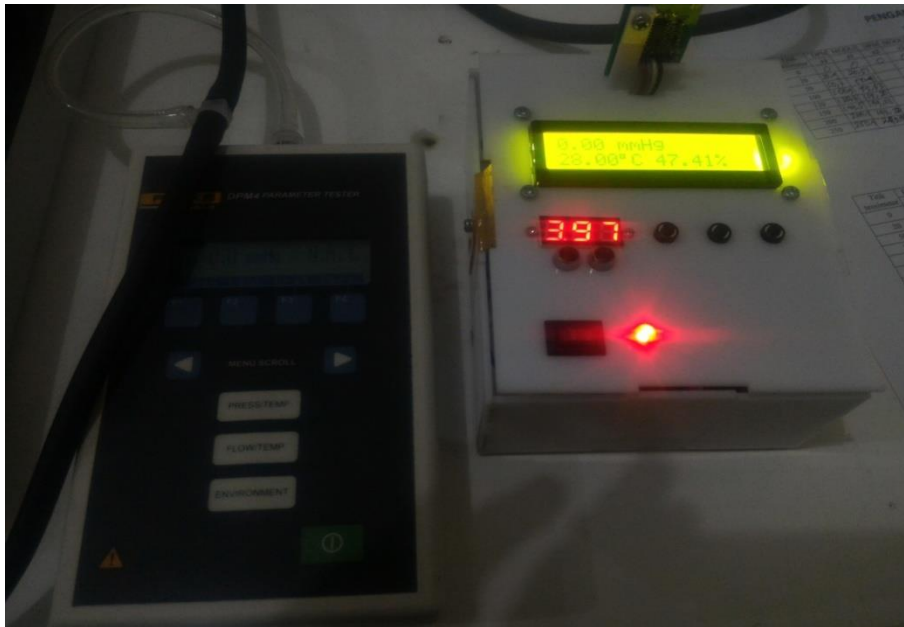


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengujian Dan Pengukuran Modul

Setelah pembuatan modul maka perlu dilakukan pendataan melalui proses pengujian dan pengukuran. Tujuan dari pengujian dan pengukuran yaitu mengetahui ketepatan dari pembuatan modul atau untuk memastikan apakah masing-masing bagian komponen dari rangkaian modul yang dimaksud telah bekerja sesuai dengan fungsinya . Berikut ini gambar modul *Digital pressure* meter :



Gambar 4.1 Gambar Modul Tugas akhir

Alat untuk membandingkan pengukuran yaitu sebagai berikut:

**A. *Digital Pressure Meter***

Nama : *Digital Pressure Meter*

Merk/Tipe : Fluke/DPM4-1H

Range Tekanan : -350 sampai 350 mmHg



Gambar 4.2 Alat pembanding DPM

Alat ini digunakan sebagai kalibrator tensimeter aneroid, air raksa pada modul yang telah dibuat dengan nilai satuan (mmHg).

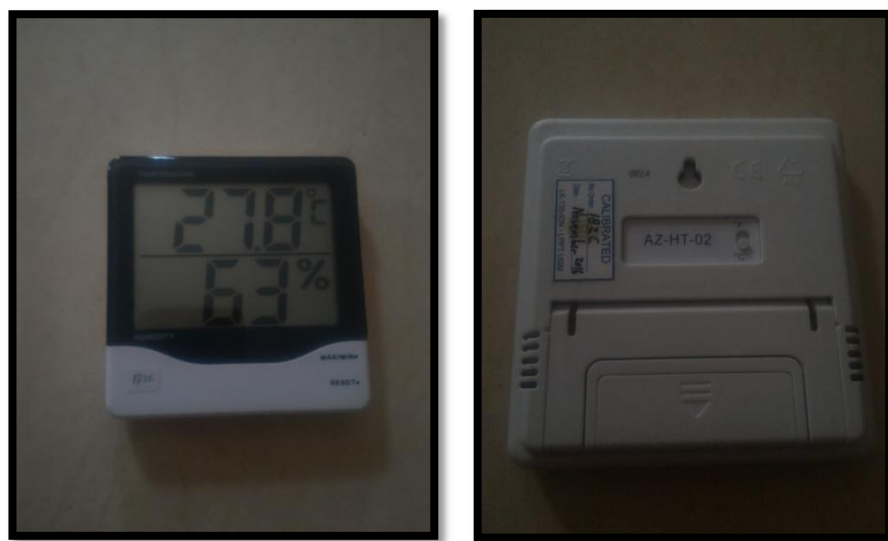
### ***B. Thermohygrometer***

Nama : Thermohygrometer

Merek/Tipe : TFA

*Range Temperatur* : -10°C sampai 60°C

*Range Humadity* : 10% sampai 99%



Gambar 4.3 Alat pembanding *Thermohygrometer*

Alat ini digunakan sebagai pembanding suhu dan kelembaban pada modul. Alat ini juga sudah dilakukan pengujian kalibrasi oleh lembaga kalibrasi UGM.

Langkah-langkah pengukuran dan pengujian modul ini dapat diuraikan sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan peralatan yang diperlukan.
- 2) Menghubungkan selang-selang pada modul, DPM , Tensimeter air raksa secara paralel.
- 3) Menyiapkan tabel untuk mencatat hasil pengukuran.

- 4) Menguji dengan cara mengukur tekanan pada tensimeter, suhu dan kelembaban secara langsung dan bersama-sama antara modul dengan alat pembanding.
- 5) Mencatat hasil-hasil pengukuran kalibrasi tensimeter, suhu dan kelembaban di dalam tabel yang telah dibuat.

## 4.2 Hasil Pengukuran

Pengambilan data dilakukan dengan mencatat modul dengan alat *Digital Pressure Meter* (DPM) dan *Thermohyrometer*, tempat dilakukan proses pengambilan data yaitu di ruang lab elektromedik kampus Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### 4.3.1 Pengukuran Mode Kalibrasi

Tabel 4.1 Perbandingan Kalibrasi Tekanan naik

Perbandingan Titik Kalibrasi pada Tekanan Naik (mmHg)								
No.	Alat ukur	Titik Ukur	Pembacaan Data					
			x1	x2	x3	x4	x5	x6
1	Modul	0	0	0	0	0	0	0
	DPM		0	0	0	0	0	0
2	Modul	20	20,51	20,32	20,51	20,51	20,51	20,51
	DPM		20,8	20,8	20,8	20,3	20,8	20,8
3	Modul	50	50,65	49,83	50,65	50,65	50,23	50,82
	DPM		50,8	50,7	50,9	50,9	50,5	50,6
4	Modul	100	101,16	100,57	100,53	100,24	100,21	100,47
	DPM		100,9	100,7	100,8	100,7	100,8	100,6
5	Modul	120	119,90	120,24	120,20	119,78	120,42	120,25
	DPM		120,2	120,7	120,6	120,2	120,2	120,2
6	Modul	150	149,22	150,23	149,57	150,43	150,32	149,94
	DPM		149,8	150,7	150,9	150,3	150,2	150,6
7	Modul	200	201,36	200,32	199,78	199,92	200,27	199,26
	DPM		201,3	200,7	200,2	200,8	200,6	200,4
8	Modul	250	250,24	249,86	250,48	250,32	250,18	249,65
	DPM		250,8	250,1	250,2	250,1	250,3	250,3

Berdasarkan data hasil pengukuran di atas, maka dapat diambil nilai rata – rata pada modul dan *DPM* disetiap poin hasil pengukuran untuk tekanan naik. Perhitungan nilai rata – rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang tertera pada teknik analisa data di bab 3, sehingga didapatkan hasil perhitungan rata – rata seperti pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Rata – rata hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding pada tekanan naik

No	Titik Ukur(mmHg)	Alat pembanding(mmHg)	Modul (mmHg)
		Rata – Rata	Rata – Rata
1.	0	0	0
2.	20	20,7	20,5
3.	50	50,7	50,4
4.	100	100,8	100,5
5.	120	120,4	120,1
6.	150	150,4	150,0
7.	200	200,7	200,2
8.	250	250,1	250,1

Tabel 4.3 Perbandingan Kalibrasi Tekanan Turun

Perbandingan Titik Kalibrasi pada Tekanan Turun (mmHg)								
No.	Alat ukur	Titik Ukur	Pembacaan Data					
			x1	x2	x3	x4	x5	x6
1	Modul	0	0	0	0	0	0	0
	DPM		0	0	0	0	0	0
2	Modul	20	20,51	20,51	20,51	20,53	20,14	21,37
	DPM		20,8	20,8	20,9	20,5	20,9	20,8
3	Modul	50	50,65	49,83	50,65	49,65	49,65	50,02
	DPM		50,7	50,4	50,4	50,8	50,3	50,9
4	Modul	100	100,34	99,71	99,53	98,90	99,28	99,63
	DPM		100,9	100,6	100,5	99,5	99,6	100
5	Modul	120	120,71	120,08	119,27	119,49	120,71	119,64
	DPM		120,6	120,9	120,1	120,5	120,9	120,7
6	Modul	150	150,85	149,43	149,22	149,41	150,04	149,72
	DPM		150,4	150,4	149,8	150,2	150,6	149,5
7	Modul	200	201,36	199,10	199,29	199,29	199,10	199,51
	DPM		201,8	200,3	200,9	199,8	200,6	198,9
8	Modul	250	251,06	250,61	249,61	249,02	249,43	250,24
	DPM		251	250,4	249,8	249,7	249,9	250,8

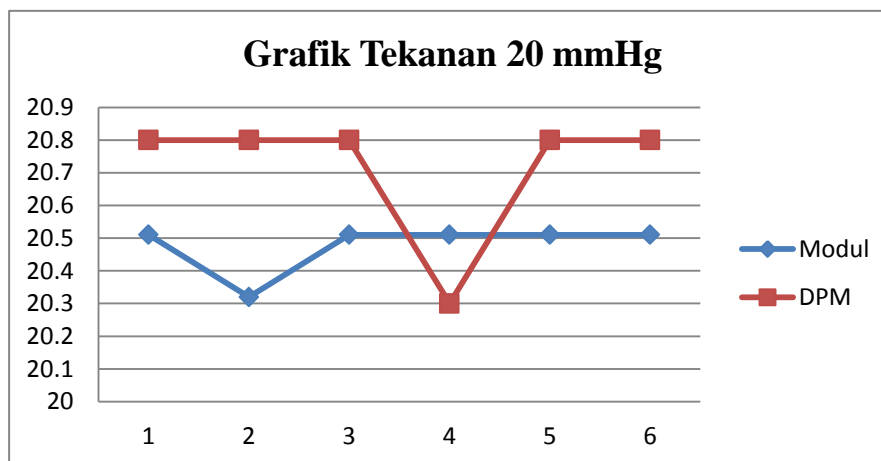
Berdasarkan data hasil pengukuran di atas, maka dapat diambil nilai rata – rata pada modul dan *DPM* disetiap point hasil pengukuran untuk tekanan turun. Perhitungan nilai rata – rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang tertera pada teknik analisa data di bab 3, sehingga didapatkan hasil perhitungan rata – rata seperti pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Rata – rata hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding pada tekanan turun

No	Titik Ukur(mmHg)	Alat pembanding(mmHg)	Modul (mmHg)
		Rata – Rata	Rata – Rata
1.	0	0	0
2.	20	20,8	20,6
3.	50	50,6	50,1
4.	100	100,2	99,6
5.	120	120,6	120
6.	150	150,2	149,8
7.	200	200,4	199,6
8.	250	250,3	250

**A. Grafik hasil pengukuran perbandingan antara DPM dan Modul TA terhadap Tensimeter saat tekanan naik**

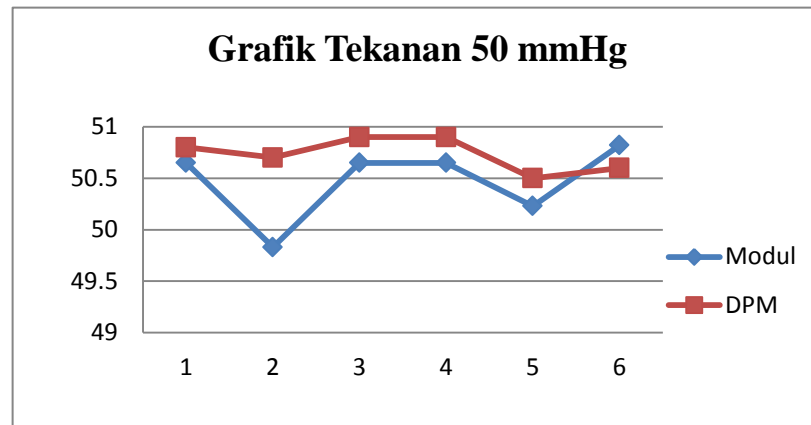
**1. Titik 20 mmHg**



Gambar 4.4 Grafik hasil pengukuran tekanan modul terhadap DPM

Pada grafik gambar 4.4 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil simpangan terjauh yaitu pada pengukuran yang ke 2. Dimana hasil yang diperoleh yaitu 20,32 mmHg.

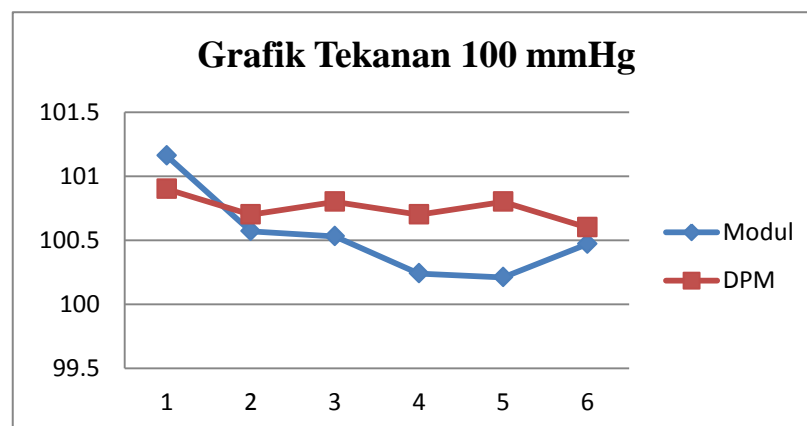
## 2. Titik 50 mmHg



Gambar 4.5 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik gambar 4.5 dapat diperoleh kesimpulan bahwa pengukuran yang dilakukan memiliki hasil terbaik pada percobaan ke 6 karena hasil yang diperoleh mendekati dengan *DPM*.

## 3. Titik 100 mmHg

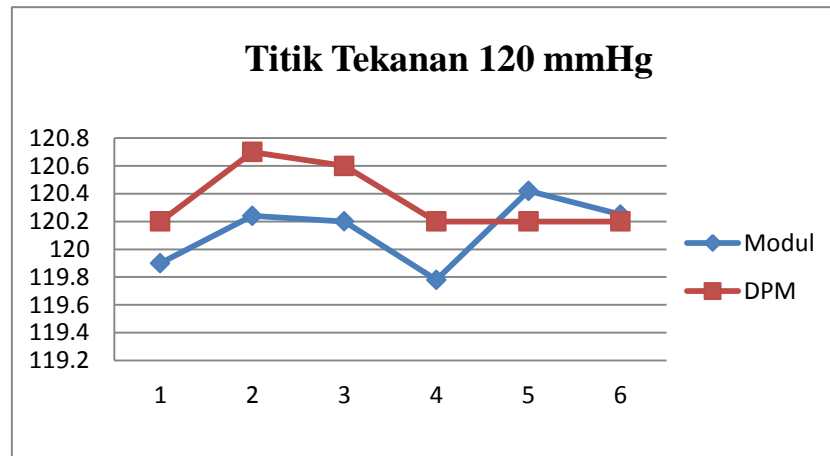


Gambar 4.6 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik gambar 4.6 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran yang didapat mengalami kenaikan yang signifikan pada percobaan 1,2.



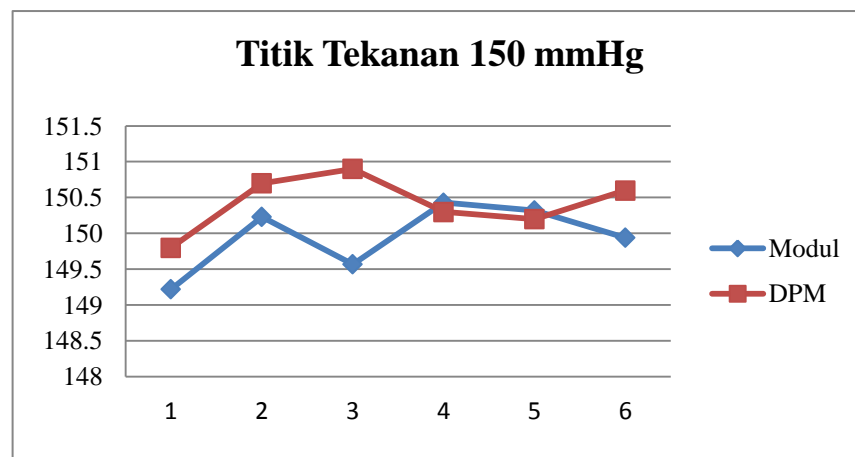
#### 4. Titik 120 mmHg



Gambar 4.7 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik gambar 4.7 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan memiliki hasil terbaik pada percobaan ke 6 karena hasil diperoleh mendekati dengan *DPM*.

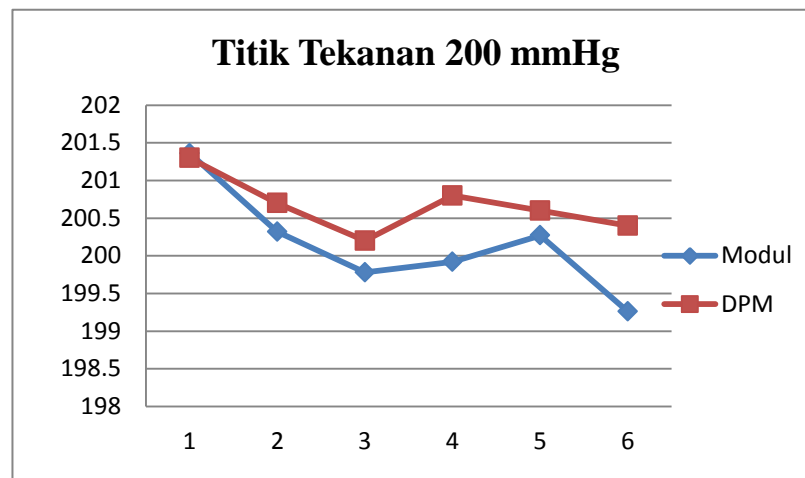
#### 5. Titik 150 mmHg



Gambar 4.8 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik 4.8 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan memiliki hasil terbaik pada percobaan 1,4 dan 5 karena hasil yang diperoleh mendekati dengan nilai *DPM*.

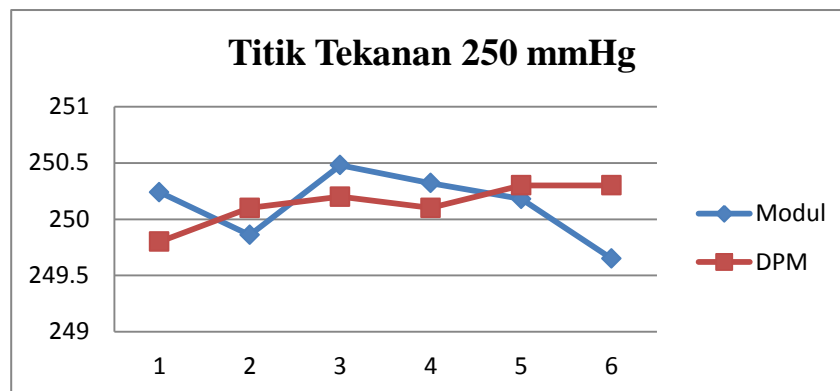
## 6. Titik 200 mmHg



Gambar 4.9 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik gambar 4.9 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran tekanan yang telah dilakukan memiliki titik yang sama pada percobaan 1 dan 2 dimana hasil yang diperoleh pada *range* 20,36 mmHg.

## 7. Titik 250 mmHg

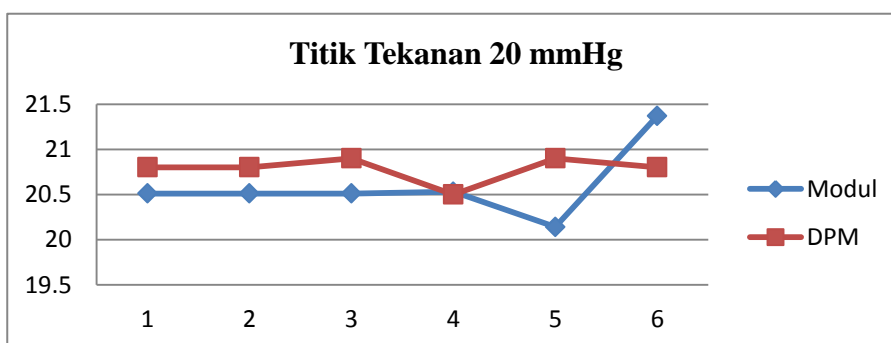


Gambar 4.10 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik gambar 4.10 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran mengalami kenaikan dan penurunan. Kenaikan yang tertinggi pada percobaan ke 3, dan percobaan dititik 250 mmHg termasuk percobaan yang terbaik karena nilai modul hampir mendekati nilai pembanding.

## B. Grafik hasil pengukuran perbandingan antara DPM dan Modul TA terhadap Tensimeter saat tekanan turun

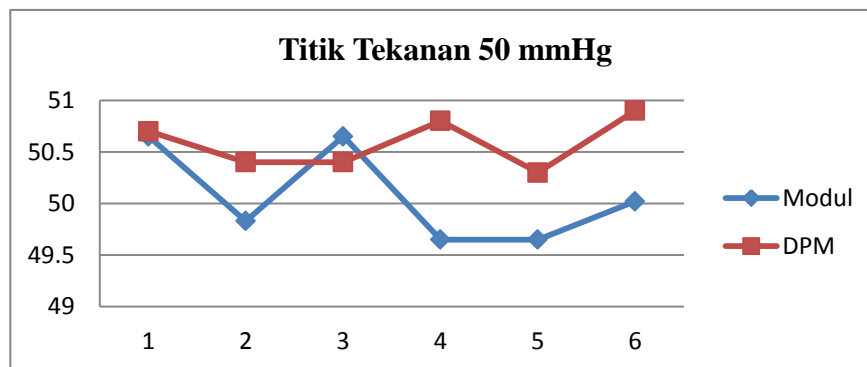
### 1. Titik 20 mmHg



Gambar 4.11 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik 4.11 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan memiliki hasil terbaik karena hasil yang diperoleh mendekati nilai *DPM*.

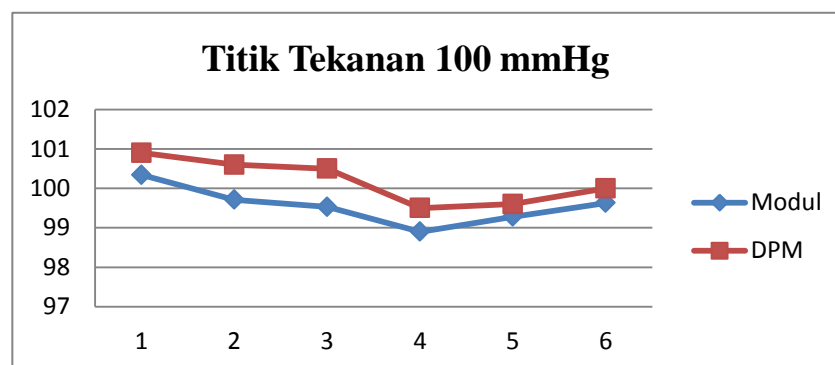
## 2. Titik 50 mmHg



Gambar 4.12 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik 4.12 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil pada percobaan 3 mendekati nilai dari alat pembanding.

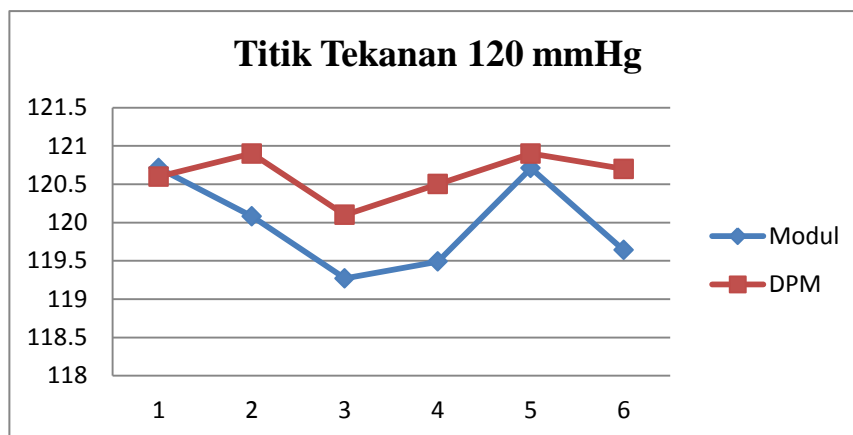
## 3. Titik 100 mmHg



Gambar 4.13 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik 4.13 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan memiliki hasil terbaik yaitu pada percobaan ke 1 karena hasil yang diperoleh mendekati dengan *DPM*.

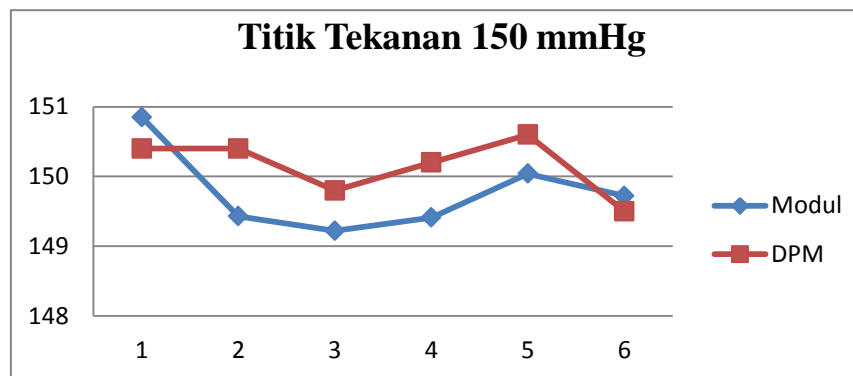
#### 4. Titik 120 mmHg



Gambar 4.14 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik 4.14 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran yang didapat mengalami kenaikan dan penurunan yang signifikan pada modul.

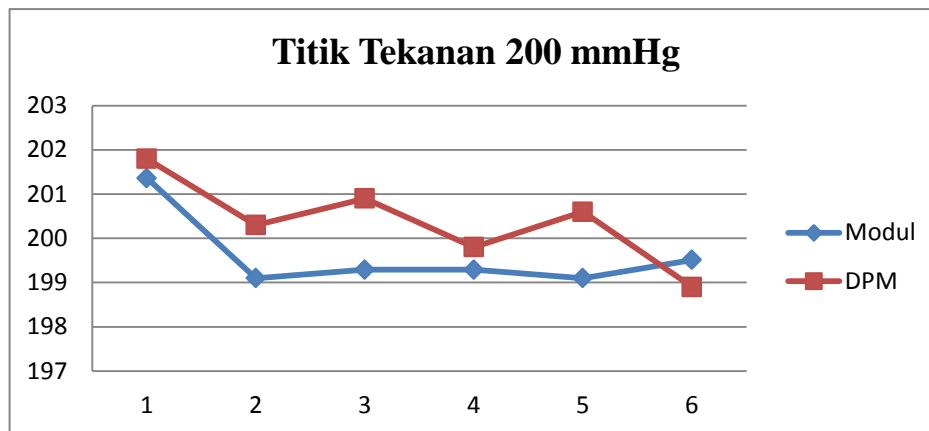
#### 5. Titik 150 mmHg



Gambar 4.15 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik 4.15 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran yang memiliki hasil terbaik yaitu pada percobaan ke 6 karena hasil yang diperoleh mendekati dengan *DPM*.

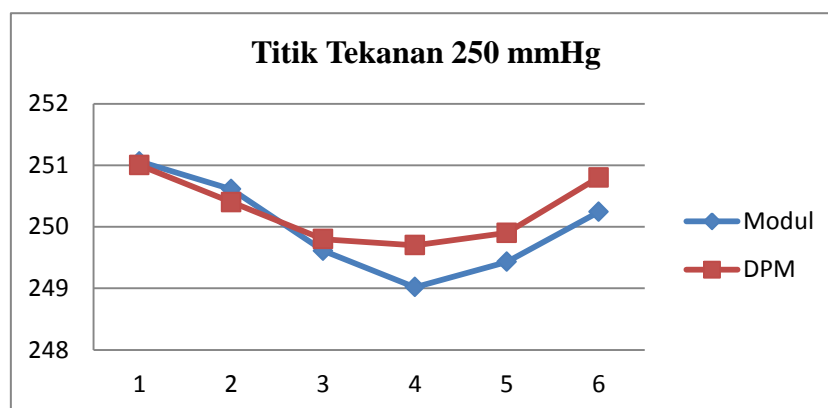
## 6. Titik 200 mmHg



Gambar 4.16 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik 4.16 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran yang didapat mengalami kenaikan dan penurunan yang lumayan stabil.

## 7. Titik 250 mmHg



Gambar 4.17 Grafik hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding

Pada grafik 4.17 dapat diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran yang didapat mengalami kenaikan dan penurunan yang signifikan, tetapi pada percobaan 2 dan 3 hasilnya mendekati *DPM*.

### 4.3 Hasil Perhitungan Analisis Data

#### 4.3.1 Pengukuran Kalibrasi

Hasil dari pengukuran terhadap DPM dan tensimeter pada mode kalibrasi dan kebocoran dihitung kembali untuk dianalisis. Perhitungan analisis data ini menggunakan rumus yang sudah ditentukan yaitu  $\bar{Y}$  / rata-rata, simpangan, error (%), stdv (simpangan baku), dan  $U_a$  (ketidakpastian). Hasil perhitungan analisis data dapat dilihat pada tabel 4.5 .

Tabel 4.5 Analisis Hasil Pengukuran Data Tekanan Naik

Titik Sphygmomanometer	Rata-rata DPM	Rata-rata Modul	Simpangan	Error (%)	STDEV	$U_a$
0	<b>0</b>	0	0	0	0	0
20	<b>20,7</b>	20,5	0,2	1,2	0,194	0,039
50	<b>50,7</b>	50,4	0,3	0,6	0,367	0,073
100	<b>100,8</b>	100,5	0,3	0,2	0,373	0,075
120	<b>120,4</b>	120,1	0,3	0,2	0,222	0,044
150	<b>150,4</b>	150	0,4	0,3	0,433	0,087
200	<b>200,7</b>	200,2	0,5	0,3	0,647	0,129
250	<b>250,1</b>	250,1	0	0	0,285	0,057

Berdasarkan Tabel 4.3 disimpulkan bahwa simpangan hasil pengukuran data tekanan naik modul (tugas akhir) terhadap alat pembanding (*DPM*) kurang dari 0.53, dimana nilai simpangan tertinggi diperoleh pada titik pengukuran tekanan 200 mmHg, nilai *error* terbesar yaitu 1.2% dititik pengukuran tekanan 20 mmHg, dan pada tekanan di atas 20 mmHg diperoleh nilai persen *error* kurang dari 0.7%.

Tabel 4.6 Analisis Hasil Pengukuran Data Tekanan Turun

Titik Sphygmomanometer	Rata-rata DPM	Rata-rata Modul	Simpangan	Error (%)	STDEV	Ua
0	<b>0</b>	0	0	0	0	0
20	<b>20,8</b>	20,6	0,2	0,9	0,435	0,087
50	<b>50,6</b>	50,1	0,5	1,0	0,466	0,093
100	<b>100,2</b>	99,6	0,6	0,6	0,468	0,094
120	<b>120,6</b>	120,0	0,6	0,5	0,621	0,124
150	<b>150,2</b>	149,8	0,4	0,2	0,552	0,110
200	<b>200,4</b>	199,6	0,8	0,4	0,809	0,162
250	<b>250,3</b>	250,0	0,3	0,1	0,706	0,141

Berdasarkan Tabel 4.4 disimpulkan bahwa simpangan hasil pengukuran data tekanan turun modul (tugas akhir) terhadap alat pembanding (*DPM*) kurang dari 0.78, dimana nilai simpangan tertinggi diperoleh pada titik tekanan *Sphygmomanometer* di nilai 120 mmHg, nilai *error* terbesar yaitu 1% pada titik *Sphygmomanometer* tekanan 50 mmHg, dan pada titik *Sphygmomanometer* tekanan lebih dari atau kurang dari 50 mmHg diperoleh nilai persen *error* kurang dari 1%.

#### 4.3.2 Pengukuran Tes Kebocoran

Tabel 4.7 analisis Hasil Pengukuran Data Tes Kebocoran

Acuan Pembanding	200 mmHg/60s						Rata-rata	Error %
	x1	x2	x3	x4	x5	x6		
DPM	199,0	198,6	194,9	197,1	198,4	199,5	197,9	0,16
Modul	199,87	198,10	194,03	196,73	198,10	198,95	197,6	

Pada mode kebocoran , diketahui bahwa nilai *error* sebesar 0,16%. Sementara nilai rata rata modul sebesar 197,6 mmHg.



### 4.3.3 Pengukuran Suhu dan Kelembaban

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Suhu

Hasil Data Pengukuran setiap 3 menit			
No.	Suhu (°C)		Error %
	Pembanding	Modul	
1	27,6	27,09	1,8
2	27,2	28,09	0,4
3	27,1	26,93	0,6
4	26,9	26,93	-0,1
5	26,9	26,93	-0,1
6	26,9	26,78	0,4
Rata-rata	27,1	27,0	0,5

Berdasarkan Tabel 4.4 disimpulkan bahwa *error* pengukuran data suhu modul (tugas akhir) terhadap alat pembanding (*Thermohyrometer*) kurang dari 1,9% , dimana nilai *error* tertinggi yaitu 1,8% diperoleh pada pengukuran suhu 27,09 °C, dan pada suhu di atas 27,09°C diperoleh nilai persen *error* kurang dari 1,8

Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Kelembaban

Hasil Data Pengukuran setiap 3 menit			
No.	Kelembaban (%)		Error %
	Pembanding	Modul	
1	52	56,19	-8,1
2	53	56,47	-6,5
3	53	56,05	-5,8
4	53	56,33	-6,3
5	53	55,64	-5,0
6	53	56,74	-7,1
Rata-rata	52,8	56,2	-6,4

Berdasarkan Tabel 4.4 disimpulkan bahwa *error* pengukuran data kelembaban modul (tugas akhir) terhadap alat pembanding (*Thermohygrometer*) kurang dari -8,2% , dimana nilai *error* tertinggi yaitu -8,1% diperoleh pada pengukuran kelembaban di titik 56,19% .

#### 4.4 Pembahasan

##### 4.4.1 Rangkaian Minimum Sistem ATmega8

*Microcontroller AVR ATmega 8* memiliki fitur yang cukup lengkap. *Microcontroller AVR Atmega 8* telah dilengkapi dengan *ADC internal, EEPROM internal, Timer/Counter, PWM, analaog comparator*, dll. Berdasarkan *data sheet konfigurasi pin ATmega 8* dengan kemasan 28 pin *DIP (Dual In-line Package)* dan fungsi masing-masing pin sebagai berikut :

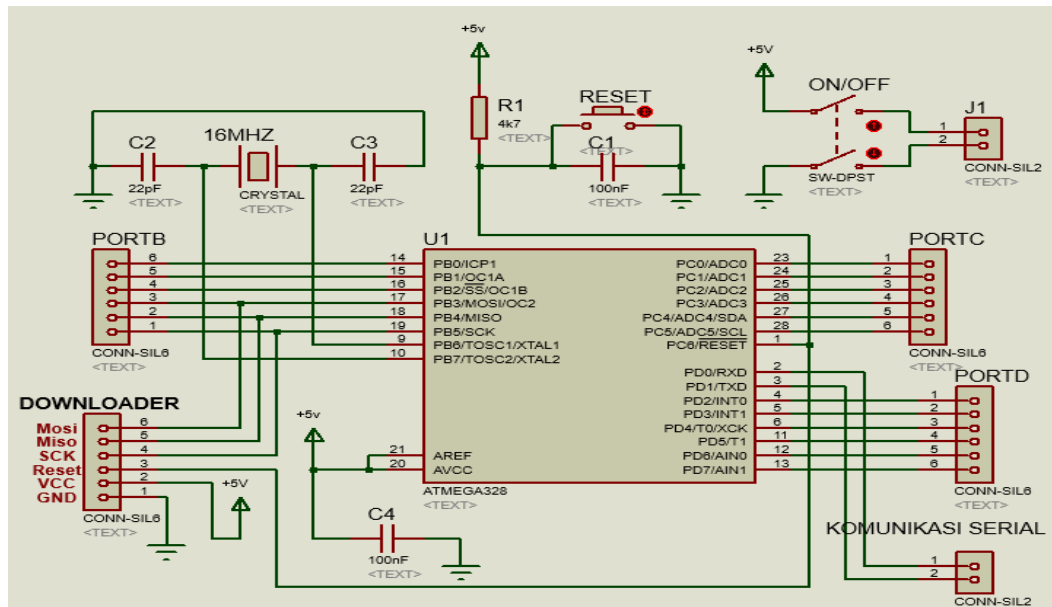
1. *VCC* merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan tegangan *supply*.
2. *GND* merupakan pin *ground*.

3. *Port B (PB7..PB0)* merupakan *Port I/O 8-bit* dengan resistor *pull-up internal* tiap pin. Khusus PB6 dan PB7 memiliki fungsi lain. PB6 dapat digunakan sebagai *input crystal* dan *input rangkaian clock internal*, bergantung pada pengatutan *Fuse bit*. Sedangkan PB7 dapat digunakan *output kristal* bergantung pada pengaturan *Fuse bit* yang digunakan untuk memilih sumber *clock*.
4. *Port C (PC5..PC0)* merupakan *Port I/O 7-bit* dengan *resistor pull-up internal* tiap pin. *Buffer PortC* mempunyai kapasitas menyerap dan mencatu.
5. *RESET/PC6* merupakan pin yang dapat difungsikan sebagai *I/O* dan *RESET*. Jika *fuse bit RSTDISBL* di "*programed*", *PC6* digunakan sebagai *pin I/O*, tapi ketika *fuse bit RSTDISBL* di "*unprogramed*", *PC6* digunakan sebagai pin *RESET (aktif low)*.
6. *Port D (PD7..PD0)* merupakan pin yang berfungsi sebagai *Port I/O 8-bit* dengan *resistor pull-up internal* tiap pin. *Buffer port D* mempunyai kapasitas menyerap dan mencatu.
7. *AVCC* merupakan pin tegangan catu untuk *A/D converter, PC3..PC0*, dan *ADC(7..6)*. *AVCC* harus dihubungkan ke *VCC*, walaupun *ADC* tidak digunakan. Jika *ADC* digunakan, maka *AVCC* harus dihubungkan ke *VCC* melalui "*low pass filter*".
8. *AREF* merupakan pin yang digunakan untuk tegangan referensi analog untuk *ADC*.

9. *ADC7..6(TQPF,QFN/MLF)* hanya ada pada kemasan *TQPF* dan *QFN/MLF*, *ADC7..6* digunakan untuk pin input *ADC*.
10. Membutuhkan tegangan +5VDC dan GND.
11. *Tx* dihubungkan ke *PORTD.0 (RxD)*.
12. *Rx* dihubungkan ke *PORTD.1(TxD)*.

Rangkaian *minimum sistem microcontroller ATmega 8* memiliki fitur-fitur sebagai berikut:

1. Saluran *I/O* sebanyak 23 buah, yaitu *port B*, *port C*, dan *port D*.
2. *ADC internal* sebanyak 6 buah saluran.
3. Tiga buah *timer counter*, dua diantaranya memiliki fasilitas pembandingan.
4. *CPU* dengan 32 buah *register*.
5. *Watchdog timer* dan *oscilator internal*.
6. *SRAM* sebesar 1Kb.
7. Memori *flash* sebesar 8Kb *system Self-programable Flash*.
8. Unit *interupsi internal* dan *eksternal*.
9. *Port interface SPI*.
10. *EEPROM* sebesar 512 *byte*.
11. *Port USART (Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter)* untuk komunikasi serial. Jadi, didapatkan gambar rangkaian sebagai berikut :



Gambar 4.18 Rangkaian minimum sistem ATMega8

#### 4.4.2 Pembahasan Rangkaian Keseluruhan

Pada saat alat dihidupkan secara otomatis alat akan melakukan pendeteksian sensor, akan ada 2 pemilihan mode yaitu yang pertama mode kalibrasi dan suhu, kelembaban dan yang kedua yaitu tes kebocoran. Kedua tombol ini menjadi inputan jalannya program, dimana tombol akan melewati logika *low* ke *IC microcontroller*. Hubungkan selang tensimeter pada selang sensor tekanan dan sambungkan juga dengan *DPM* sebagai alat pembanding. Lakukan pemompaan secara manual, saat sensor *MPX5100GP* mendapat tekanan, output tekanan tersebut kemudian dikonversikan menjadi tegangan analog, dan output sensor yang berupa tegangan akan masuk menuju pin *ADC 2* pada *microcontroller*. *Sensor MPX5100GP* dapat bekerja secara normal ketika mendapatkan tegangan

kerja aktif +5V, kemudian *ADC* akan mengkonversi tegangan analog menjadi data desimal yang disesuaikan dengan program *micro*. Program *micro* akan mengontrol serta menyesuaikan kinerja sistem secara keseluruhan sesuai yang diinginkan. Setelah tegangan output *MPX5100GP* diolah menjadi data decimal pembacaan tekanan akan ditampilkan pada *LCD* dengan satuan mmHg.

Pada sensor suhu dan kelembaban yaitu *HSM-20G*. Output sensor *HSM-20G* berupa tegangan, output sensor akan berubah-ubah sesuai dengan keadaan suhu dan kelembaban di dalam ruangan. Output sensor akan masuk menuju pin *ADC 0 dan 1* pada *microcontroller*. Untuk suhu masuk pin *ADC 0* dan untuk kelembaban masuk ke pin *ADC 1*. Selanjutnya, *ADC* akan mengkonversi tegangan analog menjadi data desimal. Setelah diolah menjadi data desimal pembacaan suhu dan kelembaban akan ditampilkan pada *LCD* dengan satuan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan kelembaban yaitu (%). Pada modul menggunakan baterai sebagai *power supply +5V*.

