

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Langkah- Langkah Penggunaan Alat

Berikut adalah langkah-langkah penggunaan rancang bangun alat ukur tekanan darah, detak jantung, dan suhu tubuh:

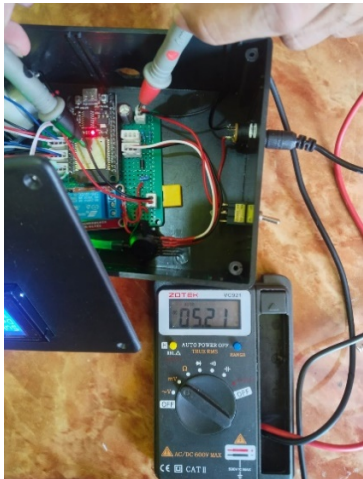
1. Periksa apakah Sensor Detak Jantung MAX30100 telah berhasil terhubung pada board yang telah dirancang untuk memantau denyut jantung pengguna.
2. Periksa apakah Sensor Suhu MLX90614 telah terkoneksi dengan baik ke dalam rangkaian board untuk melakukan pengukuran suhu tubuh.
3. Periksa apakah Sensor Tekanan Darah MPX5700AP telah terintegrasi pada board guna mendeteksi nilai tekanan darah, baik sistolik maupun diastolik.
4. Periksa apakah power supply, *switch ON/OFF*, 1 buah *push button* telah terintegrasi pada rangkaian board.
5. Hubungkan ESP32 yang telah dirakit bersama rangkaian sensor ke port USB laptop.
6. Unggah program yang sudah dibuat di Aduino IDE ke ESP32.
7. Pasang Baterai lipo 1cell yang sudah disediakan untuk daya pompa udara.
8. Hubungkan adaptor pada stop kontak.
9. Nyalakan *switch ON/OFF* pada pojok kiri alat.
10. Pastikan alat dalam keadaan menyala yang ditandai dengan tampilan informasi pada LCD berupa suhu tubuh, detak jantung, tekanan darah (sistolik/diastolik), dan nilai pembacaan ADC.
11. Pasangkan secara bergantian sensor detak jantung MAX30100 dan sensor suhu MLX90614 pada ibu jari, serta manset tekanan darah dengan sensor MPX5700AP pada lengan kiri pasien.
12. Pastikan manset tekanan darah beserta sensor MPX5700AP telah terpasang dengan tepat pada lengan kiri pasien, sehingga pembacaan nilai tekanan sistolik dan diastolik dapat dilakukan secara akurat.
13. Pastikan sensor MAX30100 telah terpasang dengan benar pada ibu jari pasien untuk memperoleh pembacaan detak jantung secara akurat.

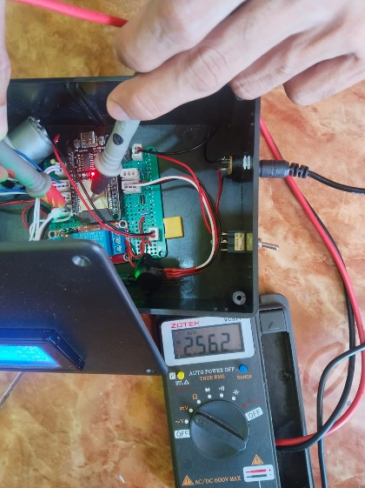
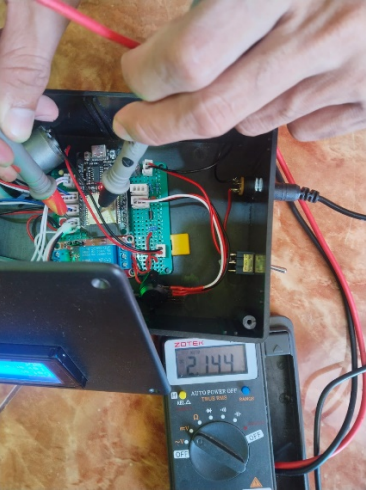
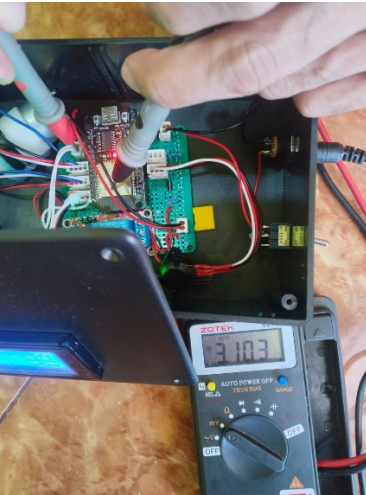
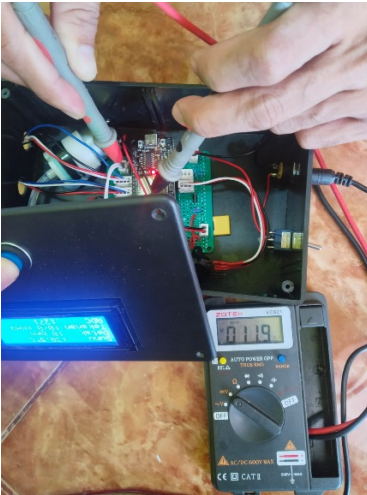
14. Pastikan sensor suhu MLX90614 telah ditempelkan dengan baik pada bagian ketiak pasien, agar pengukuran suhu tubuh dapat dilakukan secara optimal.
15. Periksa hasil pembacaan dari seluruh sensor melalui tampilan pada alat. Jika data berhasil terbaca, lanjutkan proses pengukuran secara berkala sesuai kebutuhan.

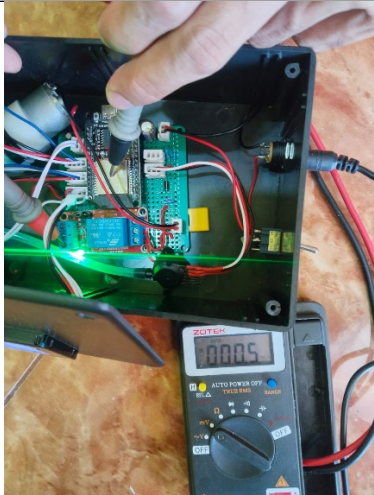
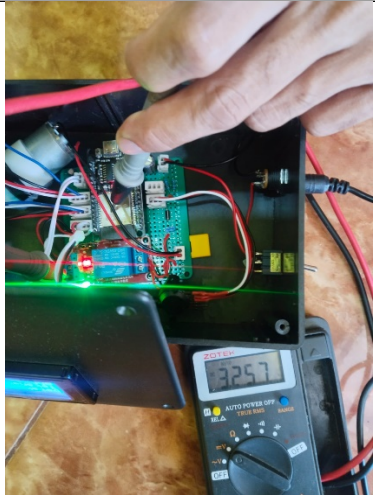
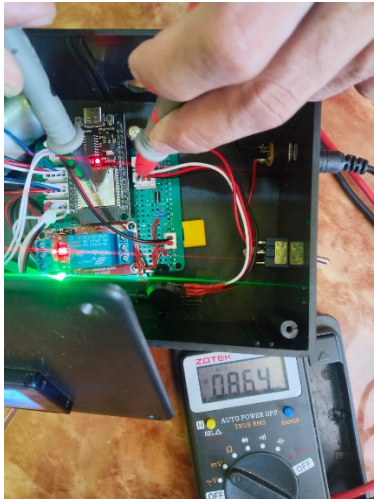
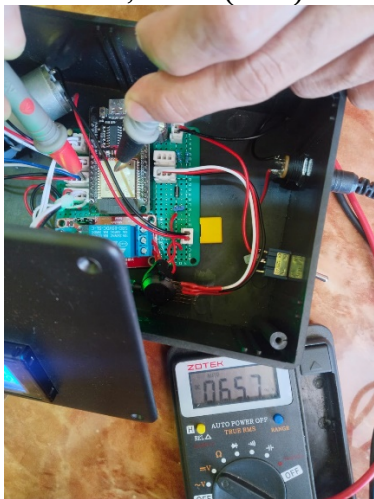
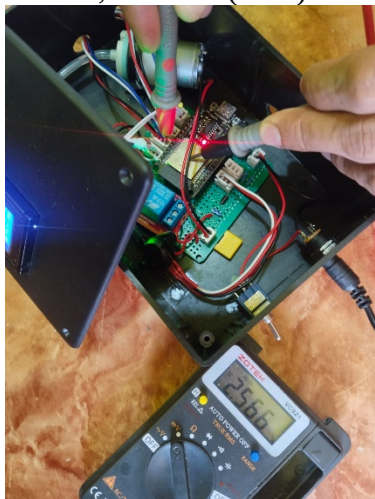
4.2 Hasil Pengukuran Tegangan

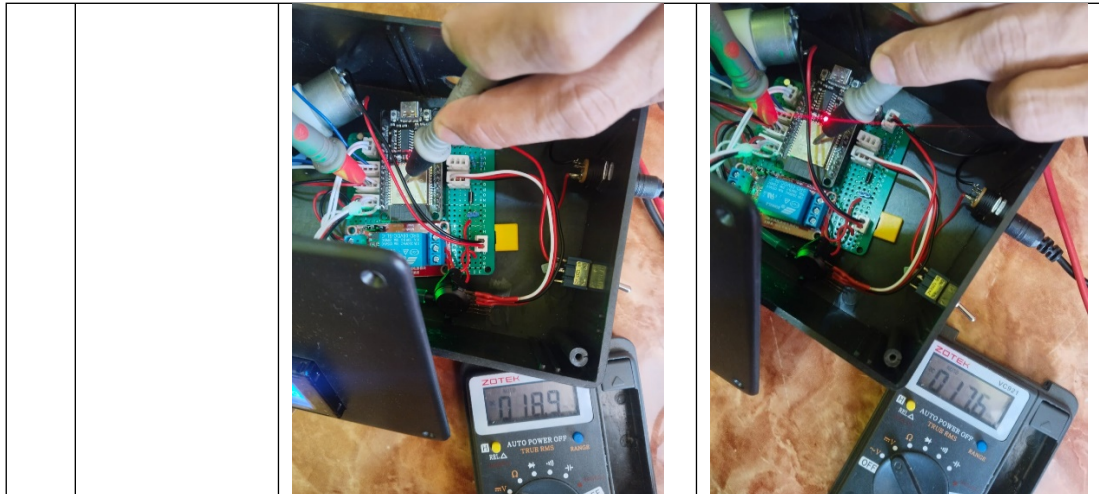
Pengujian tegangan dilakukan untuk memastikan apakah suatu perangkat telah menerima suplai daya yang memadai dan dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Proses ini penting dilakukan, karena tanpa suplai daya yang mencukupi, perangkat tidak akan dapat beroperasi secara optimal. Berikut pengujian tegangan alat bisa kita lihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Tegangan pada Alat

	Keterangan	Keadaan On pada Voltmeter	Keadaan Output pada Voltmeter
1.	Pengujian Power Supply	5.22 Volt 	
2.	Pengujian ESP32	5.21 Volt 	

3.	Pengujian SDA LCD	2.562 Volt (SCL LCD)  2.144 Volt (SDA LCD) 	
4.	Pengujian push button	3.103 Volt 	11.9 Volt 
5.	Pengujian Modul Relay	0.5 Volt	3.257 Volt

			
6.	Pengujian Sensor MPX5700AP	0.864 Volt 	0.869 Volt 
7.	Pengujian SCL pada Sensor MAX30100 dan Sensor MLX90614	65,7 Volt (SCL)  18,9 Volt (SDA)	2,566 Volt (SCL)  17,6 Volt (SDA)



4.3 Hasil Data Pengujian Tekanan Darah Sensor MPX5700AP

Untuk melakukan pengujian sensor MPX5700AP sebagai sensor tekanan darah, dilakukan proses perbandingan antara hasil pembacaan dari sensor MPX5700AP dengan alat ukur standar konvensional, yaitu tensimeter digital. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi sensor dalam mengukur tekanan darah, khususnya pada nilai tekanan sistolik dan diastolik. Pengukuran dilakukan sebanyak 20 kali secara bertahap dan berulang, guna memperoleh data yang cukup untuk dianalisis serta mengambil nilai rata-rata dari hasil akurasi dan error alat yang telah dirancang.

Indikasi dari keakurasian sensor ditunjukkan melalui kedekatan antara nilai pembacaan sensor dengan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur pembanding (tensimeter digital). Semakin kecil selisih antara keduanya, maka semakin tinggi tingkat akurasi sensor tersebut. Adapun nilai error dihitung menggunakan persamaan 4.1, yang didasarkan pada selisih antara hasil sensor dan hasil alat standar, lalu dinyatakan dalam bentuk persentase terhadap nilai acuan. Hasil dari pengujian ini digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi performa alat secara keseluruhan serta sebagai acuan untuk proses kalibrasi atau penyempurnaan sistem.

$$\text{Nilai Error} = \frac{\text{Hasil Ukur MPX5700AP} - \text{Hasil Alat Ukur Tensimeter Digital}}{\text{Hasil Ukur MPX5700AP}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4.1)$$

dan nilai akurat dapat dihitung dengan persamaan 4.2

$$\text{Nilai Akurat} = 100\% - \text{Nilai Error} \quad \dots\dots\dots(4.2)$$

Data hasil pengukuran nilai tekanan darah yang dilakukan menggunakan tensimeter digital sebagai alat standar dan sensor MPX5700AP sebagai tekanan darah sistol pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Tekanan Darah Sensor MPX5700AP sebagai Tekanan Darah Sistol

Percobaan ke-	Hasil pengukuran			
	Alat Hasil Rancangan Sistole	Tensimeter Digital Sistole	Error (%)	Akurat (%)
1	93 mmHg	90 mmHg	3.23	96.77
2	72mmHg	71 mmHg	1.39	98.61
3	104 mmHg	101 mmHg	2.88	97.12
4	139 mmHg	139 mmHg	0	100
5	78 mmHg	76 mmHg	2.56	97.44
6	105 mmHg	90 mmHg	14.29	85.71
7	107 mmHg	106 mmHg	0.93	99.07
8	86 mmHg	84 mmHg	2.33	97.67
9	92 mmHg	93 mmHg	1.09	98.91
10	74 mmHg	77 mmHg	4.05	95.95
11	122 mmHg	120 mmHg	1.64	98.36
12	120 mmHg	119 mmHg	0.83	99.17
13	94 mmHg	92 mmHg	2.13	97.87
14	123 mmHg	123 mmHg	0	100
15	106 mmHg	104 mmHg	1.89	98.11
16	88 mmHg	89 mmHg	1.14	98.86
17	90 mmHg	93 mmHg	3.33	96.67
18	128 mmHg	125 mmHg	2.34	97.66
19	84 mmHg	85 mmHg	1.19	98.81
20	112 mmHg	110 mmHg	1.79	98.21
Rata-rata			2.45	97.55

Data hasil pengukuran nilai tekanan darah yang dilakukan menggunakan tensimeter digital sebagai alat standar dan sensor MPX5700AP sebagai tekanan darah diastole dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Tekanan Darah Sensor MPX5700AP sebagai Tekanan Darah Diastole

Percobaan ke-	Hasil pengukuran			
	Alat Hasil Rancangan (Diastole)	Tensimeter Digital (Diastole)	Error (%)	Akurat (%)
1	65 mmHg	63 mmHg	3.08	96.92
2	47 mmHg	46 mmHg	2.13	97.87
3	72 mmHg	70 mmHg	2.78	97.22
4	89 mmHg	90 mmHg	1.12	98.88
5	50 mmHg	48 mmHg	4.00	96
6	70 mmHg	67 mmHg	4.29	95.71
7	69 mmHg	70 mmHg	1.45	98.55
8	60 mmHg	63 mmHg	5.00	95
9	64 mmHg	65 mmHg	1.56	98.33
10	49 mmHg	50 mmHg	2.04	97.96
11	82 mmHg	81 mmHg	1.22	98.78
12	80 mmHg	79 mmHg	1.25	98.75
13	66 mmHg	64 mmHg	3.03	96.97
14	74 mmHg	72 mmHg	2.70	97.30
15	74 mmHg	72 mmHg	2.70	97.30
16	60 mmHg	61 mmHg	1.67	96.59
17	88 mmHg	85mmHg	3.41	98.33
18	74 mmHg	72 mmHg	2.70	97.30
19	56 mmHg	60 mmHg	7.14	92.86
20	64 mmHg	61 mmHg	4.69	95.31
Rata-rata			2.90	97.10

4.4 Hasil Data Pengujian Detak Jantung Sensor MAX30100

Sensor Denyut Nadi Sensor MAX30100 untuk deteksi setelah melewati pembuluh balik dan pembuluh kapiler pada ujung jari. Pengujian keakurasian dan error pada sensor MAX30100 akan dibandingkan dengan alat ukur standar konvensional, yaitu pulse oximeter. Nilai error dapat dihitung dengan persamaan 4.3

$$\text{Nilai Error} = \frac{\text{Hasil Ukur MAX30100} - \text{Hasil Alat Ukur Pulse Oximeter}}{\text{Hasil Ukur 30100}} \times 100\% \quad \text{.....(4.3)}$$

dan nilai akurat dapat dihitung dengan persamaan 4.4

$$\text{Nilai Akurat} = 100\% - \text{Nilai Error} \quad \text{.....(4.4)}$$

Data hasil pengukuran nilai detak jantung yang dilakukan menggunakan pulse oximeter sebagai alat standar dan sensor MAX30100 untuk mengukur bpm dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Detak Jantung Sensor MAX30100

Percobaan ke-	Hasil pengukuran			
	Alat Hasil Rancangan (bpm)	Pulse Oximeter (bpm)	Error (%)	Akurat (%)
1	94	94	0	100
2	78	78	0	100
3	105	105	0	100
4	88	89	1.12	98.88
5	86	85	1.18	98.82
6	84	84	0	100
7	82	84	2.44	97.56
8	58	60	3.45	96.55
9	73	74	1.37	98.63
10	88	87	1.14	98.86
11	86	86	0	100
12	87	88	1.14	98.86
13	91	90	1.10	98.90

14	90	92	2.22	97.78
15	88	87	1.14	98.86
16	96	94	2.08	97.92
17	93	90	3.33	96.67
18	77	76	1.30	98.70
19	85	86	1.18	98.82
20	80	80	0	100
Rata-rata			1.13	98.87

4.5 Hasil Pengujian Suhu Tubuh Sensor MLX90614

Pengujian pada sensor suhu tubuh MLX90614 akan dilakukan perbandingan untuk pengujian keakurasian dan error dengan alat ukur standar konvensional, yaitu termometer inframerah. Nilai error dapat dihitung dengan persamaan 4.5

$$\text{Nilai Error} = \frac{\text{Hasil Ukur MLX90614} - \text{Hasil Alat Ukur Termometer}}{\text{Hasil Ukur MLX90614}} \times 100\% \dots\dots\dots(4.5)$$

dan nilai akurat dapat dihitung dengan persamaan 4.6

$$\text{Nilai Akurat} = 100\% - \text{Nilai Error} \dots\dots\dots(4.6)$$

Data hasil pengukuran nilai suhu tubuh yang dilakukan menggunakan termometer sebagai alat standar dan sensor MLX90614 untuk mengukur °C dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Suhu Tubuh MLX90614

Percobaan ke-	Hasil pengukuran			
	Alat Hasil Rancangan (°C)	Pulse Oximeter (°C)	Error (%)	Akurat (%)
1	36.3	36.5	0.55	99.45
2	36.6	36.5	0.27	99.73
3	37.1	37	0.27	99.73
4	36.1	36.2	0.28	99.72
5	36.6	36.9	0.81	99.19

6	36.9	36.9	0	100
7	36.9	36.6	0.82	99.18
8	37.4	37.2	0.54	99.46
9	36.5	36.6	0.27	99.73
10	36.4	36.4	0	100
11	36.2	36.1	0.28	99.72
12	37.3	37.2	0.27	99.73
13	36.5	36.5	0	100
14	36.8	36.8	0	100
15	36.2	36	0.56	99.44
16	35.9	35.8	0.28	99.72
17	36.9	37	0.27	99.73
18	36.1	36.2	0.28	99.72
19	37	37	0	100
20	36	36.1	0.28	99.72
Rata-rata			0.30	99.72

4.6 Pembahasan

Pengujian kalibrasi pertama, yaitu pengujian tegangan. Pengujian Tegangan adalah guna mengetahui apakah alat bisa aktif atau tidak, terpenuhi suplay dayanya atau tidak. Hal itu sangat dibutuhkan dikarenakan bila alat tidak terpenuhi suplay dayanya, alat tidak akan bekerja. Pengujian tegangan alat bisa kita lihat pada tabel 4.1

Pengujian kedua, yaitu pengujian perbandingan modul tekanan darah sensor MPX5700AP dan tensimeter digital. Dalam pengukuran tersebut dimana alat yang telah dirancang menggunakan sensor MPX5700AP menghasilkan rata-rata nilai error 2.45% dengan nilai keakuratan 97.55% pada tekanan darah sistolik. Kemudian untuk data pengukuran tekanan darah diastole mendapatkan rata-rata nilai error 2,90% dengan nilai keakuratan 97.10%, yang terdapat pada Tabel 4.2 dan 4.3.

Pengujian ketiga, yaitu pengujian perbandingan modul detak jantung sensor MAX30100 dan *pulse oximeter*. Setelah dilakukan pengukuran sebanyak 5 kali percobaan alat yang telah dirancang menggunakan sensor MAX30100 menghasilkan

rata-rata nilai error 1,13% dengan nilai keakuratan 98,87%, dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Pengujian terakhir, yaitu pengujian perbandingan modul suhu tubuh sensor MLX90614 dan termometer. Pengukuran kedua alat tersebut dilakukan sebanyak 5 kali percobaan. Alat yang telah dirancang menggunakan sensor MLX90614 menghasilkan rata-rata nilai error sebesar 0,30% dan nilai keakuratan sebesar 99,72%, dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Pengujian alat dilakukan dengan menggabungkan semua subsistem yang telah ada, penggabungan subsistem tersebut terdiri dari ESP32, modul tekanan darah sensor MPX5700AP, modul detak jantung sensor MLX90614, dan modul suhu tubuh sensor MAX30100, bahwa rancang bangun alat ukur tekanan darah, detak jantung, dan suhu tubuh berfungsi sesuai dengan perencanaan.