

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1.1 *Prototype Tugas Akhir*

Dari perancangan alat yang ditunjukkan pada bab 3 di Gambar 3.7, terdapat spesifikasi alat adalah sebagai berikut :

### 4.2 Spesifikasi Alat

1. Nama Alat : Rancang Bangun Alat Spirometer
2. Hasil Pengukuran : Parameter Kapasitas khususnya FVC
3. Jenis : Pengukuran kapasitas udara dalam paru-paru
4. *Display* : LCD karakter 20x4
5. Tegangan *Input* :  $\pm 5$  Volt DC
6. Dimensi : P = 12cm, L = 10cm, T = 5cm.



*Gambar 4.1 Rancangan Modul TA*

### 4.3 Standar Operasional Pengoperasian (SPO)

Dari perancangan alat yang ditunjukkan pada Gambar 3.7, terdapat spesifikasi alat adalah sebagai berikut

1. Persiapkan modul Rancang Bangun Alat Spiromeeter.
2. Sambungkan selang *mouthpiece* pada alat.
3. Hidupkan alat dengan menekan tombol *On* pada alat.
4. Untuk memasukkan inisialisasi, pemilihan inisialisasi selanjutnya dengan menekan tombol *next*, mengurangi pemilihan inisialisasi dengan menekan tombol *back*.
5. Menekan tombol *up* untuk mengatur tambah usia, umur, tb dan bb. Menekan tombol *down* untuk mengatur kurangi usia, umur, tb dan bb.
6. Pasangkan *mouthpiece* pada mulut pasien dengan rapat, pastikan tidak ada udara yang keluar dari celah *mouthpiece* dan juga memasang *noseclip*.
7. Tekan tombol *next* untuk memulai pengukuran nilai kapasitas paru-paru yaitu pada pengukuran (FVC).
8. Pengukuran FVC : Pasien menghembuskan nafas secara paksa dengan mulut dicondongkan ke *mouthpiece*, setelah melakukan inspirasi sedalam-dalamnya melalui hidung.
9. Menekan tombol *next* sekitar 2 detik untuk kembali ke pengambilan data baru.
10. Apabila telah selesai pengukuran, matikan alat spirometer dengan menekan tombol *off*.

#### **4.4 Cara pengujian**

Setelah melalui proses perancangan, penulis kemudian akan membandingkan hasil pembacaan dari modul yang di rancang dengan alat spirometer. Penulis menggunakan alat pembanding spirometer di RSI Klaten sebagai acuan dalam pengukuran Kapasitas Paru-paru yang terdiri dari pengukuran Kapasitas Vital Paksa atau *Forced Vital Capacity* (FVC). Cara pengukuran dengan menyambungkan selang *mouthpiece* ke tabung kalibrasi spirometer berukuran 3000mL lalu memompakan udara dari tabung ke alat, didapatkan hasil pengukuran yang ditampilkan pada LCD modul dengan satuan mililiter. Pengambilan data pengukuran pertama dengan mengukur keakuratan kapasitas vital paru-paru atau *Forced Vital Capacity* (FVC) menggunakan tabung kalibrasi 3000 ml dan pengukuran selanjutnya dengan mengukur nilai kapasitas vital paru-paru (FVC) pada 20 orang relawan dengan cara menghembuskan napas semaksimal mungkin dengan alat spirometer dan modul.

##### **4.4.1 Hasil pengujian dengan tabung kalibrasi Spirometer**

Untuk mendapatkan hasil pengujian yang akurat, penulis membandingkan hasil alat spirometer dan modul menggunakan tabung kalibrasi merk BTL berkapasitas 3 liter. Hal ini bertujuan untuk menguji keakuratan alat ketika mengukur kapasitas paru-paru seseorang. Spesifikasi dari alat tabung kalibrasi spirometer yang digunakan adalah :

*Merk : BTL*

*Type : BTL 08 Spiro Pro*

Berikut merupakan gambar dari alat tabung kalibrasi spirometer yang digunakan untuk pengujian, dapat dilihat pada gambar 4.2



*Gambar 4.2 Tabung Uji Kalibrasi*

Pada pengujian alat ini, penulis menggunakan alat spirometer yang terdapat di RSI Klaten sebagai pembanding. Spesifikasi dari alat spirometer yang digunakan sebagai pembanding adalah sebagai berikut:

*Merk : BTL*

*Type : BTL 08 Spiro Pro*

SN : 0735-B-00539

Berikut ini merupakan gambar dari alat pembanding yang digunakan untuk membandingkan alat yang dibuat, dapat dilihat pada Gambar 4.3



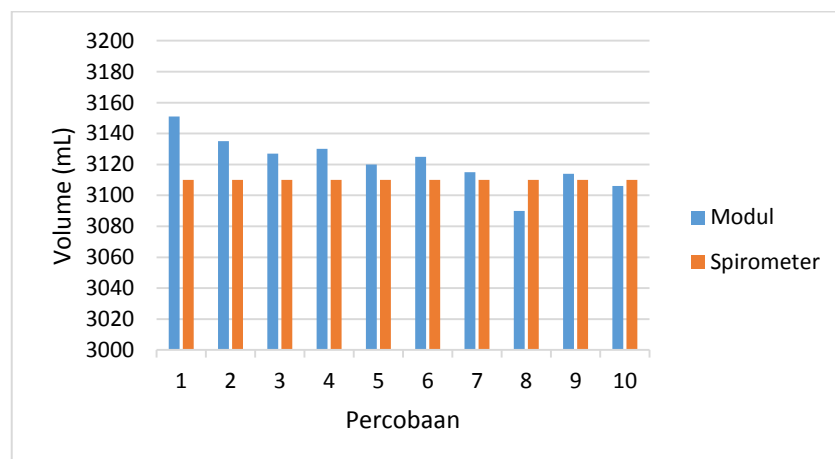
*Gambar 4.3 Spirometer BTL*

Berikut ini merupakan data pengukuran yang didapatkan dari perbandingan hasil alat spirometer dengan modul menggunakan tabung uji kalibrasi spirometer yaitu tabung berkapasitas 3 liter.

Tabel 4.1 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) kapasitas 3 liter

No	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpanan	Error (%)
			Modul	Spirometer		
1.	3151 ml	3110 ml	3121 ml	3110 ml	11,3 ml	0,3 %
2.	3135 ml	3110 ml				
3.	3127 ml	3110 ml				
4.	3130 ml	3110 ml				
5.	3120 ml	3110 ml				
6.	3125 ml	3110 ml				
7.	3115 ml	3110 ml				
8.	3090 ml	3110 ml				
9.	3114 ml	3110 ml				
10.	3106 ml	3110 ml				

Berikut merupakan gambar diagram batang pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dengan tabung uji kalibrasi 3 liter dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Diagram Batang Pengujian FVC dengan Tabung Kalibrasi 3 liter

Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.1 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer menggunakan tabung uji kalibrasi 3 liter dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 3121 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 0,36% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 11,3 ml. nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu : perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, penekanan saat pengambilan data karena ketika memompa tabung uji kalibrasi spirometer 3 liter dengan mode tekanan pompa yang berubah cepat atau lambat.

#### **4.4.2 Pengujian Kapasitas Vital Paksa (FVC) pada Riwayat Paru Normal**

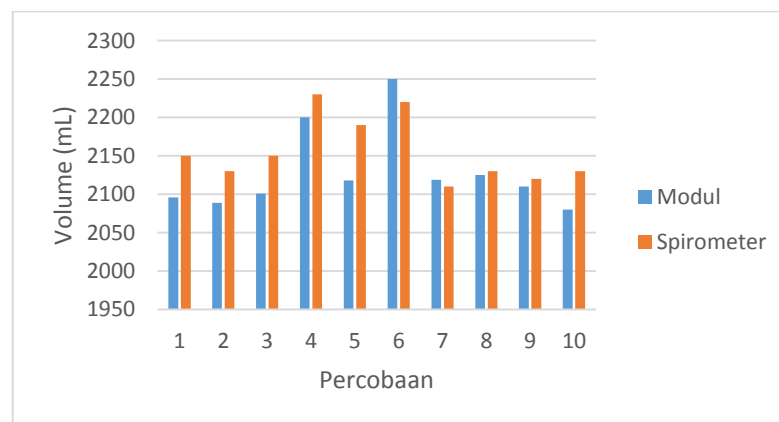
Setelah diuji dengan tabung uji kalibrasi, penulis melakukan percobaan perhitungan kapasitas vital paru-paru pada 9 orang dengan riwayat paru normal, dimana setiap orang melakukan percobaan pengukuran kapasitas vital paru-paru sebanyak 10 kali. Berikut ini merupakan data hasil pengukuran :

1. Nama : Erina Dewi Azari  
Umur : 21 tahun  
Jenis Kelamin : Wanita  
Berat Badan : 69 kg  
Tinggi Badan : 154 cm

Tabel 4.2 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	Error (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	2096 ml	2150 ml	2128 ml	2156 ml	27,2 ml	1,2 %	Normal
2.	2089 ml	2030 ml					
3.	2101 ml	2050 ml					
4.	2200 ml	2230 ml					
5.	2118 ml	2190 ml					
6.	2250 ml	2220 ml					
7.	2119 ml	2110 ml					
8.	2125 ml	2130 ml					
9.	2110 ml	2120 ml					
10.	2080 ml	2130 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Diagram Batang Pengujian FVC

Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.2 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru normal dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 2128 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru

sebesar 1,2% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 27,2 ml. nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu : perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

2. Nama : Intivada Khoirunnisa

Umur : 22 tahun

Jenis Kelamin : Wanita

Berat Badan : 72 kg

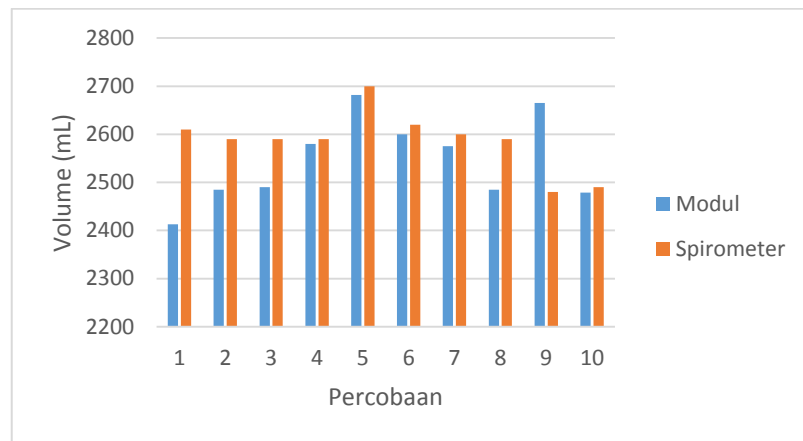
Tinggi Badan : 159 cm

Tabel 4.3 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	<i>Error</i> (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	2413 ml	2610 ml	2545ml	2586 ml	40,6 ml	1,5 %	Normal
2.	2485 ml	2590 ml					
3.	2490 ml	2590 ml					
4.	2580 ml	2590 ml					
5.	2682 ml	2700 ml					
6.	2600 ml	2620 ml					
7.	2575 ml	2600 ml					
8.	2485 ml	2590 ml					
9.	2665 ml	2480 ml					
10.	2479 ml	2490 ml					



Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.6



*Gambar 4.6 Diagram Batang Pengujian FVC*

Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.3 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru normal dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 2545 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 1,5% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 40,6 ml. nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu : perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

3. Nama : Anita Pratiwi

Umur : 21 tahun

Jenis Kelamin : Wanita

Berat Badan : 54 kg

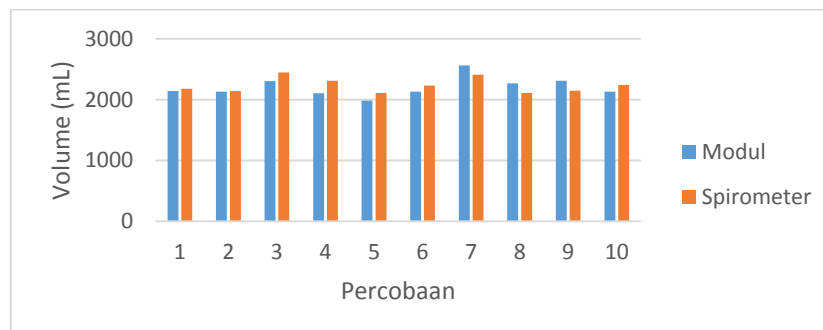
Tinggi Badan : 157cm

Tabel 4.4 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	Error (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	2144 ml	2180 ml	2207 ml	2233 ml	25,4 ml	1,1 %	normal
2.	2130 ml	2140 ml					
3.	2304 ml	2450 ml					
4.	2107 ml	2310 ml					
5.	1982 ml	2110 ml					
6.	2132 ml	2230 ml					
7.	2564 ml	2410 ml					
8.	2270 ml	2110 ml					
9.	2311 ml	2150 ml					
10.	2132 ml	2240 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada

Gambar 4.7



Gambar 4.7 Diagram Batang Pengujian FVC

Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.4 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru normal dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 2207 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 1,1% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 25,4 ml. nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh: perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data ketika menghembuskan nafas.

4. Nama : Rustami Ahmad

Umur : 23 tahun

Jenis Kelamin : Pria

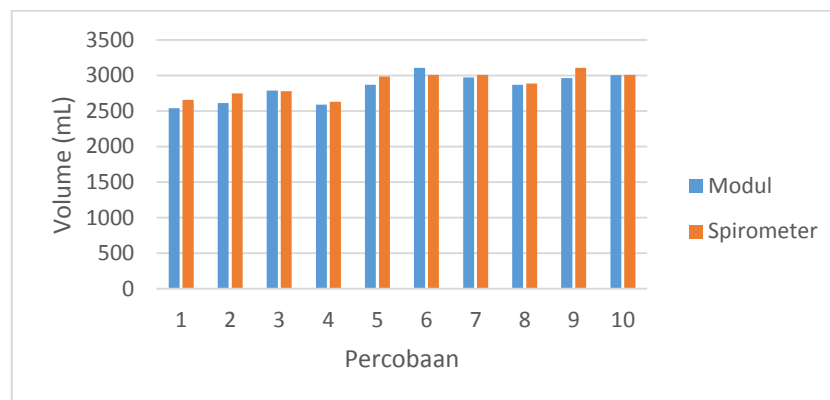
Berat Badan : 60 kg

Tinggi Badan : 165 cm

Tabel 4.5 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	<i>Error</i> (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	2540 ml	2660 ml	2832ml	2884 ml	51,1 ml	1,7 %	normal
2.	2613 ml	2750 ml					
3.	2790 ml	2780 ml					
4.	2590 ml	2630 ml					
5.	2871 ml	2990 ml					
6.	3110 ml	3010 ml					
7.	2975 ml	3010 ml					
8.	2870 ml	2890 ml					
9.	2965 ml	3110 ml					
10.	3005 ml	3010 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.8



*Gambar 4.8 Diagram Batang Pengujian FVC*

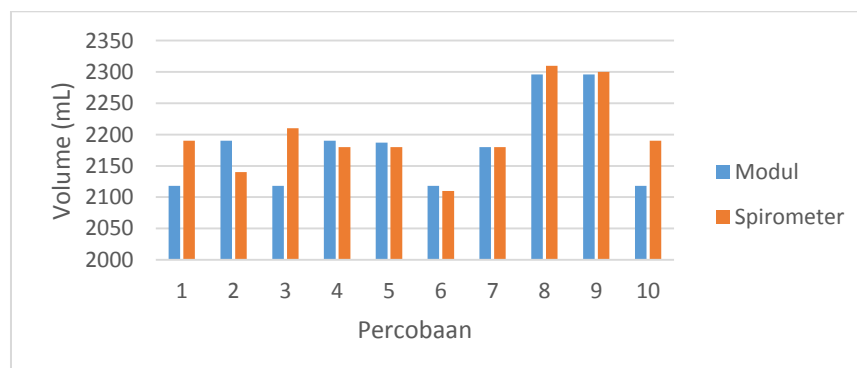
Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.5 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru perokok dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 2832 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 1,7% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 51,1 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu : perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

5. Nama : Rina  
 Umur : 21 tahun  
 Jenis Kelamin : Wanita  
 Berat Badan : 52 kg  
 Tinggi Badan : 155 cm

Tabel 4.6 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	Error (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	2118 ml	2190 ml	2181ml	2199 ml	17,9 ml	0,81 %	normal
2.	2190 ml	2140 ml					
3.	2118 ml	2210 ml					
4.	2190 ml	2180 ml					
5.	2187 ml	2180 ml					
6.	2118 ml	2110 ml					
7.	2180 ml	2180 ml					
8.	2296 ml	2310 ml					
9.	2296 ml	2300 ml					
10.	2118 ml	2190 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Diagram Batang Pengujian FVC

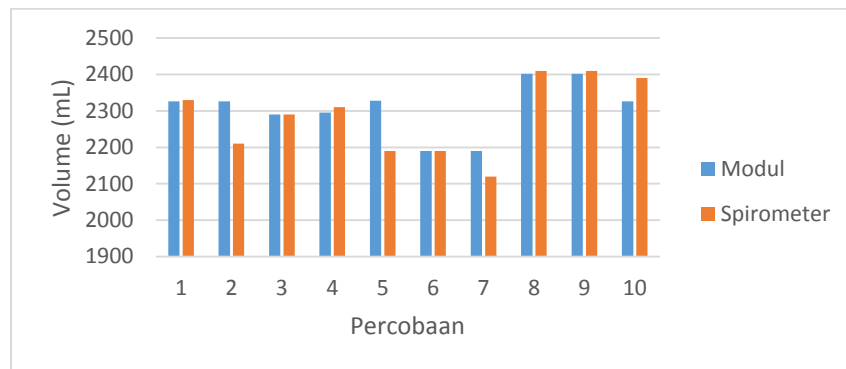
Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.6 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru normal dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 2181 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 0,81% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 17,9 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data ketika menghembuskan nafas.

6. Nama : Nurul  
 Umur : 22 tahun  
 Jenis Kelamin : Wanita  
 Berat Badan : 58 kg  
 Tinggi Badan : 160 cm

Tabel 4.7 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	<i>Error</i> (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	2326 ml	2330 ml	2307 ml	2285 ml	22,5 ml	0,98 %	normal
2.	2326 ml	2210 ml					
3.	2290 ml	2290 ml					
4.	2295 ml	2310 ml					
5.	2328 ml	2190 ml					
6.	2190 ml	2190 ml					
7.	2190 ml	2120 ml					
8.	2402 ml	2410 ml					
9.	2402 ml	2410 ml					
10.	2326 ml	2390 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.10



*Gambar 4.10 Diagram Batang Pengujian FVC*

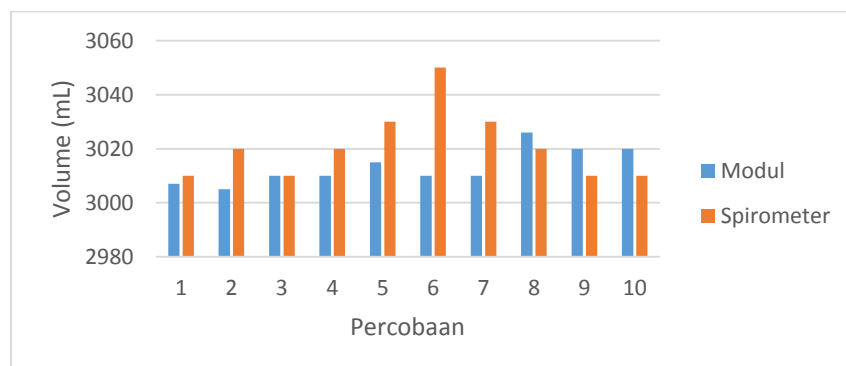
Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.7 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru normal dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 2307 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 0,98% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 22,5 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu : perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

7. Nama : Wagiran  
 Umur : 30 tahun  
 Jenis Kelamin : Pria  
 Berat Badan : 65 kg  
 Tinggi Badan : 172 cm

Tabel 4.8 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	Error (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	3007 ml	3010 ml	3013 ml	3021 ml	7,7 ml	0,25 %	normal
2.	3005 ml	3020 ml					
3.	3010 ml	3010 ml					
4.	3010 ml	3020 ml					
5.	3015 ml	3030 ml					
6.	3010 ml	3050 ml					
7.	3010 ml	3030 ml					
8.	3026 ml	3020 ml					
9.	3020 ml	3010 ml					
10.	3020 ml	3010 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Diagram Batang Pengujian FVC



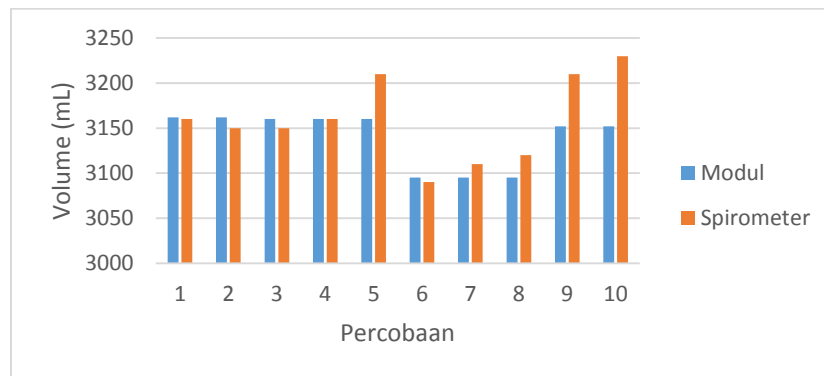
Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.8 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru normal dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 3013 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 0,25% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 7,7 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data ketika menghembuskan nafas

8. Nama : Ivan  
 Umur : 24 tahun  
 Jenis Kelamin : Pria  
 Berat Badan : 78 kg  
 Tinggi Badan : 163 cm

Tabel 4.9 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	<i>Error</i> (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	3162 ml	3160 ml	3139 ml	3159 ml	19,7 ml	0,62 %	normal
2.	3162 ml	3150 ml					
3.	3160 ml	3150 ml					
4.	3160 ml	3160 ml					
5.	3160 ml	3210 ml					
6.	3095 ml	3090 ml					
7.	3095 m	3110 ml					
8.	3095 ml	3120 ml					
9.	3152 ml	3210 ml					
10.	3152 ml	3230 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.12



*Gambar 4.12 Diagram Batang Pengujian FVC*

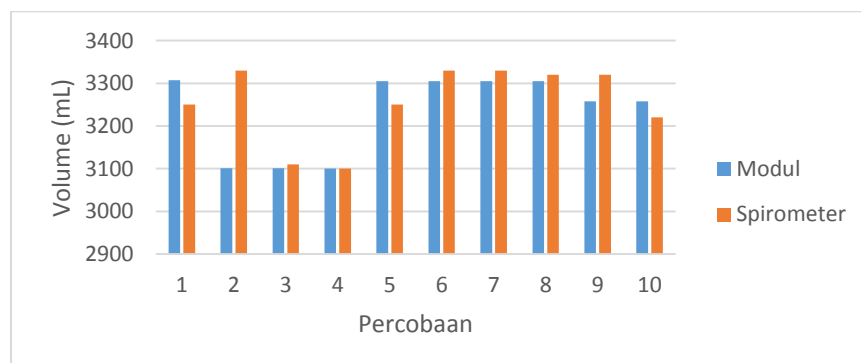
Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.9 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru normal dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 3139 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 0,62% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 19,7 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu : perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

9. Nama : Ari  
 Umur : 21 tahun  
 Jenis Kelamin : Pria  
 Berat Badan : 53 kg  
 Tinggi Badan : 174 cm

Tabel 4.10 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	Error (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	3307 ml	3250 ml	3234 ml	3256 ml	21,5 ml	0,66 %	normal
2.	3101 ml	3330 ml					
3.	3101 ml	3110 ml					
4.	3100 ml	3100 ml					
5.	3305 ml	3250 ml					
6.	3305 ml	3330 ml					
7.	3305 ml	3330 ml					
8.	3305 ml	3320 ml					
9.	3258 ml	3320 ml					
10.	3258 ml	3220 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.13



Gambar 4.13 Diagram Batang Pengujian FVC

Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.10 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru normal dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 3234 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 0,66% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 21,5 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu : perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat. Hasil rata-rata dari pasien atau relawan dengan riwayat paru normal dapat dilihat pada kesimpulan tabel 4.11

Tabel 4.11 Rata-rata hasil riwayat paru normal

No	Nama	Modul (ml)	Spirometer(ml)	Riwayat Paru
1	Erina	2128	2156	Normal
2	Intivada	2545	2586	Normal
3	Anita	2207	2233	Normal
4	Rustami	2832	2884	Normal
5	Rina	2181	2199	Normal
6	Nurul	2307	2285	Normal
7	Wagiran	3013	3021	Normal
8	Ivan	3139	3159	Normal
9	Ari	3234	3256	Normal
Rata-rata		2620	2642	-

#### 4.4.3 Pengujian Kapasitas Vital Paksa (FVC) pada Riwayat Paru Asma

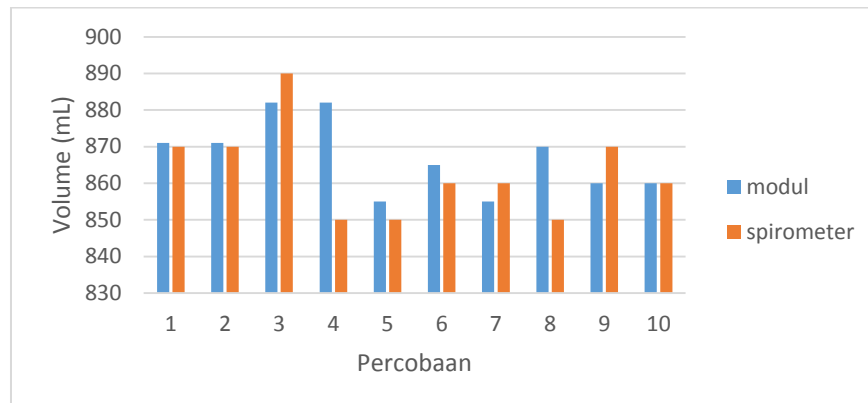
Setelah pengujian dengan pasien atau relawan dengan riwayat paru normal, penulis melakukan percobaan perhitungan kapasitas vital paru-paru pada 6 orang dengan riwayat penyakit asma, dimana setiap orang melakukan percobaan pengukuran kapasitas paru-paru sebanyak 10 kali. Berikut ini merupakan data hasil pengukuran:

1. Nama : Daryo
- Umur : 24 tahun
- Jenis Kelamin : Pria
- Berat Badan : 68 kg
- Tinggi Badan : 166 cm

Tabel 4.12 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	Error (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	871 ml	870 ml	867 ml	863 ml	4,1 ml	0,48 %	asma
2.	871 ml	870 ml					
3.	882 ml	890 ml					
4.	882 ml	850 ml					
5.	855 ml	850 ml					
6.	865 ml	860 ml					
7.	855 ml	860 ml					
8.	870 ml	850 ml					
9.	860 ml	870 ml					
10.	860 ml	860 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.14



*Gambar 4.14 Diagram Batang Pengujian FVC*

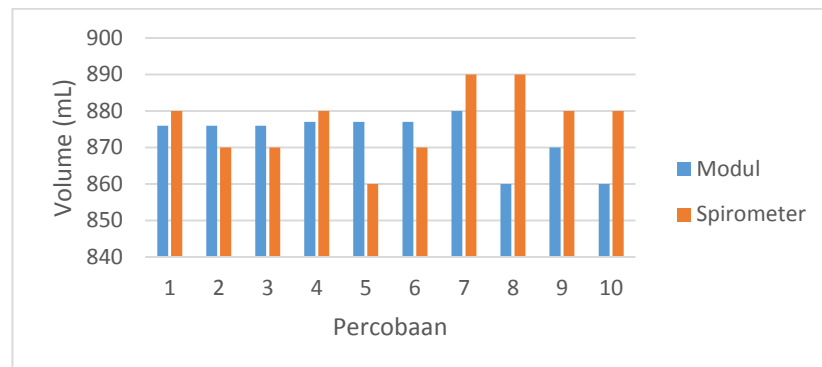
Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.12 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru asma dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 867 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 0,48% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 4,1 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh: perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data ketika menghembuskan nafas.

2. Nama : Cristian  
 Umur : 22 tahun  
 Jenis Kelamin : Pria  
 Berat Badan : 70 kg  
 Tinggi Badan : 175 cm

Tabel 4.13 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	Error (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	876 ml	880 ml	872 ml	877 ml	4,1 ml	0,47 %	asma
2.	876 ml	870 ml					
3.	876 ml	870 ml					
4.	877 ml	880 ml					
5.	877 ml	860 ml					
6.	877 ml	870 ml					
7.	880 ml	890 ml					
8.	860 ml	890 ml					
9.	870 ml	880 ml					
10.	860 ml	880 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.15



Gambar 4.15 Diagram Batang Pengujian FVC

Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.13 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru asma dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 872 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru

sebesar 0,47% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 4,1 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu : perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

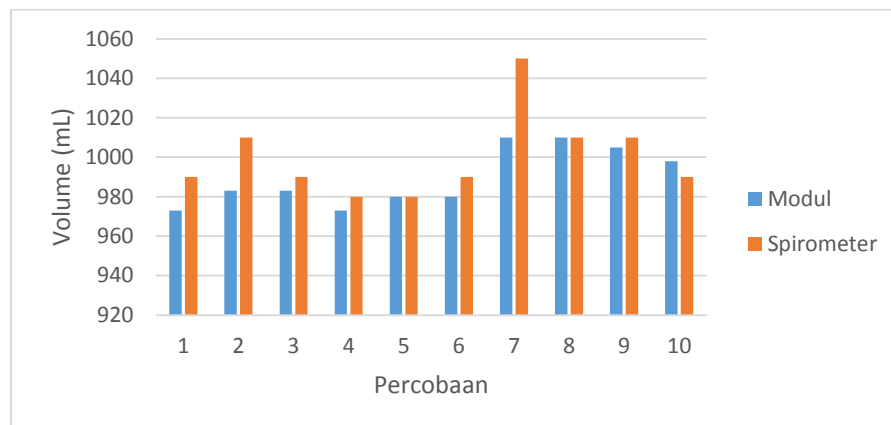
3. Nama : Afenda  
 Umur : 21 tahun  
 Jenis Kelamin : Wanita  
 Berat Badan : 45 kg  
 Tinggi Badan : 155 cm

Tabel 4.14 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	<i>Error</i> (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	973 ml	990 ml	989 ml	1000 ml	10,5 ml	1,05 %	asma
2.	983 ml	1010 ml					
3.	983 ml	990 ml					
4.	973 ml	980 ml					
5.	980 ml	980 ml					
6.	980 ml	990 ml					
7.	1010 ml	1050 ml					
8.	1010 ml	1010 ml					
9.	1005 ml	1010 ml					
10.	998 ml	990 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.16





*Gambar 4.16 Diagram Batang Pengujian FVC*

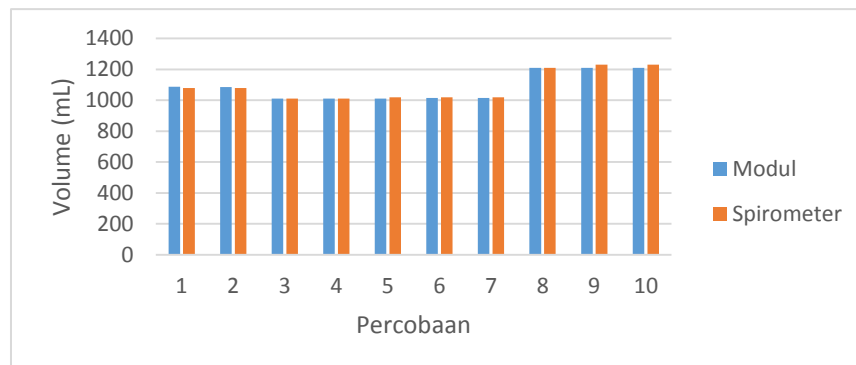
Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.14 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru asma dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 989 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 1,05% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 10,5 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh: perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data ketika menghembuskan nafas.

4. Nama : Sridarwati  
 Umur : 22 tahun  
 Jenis Kelamin : Wanita  
 Berat Badan : 52 kg  
 Tinggi Badan : 159 cm

Tabel 4.15 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	Error (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	1087 ml	1080 ml	1086ml	1091 ml	4,6 ml	0,42 %	asma
2.	1085 ml	1080 ml					
3.	1011 ml	1010 ml					
4.	1011 ml	1010 ml					
5.	1011 ml	1020 ml					
6.	1015 ml	1020 ml					
7.	1015 ml	1020 ml					
8.	1209 ml	1210 ml					
9.	1210 ml	1230 ml					
10.	1210 ml	1230 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.17



Gambar 4.17 Diagram Batang Pengujian FVC

Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.15 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru asma dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 1086 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru

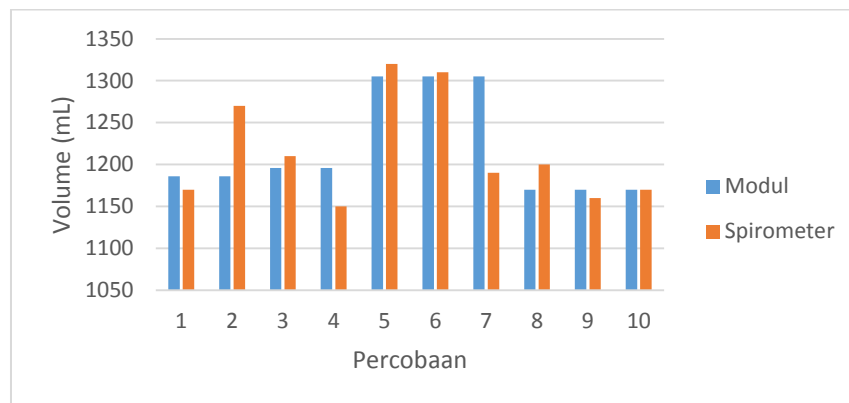
sebesar 0,42% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 4,6 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu : perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

5. Nama : Maman  
 Umur : 35 tahun  
 Jenis Kelamin : Pria  
 Berat Badan : 73 kg  
 Tinggi Badan : 166 cm

Tabel 4.16 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	<i>Error</i> (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	1186 ml	1170 ml	1218ml	1215 ml	3,9 ml	0,32 %	asma
2.	1186 ml	1270 ml					
3.	1196 ml	1210 ml					
4.	1196 ml	1150 ml					
5.	1305 ml	1320 ml					
6.	1305 ml	1310 ml					
7.	1305 ml	1190 ml					
8.	1170 ml	1200 ml					
9.	1170 ml	1160 ml					
10.	1170 ml	1170 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.18



*Gambar 4.18 Diagram Batang Pengujian FVC*

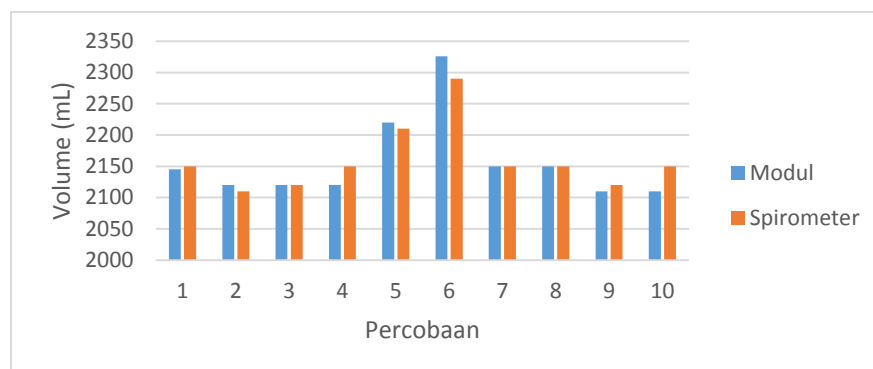
Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.16 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru asma dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 1218 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 0,32% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 3,9 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error Error* disebabkan oleh: perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data ketika menghembuskan nafas.

6. Nama : Aulia  
 Umur : 22 tahun  
 Jenis Kelamin : Wanita  
 Berat Badan : 64 kg  
 Tinggi Badan : 152 cm

Tabel 4.17 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	Error (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	2145 ml	2150 ml	2157ml	2160 ml	2,9 ml	0,13 %	asma
2.	2120 ml	2110 ml					
3.	2120 ml	2120 ml					
4.	2120 ml	2150 ml					
5.	2220 ml	2210 ml					
6.	2326 ml	2290 ml					
7.	2150 ml	2150 ml					
8.	2150 ml	2150 ml					
9.	2110 ml	2120 ml					
10.	2110 ml	2150 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.19



Gambar 4.19 Diagram Batang Pengujian FVC

Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.17 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru asma dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 2157 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru

sebesar 0,13% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 2,9 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu : perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat. Hasil rata-rata dari pasien atau relawan dengan riwayat paru normal dapat dilihat pada kesimpulan tabel 4.18

Tabel 4.18 Rata-rata hasil riwayat paru asma

No	Nama	Modul (ml)	Spirometer(ml)	Riwayat Paru
1	Daryo	867	863	Asma
2	Cristian	872	877	Asma
3	Afenda	989	1000	Asma
4	Sridawati	1086	1091	Asma
5	Maman	1218	1215	Asma
6	Aulia	2157	2160	Asma
Rata-rata		1198	1201	

#### 4.4.4 Pengujian Kapasitas Vital Paksa (FVC) pada Riwayat Paru Perokok

Setelah pengujian dengan pasien atau relawan dengan riwayat paru asma, penulis melakukan percobaan perhitungan kapasitas vital paru-paru pada 5 orang dengan riwayat paru perokok, dimana setiap orang melakukan percobaan pengukuran kapasitas vital paru-paru sebanyak 10 kali. Berikut ini merupakan data hasil pengukuran:

1. Nama : Alfana Sanjaya  
Umur : 21 tahun  
Jenis Kelamin : Pria

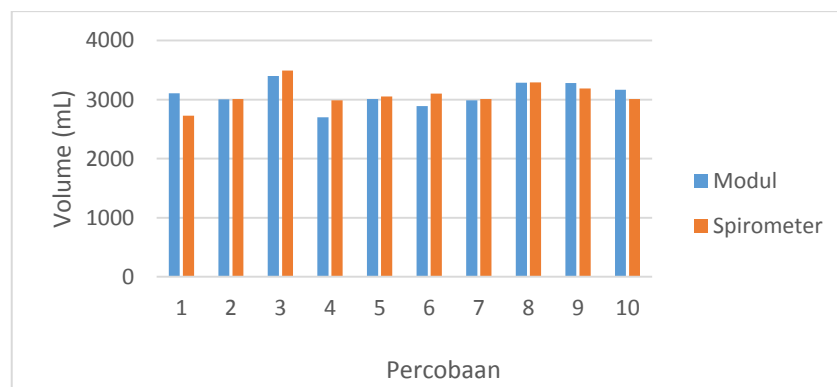
Berat Badan : 55 kg

Tinggi Badan : 165cm

Tabel 4.19 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	Error (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	3104 ml	2730 ml	3082ml	3087 ml	4,8 ml	0,1 %	perokok
2.	3002 ml	3010 ml					
3.	3401 ml	3490 ml					
4.	2700 ml	2990 ml					
5.	3010 ml	3050 ml					
6.	2890 ml	3100 ml					
7.	2985 ml	3010 ml					
8.	3285 ml	3290 ml					
9.	3281 ml	3190 ml					
10.	3164 ml	3010 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.20



Gambar 4.20 Diagram Batang Pengujian FVC

Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.19 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru perokok dengan pengambilan data sebanyak 10

kali didapatkan nilai rata-rata pengukuan kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 3082 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 0,1% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 4,8 ml. nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan: perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data ketika menghembuskan nafas.

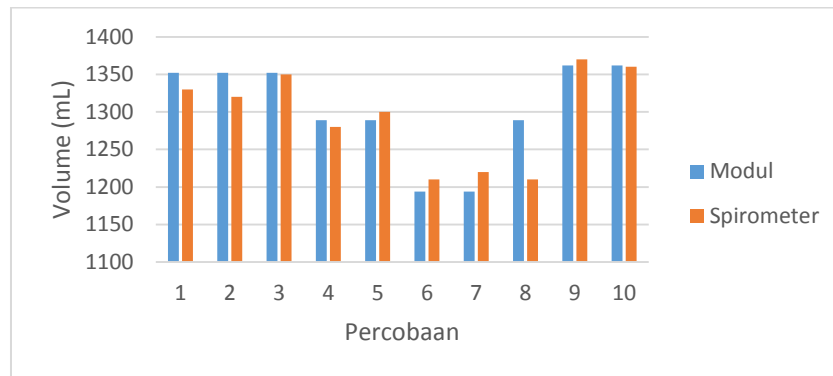
2. Nama : Somo  
 Umur : 23 tahun  
 Jenis Kelamin : Pria  
 Berat Badan : 70 kg  
 Tinggi Badan : 165 cm

Tabel 4.20 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	<i>Error</i> (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	1352 ml	1330 ml	1303ml	1295 ml	8,5 ml	0,66 %	perokok
2.	1352 ml	1320 ml					
3.	1352 ml	1350 ml					
4.	1289 ml	1280 ml					
5.	1289 ml	1300 ml					
6.	1194 ml	1210 ml					
7.	1194 ml	1220 ml					
8.	1289 ml	1210 ml					
9.	1362 ml	1370 ml					
10.	1362 ml	1360 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.21





*Gambar 4.21 Diagram Batang Pengujian FVC*

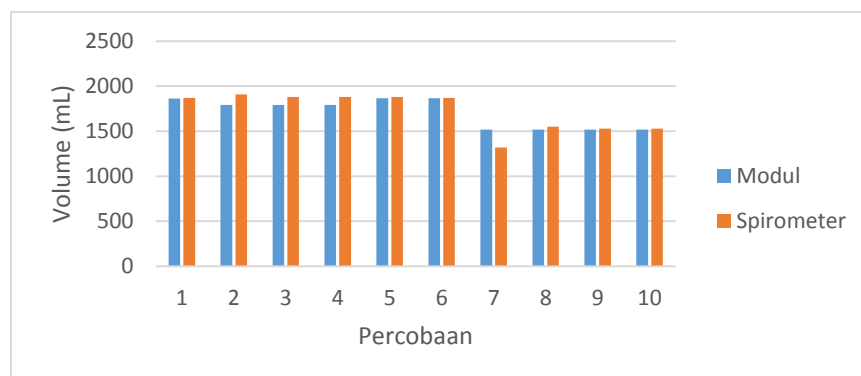
Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.20 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru perokok dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 1303 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 0,66% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 8,5 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

3. Nama : Agus  
 Umur : 22 tahun  
 Jenis Kelamin : Pria  
 Berat Badan : 58 kg  
 Tinggi Badan : 170 cm

Tabel 4.21 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	Error (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	1864 ml	1870 ml	1705 ml	1722 ml	16,7 ml	0,97 %	perokok
2.	1793 ml	1910 ml					
3.	1793 ml	1880 ml					
4.	1793 ml	1880 ml					
5.	1865 ml	1880 ml					
6.	1865 ml	1870 ml					
7.	1520 ml	1320 ml					
8.	1520 ml	1550 ml					
9.	1520 ml	1530 ml					
10.	1520 ml	1530 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.22



Gambar 4.22 Diagram Batang Pengujian FVC

Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.21 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru perokok dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 1705 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC)

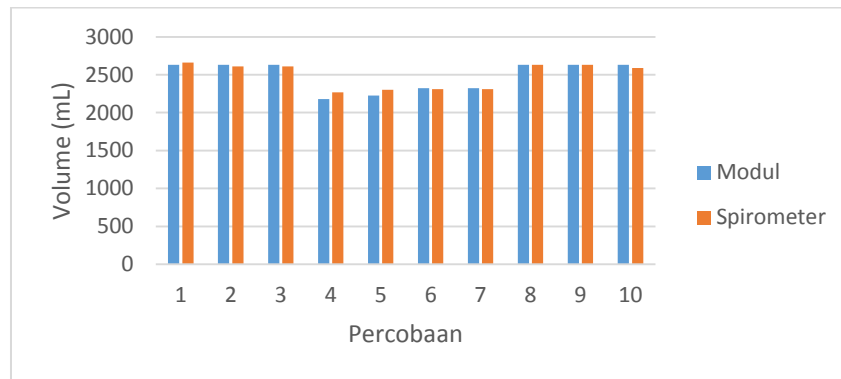
paru-paru sebesar 0,97% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 16,7 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan: perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data ketika menghembuskan nafas.

4. Nama : Kuswanto  
 Umur : 37 tahun  
 Jenis Kelamin : Pria  
 Berat Badan : 63 kg  
 Tinggi Badan : 166 cm

Tabel 4.22 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	<i>Error</i> (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	2630 ml	2660 ml	2483 ml	2492 ml	8,6 ml	0,35 %	perokok
2.	2630 ml	2610 ml					
3.	2630 ml	2610 ml					
4.	2179 ml	2270 ml					
5.	2225 ml	2300 ml					
6.	2325 ml	2310 ml					
7.	2325 ml	2310 ml					
8.	2630 ml	2630 ml					
9.	2630 ml	2630 ml					
10.	2630 ml	2590 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.23



*Gambar 4.23 Diagram Batang Pengujian FVC*

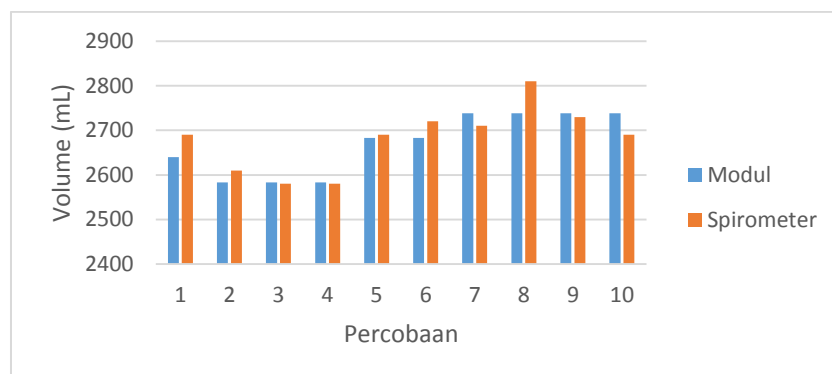
Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.22 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru perokok dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 2483 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru sebesar 0,35% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 8,6 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat pembanding tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

5. Nama : Tulus  
 Umur : 23 tahun  
 Jenis Kelamin : Pria  
 Berat Badan : 69 kg  
 Tinggi Badan : 172 cm

Tabel 4.23 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Spirometer	Rata-rata		Simpangan	Error (%)	Riwayat Paru
			Modul	Spirometer			
1.	2640 ml	2690 ml	2670 ml	2681 ml	10,3 ml	0,38 %	perokok
2.	2538 ml	2610 ml					
3.	2583 ml	2580 ml					
4.	2583 ml	2580 ml					
5.	2683 ml	2690 ml					
6.	2683 ml	2720 ml					
7.	2738 ml	2710 ml					
8.	2738 ml	2810 ml					
9.	2738 ml	2730 ml					
10.	2738 ml	2690 ml					

Berikut ini merupakan gambar diagram batang yang dilakukan oleh relawan pada pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC) dapat dilihat pada Gambar 4.24



Gambar 4.24 Diagram Batang Pengujian FVC

Berdasarkan hasil pengambilan data, pada tabel 4.23 yaitu hasil uji pengukuran modul tugas akhir dan alat pembanding yaitu spirometer kepada manusia riwayat paru-paru perokok dengan pengambilan data sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yaitu 2670 ml, nilai *error* pengukuran kapasitas vital paksa (FVC)

paru-paru sebesar 0,38% dan nilai simpangan pengukuran kapasitas vital paksa (FVC) paru-paru yang didapat sebesar 10,3 ml. Nilai *error* tersebut masih berada dibawah ambang batas *error*. *Error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu : perbedaan sumber mekanik antara modul dan alat perbandingan yang tidak sama, persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat. Hasil rata-rata dari pasien atau relawan dengan riwayat paru normal dapat dilihat pada kesimpulan tabel 4.24.

Tabel 4.24 Rata-rata hasil riwayat paru perokok

No	Nama	Modul (ml)	Spirometer(ml)	Riwayat Paru
1	Alfana	3082	3087	Perokok
2	Somo	1303	1295	Perokok
3	Agus	1705	1722	Perokok
4	Kuswanto	2483	2492	Perokok
5	Tulus	2670	2681	Perokok
Rata-rata		2248	2255	-

#### 4.4.5 Pengujian FVC dengan SOP RS PKU Kota Yogyakarta

Pengujian yang dilakukan di RS PKU Kota Yogyakarta yaitu untuk menambahkan data dengan pelaksanaan dan tata cara pengambilan data menurut Standar Operasional Prosedur dari RS PKU Kota Yogyakarta, didapatkan hasil :

1. Nama : Lailicia Anggi
- Umur : 21 tahun
- Jenis Kelamin : Wanita
- Berat Badan : 56 kg
- Tinggi Badan : 155 cm

Tabel 4.25 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Rata-rata Modul	Riwayat Paru
1.	2721 ml	2726 ml	normal
2.	2721 ml		
3.	2721 ml		
4.	2730 ml		
5.	2730 ml		
6.	2720 ml		
7.	2720 ml		
8.	2720 ml		
9.	2739 ml		
10.	2739 ml		

Didapatkan data dengan rata-rata hasil pengukuran yaitu 2726 ml, dipengaruhi beberapa faktor yaitu salah satunya berat badan, tinggi badan, anatomi tubuh dan juga persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

2. Nama : Enggar  
 Umur : 21 tahun  
 Jenis Kelamin : Wanita  
 Berat Badan : 46 kg  
 Tinggi Badan : 153 cm

Tabel 4.26 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Rata-rata Modul	Riwayat Paru
1.	2121 ml	2120 ml	normal
2.	2119 ml		
3.	2119 ml		
4.	2119 ml		
5.	2120 ml		
6.	2120 ml		
7.	2119 ml		

8.	2120 ml		
9.	2127 ml		
10.	2121 ml		

Didapatkan data dengan rata-rata hasil pengukuran yaitu 2120 ml, dipengaruhi beberapa faktor yaitu anatomi tubuh dan persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

3. Nama : Alfana  
 Umur : 21 tahun  
 Jenis Kelamin : Pria  
 Berat Badan : 55 kg  
 Tinggi Badan : 165 cm

Tabel 4.27 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Rata-rata Modul	Riwayat Paru
1.	3050 ml	3096 ml	perokok
2.	3050 ml		
3.	3285 ml		
4.	3010 ml		
5.	2980 ml		
6.	3280 ml		
7.	3280 ml		
8.	3010 ml		
9.	3010 ml		
10.	3010 ml		

Didapatkan data dengan rata-rata hasil pengukuran yaitu 3096 ml, dipengaruhi beberapa faktor yaitu salah satunya berat badan, tinggi badan, anatomi tubuh dan juga persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.



4. Nama : Aldy  
 Umur : 21 tahun  
 Jenis Kelamin : Pria  
 Berat Badan : 84 kg  
 Tinggi Badan : 171 cm

Tabel 4.28 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Rata-rata Modul	Riwayat Paru
1.	2660 ml	2682 ml	perokok
2.	2730 ml		
3.	2630 ml		
4.	2630 ml		
5.	2639 ml		
6.	2712 ml		
7.	2712 ml		
8.	2712 ml		
9.	2712 ml		
10.	2690 ml		

Didapatkan data dengan rata-rata hasil pengukuran yaitu 2682 ml, dipengaruhi beberapa faktor yaitu salah satunya berat badan, tingi badan, anatomi tubuh dan juga persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

5. Nama : Aulia  
 Umur : 22 tahun  
 Jenis Kelamin : Wanita  
 Berat Badan : 64 kg  
 Tinggi Badan : 152 cm

Tabel 4.29 Data pengukuran Kapasitas Vital Paksa (FVC)

No.	Modul	Rata-rata Modul	Riwayat Paru
1.	2150 ml	2144 ml	asma
2.	2140 ml		
3.	2140 ml		
4.	2145 ml		
5.	2150 ml		
6.	2150 ml		
7.	2110 ml		
8.	2110 ml		
9.	2159 ml		
10.	2190 ml		

Didapatkan data dengan rata-rata hasil pengukuran yaitu 2144 ml, dipengaruhi beberapa faktor yaitu salah satunya berat badan, tinggi badan, anatomi tubuh dan juga persamaan hembusan saat pengambilan data karena ketika menghembuskan nafas yang berkali-kali memungkinkan volume dapat berubah secara cepat atau lambat.

#### 4.5 Hasil pengujian dan Analisis Data

Perhitungan analisis data ini digunakan untuk mengetahui kualitas pengukuran pada modul. Perhitungan dilakukan berdasarkan rumus-rumus statistik yang tercantum dalam bab 2 pada sub bab teknik analisa data dan kategori Kapasitas Paru dijelaskan pada bab 2 sub bab Kapasitas Vital Paksa. Hasil perhitungan analisis data dapat dilihat pada Tabel 4.25

Tabel 4.30 Rata-rata Hasil Pengujian dan Analisis Data keseluruhan.

No	Nama	Error (%)	Simpangan(ml)	Riwayat Paru
1	Erina	1,26	27,2	Normal
2	Intivada	1,57	40,6	Normal
3	Alfana	0,16	4,8	Perokok
4	Anita	1,14	25,4	Normal
5	Rustami	1,77	51,1	Normal

lanjut

lanjut

6	Daryo	0,48	4,1	Asma
7	Cristian	0,47	4,1	Asma
8	Afenda	1,05	10,5	Asma
9	Sridawati	0,42	4,6	Asma
10	Maman	0,32	3,9	Asma
11	Aulia	0,13	2,9	Asma
12	Rina	0,81	17,9	Normal
13	Nurul	0,98	22,5	Normal
14	Wagiran	0,25	7,7	Normal
15	Ivan	0,62	19,7	Normal
16	Ari	0,66	21,5	Normal
17	Somo	0,66	8,5	Perokok
18	Agus	0,97	16,7	Perokok
19	Kuswanto	0,35	8,6	Perokok
20	Tulus	0,38	10,3	Perokok
Rata-rata		0,72 %	15,63 ml	-

Berdasarkan tabel 4.25 diatas dapat dilihat bahwa pengukuran dan pengujian alat Rancang Bangun Spirometer yang dilakukan oleh relawan Aulia, didapatkan *error* yang terkecil yaitu sebesar 0.13% dengan simpangan 2,9 mL. Sedangkan pada saat pengukuran dan pengujian alat Rancang Bangun Spirometer yang dilakukan oleh relawan , didapatkan *error* terbesar yaitu sebesar 1,7% dengan nilai simpangan sebesar 51,1 mL. Setelah di rata-rata kan, alat Rancang Bangun Spirometer yang dibuat memiliki tingkat *error* sebesar 0,72% dengan simpangan 15,63 ml. Alat Rancang Bangun Spirometer ini menggunakan kapasaitas baterai 5v sebagai catu daya untuk menghidupkan alat supaya berfungsi untuk pengukuran nilai kapasitas paru. Alat Rancang Bangun Spirometer untuk mengetahui nilai kapasitas pada paru-paru ini dapat dikatakan bisa digunakan oleh masyarakat untuk mengetahui seberapa besar udara yang dapat dikeluarkan (kapasitas vital paksa) pada suatu paru-paru manusia.

#### 4.6 Perhitungan Ketahanan Baterai

Energi listrik yang tersimpan dalam baterai pada modul TA bisa diisi ulang atau *discharge* apabila sudah habis. Lama waktu baterai dapat dipakai untuk mensupply modul TA dapat dihitung lama waktu pemakaian baterai. Baterai yang digunakan dalam pembuatan modul tugas akhir "Rancang Bangun Alat Spirometer" adalah baterai *lithium-ion* merek Samsung 18650. Setelah melakukan pengukuran ketahanan baterai berdasarkan perhitungan arus, didapat ketahanan baterai sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas baterai} = 1300 \text{ mAh}$$

$$I \text{ (Arus)} = 245,8 \text{ mA}$$

$$\text{Waktu pemakaian modul} = \text{kapasitas baterai} / I$$

$$= 1300 \text{ mAh} / 245,8 \text{ mA} = 5,288 \text{ h} \pm$$

Setelah melakukan pengukuran ketahanan baterai berdasarkan *output* tegangan didapat data ketahanan sebagai berikut:

Tabel 4.31 Tegangan Pengoperasian Baterai

No	Dioperasikan		
	Awal (Volt)	Akhir (Volt)	Waktu (Menit)
1	3,88	3,87	9
2	3,87	3,86	8
3	3,86	3,85	9
4	3,85	3,84	9
Rata-rata			9

Dari tabel 4.31 hasil pengamatan ketahanan baterai bekerja ketika dioperasikan berdasarkan tegangan, baterai mampu bertahan sampai dengan  $\pm 4,81$  jam. Waktu

ketahanan baterai diketahui dengan cara mengukur waktu setiap penurunan selama  $\pm 0,01$  V dengan rata-rata waktu penurunan selama  $\pm 9$  menit pada saat modul sedang dioperasikan. Modul tidak dapat bekerja jika tegangan baterai kurang dari 3,7 V. Hasil perhitungan ketahanan baterai bekerja sangat baik, karena ketahanan baterai pada saat dioperasikan secara terus menerus mampu bertahan sesuai dengan perhitungan ketahanan baterai. Baterai mampu bertahan  $\pm 4,81$  jam, mendekati hasil perhitungan ketahanan baterai  $\pm 5,288$  jam.

#### 4.7 Perhitungan Pengisian Baterai

Baterai pada modul TA dapat diisi kembali dengan cara *dicharger*. Adaptor yang digunakan untuk mengisi kembali baterai pada modul TA sebesar 5 V, 1 A. Untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan baterai ketika *dicharger* sudah terisi penuh, dapat menggunakan cara menghitung lama waktu pengisian baterai. Setelah melakukan pengukuran terhadap baterai didapat data perhitungan baterai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Lama waktu pengisian} &= \text{Kapasitas Baterai} / \text{Kapasitas Charger} \\ &= 1300 \text{ mAh} / 1000 \text{ mA} = 1,3 \text{ h} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan lama waktu pengisian baterai, waktu yang dibutuhkan untuk pengisian hingga baterai penuh  $\pm 2$  jam dengan menggunakan adaptor 5V, 1A mendekati hasil perhitungan pengisian baterai  $\pm 1,3$  jam. Perbedaan ini dikarenakan pengisian baterai tidak sepenuhnya sesuai dengan spesifikasi arus pada adaptor, jika arus pada spesifikasi pada adaptor adalah 1A, *output* arus yang keluar sebenarnya adalah 0,8 A karena terdapat toleransi pada adaptor.