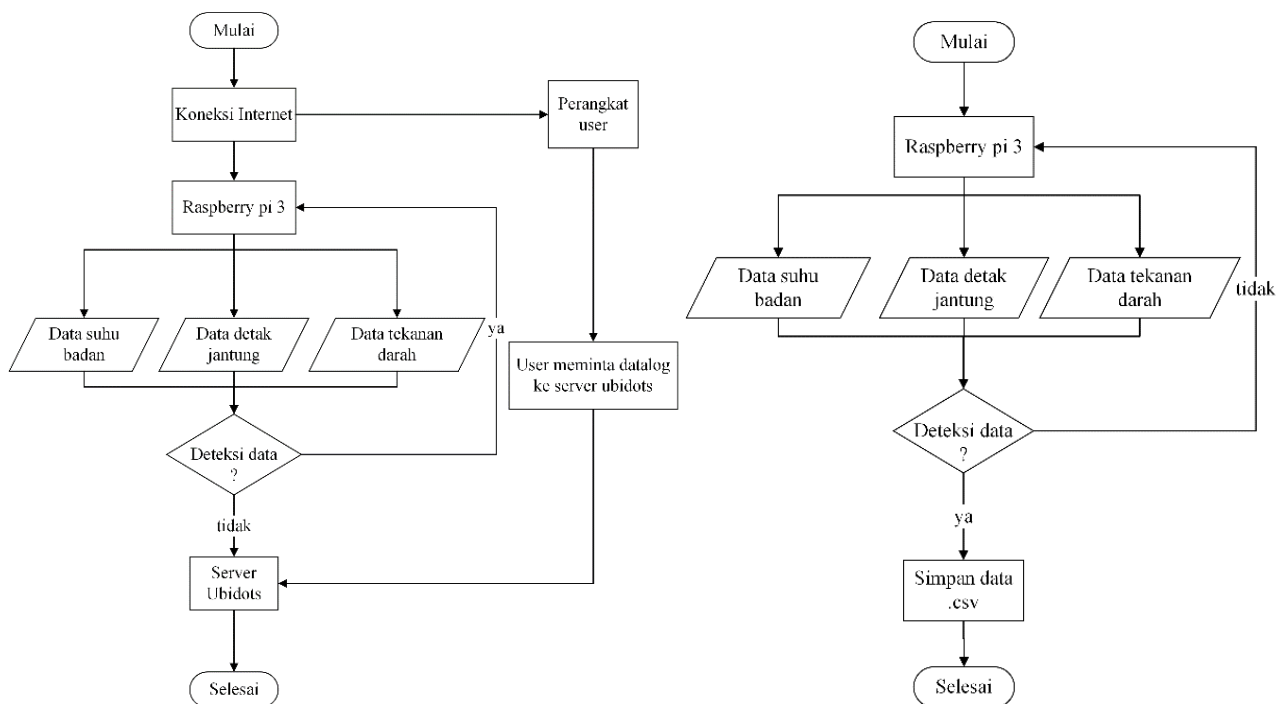
Jika terjadi kesalahan pada pompa motor memompa terus menerus mencapai lebih dari 200 mmhg saat pengukuran tekanan darah, maka tombol stop menjadi cara untuk memberhentikan pompa motor dan solenoid valve mengeluarkan udara pada manset. Jika terjadi kesalahan pada sistem perangkat keras maka tombol reset untuk memuat ulang raspberry pi. Adapun flowchart monitoring data realtime dan datalog offline, terlihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Flowchart Perancangan Sistem



Gambar 2. Blok Diagram Sistem



Gambar 3. Flowchart Monitoring Data Realtime dan Datalog Offline

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

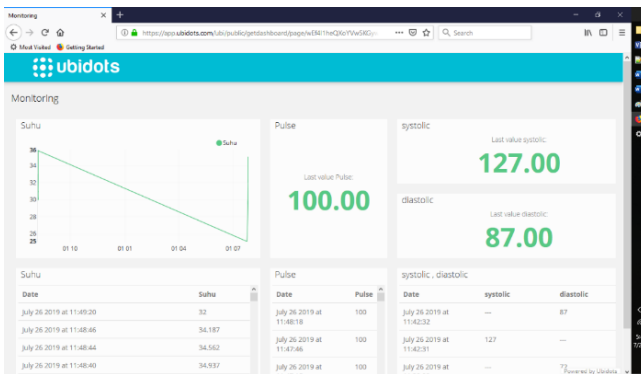
Pengujian Monitoring Data

Gambar 4 menunjukkan pengujian monitoring data ini menampilkan data hasil dari pengukuran suhu tubuh, detak jantung (BPM), dan tekanan darah. Pada LCD pertama kolom pertama menunjukkan indikator jam serta tanggal, dan pada kolom kedua menunjukkan suhu tubuh dalam satuan °C. LCD kedua kolom pertama menunjukkan BPM detak jantung serta indikator denyut, dan Pada kolom kedua menunjukan udara pada manset serta tekanan darah sistolik dan diastolik.



Gambar 4. Monitoring Data LCD 16X2

Gambar 5 dan gambar 6 menunjukkan Pengujian monitoring pada dashboard ubidots dimaksud untuk mengetahui apakah data bisa dikirim ke server ubidots dengan koneksi internet, jika sistem dalam keadaan online setiap data baru dari hasil pengukuran data tersebut langsung di kirim ke server ubidots. Hasil dari semua pengukuran ditampilkan dalam satu halaman, pada kiri halaman menunjukkan grafik suhu tubuh, pada tengah halaman menunjukkan nilai BPM detak jantung, pada kanan halaman menunjukkan tekanan darah sistolik dan diastolik. Dan pada bawah halaman menunjukkan datalog pada masing-masing hasil pengukuran. Datalog tersimpan pada Ubidots 500 data terakhir.



Gambar 5. Monitoring Data Dashboard Ubidots.

Human readable date	tugas_akhir_systolic	tugas_akhir_diastolic
7/26/2019 11:42		87
7/26/2019 11:42	127	
7/26/2019 11:38		72
7/26/2019 11:38	112	
7/26/2019 11:35		86
7/26/2019 11:35	126	
7/26/2019 11:33		73
7/26/2019 11:32	113	
7/26/2019 11:30		85
7/26/2019 11:30	125	
7/26/2019 11:27		85
7/26/2019 11:26	125	
7/26/2019 11:18		85
7/26/2019 11:18	125	
7/26/2019 11:13		84
7/26/2019 11:13	124	

Human readable	tugas_akhir_pulse	Human readable	tugas_akhir_suhu
7/26/2019 11:48	100	7/27/2019 8:59	31.875
7/26/2019 11:47	100	7/27/2019 8:59	31.812
7/26/2019 11:47	100	7/27/2019 8:59	31.75
7/26/2019 11:46	100	7/27/2019 8:59	31.687
7/26/2019 11:46	86	7/27/2019 8:59	31.625
7/26/2019 11:45	84	7/27/2019 8:57	31.625
7/26/2019 11:45	92	7/27/2019 8:57	31.687
7/26/2019 1:27	88	7/27/2019 8:57	31.687
7/26/2019 1:27	88	7/27/2019 8:57	31.687
7/21/2019 22:23	80	7/27/2019 8:57	31.687
7/21/2019 22:22	82	7/27/2019 8:57	31.687
7/21/2019 22:21	86	7/27/2019 8:57	31.687
7/21/2019 22:19	74	7/27/2019 8:57	31.687
7/21/2019 22:18	86	7/27/2019 8:57	31.687
7/21/2019 22:18	84	7/27/2019 8:56	31.687
7/21/2019 22:17	80	7/27/2019 8:56	31.687

Gambar 6. Data Logger Ubidots

Gambar 7 menunjukkan Pengujian pada datalog offline atau datalog kedua dimaksud untuk mengetahui apakah data bisa disimpan ke memory internal raspberry berformat (.csv) datalog ini berfungsi jika pada saat melakukan proses pengukuran terjadi offline atau gangguan jaringan internet.

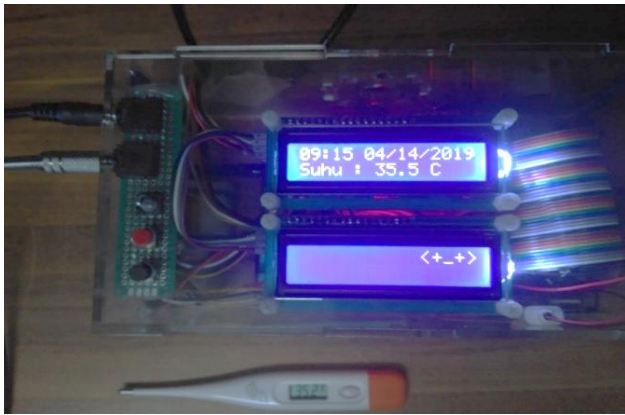
532	7/21/2019 22:36	80	36080	7/26/2019 11:45	34.81
533	7/21/2019 22:36	86	36081	7/26/2019 11:45	34.81
534	7/21/2019 22:36	66	36082	7/26/2019 11:45	34.81
535	7/21/2019 22:36	84	36083	7/26/2019 11:45	34.81
536	7/21/2019 22:36	86	36084	7/26/2019 11:45	34.88
537	7/21/2019 22:36	88	36085	7/26/2019 11:45	34.88
538	7/21/2019 22:36	88	36086	7/26/2019 11:45	34.88
539	7/21/2019 22:36	90	36087	7/26/2019 11:45	34.88
540	7/21/2019 22:36	58	36088	7/26/2019 11:45	34.88
541	7/26/2019 1:26	88	36089	7/26/2019 11:45	34.88
542	7/26/2019 1:26	88	36090	7/26/2019 11:45	34.94
543	7/26/2019 11:40	92	36091	7/26/2019 11:45	34.94
544	7/26/2019 11:40	84	36092	7/26/2019 11:45	34.94
545	7/26/2019 11:40	86	36093	7/26/2019 11:45	34.94
546	7/26/2019 11:40	100	36094	7/26/2019 11:45	34.94
547	7/26/2019 11:40	100	36095	7/26/2019 11:45	35
548	7/26/2019 11:40	100	36096	7/26/2019 11:45	34.94
549					
550					

Gambar 7. Data Logger Offline

Pengujian Prototype Suhu Tubuh

Pengujian pengukuran suhu tubuh menggunakan pengukuran aksila (dibawah lengan

/ketiak) untuk pengujian alat pembanding menggunakan thermometer d'care. Data pengukuran berasal dari 5 orang, dengan Jarak waktu antara pengukuran sekitar 5 menit. Pengujian Prototipe Suhu Tubuh Dengan Alat Ukur Pembanding, terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Prototipe Suhu Tubuh Dengan Alat Ukur Pembanding

Tabel 4 Hasil Perbandingan Alat Suhu Tubuh.

Nama	A	B	A ₁	B ₁	E ₁
Eman	35,2	34,125	35,10	35,01	0,26
	35,2	35,62			
	34,9	35,312			
Andri	36,3	36,372	36,30	36,43	0,37
	36,4	36,437			
	36,2	36,5			
Lukman	35,2	35,5	35,57	35,85	0,79
	35,7	36,062			
	35,8	36			
Raka	36,7	36,625	36,67	36,56	0,30
	36,6	36,562			
	36,7	36,5			
Taufik	36,3	36,25	36,20	36,24	0,11
	36	36,312			
	36,3	36,187			

Dari hasil tabel 4 diatas menunjukkan keakuratan pengukuran suhu tubuh sebesar 99,21% dan error maksimal sebesar 0,79%.

Rumus:

$$E_1 = \frac{(A_1 - B_1)}{A_1} \times 100\%$$

$$\% \text{ akurat} = 100\% - (E_1)$$

Keterangan:

A = Hasil pengukuran suhu tubuh menggunakan thermometer digital (°c)

A₁ = Rata-rata A (°c)

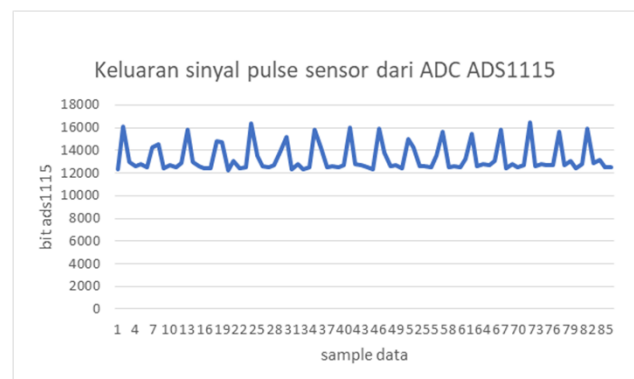
B = Hasil pengukuran suhu tubuh menggunakan alat prototype (°c)

B₁ = Rata-rata B (°c)

E₁ = Error pengukuran suhu tubuh (%)

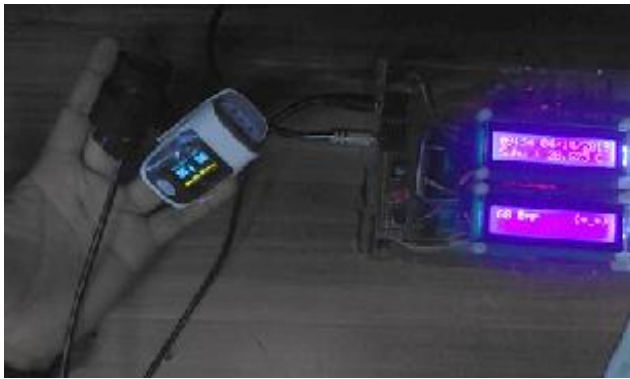
Pengujian Prototipe Detak Jantung

Pada pengujian detak jantung, pentukan titik batas ambang dimana output dari pulsa sensor meningkat bila ada denyut nadi (detak jantung). Pada saat jantung memompa darah pulse sensor akan membaca aliran darah, pada Gambar 9.



Gambar 9. Sinyal Pulse Sensor Pada Ujung Jari

Pengujian pengukuran detak jantung menggunakan pengukuran pada jari tangan, sebagai alat pembanding menggunakan oximeter digital, Data pengukuran dari 5 orang dengan Jarak waktu pengukuran sekitar 5 menit. Pada saat pengambilan data detak jantung, setelah alat di pasang pada jari tangan menunggu agar sensor stabil, dan dikarenakan interval waktu berbeda saat menampilkan heart rate (Bpm), ketika alat prototype menampilkan data, maka di waktu yang sama pengambilan pada alat pembanding. Pulse Sensor Dengan Alat Pembanding Oximeter Digital, dapat terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pulse Sensor Dengan Alat Perbandingan Oximeter Digital

Tabel 5 Hasil Perbandingan Alat Detak Jantung.

Nama	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C₁</i>	<i>D₁</i>	<i>E₂</i>
Eman	82	82	79,67	80,00	0,41
	79	80			
	78	78			
Andri	98	100	97,67	99,33	1,70
	98	100			
	97	98			
Lukman	66	68	68,00	68,67	0,99
	68	68			
	70	70			
Raka	91	90	92,00	92,00	0,00
	92	90			
	93	96			
Taufik	90	90	89,33	90,00	0,75
	89	90			
	89	90			

Dari hasil tabel 5 diatas menunjukkan keakuratan pengukuran detak jantung (BPM) sebesar 98,30% dan error maksimal sebesar 1,70%.

Rumus:

$$E_2 = \frac{(C_1 - D_1)}{C_1} \times 100\%$$

$$\% \text{ akurat} = 100\% - (E_2)$$

Keterangan:

C = Hasil pengukuran detak jantung

menggunakan oximeter digital (BPM)

C₁ = Rata-rata *C* (BPM)

D = Hasil pengukuran detak jantung menggunakan alat prototype (BPM)

D₁ = Rata-rata *D* (BPM)

E₂ = Error pengukuran detak jantung (%)

Pengujian Prototype Tekanan Darah

Pengujian pengukuran tekanan darah menggunakan pengukuran non-invasif, alat pembanding dengan menggunakan tensimeter digital omron. Data pengukuran dari 4 orang, dengan Jarak waktu antara pengukuran sekitar 2 menit. Pengujian Prototype Tekanan Darah Dengan Alat Pembanding, dapat terlihat pada Gambar 4.



Gambar 5. Pengujian Prototype Tekanan Darah Dengan Alat Pembanding

Tabel 6 Hasil Perbandingan Alat Tekanan Darah Sistolik

Nama	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>F₁</i>	<i>G₁</i>	<i>E₃</i>
Taufik	111	113	107,5	112,5	4,65
	104	112			
Reza	134	126	130,5	124,5	4,59
	127	123			
Arif	117	125	118,5	124,5	5,06
	120	124			
Andri	125	127	123,5	126,5	2,43
	122	126			

Dari hasil tabel 6 menunjukkan keakuratan pengukuran tekanan darah, pada sistolik sebesar 94,94%, dan error maksimal pada sistolik sebesar 5,06%

Rumus:

$$E_3 = \frac{(F_1 - G_1)}{F_1} \times 100\%$$

$$\% \text{ akurat} = 100\% - (E_3)$$

Keterangan:

F = Hasil pengukuran tekanan darah sistolik menggunakan tensimeter digital (mmHg)

F_1 = Rata-rata F (mmHg)

G = Hasil pengukuran tekanan darah sistolik menggunakan alat prototype (mmHg)

G_1 = Rata-rata G (mmHg)

E_3 = Error pengukuran tekanan darah sistolik (%)

Tabel 7 Perbandingan Alat Tekanan Darah Diastolik

Nama	F_2	G_2	F_3	G_3	E_4
Taufik	79	73	77,5	72,5	6,45
	76	72			
Reza	84	86	85,5	84,5	1,16
	87	83			
Arif	84	85	84	84,5	0,59
	84	84			
Andri	86	87	85	86,5	1,76
	84	86			

Dari hasil tabel 7 menunjukkan keakuratan pengukuran tekanan darah, diastolik (DS) sebesar 93,55%, dan error maksimal pada diastolik sebesar 6,45%.

Rumus:

$$E_4 = \frac{(F_3 - G_3)}{F_3} \times 100\%$$

$$\% \text{ akurat} = 100\% - (E_4)$$

Keterangan:

F_2 = Hasil pengukuran tekanan darah diastolik menggunakan tensimeter digital (mmHg)

F_3 = Rata-rata F_2 (mmHg)

G_2 = Hasil pengukuran tekanan darah diastolik menggunakan alat prototype (mmHg)

G_3 = Rata-rata G_2 (mmHg)

E_4 = Error pengukuran tekanan darah diastolik (%)

4 KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis data prototype, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari perbandingan pengukuran suhu tubuh antara thermometer digital dengan sensor suhu DS18B20, diperoleh hasil akurasi sebesar 99,21% dan error maksimal sebesar 0,79%.
2. Dari perbandingan pengukuran detak jantung (BPM) antara oximeter digital dengan pulse sensor, diperoleh hasil akurasi sebesar 98,30% dan error maksimal sebesar 1,70%.
3. Dari perbandingan pengukuran tekanan darah antara tensimeter mpx5050gp dengan tensimeter digital omron diperoleh hasil akurasi, pada sistolik sebesar 94,94%, pada diastolik sebesar 93,55%, dan error maksimal pada sistolik sebesar 5,06%, pada diastolik sebesar 6,45%.
4. Pada saat pengukuran tekanan darah dan detak jantung, kondisi tubuh diharuskan tidak banyak bergerak, karena hal ini akan mempengaruhi hasil pengukuran.
5. Sistem monitoring data telah berhasil ditampilkan dan disimpan datanya secara realtime ataupun datalog.
6. Dalam penelitian ini dirancang sebuah alat portabel untuk mengukur suhu tubuh, detak jantung, dan tekanan darah yang terintegrasi dengan jaringan internet dan data di simpan datalog.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Prayitno, *Seri Penemuan Termometer*. Alprin, 2020.
- [2] N. Finahari, *Interaksi Dinamis Sistem Kardiorespirasi*. Deepublish, 2015.
- [3] K. Kario, *Essential Manual of 24 Hour Blood Pressure Management: From Morning to Nocturnal Hypertension*. Wiley, 2015.
- [4] H. Isyanto and I. Jaenudin, "Monitoring Dua Parameter Data Medik Pasien (Suhu Tubuh Dan Detak Jantung) Berbasis Arduino Nirkabel," *eLEKTUM*, vol. 15, no. 1, pp. 19-24, 2018.
- [5] H. Isyanto, D. Almanda, and H. Fahmiansyah, "Perancangan IoT Deteksi Dini Kebakaran dengan Notifikasi Panggilan Telepon dan Share Location," *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 1-16, 2021.

- [6] H. Isyanto, J. Jumail, R. Rahayu, and N. Firmansyah, "Design of Monitoring Device for the Process of Organic Waste Decomposition into Compost Fertilizer and Plant Growth through Smartphones based on Internet of Things Smart Farming," *Journal of Electrical Technology UMY*, vol. 5, no. 2, pp. 52-60, 2021.
- [7] F. Satriya, M. Mardiono, and R. Diharja, "Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu Tubuh Untuk Pasien Demam Berdarah Menggunakan Smartphone Berbasis Internet Of Things," *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, vol. 2, no. 2, pp. 113-118, 2020.
- [8] M. F. Rustan, "Aplikasi Monitoring Denyut Jantung Berbasis Android," *Journal of Computer and Information System (J-CIS)*, vol. 1, no. 1, pp. 1-10, 2018.
- [9] E. Novieastari, K. Ibrahim, and D. Deswani, *Fundamentals of Nursing Vol 1- 9th Indonesian Edition*. Elsevier Health Sciences, 2019.
- [10] U. Achlison, "Analisis Implementasi Pengukuran Suhu Tubuh Manusia dalam Pandemi Covid-19 di Indonesia," *Pixel: Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, vol. 13, no. 2, pp. 102-106, 2020.
- [11] I. K. R. Arthana, I. M. A. Pradnyana, and D. P. Y. Kurniati, "Sistem Monitoring Detak Jantung dan Lokasi Pasien," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 15, no. 1, 2018.
- [12] S. K. M. C. H. S. T. M. K. R. A. C. S. T. M. T. Dirja Nur Ilham, *Monitoring dan Stimulasi Detak Jantung dengan Murottal Al-Qur'an Berbasis Internet of Things (IOT)*. CV Jejak (Jejak Publisher), 2020.
- [13] A. Sulista, N. Nehru, and S. Fuady, "Rancang Bangun Alat Monitoring Tekanan Darah Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 13-26, 2021.
- [14] *Perbandingan hasil pengukuran tekanan darah dengan memakai sphygmomanometer air raksa dan alat ukur tekanan darah elektronik*. Lembaga Penelitian, Universitas Sriwijaya, 1998.
- [15] E. Nurazizah, M. Ramdhani, and A. Rizal, "Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor DS18B20 Untuk Penyandang Tunanetra," *eProceedings of Engineering*, vol. 4, no. 3, 2017.
- [16] Y. Irawan, Y. Fernando, and R. Wahyuni, "Detecting Heart Rate Using Pulse Sensor As Alternative Knowing Heart Condition," *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, vol. 1, no. 1, pp. 30-42, 2019.
- [17] T. Instruments, "ADS1115 Datasheet," ed, 2018.
- [18] M. S. D. Gupta, V. Patchava, and V. Menezes, "Healthcare based on iot using raspberry pi," in *2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)*, 2015: IEEE, pp. 796-799.
- [19] A. J. Puspitasari, E. Endarko, and I. Fatimah, "Blood Pressure Monitor Design Using MPX5050GP Pressure Sensor and Visual C# 2010 Express," *JFA (Jurnal Fisika dan Aplikasinya)*, vol. 15, no. 3, pp. 99-103, 2019.