

Rancang Bangun *Peak Flow Meter* dengan *Output Suara* dan Pemantauan Android

Patrisius Kusi Olla*, Wilia Azhar
Akademi Teknik Elektromedik (ATEM) Semarang
*email: patrisiuskusiolla@gmail.com

Abstract

Peak Flow Meter (PFM) is a tool to measure the amount of air flow in the airway (PFR) and to detect asthma. The output value of PFR can be influenced by several factors, such as age, respiratory muscle strength, height and gender. In this research, airway measurements are used to measure the condition of patients suffering from asthma. The author aims to make this tool so that it can find out how to design and make a peak flow meter output sound tool, measure the peak current and can know how the MPXV7002DP sensor works in regulating output in the form of sound. The method used by the author is to design or make a tool peak flow meter output sound. This MPXV7002DP sensor works when the sensor receives air blows from the flow sensor which automatically reads the highest air pressure from the breath. The test results using the VT Mobile Medical Gas Flow Analyzer prove that the largest percentage error is 2.4%, with the blowing rate on the Peak Flow Meter is 64.0 lpm and the blowing rate on VT mobile is 62.50 lpm. Therefore, this tool can be said to be very certain to detect asthma. Then it can be concluded that the peak flow meter is feasible and meets the specified requirements.

Keywords — Arduino, Asthma, Bluetooth, MPXV7002DP, PFM, Pressure.

1. Pendahuluan

Berdasarkan data WHO *Non Communicable Disease* di Asia Tenggara diperkirakan bahwa 1,4 juta orang meninggal dunia karena penyakit paru kronik di mana 86% disebabkan karena penyakit paru obstruktif kronik, dan 7,8% disebabkan karena asma. WHO *fact sheet* 2011 menyebutkan bahwa terdapat 235 juta orang menderita asma di dunia, 80% berada di negara dengan pendapatan rendah dan menengah, termasuk Indonesia. Penyakit saluran pernapasan yang menyebabkan kematian terbesar adalah Tuberculosis (7,5%) dan *Lower Tract Respiratory Disease* (5,1%) [1].

Penderita asma, sering kali tidak dapat menyadari bahwa dengan aktivitas yang padat dan beberapa gangguan lain dapat membuat kondisi penyakit semakin memburuk dan bahkan kambuh di saat yang tidak terduga, maka perlu pemeriksaan yang rutin. Sering kali faktor biaya yang mahal serta waktu menjadi kendala bagi seseorang untuk melakukan pengobatan yang intensif akibat asma yang di derita. Sehubungan dengan hal itu maka telah dikembangkannya alat yang dapat mengukur arus puncak ekspirasi yang dinamakan *Peak Flow Meter (PFM)*. PFM adalah alat untuk mengukur jumlah aliran udara dalam jalan napas penderita asma sebagai uji tapis penyakit respiratorik. *Peak flow meter* yang umum di pasaran alat kesehatan adalah masih berupa manual. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan penelitian sebelumnya [2], yaitu membentuk Rancang Bangun *Peak Flow Meter* dengan *Output Suara* dan Pemantauan Android.

Beberapa penelitian terdahulu mengembangkan sebuah alat menjadi *peak flow meter* berbasis Mikrokontroler AT89S51 dilengkapi nilai PEFR Normal/tidak normal, namun masih menggunakan DC Fan sehingga data yang didapat kurang akurat. Kemudian alat tersebut dikembangkan lagi menjadi *Peak Flow Meter Digital* menggunakan sensor tekanan MPX5100, tetapi masih memiliki kekurangan yaitu belum dapat diaplikasikan dalam penyimpanan data pada SDcard agar memudahkan dokter mengetahui pada detik ke berapa hembusan paling tinggi dari seorang pasien [3].

Penelitian berikutnya yakni penelitian dari Poltekkes Surabaya telah membuat rancang bangun “Peak Flow Meter Portable Dilengkapi Dengan *SDcard*”, menggunakan sensor gas MPX5100 dan pengukuran ekspirasi atau arus puncak dideteksi oleh sensor MPX5100. Berdasarkan hasil rancangan tersebut, sensor yang dimanfaatkan tidak sesuai dengan objek yang digunakan. Dalam hal ini diperlukan perubahan objek yang tepat agar sesuai dengan fungsi sensor dan belum menggunakan *output* suara dan pemantauan *history* pemeriksaan menggunakan *smartphone*. Maka dari itu penulis mengembangkan alat tersebut dengan menggunakan sensor MPXV7002DP yang bekerja pada tekanan -2 kPa sampai +2 kPa (-0.3 psi sampai +0,3 psi) atau 0,5 kPa sampai 4,5 kPa dengan tegangan *output* 0,2 volt sampai 4,7 volt untuk mendeteksi tekanan aliran nafas dari mulut. Mikrokontroler Arduino Nano berfungsi sebagai pusat pengendali yang terhubung dengan sensor MPXV7002DP, LCD dan speaker. LCD digunakan sebagai penampil, speaker sebagai *output* suara, Micro SD sebagai penyimpanan data hasil pemeriksaan dan Bluetooth HC-5 sebagai penghubung nirkabel ke perangkat android [4].

2. *Peak Flow Meter*

Peak flow meter adalah perangkat genggam, *portable* yang murah untuk penderita asma, yang digunakan untuk mengukur seberapa baik udara keluar dari paru-paru atau pengukuran arus puncak pada nafas. Mengukur *peak flow* menggunakan pengukur ini merupakan bagian penting dalam mengelola gejala asma manusia dan mencegah serangan asma, dan akan menjadi bagian dari rencana perawatan asma pribadi manusia. *Peak flow meter* ini dilengkapi dengan memori untuk penyimpanan data pasien pemeriksaan, dan dapat di akses menggunakan android untuk dapat melihat data hasil pemeriksaan pasien atau *history* pemeriksaan melalui perangkat android.

Tahap-tahap dalam melakukan pengukuran Arus Puncak Ekspirasi (APE) menggunakan *peak flow meter* sebagai berikut [5]:

1. *Mouthpiece* dipasang ke ujung *peak flow meter* bila perlu.
2. Pasien diposisikan untuk berdiri atau duduk dengan punggung tegak dan pegangan *peak flow meter* dengan posisi horizontal (mendatar) tanpa menyentuh atau mengganggu gerakan marker. Marker berada pada posisi skala terendah (nol).
3. Pasien dianjurkan menghirup nafas sedalam mungkin. Udara dimasukkan ke mulut dengan bibir menutup rapat mengelilingi *mouthpiece*, dan udara dibuang segera dan sekuat mungkin.
4. Selanjutnya saat membuang nafas, marker bergerak dan menunjukkan angka pada skala, hasilnya dicatat.
5. Marker dikembalikan pada posisi nol, lalu diulangi langkah 2 – 4 sebanyak 3 kali, dan dipilih nilai paling tinggi. Bandingkan dengan nilai terbaik pasien tersebut atau nilai prediksi.

Pada Tabel 1 sampai Tabel 4 berikut ini, secara berturut-turut disajikan nilai Prediksi Arus Puncak Ekspirasi (APE) Normal (L/menit) berdasarkan katagori usia dan jenis kelamin [6, 7].

Tabel 1. Nilai prediksi arus puncak ekspirasi (*ape*) normal (l/menit) untuk laki-laki

Umur	Tinggi (cm)				
	152	165	178	191	203
20	554	575	594	611	626
25	580	603	622	640	656
30	594	617	637	655	672
35	599	622	643	661	677
40	597	620	641	659	675
45	591	613	633	651	668
50	580	602	622	640	656
55	566	588	608	625	640
60	551	572	591	607	622
65	533	554	572	588	603
70	515	535	552	568	582
75	496	515	532	547	560

Tabel 2. Nilai prediksi arus puncak *ekspirasi (ape)* normal (l/menit) untuk perempuan.

Umur	Tinggi (cm)				
	140	152	165	178	191
20	444	460	474	486	497
25	455	471	485	497	509
30	458	475	489	502	513
35	458	474	488	501	512
40	453	469	483	496	507
45	446	462	476	488	499
50	437	453	466	478	489
55	427	442	455	467	477
60	415	430	443	454	464
65	403	417	430	441	451
70	390	404	416	427	436
75	377	391	402	413	422

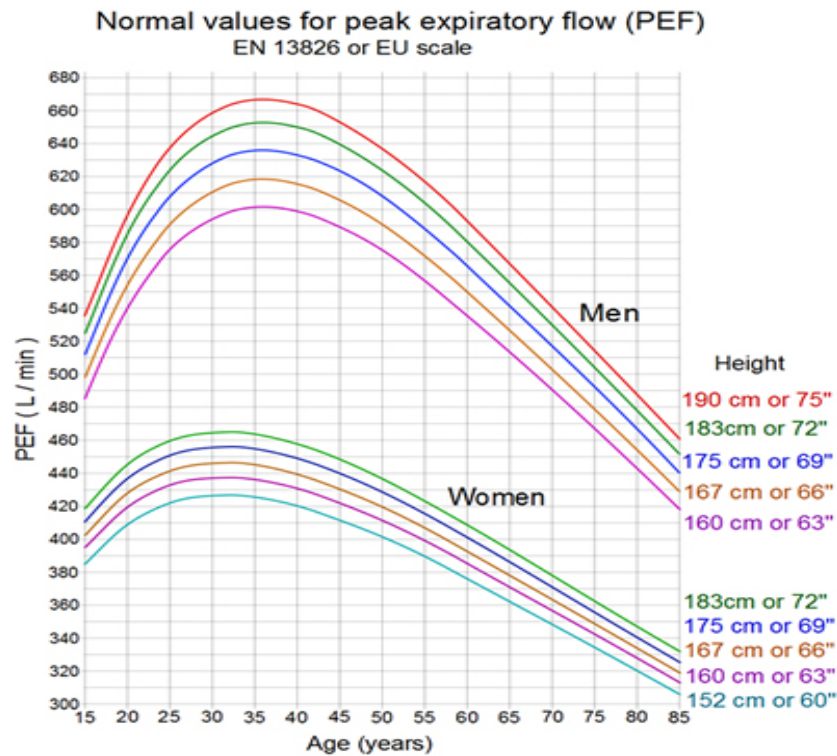
Tabel 3. Nilai prediksi arus puncak *ekspirasi (ape)* normal (l/menit) untuk anak perempuan.

Umur	Tinggi (cm)				
	140	152	165	178	191
6	245	268	297	327	357
8	264	287	316	346	376
10	283	305	335	365	395
12	302	324	354	384	414
14	321	343	373	403	432
16	340	362	392	421	451
18	358	381	411	440	470
20	377	400	429	459	489

Tabel 4. Nilai prediksi arus puncak *ekspirasi* (*ape*) normal (l/menit) untuk anak laki-laki.

Umur	Tinggi (cm)				
	152	163	173	183	193
6	289	336	384	431	479
8	309	356	404	451	499
10	329	376	424	471	519
12	349	396	444	491	539
14	369	416	464	511	559
16	389	436	484	531	579
18	408	456	503	551	599
20	428	476	523	571	618
22	448	496	543	591	638
24	468	516	563	611	658
25	478	526	573	621	668

Gambar 1 berikut ini adalah grafik PEF (*Peak Expiratory Flow*).



Gambar 1. Grafik PEF

Nilai prediksi normal faal paru setiap orang dipengaruhi oleh banyak faktor seperti gender, tinggi badan, berat badan usia, ras, dan lain-lain. Tim Pneumobile Project Indonesia pada tahun 1992 melakukan penelitian nilai faal paru rata-rata orang Indonesia. Salah satu hasil penelitian tersebut adalah tabel nilai normal PEF orang Indonesia. Bila tidak tersedia tabel tersebut, dapat juga menggunakan Persamaan (1) dan (2) [8].

Laki-laki:

$$\begin{aligned} \text{PEFR (L/dtk)} = & -10,86040 + 0,12766 \times \text{Umur} + 0,11169 \times \text{TB} \\ & - 0,0000319344 \times \text{Umur}^3 + 1,70935 \end{aligned} \quad (1)$$

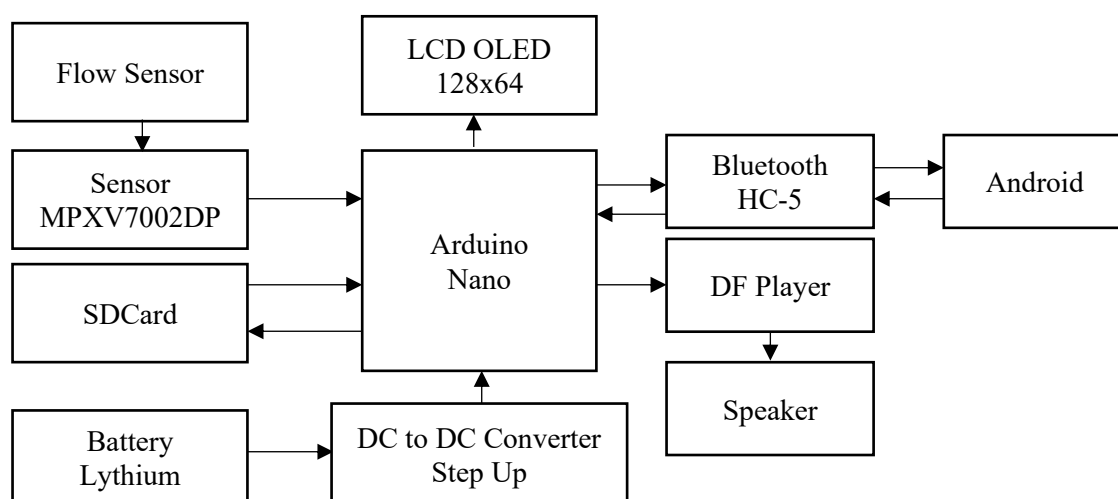
Perempuan:

$$\begin{aligned} \text{PEFR (L/dtk)} = & -5,12502 + 0,09006 \times \text{Umur} + 0,06980 \times \text{TB} \\ & - 0,00145669 \times \text{Umur}^2 + 1,77692 \end{aligned} \quad (2)$$

Jika hasil pengukuran di bawah hasil dari tabel normal, maka bisa dikatakan terkena asma. Mengawasi kekambuhan penderita asma dengan menilai APE menggunakan alat tersebut dapat membantu penderita asma menilai berat-ringan serangannya secara lebih objektif. Nilai APE dapat menunjukkan reversibilitas dan variabilitas dalam mendiagnosis penderita asma. Pengukuran nilai APE sebaiknya dibandingkan dengan nilai terbaik sebelumnya, bukan nilai prediksi normal; kecuali tidak diketahui nilai terbaik penderita yang bersangkutan [9, 10, 11].

3. Metode Penelitian**3.1 Blok Diagram Sistem**

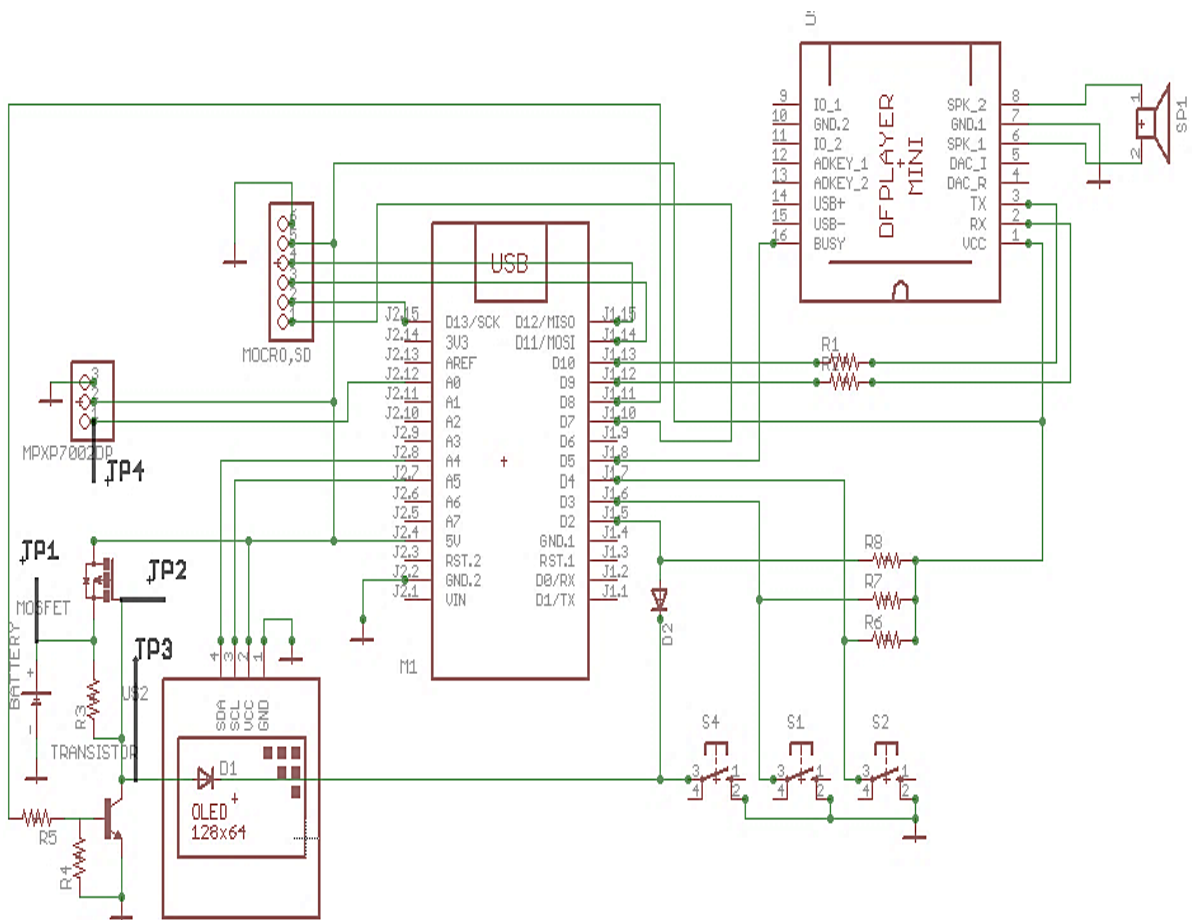
Blok diagram sistem ditunjukkan pada Gambar 2. Pada mulanya sistem akan menginisialisasi. Kemudian penghembusan nafas sebagai input akan dibaca oleh sistem. Dalam perancangan alat ini menggunakan sensor MPXV7002DP untuk mendeteksi tekanan aliran nafas dari mulut. Mikrokontroler arduino Nano berfungsi sebagai pusat pengendali yang terhubung dengan sensor MPXV7002DP, LCD dan speaker. LCD digunakan sebagai penampil, speaker sebagai output suara, SDCard sebagai penyimpanan data hasil pemeriksaan dan Bluetooth HC-5 sebagai penghubung nirkabel ke perangkat android. User dapat mengulangi kembali pendeteksian dengan menekan tombol reset atau menonaktifkan alat tersebut.



Gambar 2. Blok diagram sistem

3.2 Perancangan *Peak Flow Meter*

Hasil dari perancangan skematik *Peak Flow Meter* dengan output suara dapat dilihat pada Gambar 3.

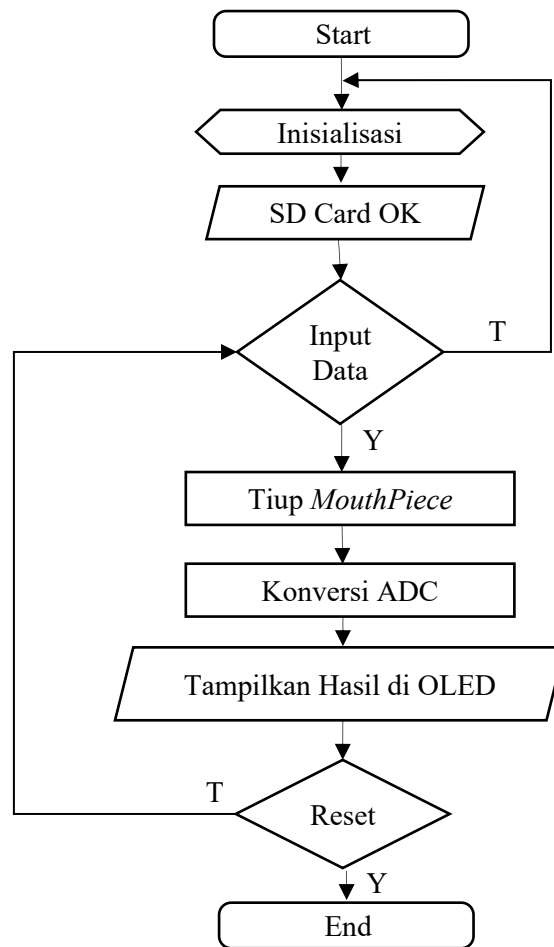


Gambar 3. Gambar skematik *Peak Flow Meter*

Pada saat alat mati, untuk menghidupkannya tekan tombol power, ketika tombol power ditekan kaki gate Q1/ Mosfet tipe P akan berkondisi rendah atau low. Sehingga arus dari battery akan mengalir keseluruhan rangkaian kemudian program di arduino akan melakukan inisialisasi dan akan memberikan logic high pada pin D8 sehingga transistor Q2 akan ON. Fungsi dari transistor Q2 untuk mengunci supaya Q1 terus dalam kondisi ON. Setelah itu arduino akan membaca sensor MPXV7002DP yang kemudian dikonversi nilai analog digital converter(ADC) dan selanjutnya di konversi lagi kedalam bentuk *Liters per minute* (l/min) dan kemudian ditampilkan di OLED display. Saat pembacaan sensor selesai maka arduino akan memerintahkan DF Player untuk memutar suara.

3.3 Diagram Alir Proses Program

Gambar 4 menunjukkan diagram alir software yang diawali dengan menekan tombol power untuk menghidupkan alat kemudian sistem akan menginisialisasi. Kemudian akan keluar Tampilan SDcard OK, lalu akan otomatis pindah ke menu pengimputan data diri, yang di dalamnya ada pengimputan usia, tinggi badan dan jenis kelamin. Kemudian penyesuaian data yang di-input.



Gambar 4. Diagram Alir Proses/Program

Sensor MPXV7002DP akan aktif apabila *push button*/tombol *start* ditekan untuk memulai pengecekan arus puncak nafas/ekspirasi dengan meniup sekuat kuatnya. *Arduino* digunakan sebagai pusat pengendali sistem. Hasil pembacaan sensor dikonversi ke dalam data keluaran ADC dan diubah lagi ke dalam bentuk *Liters per minute* (l/min). OLED akan menampilkan nilai hasil pengukuran arus puncak nafas. Speaker berfungsi sebagai output suara dari hasil pemeriksaan arus puncak nafas/ekspirasi. Sementara itu, tombol reset berfungsi untuk mengulang program kembali.

3.4 Flow Sensor Hamilton

Penelitian ini menggunakan *Flow Sensor Hamilton* yang dapat mendeteksi *flow*/aliran gas yang akan masuk ke pasien. *Flow sensor* ini juga berfungsi sebagai sensor agar Minute Volume dan Tidal Volume untuk pasien itu sesuai dengan kebutuhan dan sensor ini juga tidak membutuhkan daya. Bentuk fisik flow sensor Hamilton seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.



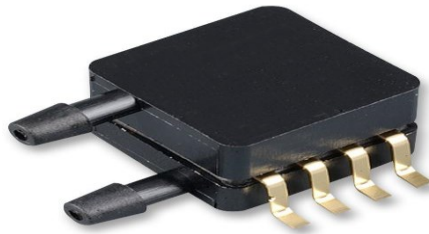
Gambar 5. Flow Sensor Hamilton

Flow sensor Hamilton ini mempunyai tingkat keakurasian yang cukup tinggi seperti

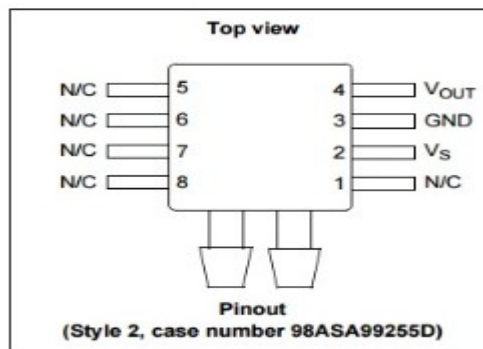
Akurasi	: $\pm 10\%$,
Tingkatan resistensi	: < 2.5 mbar,
Kisaran tekanan	: ± 100 mbar,
Suhu pengoperasian	: $15-40$ ° C

3.5 Sensor Tekanan MPXV7002DP

Sensor tekanan gas yang digunakan adalah *strain gauge* dengan tipe MPXV7002DP. Ini merupakan sensor tekanan yang peka terhadap tekanan rendah. Hanya dengan tiupan saja dapat mempengaruhi tegangan *output* yang dihasilkan. Sensor ini menggunakan bahan *Silicon Stress Stain Gauge*. MPXV7002DP adalah *Strain gauge* jenis piezoresistif tranducer berbahan silicon yang terintegrasi dalam sebuah chip, bekerja pada tekanan -2 kPa sampai $+2$ kPa (-0.3 psi sampai $+0.3$ psi) atau 0.5 kPa sampai 4.5 kPa dengan tegangan *output* $0,2$ volt sampai $4,7$ volt [12]. Gambar 6 dan Gambar 7 berikut ini menunjukkan bentuk fisik dan penampang Pin-Out dari sensor MPXV7002DP.



Gambar 6. Sensor MPXV7002DP



Gambar 7. Pin-Out sensor MPXV7002DP

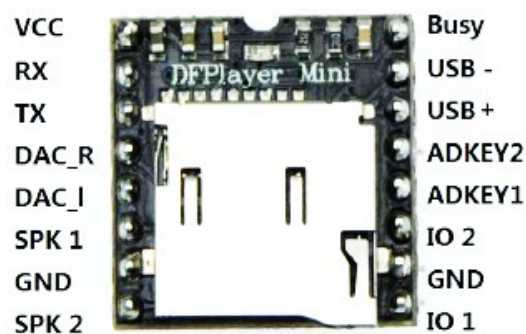
3.6 DF Player

Modul mini DF Player adalah modul MP3 serial yang menyediakan MP3, WMV hardware terintegrasi yang sempurna. Sedangkan perangkat lunaknya mendukung driver kartu TF, mendukung sistem file FAT16, FAT32. Melalui perintah serial sederhana untuk menentukan permainan musik, serta cara bermain musik dan fungsi lainnya, tanpa operasi dasar yang rumit, mudah digunakan, stabil dan handal adalah fitur yang paling penting dari modul ini.

Berikut merupakan spesifikasi DF Player.

1. Fitur pendukung
 - a. MP3 dan WMV decoding
 - b. Dukungan sampling rate 8 kHz, 11.025 kHz, 12 kHz, 16 kHz, 22.05 kHz, 24 kHz, 32 kHz, 44.1 kHz, 48 kHz
 - c. Output DAC 24-bit, dukungan rentang dinamis 90dB, SNR mendukung 85dB
 - d. Mendukung FAT16, sistem file FAT32, dukungan maksimal kartu TF 32GB
 - e. Berbagai mode kontrol, mode serial, mode kontrol tombol AD
 - f. Fitur bahasa siaran itu, dapat menghentikan sebentar musik latar yang sedang dimainkan
 - g. Amplifier 3W built-in Data audio diurutkan berdasarkan folder mendukung hingga 100 folder, setiap folder bisa ditugaskan ke 1000 lagu
 - h. 30 tingkat volume disesuaikan, 10 level EQ disesuaikan.
2. Aplikasi
 - a. Navigasi suara navigasi mobil.
 - b. Inspektur transportasi jalan.
 - c. Mobil wisata listrik.
 - d. Alarm kegagalan peralatan elektromekanik.
 - e. Suara alarm kebakaran.
 - f. Peralatan siaran otomatis, siaran biasa.
3. Pin DF player

Pin DF player ditunjukkan Gambar 8. Sedangkan deskripsi fungsi pada setiap Pin DF seperti yang disajikan pada Tabel 5.



Gambar 8. Pin *DF Player*

Tabel 5. Fungsi pada kaki *DF player*.

No	Pin	Description	Note
1	VCC	Input voltage	DC 3,2-5 V; Type DC 4,2 V
2	RX	UART serial input	
3	TX	UART serial output	
4	DAC_R	Audio output right chanel	Drive earphone and amplifier
5	DAC_L	Audio output left chanel	Drive earphone and amplifier
6	SPK2	Speaker -	Drive speaker less than 3W
7	GND	Ground	Power GND
8	SPK1	Speaker +	Drive speaker less than 3W
9	IO 1	Trigger Port 1	Short press to play previous
10	GND	Ground	Power GND
11	IO 2	Trigger Port 2	Short press to play next
12	ADKEY 1	AD Port 1	Trigger play first segment
13	ADKEY 2	AD Port 2	Trigger play fifth segment
14	USB+	USB + DP	USB port
15	USB-	USB - DM	USB port
16	BUSY	Playing status	Low means playing/high means no

3.7 Modul Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah protokol komunikasi *wireless* yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, smartphone dan lain-lain. Modul Bluetooth HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pinnya memiliki fungsi yang berbeda. Untuk gambar modul Bluetooth dan konfigurasi pinnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Bluetooth HC-05

Modul Bluetooth HC-05 dengan *supply* tegangan sebesar 3,3 V ke pin 12 modul Bluetooth sebagai VCC. Pin 1 pada modul Bluetooth sebagai transmitter. Kemudian pin 2 pada modul Bluetooth sebagai *receiver*. Tabel 6 berikut ini menunjukkan jumlah pin pada modul Bluetooth HC-05 beserta tipe dan kegunaannya.

Tabel 6. Pin-out Bluetooth HC-05

PIN	PIN#	PAD type	Description
GND	13, 21, 22	VSS	Ground pot
3.3 VCC	12	3.3 V	Integrated 3.3 V (+) supply with on-chip linier regulator output within 3,15-3,3 V
AIO0	9	Bi-directional	Programmable input/output line
AIO1	10	Bi-directional	Programmable input/output line
PIO0	23	Bi-directional RX EN	Programmable input/output line Control output for LNA(if fitted)
PIO1	24	Bi-directional TX EN	Programmable input/output line Control output for PA(if fitted)

3.8 Blynk

Blynk adalah **IoT** (*Internet Of Things*) Cloud platform untuk aplikasi iOS dan Android yang berguna untuk mengontrol Arduino, Raspberry Pi, dan board-board sejenisnya melalui Internet. Blynk adalah dashboard digital yang dapat membangun sebuah antarmuka grafis untuk alat yang telah dibuat hanya dengan menarik dan menjatuhkan sebuah widget. Blynk sangat mudah dan sederhana untuk mengatur semuanya dan hanya dalam waktu kurang dari 5 menit. Blynk tidak terikat dengan beberapa microcontroller tertentu atau shield tertentu. Sebaliknya, apakah Arduino atau Raspberry Pi melalui Wi-Fi, Ethernet atau chip ESP8266, Blynk akan membuat alat online dan siap untuk *Internet Of Things* [13,14,15]. Tampilan aplikasi blynk seperti ditujukan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Aplikasi Blynk.

4. Hasil Pengujian dan Analisis

4.1 Pengujian Pada Kaki Mosfet Saat ON/OFF

Pengukuran dilakukan pada kaki drain mosfet menggunakan multimeter digital dengan cara mengukur tegangan DC saat alat ON dan OFF. Hasil pengujian seperti ditunjukkan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Mosfet

Hasil Pengukuran		Tegangan Kerja Datasheet
Keadaan	Tegangan (V)	Max
On	3,83	1. Drain-Source Voltage : $V_{DS} = -20$ 2. Gate-Source Voltage : $V_{GS} = \pm 8V$
Off	0	
On	3,83	
Off	0	

Tabel di atas menunjukkan bahwa jika *push button* ditekan, maka kaki gate akan terhubung ke ground dan tegangan dari *battery* akan masuk ke kaki source dan mengalir ke kaki drain atau mosfet ber kondisi rendah low (0). Sedangkan jika *push button* tidak ditekan maka tegangan dari *Battery* tidak akan masuk atau mosfet ber kondisi high (1). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa mosfet sudah bekerja dengan baik.

4.2 Pengujian Pada Transistor pada saat ON/OFF

Pengukuran dilakukan dengan mengukur tegangan DC pada kaki *collector* transistor menggunakan multimeter digital. Hasil pengukuran disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Transistor

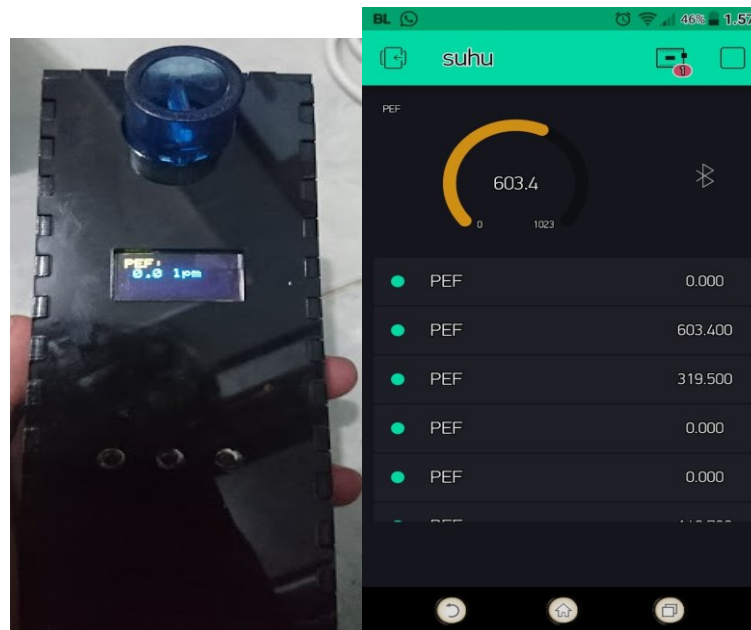
Hasil Pengukuran		Tegangan Kerja kaki base Datasheet
Keadaan	Tegangan vdc	0,2 V
On	0	
Off	3,83	
On	0	
Off	3,83	

Fungsi dari transistor untuk mengunci supaya mosfet terus dalam kondisi ON. Jika mosfet ber kondisi Low (0), maka tegangan akan masuk ke arduino untuk inisialisasi sehingga memberikan kondisi *high* pada pin D8 arduino, maka kaki Base pada transistor akan ON. Tegangan minimum untuk mengaktifkan transistor yaitu 0,2 Vdc. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa transistor pada alat berfungsi dengan baik.

4.3 Kalibrasi Alat Menggunakan *Medical Gas Flow Analyzer*

Pengujian dilakukan dengan membandingkan alat rancang bangun ini dengan alat kalibrasi *Medical Gas Flow Analyzer* merk FLUKE dengan tipe *VT Mobile*. Dengan berpedoman pada metode kerja *VT Mobile* maka proses pengujian ini dilakukan dengan mencatat hasil pengukuran sebanyak 5 kali sebagaimana disajikan dalam Tabel 9 di bawah ini. Display hasil pembacaan pada alat sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 11.

Rancang bangun *Peak Flow Meter* menggunakan mikrokontroler *Arduino Nano*. Sensor MPXV7002DP digunakan sebagai pengukuran tekanan hembusan nafas. kemudian hasil pembacaan sensor di keluarkan berupa output suara, ditampilkan di *Oled Display* dan di tampilkan di *smartphone* menggunakan aplikasi *blynk*.



Gambar 11. Display Hasil Pembacaan Alat

Tabel 9. Pengujian alat *Peak Flow Meter* dengan *VT Mobile*

No	<i>Peak Flow Mater</i>		<i>VT Mobile</i>		Kesalahan (%)		Toleransi (%)
	<i>Hasil</i>	Rata-rata	<i>Hasil</i>	Rata-rata	(%)	Rata-rata	
1	98,1 lpm	78,48	96,98 lpm	77,74	1,1%	1,54	10%
2	68,0 lpm		67,75 lpm		0,3%		10%
3	69,3 lpm		70,54 lpm		1,7%		10%
4	64,0 lpm		62,50 lpm		2,4%		10%
5	93,0 lpm		90,95 lpm		2,2%		10%

Dari data di atas dapat dilihat bahwa hasil prosentase kesalahan terbesar yaitu 2,4% , dimana prosentase kesalahan terbesar yaitu laju hembusan pada alat sebesar 64,0 lpm dan laju hembusan pada *VT mobile* sebesar 62,50 lpm dengan toleransi 10%. Dan prosentase kesalahan terendah yaitu 0,3% di mana prosentase kesalahan terendah yaitu laju hembusan pada alat rancang bangun sebesar 68,0 lpm dan laju hembusan pada *VT mobile* sebesar 67,75 lpm dengan toleransi 10%. Dimana perbedaan hasil pembacaan alat dapat dipengaruhi oleh kekuatan hembusan nafas seseorang, sehingga dapat mempengaruhi hasil pembacaan dari sensor. Dari data tersebut menunjukkan bahwa alat hasil penelitian ini sangat baik dan laik pakai.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan dapat disimpulkan bahwa sensor MPXV7002DP ini bekerja saat sensor menerima hembusan udara dari flow sensor yang menuju sensor MPXV7002DP. Sensor akan secara otomatis membaca berapa tekanan udara tertinggi dari hembusan nafas. Hasil pengujian menggunakan *VT Mobile Medical Gas Flow Analyzer* membuktikan persentase *error* terbesar adalah 2.4%, dengan nilai blowing pada *Peak Flow Meter* 64.0 lpm dan kecepatan blowing pada *VT mobile* adalah 62.50 lpm. Sedangkan prosentase kesalahan terendah yaitu 0,3% dengan nilai blowing sebesar 68,0 lpm

dan kecepatan blowing pada *VT mobile* sebesar 67,75 lpm. Dengan demikian alat hasil penelitian ini laik dan memenuhi syarat digunakan untuk mendeteksi penyakit asma.

Daftar Pustaka

- [1] Setiyarini, T., Abi Muhlisin, S. K. M., Kep, M., Zulaicha, E., & Kp, S. (2016). *Efektivitas Pendidikan kesehatan menggunakan media leaflet dan penyuluhan individual terhadap pengetahuan pencegahan kekambuhan asma* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [2] Lorensia, A., De Queljoe, D., & Santosa, K. A. (2017). Kelengkapan informasi mengenai cara penggunaan peak flow meter yang diberikan kepada pasien asma di apotek. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(2), 200-206.
- [3] Suryowinoto, A., Hamid, A., & Desmalasa, A. F. (2017). Deteksi Dini Penyakit Pernafasan Asma Dengan Peak Expiratory Flow Meter Berbasis Microcontroller. *Jurnal Mikrotek*, 2(4).
- [4] Anisa, A., Hamzah, T., & Mak'ruf, M. R. (2020). Peak Flow Meter with Measurement Analysis. *Indonesian Journal of electronics, electromedical engineering, and medical informatics*, 2(3), 107-112.
- [5] Adeniyi, B. O., & Erhabor, G. E. (2011). The peak flow meter and its use in clinical practice. *Afr J Respir Med*, 6(2), 5-7.
- [6] Gregg, I., & Nunn, A. J. (1973). Peak expiratory flow in normal subjects. *Br Med J*, 3(5874), 282-284.
- [7] Setyaningtyas, L., Herawati, I., & Fis, S. (2016). *Penatalaksanaan Fisioterapi Pada Penderita Asma Bronkiale Di Rumah Sakit Khusus Paru Respira Yogyakarta* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [8] Novarin, C., Murtaqib, M., & Widayati, N. (2015). Pengaruh Progressive Muscle Relaxation terhadap Aliran Puncak Ekspirasi Klien dengan Asma Bronkial di Poli Spesialis Paru B Rumah Sakit Paru Kabupaten Jember (The Effect of Progressive Muscle Relaxation on Peak Expiratory Flow of Clients with Bronchial As. *Pustaka Kesehatan*, 3(2), 311-318.
- [9] Sundaru, H. (2007). Apa yang Diketahui Tentang Asma. *Departemen Ilmu Penyakit Dalam, FKUI/RSCM*, 4.
- [10] ISKANDAR, S. (2011). *Faktor-Faktor Risiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Asma Pada Anak Di Kota Semarang* (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- [11] Arvin, B. K. (2000). Ilmu kesehatan anak. EGC.
- [12] Package, T. P. S. M., & Gauge, P. S. S. S. S. (2005). MPXV7002 Integrated Silicon Pressure Sensor On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated.
- [13] SETIAWAN, E. J. (2017). *Rancang bangun IoT temperature controller untuk enclosure BTS berbasis microcontroller wemos dan android* (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana).
- [14] Prayogo, I., Alfita, R., & Wibisono, K. A. (2017). Sistem Monitoring Denyut Jantung Dan Suhu Tubuh Sebagai Indikator Level Kesehatan Pasien Berbasis Iot (Internet Of Thing) Dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan Android. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, 4(2), 33-39.
- [15] Swaminathan, S., Venkatesan, P., & Mukunthan, R. (1993). Peak expiratory flow rate in south Indian children. *Indian pediatrics*, 30(2), 207-11.