

## **BAB IV**

### **HASIL DAN ANALISA**

#### **4.1 Data dan Analisa Hasil Penelitian**

Dalam bab ini menjelaskan rangkaian hasil uji coba dan analisa terhadap penelitian yang telah dilakukan. Hasil uji coba dilakukan untuk melihat sejauh mana keberhasilan metode yang digunakan, sedangkan analisa yang dilakukan hasil uji coba agar memperoleh kesimpulan serta saran bagi penelitian selanjutnya.

Berikut adalah hasil uji coba Perancangan Pengembangan metode spirometri menggunakan metode ECSC pada sistem monitoring suhu tubuh dan paru paru :

#### **4.2 .Perancangan Pengembangan metode spirometri menggunakan metode ECSC pada sistem monitoring suhu tubuh dan paru paru**

Perancangan Pengembangan metode spirometri menggunakan metode ECSC pada sistem monitoring suhu tubuh dan paru paru dirancang bangun dari beberapa komponen, diantaranya arduino, sensor tekanan gas MPX5100DP,



Gambar 4.1 Perancangan Pengembangan metode spirometri menggunakan metode ECSC pada sistem monitoring suhu tubuh dan paru paru

Keterangan :

1 = Mouthpiece

2 = Sensor suhu LM 35 DZ

3 = Sensor Tekanan MPX5100 DP

4 = LCD 16 X 2

5 = Arduino Uno R3

6 = Push Button

7 = Port USB

Pada bagian samping terdapat port USB yang berfungsi mendownload dan memberikan tegangan ke alat dan alat komunikasi antara PC dengan alat.

Alat ini memiliki cara kerja dengan menerima laju aliran udara hasil ekspirasi manusia yang dihembuskan melalui mouthpiece yang selanjutnya akan dilakukan pembacaan nilai hembusan udara oleh sensor tekanan MPX 5100 DP lalu diteruskan pembacaan melalui arduino yang didalamnya terdapat ATmega 328 P yang memiliki ADC (Analog to Digital Converter) internal.

Terdiri dari arduino uno R3 sebagai pusat control sistem, modul Bluetooth HC-05 sebagai media komunikasi antara arduino dengan device android, Sensor Suhu LM 35 sebagai input suhu real time dihubungkan pada arduino uno R3 pada pin A0. Sensor MPX 5100 DP Sebagai input tekanan kapasitas vital paru pada pin A1. Kedua sensor ini digunakan sebagai input mikrokontroler yang didalamnya terdapat serangkaian metode ECSC equation sebagai proses perhitungan pengambil tindakan terhadap suhu dan volume kapasitas vital paru manusia. Proses ECSC equation akan menghasilkan output tingkat kesehatan manusia. Dalam melakukan monitoring, arduino uno R3 melakukan komunikasi melalui

modul Bluetooth HC-05 data yang dikirim arduino berupa data suhu dan Volume kapasitas volume.

Dalam penerapannya sensor suhu diletakkan di ketiak untuk penentuan tingkat suhu tubuh hipotermia, normal dan demam sedangkan Sensor MPX5100 DP Ditiup dan menghembuskan udara untuk mengukur kapasitas vital paru manusia Perancangan keseluruhan merupakan gambaran secara utuh tentang alat yang akan dibuat

#### **4.3 Hasil perancangan Hardware**

Perancangan hardware pada penelitian ini meliputi perancangan sensor suhu LM 35 DZ, perancangan sensor MPX5100DP Menggunakan Bluetooth.

#### **4.4 Hasil Perancangan software**

Perancangan software menggunakan menggunakan program utama IDE arduino dan MIT APP INVENTOR untuk tampilan interface pada sistem android (Smartphone).

#### **4.5 Hasil pengujian alat secara keseluruhan**

Pada pengujian ini terdapat empat hal yang diujikan yaitu, pengujian sensor LM 35 DZ, pengujian linearitas arduino ( ADC), Pengujian sensor tekanan MPX 5100 DP, Pengujian kalibrasi prediksi suhu tubuh dan FVC dari masing masing responden dan nilai FVC yang dihasilkan responden saat pengukuran.

#### 4.5.1 Hasil pengujian sensor suhu LM 35 DZ

Dalam pengujian ini komponen utama meliputi sensor suhu LM 35. Adapun peralatan tambahan dalam mendukung proses pengujian sensor ini adalah :

1. suhu tubuh, sebagai nilai sensor suhu
2. multimeter digital, sebagai pengukur tegangan output pada sensor suhu dan pembandingan dengan data pada layar LCD

Tabel 4.1 Data Hasil pengujian sensor suhu

No	Data suhu yang ditampilkan pada LCD Dalam °C	Tegangan output sensor suhu yang terukur pada multimeter (Volt)
1	28.50	0.285
2	29.73	0.297
3	30.45	0.304
4	31.70	0.317
5	32.50	0.325
6	33.65	0.365

7	34.80	0.348
8	35.20	0.352
9	35.60	0.356
10	36.30	0.363

#### 4.5.2 Hasil Pengujian Linearitas Arduino (ADC)

Pada saat perancangan alat ini dilakukan pengujian terhadap masing masing komponen yang digunakan agar hasil rancangan yang dihasilkan dapat sesuai perancangan dan hasil rancangan memiliki nilai ketepatan yang baik. Pengujian arduino ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kesalahan output arduino saat diberikan input tegangan yang bervariasi dari power supply. Pada pengujian arduino, arduino diaktifkan menggunakan tegangan yang berasal dari PC dan dihubungkan melalui kabel USB serial type A-B. Hasil yang dihasilkan oleh ADC harus dikonversi agar outputnya berupa tegangan. Konversi sinyal analog ke digital melalui proses perhitungan berikut :

$$\text{ADC} = \frac{V_{\text{in}}}{V_{\text{ref}}} \times 1024$$

Keterangan :

$V_{\text{in}}$  = tegangan keluaran dari pin ADC

$V_{\text{ref}}$  = tegangan referensi (5V)

1024 = besarnya bit ADC (dalam penelitian 10 bit)

Kesalahan hasil keluaran arduino terbagi menjadi kesalahan absolut dan persentase kesalahan relatif dengan rumus perhitungan :

$$\text{Kesalahan Absolut} = [\text{Nilai sebenarnya} - \text{Nilai pengukuran}]$$

$$\text{Kesalahan Relatif} = \frac{\text{Kesalahan Absolut}}{\text{Nilai sebenarnya}} \times 100 \%$$

Berikut hasil pengujian pin ADC arduino saat diberikan input yang bervariasi dari power supply ;



Tabel 4.2. Hasil Pengujian Pin ADC Arduino

No	Tegangan (Volt)		Kesalahan	
	Masukan	Arduino	Absolut (Volt)	Relatif (%)
1	0	0	0	0
2	0.12	0.12	0	0
3	0.26	0.26	0	0
4	0.36	0.37	0.01	2.78
5	0.43	0.44	0.01	2.33
6	0.54	0.56	0.02	3.70
7	0.67	0.70	0.03	4.48
8	0.73	0.76	0.03	4.12
9	0.85	0.88	0.03	3.53
10	0.96	1	0.04	4.17
11	1.82	1.91	0.09	4.95
12	2.77	2.91	0.14	5.05
13	3.84	4.06	0.22	5.73
14	4.72	5	0.28	5.93

Berdasarkan tabel 4.2. dapat diketahui bahwa semakin besar nilai input yang terbaca oleh arduino maka nilai kesalahan yang dihasilkan output arduino pun semakin besar. Hal ini terjadi dikarenakan hukum ohm, tegangan berbanding lurus dengan arus, dan arus merupakan muatan electron yang mengalir per satuan waktu. Sehingga semakin besar tegangan yang diberikan maka semakin besar arus yang mengalir maka semakin banyak muatan elektron yang dialirkan, karena bertambah banyaknya elektron yang dialirkan maka akan ada elektron yang terhambat atau tidak tersampaikan sehingga selisih antara input dan output pin ADC pada arduino pun semakin besar saat tegangan input yang diberikan semakin besar.



#### 4.5.3 Hasil pengujian sensor tekanan MPX5100DP

Pengujian sensor tekanan MPX5100DP dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai awal yang dimiliki sensor MPX5100DP pada saat sebelum mendapatkan tekanan. Sensor MPX5100DP memiliki karakteristik sensitivitas 45 Mv/kPa. Pengujian ini dilakukan saat sensor diaktifkan dengan tegangan yang berasal dari arduino lalu diukur output-nya dengan multimeter. Berikut data pengujian sensor tekanan MPX5100DP tanpa tekanan :

Tabel 4.3 Hasil pengujian sensor tekanan MPX5100 DP

Waktu [x0.1 s]	Tekanan awal		
	Uji 1	Uji 2	Uji 3
1	27.31055	27.31055	27.87413



2	27.31055	27.87413	27.87413
3	27.31055	28.43772	27.87413
4	27.87413	27.87413	27.31055
5	27.87413	27.87413	27.31055
6	27.31055	27.31055	27.87413
7	27.87413	28.43772	27.31055
8	27.31055	27.87413	27.87413
9	27.87413	27.87413	27.31055
10	27.87413	27.87413	27.87413
11	27.31055	27.87413	28.43772
12	28.43772	27.87413	27.87413
13	27.87413	28.43772	27.31055
14	27.87413	27.87413	26.74696
15	27.87413	28.43772	27.87413
16	27.87413	27.87413	27.87413
17	27.87413	27.31055	27.87413
18	27.87413	27.31055	27.87413
19	27.87413	27.87413	27.31055
20	27.87413	27.87413	27.31055
21	27.87413	27.31055	27.31055
22	28.43772	27.87413	27.87413
23	27.87413	27.87413	27.87413
24	27.87413	27.87413	27.87413
25	27.87413	27.87413	27.31055
26	27.87413	27.31055	27.87413
27	27.87413	27.31055	27.87413
28	27.87413	27.31055	27.87413
29	27.87413	27.87413	27.31055
30	27.87413	27.31055	27.31055

Tabel 4.3 merupakan hasil pengujian sensor tekanan MPX5100 DP saat tidak menerima tekanan yang dilakukan selama 6 detik dengan 3 kali pengulangan pengujian, berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai awal sensor saat belum mendapatkan tekanan adalah 26.74696Pa dan nilai maksimum 28.43772Pa. Nilai hasil pengujian sensor diperoleh konversi dari ADC dan dibagi dengan nilai sensitivitas sensor. Nilai awal inilah yang akan digunakan sebagai faktor koreksi agar hasil perhitungan pengukuran dimulai dari nol.

#### 4.5.4 Hasil pengujian kalibrasi Prediksi FVC Normal ALAT contec SP-10 BT dengan alat ukur kapasitas vital paksa paru

Setelah melakukan pengujian pada masing masing komponen, selanjutnya dilakuakn pengujian alat ukur kapasitas vital paksa paru secara keseluruhan. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah hasilnya telah sesuai dengan modul alat, pada penelitian ini digunakan spirometer contec SP-10 BT dengan cara membandingkan.

Untuk menentukan prediksi nilai FVC normal pada alat ukur kapasitas vital paksa paru digiunakan dengan rumus nilai Prediksi FVC ECSC. Pada penelitian ini yaitu jenis kelamin, usia dan tinggi badan. Berikut ini data perbandingan hasil pengujian niali prediksi FVC normal pada spirometer contec SP-10 BT dengan alat ukur kapasitas vital paksa paru :

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Nilai prediksi FVC

Responden	Usia (Tahun)	Tinggi (cm)	Jenis Kelamin	Prediksi FVC		Selisih
				Contec SP-10BT	Alat Ukur KVP	
1	19	154	Wanita	2.76	2.76	0
2	19	153	Wanita	2.38	2.39	0.01
3	25	168	Pria	4.33	4.34	0.01
4	25	170	Pria	4.84	4.84	0
5	18	172	Pria	6.17	6.07	0.1
6	21	172	Pria	5.98	5.91	0.07
7	25	164	Wanita	3.37	3.36	0.01

Berdasarkan hasil pengujian tabel 4.4 dapat diketahui bahwa adanya perbedaan yang besar antara pria dewasa dengan wanita dewasa. Perbedaan yang terjadi berdasarkan jenis kelamin sesuai dengan penelitian yang

dilakukan kemalasan, dkk (2017) bahwa ada hubungan antara jenis kelamin dengan kapasitas vital paru. Hal ini dapat mempengaruhi hasil akhir dari indikasi kondisi kesehatan paru paru responden, karena nilai prediksi FVC inilah yang dijadikan bahan perbandingan dalam penentuan apakah paru seseorang sehat atau tidak sehat.

#### 4.6 Teknik pengambilan data

Adapun langkah-langkah dalam menggunakan alat spirometri, antara lain adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan spirometri dan smartphone

Pastikan spirometri telah terhubung power supply dengan tegangan masukan 5 volt dan juga arus 1A. Smartphone dengan OS Android terlebih dahulu dipastikan terpasang perangkat khusus yang telah dibuat untuk menampilkan data yang dikirim spirometri seperti yang terlihat di bawah ini :

2. Koneksi Spirometri dan smartphone dengan Bluetooth

Setelah perangkat terpasang maka selanjutnya menyambungkan koneksi spirometri dengan Bluetooth smartphone. Pada kolom hasil penghitungan akan ditampilkan data dari serial.print dari mikrokontroler.

3. Pengambilan data

Pada saat pengambilan data menggunakan prinsip kerja mengambil data suhu tubuh dan pengambilan data pada alat spirometer dengan metode FVC ECSC (responden akan diminta untuk mengambil napas dalam dan kemudian meniup sekeras dan selama mungkin dalam pipa venturi. Pengambilan data dilakukan pada orang dewasa 18,19,21 dan 25 tahun dan tinggi 153,154,164,168,170 dan 172 cm. penelitian melibatkan responden pria dan wanita dengan usia dan tinggi yang berbeda. Perbedaan yang terjadi berdasarkan jenis kelamin dan tinggi badan berdasarkan penelitian yang dilakukan jurnal kemalasar dkk (2017) bahwa ada hubungan antara jenis kelamin dan tinggi badan seseorang dan jurnal thakur dkk (2018) bahwa suhu tubuh dapat mempengaruhi kesehatan paru seseorang dari dua hal diatas dapat mempengaruhi hasil akhir dari indikasi kesehatan paru seseorang, karena suhu tubuh dan prediksi FVC inilah yang dijadikan bahan perbandingan dalam penentuan apakah paru seseorang sehat dan tidak sehat.

#### **4.6.1 Pengambilan data suhu tubuh responden**

Pada pengujian Pengujian suhu tubuh, pengujian dilakukan dengan membandingkan suhu tubuh menggunakan sensor LM 35 DZ dengan suhu thermometer omron model MC-343F. Pengujian dilakukan setiap melakukan percobaan kepada responden

Tabel 4.5 Tabel pengukuran suhu tubuh

Responden	Suhu Tubuh thermometer omron MC-343f ( °C )	Suhu tubuh modul LM 35 DZ ( °C )
1	36.10	36.19
2	34.80	34.93
3	36.40	36.52
4	36.20	36.27
5	36.30	36.38
6	36.50	36.64
7	36.80	36.89

#### 4.6.2 Pengambilan data nilai kapasitas vital paru (FVC) responden

Pada pengujian nilai FVC responden, pengambilan data dilakukan dengan melakukan hembusan napas dari beberapa responden yang berbeda dengan pengulangan sebanyak 3 kali untuk satu responden untuk mendapatkan rata rata FVC nilai responden. Proses tersebut dilakukan secara bergantian dari spirometer contec SP10BT dengan alat ukur kapasitas vital paru (FVC). Pada saat melakukan pengujian, responden diminta untuk bernapas normal beberapa kali menggunakan hidung, lalu menarik napas semaksimal mungkin dan mengeluarkan napas semaksimal mungkin dengan paksaan. Pengukuran dimulai pada saat responden akan mengeluarkan napas secara kencang, cepat dan maksimal dengan paksaan yang ditandai pemberian aba aba oleh penguji. Pengulangan pengujian dilakukan dalam waktu 2 menit atau lebih dari pengujian

sebelumnya. Dari hasil pengujian didapatkan data dari Sembilan responden dengan total 54 data, 27 data dari alat ukur kapasitas vital paru dan 27 data dari spirometer contec SP10BT, berikut data hasil pengujian nilai FVC.

Tabel 4.6 Hasil pengujian nilai FVC

Responden	Uji	Pengujian Nilai FVC		Selisih FVC	% Error
		Contec SP 10 BT	Alat ukur KVP		
1	1	2.77	2.77	0	0
	2	2.76	2.75	0.01	0.36
	3	2.77	2.77	0	0
2	1	2.38	2.37	0.01	0.42
	2	2.38	2.37	0.01	0.42
	3	2.39	2.37	0.02	0.83
3	1	4.36	4.30	0.06	1.37
	2	4.37	4.31	0.06	1.37
	3	4.34	4.33	0.01	0.230
4	1	4.86	4.83	0.03	0.62
	2	4.84	4.81	0.03	0.62
	3	4.87	4.81	0.06	1.23
5	1	6.04	5.93	0.11	1.82
	2	6.18	6.13	0.05	0.81
	3	6.20	6.17	0.03	0.48
6	1	5.88	5.80	0.08	1.63
	2	6.00	5.94	0.06	1
	3	6.05	6.00	0.05	0.82
7	1	3.37	3.34	0.3	0.89
	2	3.44	3.31	0.11	3.78

	3	3.44	3.31	0.11	3.78
$\sum$ % Error					22.48

Berdasarkan tabel 4.6 diketahui kesalahan paling kecil 0 liter dan kesalahan paling besar adalah 0.11 atau 3.78 % dan kesalahan rata rata alat ukur yaitu :

$$\text{Rata rata persentase kesalahan} = \frac{\sum \% \text{ Error}}{\sum n} = \frac{22.48}{21} = 1.07 \%$$

Tabel 4.7 perhitungan ketepatan alat ukur FVC

Data Ke	Selisih FVC (x)	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	0	-0.06	0.036
2	0.01	-0.05	0.025
3	0	-0.06	0.036
4	0.01	-0.05	0.025
5	0.01	-0.05	0.025
6	0.02	-0.04	0.016
7	0.06	0	0
8	0.06	0	0
9	0.01	-0.05	0.025
10	0.03	-0.03	0.01
11	0.03	-0.03	0.01
12	0.06	0	0
13	0.11	0.05	0.025
14	0.05	0.01	0.00
15	0.03	-0.03	0.01
16	0.08	0.02	0.00
17	0.06	0	0.00
18	0.05	0.01	0.00

19	0.3	0.24	0.06
20	0.11	0.05	0.025
21	0.11	0.05	0.025
$\Sigma$	1.2	0.88	0.096

$$\text{Rata rata selisih FVC } (\bar{x}) = \frac{\sum x}{\sum n} = \frac{1.2}{21} = 0.06 \%$$

$$\text{Standar Deviasi (STDEV)} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.096}{20}} = 0.0048$$

20

Berdasarkan data hasil pengujian pada tabel 4.7 terdapat selisih nilai terbesar 0.3 liter sedangkan selisih terkecil sebesar 0 dan selisih rata rata sebesar 1.07 % dengan didasarkan selisih rata rata dapat diketahui nilai ketelitian alat adalah sebesar 98.91 % dan nilai presisi  $\pm 0.0048$

#### 4.6.3 Hasil Indikasi Kesehatan Nilai Suhu Tubuh dan FVC

Menurut Jurnal Paul Farago dkk [13] Indikasi Suhu tubuh normal orang sehat antara  $36^{\circ}\text{C} - 37,4^{\circ}\text{C}$ , Sedangkan Menurut Jurnal Kemalasari dkk [15] nilai FVC dapat mengindikasikan kondisi sehat atau tidak sehat seseorang, apabila nilai FVC lebih dari 80 % maka paru dalam keadaan sehat, sedangkan apabila nilai FVC kurang dari 80 % maka paru seseorang dikatakan tidak sehat



Tabel 4.8 Hasil Nilai Indikasi Kesehatan Suhu tubuh dan kapasitas vital FVC

Data	Pengukuran Suhu Tubuh				Pengukuran FVC				Indikasi
	Termometer omron MC-343f (°C)	Indikasi Suhu tubuh	Termometer LM 35 DZ (°C)	Indikasi Suhu tubuh	Spirometri Contec SP-10BT (Liter)	Indikasi Paru	Alat Ukur Kapasitas Vital Paksa (Liter)	Indikasi Paru	
1	36.10	Sehat	36.19	Sehat	2.76	80.25% (Sehat)	2.76	80.25% (Sehat)	Sehat
2	34.80	Tidak Sehat	34.93	Tidak Sehat	2.38	70.2% (Tidak sehat)	2.39	70.4% (Tidak sehat)	Tidak Sehat
3	36.40	Sehat	36.52	Sehat	4.33	92 % (Sehat)	4.34	92.6 % (Sehat)	Sehat
4	36.20	Sehat	36.27	Sehat	4.84	96.2% (Sehat)	4.84	96.2% Sehat	Sehat
5	36.30	Sehat	36.38	Sehat	6.17	121 % (Sehat)	6.07	120.7% (sehat)	Sehat
6	36.50	Sehat	36.64	Sehat	5.98	119.1 % Sehat	5.91	117.7% (Sehat)	Sehat
7	36.80	Sehat	36.89	Sehat	3.37	90.5% Sehat	3.36	90.5% Sehat	Sehat

Dengan menganalisis pada Tabel 4.8 kinerja sistem berikut diperoleh dari hasil penelitian nilai suhu tubuh dan nilai kapasitas vital paksa (FVC) paru, setelah dilakukan penelitian range suhu tubuh antara 34.80 °C- 36.80 °C terdiri dari 1 orang tidak sehat dan 6 orang sehat dan proses metode spirometri menggunakan ECSC Equation adalah 2,38 - 3,85 liter, dengan 1 orang tidak sehat dan 6 orang sehat, persentase kesalahan rata-rata suhu tubuh 0.1 % dan FVC Paru adalah 0,06%. Sistem ini juga bisa mendeteksi 1 orang diindikasikan memiliki suhu tubuh dan paru-paru tidak sehat dan 6 orang diindikasikan memiliki suhu tubuh dan paru sehat. Dari hasil pengujian, dapat dinyatakan bahwa sistem ini telah bekerja dengan sangat baik.



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA