

VAKUM BEKAM ELEKTRONIK BERBASIS ATMEGA328

Naskah Publikasi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat D3**

Program Studi D3 Teknik Elektromedik



Diajukan oleh :

MOH IQRO' WALQOMARO

20163010026

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTROMEDIK

PROGRAM VOKASI

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2019

ELEKTRONIC CUPPING VACUUM BASED ON ATMEGA328

Moh Iqro' Walqomaro, Meilia Safitri¹ Bambang Giri Atmaja³

¹Program Studi D3 Teknik Elektromedik Program Vokasi

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183

Telp. (0274) 387656, Fax (0274) 387646

²Rumah Sakit Umum Daerah Wates

Email: Iqrowalqomaro@gmail.com,

ABSTRACT

Cupping tool is a treatment tool, cupping treatment method itself is a place of treatment recommended by the Prophet Muhammad from the time of Islamic civilization which is then much resolved in the hadiths that are narrated, cupping itself is sucked up with cupping cups and cuffs, cupping itself method of cupping tool much in demand by society as a therapeutic treatment for hypertension and other diseases, bekampun has a standardized pressure used to bake in accordance with -250 mmHg up to -650 mmHg maximum. The design of automatic cupping devices with negative pressure vacuum DC motor as the development of a piston which is commonly used to suck and bake in cupping therapy and is equipped with appropriate pressure pickings namely -350 mmHg, -450 mmHg and maximum motor pressure of -500 mmHg, reading changes using MPXV4115VC6U sensor which will then determine the LCD I2C to calculate the amount and value of the pressure with a mmHg pressure unit, using an ATmega328-based microcontroller as an ADC data processor. In testing this module used a pressure gauge that is a Digital Pressure Meter (DPM) with a pressure assessment category -350 mmHg, -450 mmHg and a maximum motor pressure of -500 mmHg, with the results of this test results in a pressure result of -350 mmHg with average -355.3 mmHg with an error percentage of 0.001%, -450 mmHg with an average of -436.6 mmHg with an error percentage of 0.007% and a maximum pressure of -500 mmHg with an average of 514.8 mmHg with an error of 0.002%.

Keywords : Cupping tool, Motor negative pressure, Pressure sensor, Pressure regulation, Pressure value reading.

VAKUM BEKAM ELEKTRONIK BERBASIS ATMEGA328

Moh Iqro' Walqomaro, Meilia Safitri¹ Bambang Giri Atmaja³

¹Program Studi D3 Teknik Elektromedik Program Vokasi

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183

Telp. (0274) 387656, Fax (0274) 387646

²Rumah Sakit Umum Daerah Wates

Email: Iqrowalqomaro@gmail.com,

ABSTRAK

Alat bekam adalah alat pengobatan terapi, metode pengobatan bekam sendiri adalah suatu pengobatan yang dianjurkan oleh Nabi Muhammad SAW sejak zaman peradaban islam yang kemudian banyak dijelaskan pada hadist – hadist yang diriwayatkan, bekam sendiri adalah metode pengobatan dengan mengeluarkan darah kotor dari permukaan ruam kulit, lalu dihisap dengan kop bekam dan manset, bekam sendiri metode bekampun banyak diminati oleh masyarakat sebagai pengobatan terapi untuk berbagai penyakit seperti hipertensi dan penyakit lainnya, bekam memiliki standarisasi tekanan yang digunakan untuk memakumkan yaitu berkisar antaranya -250 mmHg sampai dengan -650 mmHg maksimal. Perancangan alat bekam otomatis dengan motor dc vacuum bertekanan *negative* sebagai pengembangan dari piston yang biasa digunakan untuk menghisap dan memakumkan pada terapi bekam dan disertakan pemilihan tekanan yang sesuai yaitu -350 mmHg,-450 mmHg dan tekanan maksimal motor

sebesar -500 mmHg, pembacaan tekanan dengan menggunakan sensor MPXV4115VC6U yang kemudian akan ditampilkan pada LCD I2C untuk menampilkan jumlah tekanan dan nilai penentuan tekanannya dengan satuan tekanan mmHg, digunakan mikrokontroler berbasis ATmega328 sebagai pengolah data ADC. Dalam pengujian modul ini digunakan alat kalibrator tekanan yaitu *Digital Pressure Meter* (DPM) dengan kategori pengujian pemilihan tekanan -350 mmHg, -450 mmHg dan tekanan maksimal motor sebesar -500 mmHg, dengan hasil pengujian ini didapatkan hasil pada pemilihan tekanan -350 mmHg dengan rata-rata -355.3 mmHg dengan persentase kesalahan 0.001%, -450 mmHg dengan rata-rata -436.6 mmHg dengan persentase kesalahan 0.007 % dan tekanan maksimal -500 mmHg dengan rata-rata 514.8 mmHg dengan persentase kesalahan 0.002 %.

Kata kunci : Alat bekam, Motor *negative pressure*, Sensor tekanan, Pengaturan tekanan, Pembacaan nilai tekanan.

1. LATAR BELAKANG

Metode pengobatan bekam adalah suatu pengobatan yang dianjurkan oleh Rasulullah SAW, dalam hadist Bukhori/Muslim, Rasulullah bersabda: bahwa bekam dilakukan dengan menyedot kulit yang sudah disayat maka darah akan keluar [1]. Darah tinggi adalah suatu penyakit yang ditandai dengan peningkatan darah dalam tubuh, penyakit yang biasa dikenal dengan hipertensi ini biasanya dialami oleh orang yang berusia 35 tahun sampai 65 tahun dengan penyebab dan latar belakang yang berbeda-beda mulai dari faktor keturunan dan pola hidup yang tidak sehat, oleh karena ketika orang yang mengalami kenaikan darah secara lambat ataupun mendadak akan memicu terjadinya serangan jantung dan mengakibatkan kematian [2].

Dalam mencegah terjadinya hipertensi, infeksi kulit, nyeri otot dan penggumpalan darah dan lain-lain, yang disebabkan oleh darah kotor dalam kulit, maka dilakukan pengobatan secara farmakologis, nonfarmakologis ataupun komplementer. Akhir-akhir ini banyak masyarakat memilih pengobatan secara komplementer karena beberapa alasan diantaranya, dapat menekan biaya, terjangkau, tidak menggunakan bahan kimia dan tentunya anjuran dari Rasulullah SAW yaitu dengan terapi bekam. Hijamah atau bekam yaitu terapi pengobatan dengan mengeluarkan darah kotor dari permukaan ruam kulit, berbekam merupakan metode pengobatan klasik dengan menggunakan tabung kaca kecil yang kemudian

dipanaskan dengan api sehingga dapat meremas permukaan kulit kemudian secara perlahan mengeluarkan darah kotor dari kulit, seiring perkembangan zaman yang semakin modern terdapat beberapa inovasi dari alat bekam salah satunya alat kop bekam dengan menggunakan tekanan udara melalui manset dan pompa vacum [3].

Pada umumnya proses pembekaman dalam menarik kop bekam untuk pemvakuman masih dilakukan dengan menggunakan tangan, sehingga dapat dikatakan proses pemvakuman tidak efisien, sedangkan pada bagian-bagian tertentu seperti pada kulit punggung yang tebal atau pada area-area tertentu pada kulit punggung pasien yang membutuhkan tekanan lebih besar maka dengan alat ini tidak dapat dilakukan proses kevakuman secara manual. Berdasarkan pengalaman tersebut, maka diperlukan inovasi alat bekam otomatis elektronik dengan motor *negative pressure* atau motor vakum.

Salah satu contoh pada klinik terapi bekam Rumah As-shihah merupakan tempat klinik bekam yang menggunakan motor vakum untuk pengganti piston, sehingga dapat menentukan area-area dan titik-titik pada punggung pasien yang memerlukan tekanan yang sesuai, apa bila area-area tersebut memerlukan tekanan berebih dan besar sehingga dapat tervakumkan [4].

Tekanan pada alat yang sudah menggunakan tekanan motor vakum berkisar antara minimum -200 sampai dengan maximum -560 mmHg yang kemudian disesuaikan dengan kondisi

kulit pada punggung pasien. Walaupun alat bekam tersebut sudah dilengkapi dengan motor bertekanan *negative* dan sudah menentukan tekanan motor yang dibutuhkan untuk kevakuman kop bekam pada area kulit pasien, namun alat tersebut belum bisa menentukan berapa seting tekanan yang harus diberikan kepada pasien agar tekanan tidak acak, yang dapat mengakibatkan pembekaman tidak akurat [5].

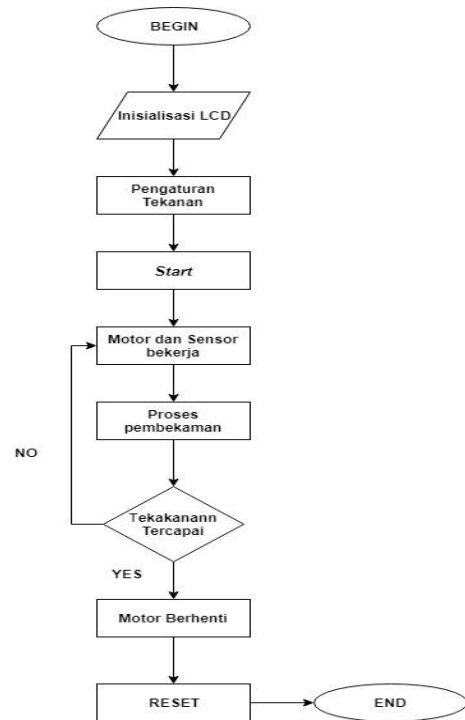
Berdasarkan indentifikasi masalah pada latar belakang tersebut, maka dari itu penulis akan merancang alat bekam, yaitu alat vacum bekam elektronik berbasis mikrokontroler ATmega328 dengan disertai pengaturan tekanan melalui pembacaan sensor tekanan yang kemudian akan ditampilkan pada LCD, dan dilengkapi dengan 2 sampai 4 kop bekam dengan daya rekat yang kuat sehingga dapat dilakukan pada satu kali proses pembekaman.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu: perancangan *software*, perancangan *hardware*, desain alat, dan teknik pengujian.

2.1 Perancangan Software

Berikut gambar 1 bentuk diagram alir.



Gambar 1 Diagram Alir

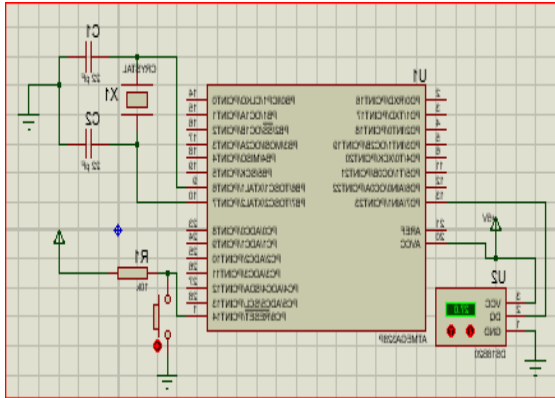
Mengacu pada gambar 1 diatas, pertama kita menghidupkan, tekan power (*ON/OFF*) untuk inisialisasi LCD, kemudian selanjutnya memilih tekanan yang akan digunakan (-300 mmhg, -400 mmhg dan Manual/*maximum*) kemudian selanjutnya menekan tombol *start* maka motor akan bekerja untuk segera memulainya pemvakuman, sensor tekanan mulai bekerja untuk membaca tekanan sampai tekanan tercapai, setelah pembacaan tekanan tercapai maka motor akan berhenti lalu kop bekam akan mengunci pemvakuman, dan *reset* untuk mengembalikan program dalam keadaan awal atau *default*.

2.2 Perancangan Hardware

Pada tahap perancangan *hardware*, dilakukan dengan pembuatan blok rangkaian, yang terdiri rangkaian *minimum system microcontroller ATmega328*, rangkaian *power supply*, *driver relay* dan rangkaian sensor tekanan MPXV4115V5C6U.

2.2.1 Rangkaian Minimum System

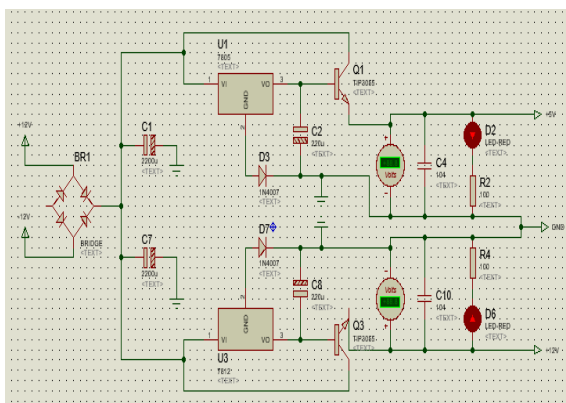
Pada perancangan alat ini digunakan mikrokontroler ATmega 328 sebagai program keseluruhan kerja alat rangkaian minimum sistem ATmega 328 dapat ditunjukkan pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2 Skematik rangkaian Arduino Uno

2.2.2 Rangkaian Power Supply

Pada perancangan alat ini digunakan Power Supply sebagai catu daya keseluruhan kerja alat untuk memberikan daya keseluruhan rangkaian yang digunakan dengan tegangan output sebesar 5 Volt dan 12 Volt, disini 12 Volt berfungsi untuk mengaktifkan Relay rangkaian Power Supply dapat ditunjukkan pada Gambar 3.5 dan pada Gambar 3 berikut.

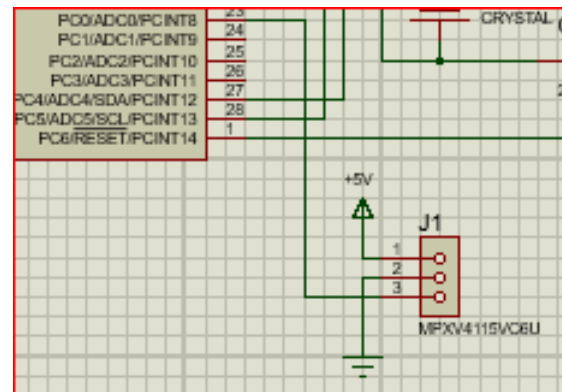


Gambar 3 Skematik Rangkaian Power Supply

2.2.3 Rangkaian Sensor Tekanan MPXV4115V5C6U

Rangkaian sensor MPXV4115VC6U ini berfungsi sebagai pembaca dan pembatas tekanan negatif dari motor hasil kevakuman kop bekam pada area kulit pasien, dimana data digital yang di ubah ke

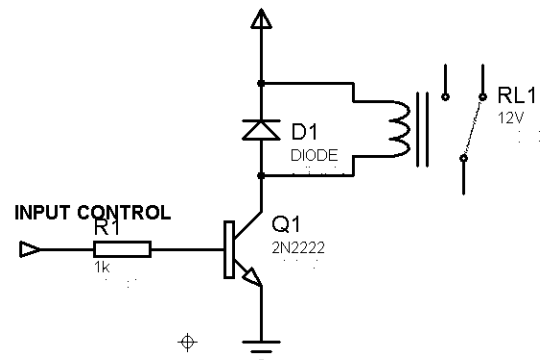
data analog kemudian hasilnya akan di tampilkan pada LCD. Gambar rangkaian Sensor tersebut ditunjukkan pada Gambar 4 berikut :



Gambar 4 Skematik Rangkaian Sensor MPXV4115VC6U

2.2.4 Rangkaian Driver Relay

Rangkaian driver relay ini berfungsi sebagai saklar untuk mengontak motor DC, yang kemudian dapat dialiri arus melalui Port Mikrokontroler, gambar rangkaian Driver Relay tersebut ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Skematik rangkaian driver relay

2.3 Desain Alat

Berikut adalah gambar dari alat Vakum Bekam otomatis Elektronik Berbasis ATmega 328.



Gambar 6 Vakum Bekam otomatis Elektronik

2.4 Teknik Pengujian alat

Pengujian dan uji kelayakan alat dilakukan dengan membandingkan nilai tekanan pada alat dengan alat pembanding *Digital Pressure Meter*, menyesuaikan hasil tekanan pada saat pembekaman yang terbaca pada alat dan yang tertampil pada pembacaan alat *Digital pressure Meter* (DPM) sampai nilai tekanan yang sudah ditentukan presisi dengan alat pembanding atau kalibrator, berikut merupakan gambar alat pembanding atau kalibrator *Digital Pressure Meter* pada Gambar 7 berikut:

Alat Pembading / kalibrator tekana DPM.

Merk : Fluke Biomedical

Type : DPM4 Parameter Tester

No Model : DPM4 -2G

No Seri : 1201017



Gambar 7 Digital Pressure Meter

2.4.1 Pengujian Sensor Tekanan MPXV4115V5C6U

Pengujian Sensor ini bertujuan untuk mengetahui keluaran tegangan yang dibutuhkan untuk pembacaan tekanan dan tegangan yang dibutuhkan untuk mengirim sinyal *analog* menjadi *digital* (ADC) ketika tekanan yang -350 mmHg -450 mmHg dan maksimum tekanan, dengan cara pengujian yaitu membandingkan hasil pembacaan tekanan yang diperoleh pada alat dengan alat kalibrator tekanan *Digital Pressure Meter* (DPM), dan menggunakan Multimeter untuk memba hasil tegangan.

2.4.2 Pengujian Driver Relay

Pengujian *Driver Motor* ini bertujuan untuk mengetahui keluaran tegangan yang dibutuhkan untuk menjalankan motor, pada tekanan vacum yang sudah ditentukan yaitu, pada pemilihan tekanan -350 mmHg -450 mmHg dan maksimum tekanan, dengan cara pengujian yaitu membandingkan hasil pembacaan tekanan yang diperoleh pada alat dengan alat kalibrator tekanan *Digital Pressure Meter* (DPM), dan

menggunakan Multimeter untuk membaca hasil tegangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengukuran tekanan dilakukan pengukuran *output* tegangan pada driver relay, sensor dan perbandingan nilai tekanan pada alat dengan alat pembanding *digital pressure meter* (DPM). Yaitu pada tekanan *range* -50 mmhg sampai dengan tekanan maksimal, pada sensor dan *driver* pada tekanan, -350 mmhg, -450 mmhg dan tekanan maksimal.

3.1. Pengukuran Tegangan Driver Relay

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

Pengujian ke-	Pemilihan Tekanan (mmHg)	Modul (mmHg)	Kalibrasi (mmHg)	Voltage (v)
1	-350	-350	-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

3.2. Pengukuran Tegangan Sensor MPXV4115V5C6U.

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 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)	Kalibrasi (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

3.3. Hasil Uji fungsi, kelayakan dan Tekanan Alat dengan Alat Pembanding (DPM)

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 3 Hasil pengujian tekanan -350 mmHg

Pengujian ke-	Modul (mm Hg)	Kalibr ator (mmHg g)	Kesalahan (mmHg g)	Persen tase 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 table 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 Hasil pengujian tekanan -450 mmHg

Pengujian ke-	Modul (mm Hg)	Kalibr ator (mmHg g)	Kesalahan (mmHg g)	Persen tase 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 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 5 Hasil pengujian tekana negatif maksimal mode manual, (mmHg)

Pengujian ke-	Modul (mm Hg)	Kalibr ator (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 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)

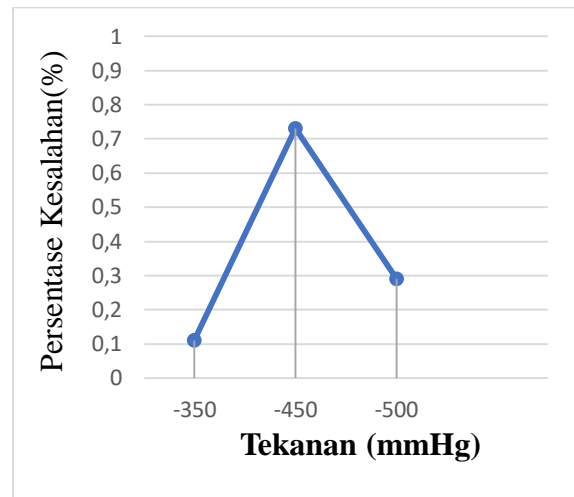
Pengujian pengukuran tekanan bertujuan untuk memastikan nilai penyimpangan tekanan pada alat dengan menggunakan alat kalibrator yaitu *Digital Pressure Meter* merek *fluke biomedical* pada *range* -50 mmHg. Tabel berikut adalah hasil dari pengukuran dengan kalibrator DPM.

Tabel 6 Hasil pengujian tekanan maksimum dengan mode manual, (mmHg)

Pengujian ke-	Modul (mm Hg)	Kalibr ator (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

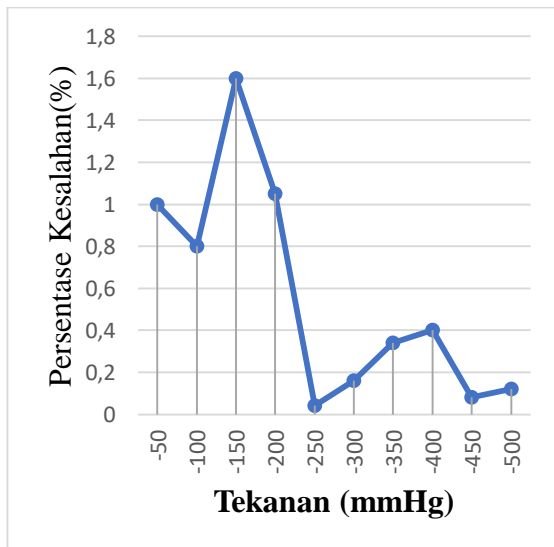
1	-	-352.5	2.5	0.71
2		-348.0	2	0.57
3		-349.0	1	0.28
4		-347.0	3	0.85
5		-347.5	2.5	0.71
Rata-rata	(-) 350	(-) 348.8	(-) 1.2	0.34
1	-400	-398.5	1.5	0.37
2		-398.0	2	0.5
3		-398.5	1.5	0.37
4		-398.5	1.5	0.37
5		-398.5	1.5	0.37
Rata-rata	(-) 400	(-) 398.4	(-) 1.6	0.4
1	-450	-449.0	1	0.22
2		-449.0	1	0.22
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 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 9 merupakan grafik nilai tekanan beserta persentase kesalahan.



Gambar 9 Grafik Nilai Persentase Kesalahan

Berdasarkan hasil yang didapatkan rata-rata dan persentase kesalahan dari gambar 9 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 10 Grafik Nilai Persentase Kesalahan Range -50 mmhg

Berdasarkan hasil yang didapatkan rata-rata dan persentase kesalahan dari Gambar 10 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* hampir 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.

4. KESIMPULAN

. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Dari hasil pengujian sensor tekanan MPXV4115VC6U dengan *Digital Pressure Meter* bahwa sensor berfungsi dengan baik dan nilai pembacaan tekanan yang tidak jauh berbeda dengan DPM.
2. Pengukuran dan pengujian tekanan dilakukan pada 3

selektor tekanan yakni -350 mmHg,- 450 mmHg, tekanan maksimal dan tekanan pada *range* -50 mmHg. Setiap tekanan dilakukan pengujian sebanyak 20 kali percobaan dengan persentase kesalahan tertinggi sebesar 0.73% pada percobaan tekanan -450 mmHg, dan 1.6% pada percobaan tekanan -150 mmHg, pada *range* -50 mmHg.

3. Vacum Bekam Otomastis Elektronik berbasis ATmega328 telah berfungsi dengan baik karena tingkatan penyimpangan tidak melebihi 5% untuk pengukuran tekanan dengan menggunakan *Digital Pressure Meter* (DPM).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Thamrin, "Perbedaan Tekanan Darah Sebelum dan Sesudah Terapi Bekam di Rumah Sehat Afiat Cinere Tahun 2012," 2015.
- [2] K. M. Andria, "dan pola makan dengan tingkat hipertensi putih kecamatan sukolilo kota surabaya," pp. 111–117, 2011.
- [3] M. A. Rahman *et al.*, "Pengaruh terapi bekam terhadap tekanan darah pada pasien hipertensi di klinik bekam abu zaky mubarak," 2016.
- [4] H. S. M. Moustafa Abou-El-Naga, "Anatomical Sites for Practicing Wet Cupping Therapy (Al-Hijamah): In Light of Modern Medicine and Prophetic Medicine," *Altern. Integr. Med.*, vol. 02, no. 08, 2013.
- [5] Ahmad Razak Sharaf, *Penyakit dan terapi bekamnya*. 2012.
- [6] R. Gumilar, N. Teguh, S. Erwin, J. Vol, and N. September, "ISSN

- 2338-137X Rancang Bangun Aplikasi Pendukung Penentuan Titik Bekam Berbasis Android,” vol. 4, no. 2, pp. 1–7, 2015.
- [7] P. Soepomo, “Bekam Dengan Metode Case Base Reasoning,” *Sarj. Tek. Inform.*, vol. 2, pp. 1186–1195, 2014.
- [8] *Sumber :*
<http://www.abualbanicentre.com/bekam-al-hijamah> .
- [9] D. Kasmui, M. Si, and K. T. Nabawi, “Komunitas thibbun nabawi,” pp. 1–52.
- [10] M. A. Andri Sulistyono, Achmad Yansen, “Makalah Motor DC,” *Univ. Sriwijaya*, no. 03021381419132, pp. 1–19, 2015.
- [11] L. D. A, “MIKROKONTROLER ARDUINO UNO,” <https://lutfianadwi.wordpress.com/2015/12/18/pengertian-mikrokontroler-arduino-uno/> Diakses Pada 17 Oktober 2018, 2015.
- [12] “Liquid Crystal Display Lcd 16x2,” 2013.
- [13] B. A. B. Ii and T. Pustaka, “Calibrator suction pump .,” pp. 4–32, 2014.
- [14] D. Kho, “Pengertian Relay dan Fungsinya,” <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>. Diakses Pada tanggal 13 Oktober 2016., 2015.
- [15] [Http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2013/08/Solenoid-Valve.html](http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2013/08/Solenoid-Valve.html), “Pneumatic.” .