

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesifikasi Alat

- a. Nama : Vakum Bekam Otomatis Elektronik Berbasis ATmega328.
- b. Jenis : Alat Bekam pada area kulit.
- c. Tekanan : 0 s/d -519 mmHg.
- d. Sensor : Sensor MPXV4115C6U5V.
- e. *Display* alat : LCD I2C.
- f. Daya alat : 220 Volt
- g. *Box Size* : Panjang 14.5 cm, Lebar 15 cm dan Tinggi 14.5 cm.
- h. Sitem Alat : *Microcontroler* Arduino ATmega 328.



Gambar 4. 1 Vakum Bekam otomatis Elektronik

4.2 Standar Operasional Proesedur

Berikut ini adalah langkah-langkah pengoprasian alat Vakum bekam otomatis elektronik berbasis ATmega 328:

1. Menyalakan alat, dengan menekan tombol (*ON/OFF*) pada alat, sehingga LCD akan menyala kemudian alat akan memulai inisialisasi.
2. LCD akan menampilkan pemilihan tekanan yaitu, tekana, -350 mmHg, -450 mmHg dan *mode* manual, dengna memutar *selector* untuk pemilihan tekanan yang diinginkan.
3. Tekan tombol *start* untuk memulai proses pembekaman, setelah memilih tekanan yang diinginkan.
4. Memasang kop bekam pada area kulit pasien yang diinginkan, sampai proses tekanan vakum selesai dan melepas selang pada kop bekam lalu biarkan kop bekam mempertahankan kevakuman kulis pasien.
5. Melepas kop bekam pada kulit pasien setelah proses pembakan selesai.
6. Setelah memilih tekanan yang sudah ditentukan, lalu tekan tombol *start* untuk memulai kerja alat.
7. Memasang kop bekam pada area tubuh pasien yang diinginkan, tunggu sampai proses tekanan pembakaman selesai.
8. Tekan tombol *reset* untuk memulai kembali proses penentuan tekanan dan bila terjadi *error* pada alat.
9. Melepas kop bekam bila pembekaman sudah sekesai bekerja, kemudian matikan alat dengan menekan tombol *ON/OFF*, bersihkan kop dan alat lalu rapikan kembali jika sudah selesai digunakan.

4.3 Pengujian Alat dan Hasil Pengujian

4.3.1 Hasil Pengujian *Driver* dan Motor

Pada pengujian *driver* Motor ini bertujuan untuk mengetahui keluaran tegangan pada *driver* untuk menyalakan motor pada pemilihan tekanan -350 mmHg, -450 mmHg dan tekanan maksimal. Tabel berikut adalah hasil dari pengujian keluaran tegangan dari *driver* motor.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tegangan *Driver* dan Motor Pada Tekanan -350 mmHg, -450 mmHg, dan Tekanan negatif Maksimal Mode Manual.

Pengujian ke-	Pemilihan Tekana (mmHg)	Modul (mmHg)	Kalibrator (mmHg)	Voltage (v)
1	-350	-356	-354.0	11.3
2		-356	-355.0	11.4
3		-345	-350.0	11.4
4		-345	-350.0	11.3
5		-345	-350.0	11.3
1	-450	-422	-403,0	11.4
2		-440	-427.0	11.3
3		-435	-420.5	11.4
4		-434	-433.0	11.3
5		-433	-431.0	11.4
1	Maksimal	-514	-511.5	11.5
2		-510	-511.0	11.6
3		-513	-512.0	11.5
4		-510	-511.0	11.5
5		-513	-512.0	11.6

4.3.2 Hasil Pengujian Sesor MPXV4115VC6U

Pada pengujian Sensor ini didapatkan keluaran tegangan untuk membaca tekanan dan merubah sinyal *analog* menjadi *digital* (ADC), pada pemilihan tekanan -350 mmHg, -450 mmHg dan tekanan maksimal. Tabel berikut adalah

hasil dari pengujian keluaran tegangan untuk pembacaan tekanan sensor MPXV4115VC6U.

Tabel 4.2 Hasil pengujian tegangan sensor MPXV4115VC6U pada tekanan -350 mmHg, -450 mmHg, dan tekanan negatif maksimal mode manual.

Pengujian ke-	Pemilihan Tekanan (mmHg)	Modul (mmHg)	Kalibrator (mmHg)	Voltage (v)
1	-350	-356	-354.0	2.72
2		-356	-355.0	2.72
3		-345	-350.0	2.62
4		-345	-350.0	2.51
5		-345	-350.0	2.51
1	-450	-422	-403,0	2.29
2		-440	-427.0	2.31
3		-435	-420.5	2.31
4		-434	-433.0	2.30
5		-433	-431.0	2.29
1	Maksimal	-514	-511.5	1.91
2		-510	-511.0	1.88
3		-513	-512.0	1.91
4		-510	-511.0	1.89
5		-513	-512.0	1.91

Dengan hasil pembacaan tekanan dari sensor tekanan ini dapat diketahui besar tegangan keluaran yang diperlukan untuk membaca tekanan yaitu semakin besar pemilihan tekanan yang digunakan maka tegangan keluarannya semakin kecil dan apa bila tekan yang ditentukan kecil maka tegangan keluarannya semakin besar.

4.3.3 Hasil Pengujian Tekanan Alat

a. Pengujian Tekanan -350 mmHg

Pengujian pengukuran tekanan bertujuan untuk memastikan nilai penyimpangan pembacaan dari alat menggunakan alat kalibrator yaitu *Digital*

Pressure Meter merek *fluke biomedical* pada tekanan -350 mmHg. Tabel berikut adalah hasil dari pengukuran dengan kalibrator DPM.

Tabel 4.3 Hasil pengujian tekanan -350 mmHg

Pengujian ke-	Modul (mmHg)	Kalibrator (mmHg)	Kesalahan (mmHg)	Persentase Kesalahan (%)
1	-356	-354.0	2	0.56
2	-356	-355.0	1	0.28
3	-345	-350.0	5	1.44
4	-345	-350.0	5	1.44
5	-345	-350.0	5	1.44
6	-356	-352.5	3.5	0.98
7	-356	-352.0	4	1.12
8	-356	-352.5	3.5	0.98
9	-352	-353.0	1	0.28
10	-352	-353.0	1	0.28
11	-364	-364.0	0	0
12	-364	-365.0	1	0.27
13	-364	-365.5	1.5	0.41
14	-362	-361.5	0.5	0.13
15	-362	-361.5	0.5	0.13
16	-345	-342.0	3	0.86
17	-359	-360.5	1.5	0.41
18	-359	-360.5	1.5	0.41
19	-355	-357.0	2	0.56
20	-353	-356.0	3	0.84
Rata-rata	(-) 355.3	(-) 355.7	(-) 0.4	0.11

Pada tabel 4.3 dapat diketahui pengukuran tekanan pada penentuan -350 mmHg didapatkan tekanan rata-rata sebesar -355 mmHg dengan persentase kesalahan 0,11%.

b. Pengujian Tekanan -450 mmHg

Pengujian pengukuran tekanan bertujuan untuk memastikan nilai penyimpangan tekanan pada alat dengan menggunakan alat kalibrator yaitu

Digital Pressure Meter merek fluke biomedical pada tekanan -450 mmHg.

Tabel berikut adalah hasil dari pengukuran dengan kalibrator DPM.

Tabel 4.4 Hasil pengujian tekanan -450 mmHg

Pengujian ke-	Modul (mmHg)	Kalibrator (mmHg)	Kesalahan (mmHg)	Persentase Kesalahan (%)
1	-449	-450.0	1	0.22
2	-449	-450.0	1	0.22
3	-447	-448.0	1	0.22
4	-449	-450.0	1	0.22
5	-447	-448.0	1	0.22
6	-447	-448.0	1	0.22
7	-448	-449.0	1	0.22
8	-447	-448.0	1	0.22
9	-449	-451.0	2	0.44
10	-449	-450.0	1	0.22
11	-450	-449.0	1	0.22
12	-450	-451.0	1	0.22
13	-447	-448.0	1	0.22
14	-450	-451.0	1	0.22
15	-450	-449.5	0.5	0.11
16	-447	-448.0	1	0.22
17	-454	-451.0	3	0.66
18	-454	-442.5	1.5	0.33
19	-455	-454.0	1	0.21
20	-450	-445.0	5	1.11
Rata-rata	(-) 436.6	(-) 433.4	(-) 3.2	0.73

Pada tabel 4.4 dapat diketahui pada pengukuran penentuan tekanan sebesar -450mmHg didapatkan nilai tekanan rata-rata sebesar -436 mmHg dengan persentase kesalahan sebesar 0,073%.

c. Pengujian Tekanan Maksimum Dengan *Mode Manual* (mmHg)

Pengujian pengukuran tekanan bertujuan untuk memastikan nilai penyimpangan tekanan pada alat dengan menggunakan alat kalibrator yaitu

digital pressure meter merek *fluke biomedical* pada tekanan -450 mmHg. Tabel berikut adalah hasil dari pengukuran dengan kalibrator DPM.

Tabel 4.5 Hasil pengujian tekana negatif maksimal mode manual, (mmHg)

Pengujian ke-	Modul (mmHg)	Kalibrator (mmHg)	Kesalahan (mmHg)	Persentase Kesalahan (%)
1	-514	-511.5	2.5	0.48
2	-510	-511.0	1	0.19
3	-513	-512.0	1	0.19
4	-510	-511.0	1	0.19
5	-513	-512.0	1	0.19
6	-513	-512.0	1	0.19
7	-510	-511.0	1	0.19
8	-513	-512.0	1	0.19
9	-514	-511.5	2.5	0.48
10	-514	-511.5	2.5	0.48
11	-514	-511.5	2.5	0.48
12	-519	-516.0	3	0.57
13	-519	-516.0	3	0.57
14	-518	-515.5	2.5	0.48
15	-517	-514.5	2.5	0.59
16	-517	-514.5	2.5	0.59
17	-516	-512.5	3.5	0.67
18	-517	-514.0	3	0.58
19	-518	-518.0	0	0
20	-518	-518.5	0.5	0.096
Rata-rata	(-) 514.8	(-) 513.3	(-) 1.5	0.29

Pada Tabel 4.5 dapat diketahui pemilihan penentuan tekanan pada tekanan mode manual untuk tekanan maksimal didapatkan tekanan rata-rata sebesar -514 mmHg dengan nilai presentase kesalahan sebesar 0.29%.

d. Pengujian Tekanan dengan *Range* -50 sampai Tekanan Maksimal (mmHg)

Pengujian pengukuran tekanan bertujuan untuk memastikan nilai penyimpangan tekanan pada alat dengan menggunakan alat kalibrator yaitu

Digital Pressure Meter merek fluke biomedical pada range -50 mmHg. Tabel

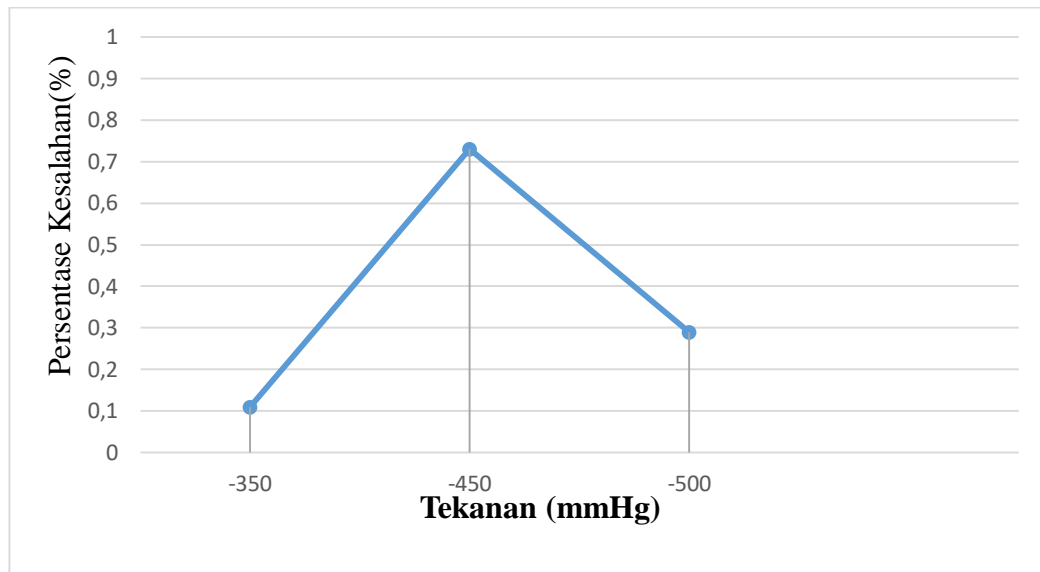
berikut adalah hasil dari pengukuran dengan kalibrator DPM.

Tabel 4.6 Hasil pengujian tekanan maksimum dengan mode manual, (mmHg)

Pengujian ke-	Modul (mmHg)	Kalibrator (mmHg)	Kesalahan (mmHg)	Persentase Kesalahan (%)
1	-50	-51.5	1.5	3
2		-50.5	0.5	1
3		-51.0	1.5	3
4		-49.5	0.5	1
5		-50.0	0	0
Rata-rata	(-) 50	(-) 50.5	(-) 0.5	1
1	-100	-98.5	1.5	1.5
2		-98.5	1.5	1.5
3		-100.0	0	0
4		-99.0	1	1
5		-100.0	0	0
Rata-rata	(-) 100	(-) 99.2	(-) 0.8	0.8
1	-150	-147.5	2.5	1.66
2		-147.5	2.5	1.66
3		-148.0	2	1.33
4		-147.0	3	2
5		-147.0	3	2
Rata-rata	(-) 150	(-) 147.4	(-) 2.4	1.6
1	-200	-198.0	2	1
2		-198.0	2	1
3		-197.5	2.5	1.25
4		-197.5	2.5	1.25
5		-198.5	1.5	0.75
Rata-rata	(-) 200	(-) 197.9	(-) 2.1	1.05
1	-250	-250.5	0.5	0.2
2		-250.5	0.5	0.2
3		-248.5	1.5	0.6
4		-250.0	0	0
5		-251.0	1	0.4
Rata-rata	(-) 250	(-) 250.1	(-) 0.1	0.04
1	-300	-299.5	0.5	0.16
2		-299.5	0.5	0.16
3		-298.5	1.5	0.5
4		-300.0	0	0
5		-300.0	0	0
Rata-rata	(-) 300	(-) 299.5	(-) 0.5	0.16
1	-350	-352.5	2.5	0.71
2		-348.0	2	0.57
3		-349.0	1	0.28

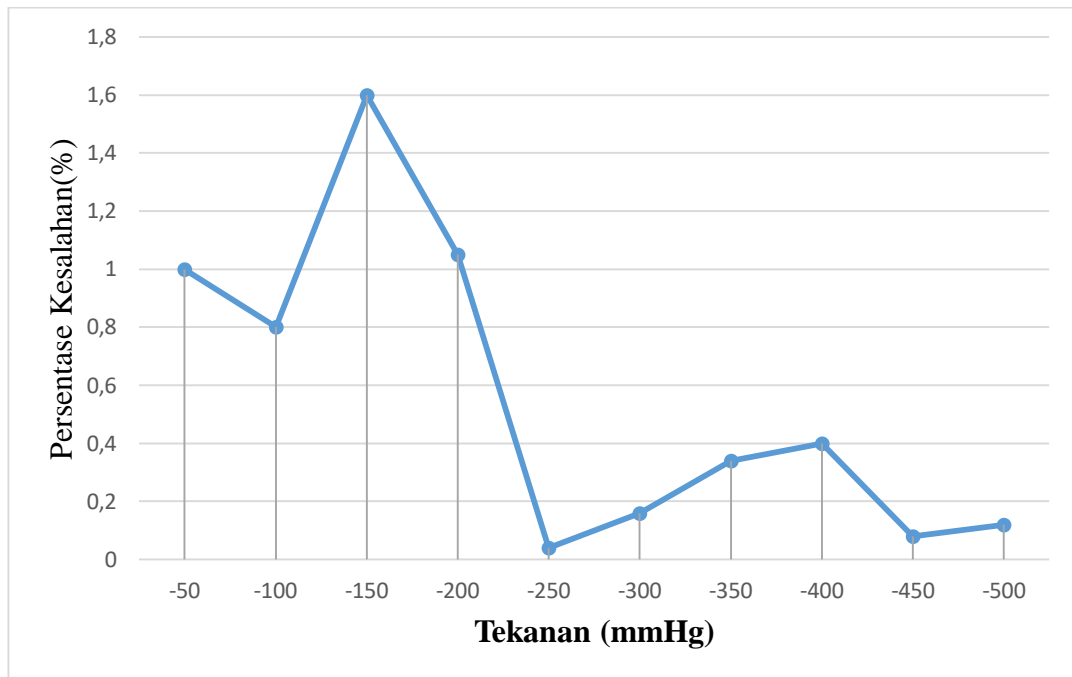
4		-347.0	3	0.85
5		-347.5	2.5	0.71
Rata-rata	(-) 350	(-) 348.8	(-) 1.2	0.34
1	-400	-398.5	1.5	0.37
2		-398.0	2	0.5
3		-398.5	1.5	0.37
4		-398.5	1.5	0.37
5		-398.5	1.5	0.37
Rata-rata	(-) 400	(-) 398.4	(-) 1.6	0.4
1	-450	-449.0	1	0.22
2		-449.0	1	0.22
3		-450.0	0	0
4		-450.0	0	0
5		-450.0	0	0
Rata-rata	(-) 450	(-) 449.6	(-) 0.4	0.08
1	-500	-499.0	1	0.2
2		-499.5	1	0.02
3		-499.5	0.5	0.1
4		-499.5	0.5	0.1
5		-499.5	0.5	0.1
Rata-rata	(-) 500	(-) 499.4	0.6	0.12

Pada Tabel 4.6 dapat diketahui pemilihan penentuan tekanan pada tekanan mode manual untuk tekanan *range* -50 mmHg-maksimal didapatkan tekanan yang akurat di *range* -50 mmHg-maksimal, dengan nilai presentase kesalahan terbesar pada tekanan -150 mmHg sebesar 1.6% Berikut Gambar 4.4 merupakan grafik nilai tekanan beserta persentase kesalahan.



Gambar 4.2 Grafik Nilai Persentase Kesalahan

Berdasarkan hasil yang didapatkan rata-rata dan persentase kesalahan dari Gambar 4.2 dapat dianalisis bahwa persentase kesalahan tertinggi terdapat pada pemilihan penentuan nilai tekanan -450 mmHg dengan nilai persentase kesalahan 0.73 % dikarenakan pada saat proses *start* alat, terjadi *error* pada penampil LCD yang disebabkan terjadi perlambatan arus yang menuju LCD sehingga membuat program pembacaan menjadi acak, namun masih dibawah batas simpangan menurut SOP badan kalibrasi untuk *Suction* dan *negative pressure* yaitu 10%, sehingga dapat dikatakan nilai pembacaan pada alat dengan alat pembanding *digital pressure meter* sudah menyamai nilai tekanan yang diukur. Dengan hasil data tersebut perancangan alat tugas akhir dinyatakan layak dengan parameter *digital pressure meter* dan nilai tekanan *negative* bekam minimal -200 mmhg- maksimal -560 mmhg.



Gambar 4.3 Grafik Nilai Persentase Kesalahan *Range* -50 mmhg

Berdasarkan hasil yang didapatkan rata-rata dan persentase kesalahan dari Gambar 4.3 dapat dianalisis bahwa persentase kesalahan tertinggi terdapat pada pemilihan penentuan nilai tekanan -150 mmHg dengan nilai persentase kesalahan 1.6 % dengan nilai persentase kesalahan ini, masih dibawah batas simpangan menurut SOP badan kalibrasi untuk *Suction* dan *negative pressure* yaitu 10%, sehingga dapat dikatakan nilai pembacaan pada alat dengan alat pembanding *Digital Pressure meter* hamper menyamai nilai tekanan yang diukur. Dengan hasil data tersebut perancangan alat tugas akhir dinyatakan layak dengan parameter *digital pressure meter* dan nilai tekanan *negative* bekam minimal -200 mmhg- maksimal -560 mmhg.