ALAT PENGUKUR RABUN JAUH, RABUN DEKAT DAN MATA SILINDRIS BERBASIS MIKROKONTROLER

Mochamad Shandy Aryanto[1], Mochamad Fajar Wicaksono[2]

[1,2] Teknik Komputer Unikom, Bandung

[1]shandymochamad24@gmail.com, [2]mfajarwicaksono@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian Tugas Akhir ini telah dirancang Alat Pengukur Rabun Jauh, Rabun Dekat dan Mata Silindris Berbasis Mikrokontroler. Tujuannya adalah untuk membuat pengukuran jarak baca dan tingkat kerabunan dapat dilakukan dengan mudah dan akurat. Pengukuran rabun jauh dan rabun dekat dilakukan dengan cara pasien menentukan jarak baca terjauh pada rabun jauh dan menentukan jarak baca terdekat pada rabun dekat. Untuk menentukan jarak baca tersebut pasien dapat menjauh atau mendekatkan objek yang akan dibaca yaitu *Snellen Chart*. Setelah jarak baca didapat, jarak tersebut dikonversi ke satuan dioptri. Untuk pengukuran mata silindris, setelah melakukan pengukuran rabun jauh dan rabun dekat, pasien diberikan lensa pengabur kemudian menentukan garis yang paling hitam pada *Clock Dial*. Setelah menentukan garis yang paling hitam, kemudian pasien diberikan lensa silindris dari yang terkecil ke yang terbesar sampai semua garis pada *Clock Dial* terlihat jelas semuanya. Setelah hasil pengukuran didapat, kemudian data hasil pengukuran tersebut disimpan pada database supaya pasien dapat melihat data hasil pengukuran yang sudah dilakukannya di kemudian hari.

Kata Kunci : Rabun Jauh, Rabun Dekat, Silindris, Arduino Mega 2560, Web.

1. PENDAHULUAN

Mata adalah salah satu alat indera paling penting bagi manusia. Fungsi mata sebagai indera pelihat sering terganggu karena adanya kelainan atau penyakit mata seperti rabun dekat, rabun jauh dan mata silinder. Ketiga penyakit mata tersebut dapat diukur seberapa tinggi tingkat kerabunannya. Untuk mengukurnya dapat dilakukan dengan cara mencoba tiap level rabun mata dengan menggunakan Snellen Chart dan lensa yang diganti-ganti, namun cara tersebut kurang praktis karena mengganti lensanya harus dengan cara manual. Selain dengan cara tersebut, ada juga dengan cara menggunakan alat-alat yang sudah terbilang canggih. Seperti Phoropter, Slit Lamp, Keratometer, Lensometer, dan lain-lain. Namun harga dari alat-alat tersebut cukup mahal.

Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat yang dapat mengukur tingkat kerabunan dengan mudah dan akurat. Alat yang akan dibuat ini berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang bekerja dengan cara mengukur jarak baca pasien menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04. Jarak baca yang dimaksud yaitu, jarak terjauh yang masih terbaca jelas untuk rabun jauh, dan jarak terdekat untuk rabun dekat. Untuk menentukan jarak baca yang tepat, pasien dapat mengaturnya sendiri dengan menekan tombol push button 1 dan 2 yang terhubung dengan Motor DC untuk menjauhkan atau mendekatkan objek yang akan dibaca yaitu Snellen Chart. Setelah didapat jarak baca yang tepat, kemudian sensor Ultrasonik HC-SR04 dengan bantuan mikrokontroler Arduino Mega 2560 akan mengukur berapa jarak baca tersebut kemudian dikonversi ke satuan dioptri untuk menentukan tingkat kerabunannya. Pada pengukuran mata silindris, pasien diberikan lensa pengabur dan diminta melihat garis Clock Dial. Kemudian pasien menentukan garis mana yang paling jelas atau hitam untuk mendapatkan nilai axisnya. Setelah axisnya didapat kemudian berikan lensa dari yang terkecil sampai yang terbesar dengan menekan tombol push button 1 dan push button 2 untuk menentukan nilai silindrisnya. Untuk mengganti tiap mode pengukuran digunakan Switch 1 untuk mode rabun jauh, Switch 2 untuk mode rabun dekat, dan Switch 3 untuk mode silindris. Hasil akhir pengukuran akan ditampilkan melalui sebuah LCD dan untuk penyimpanan datanya menggunakan sebuah komputer.

Sesuai dengan adanya permasalahan-permasalahan yang ada diatas, maka dibuatlah Alat Pengukur Rabun Jauh, Rabun Dekat dan Mata Silinder Berbasis Mikrokontroler.

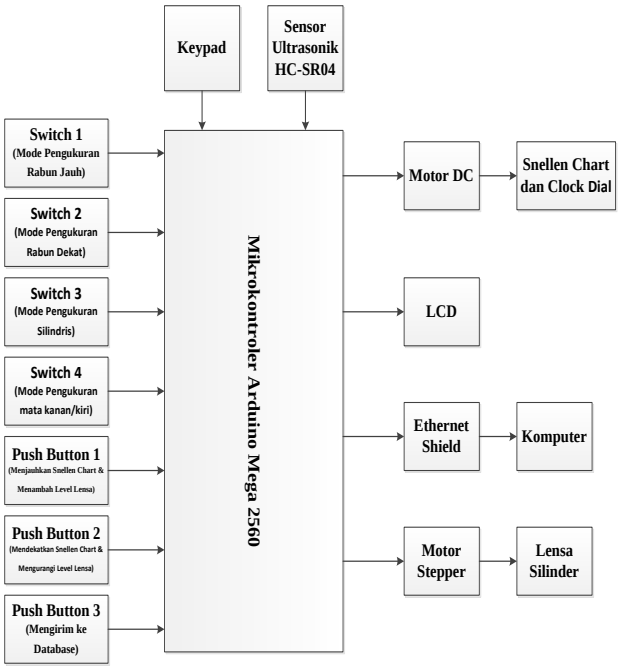
2. PERANCANGAN

Perancangan sistem yang dilakukan terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras terdapat beberapa perancangan, yaitu perancangan perangkat keras secara umum, perancangan rangkaian sensor

Ultrasonik HC-SR04, perancangan rangkaian Push button dan Switch, perancangan rangkaian LCD, perancangan rangkaian Motor DC, perancangan rangkaian Motor Stepper dan perancangan rangkaian Keypad 4x4. Diagram blok perancangan perangkat keras secara umum, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Blok Perangkat keras Secara Umum

a. Switch 1 : Sebagai input untuk mode pengukuran rabun jauh.
b. Switch 2 : Sebagai input untuk mode pengukuran rabun dekat.
c. Switch 3 : Sebagai input untuk mode pengukuran silindris.
d. Switch 4 : Sebagai input untuk mode pengukuran mata kiri atau kanan.
e. Push button 1 : Sebagai input untuk menjauhkan Snellen Chart dan menambah level lensa silindris.
f. Push button 2 : Sebagai input untuk mendekatkan Snellen Chart dan mengurangi level lensa silindris.
g. Push button 3 : Sebagai input untuk mengirimkan data hasil pengukuran ke database.
h. Keypad : Sebagai input untuk menentukan axis pada pengukuran silindris.
i. Sensor Ultrasonik HC-SR04 : Sensor yang berfungsi sebagai pengukur jarak.
j. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 : Berfungsi sebagai pengendali utama
k. Ethernet Shield : sebagai media untuk mengirimkan data dari Arduino Mega 2560 ke komputer.
l. Komputer : Sebagai perangkat yang berfungsi sebagai penyimpanan data
m. Motor DC : Berfungsi untuk menggerakkan maju dan mundur Snellen Chart
n. LCD : sebagai tampilan untuk hasil pengukuran
o. Motor Stepper : Berfungsi untuk pergantian lensa silinder
p. Snellen Chart dan Dial Clock : Sebagai objek baca saat pengukuran. Snellen chart diambil level huruf 6/6
q. Lensa Silinder : Lensa untuk pengukuran ukuran mata silinder

3. HASIL PENGUJIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil pengujian terhadap sistem yang telah dirancang pada tahap perancangan sistem. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sistem yang telah dibuat apakah sudah berfungsi dengan baik sebagaimana yang diinginkan. Pengujian yang dilakukan meliputi: pengujian perangkat keras, perangkat lunak dan pengujian pengukuran rabun jauh, rabun dekat dan mata silindris.

Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras terbagi menjadi push button, switch, keypad 4x4, LCD, Motor Stepper, Motor DC, dan Sensor Ultrasonik HC-SR04.

a. Pengujian Push Button

Pengujian push button dilakukan untuk membandingkan apakah ketika push button ditekan sesuai dengan program yang telah dibuat pada mode pengukuran rabun jauh, rabun dekat, dan mode pengukuran mata silindris. Data hasil pengujian push button pada mode pengukuran rabun jauh dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Pengujian Push Button Pada Mode Pengukuran Rabun Jauh

Push Button	**Status *Push Button***		**Sesuai**
	High	**Low**	
1	Menjauhkan Snellen Chart	-	Ya
2	Mendekatkan Snellen Chart	-	Ya
3	Mengirimkan hasil pengukuran ke database	-	Ya

Data hasil pengujian push button pada mode pengukuran rabun dekat dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 Pengujian Push Button Pada Mode Pengukuran Rabun Dekat

Push Button	**Status *Push Button***		**Sesuai**
	High	**Low**	
1	Menjauhkan Snellen Chart	-	Ya
2	Mendekatkan Snellen Chart	-	Ya
3	Mengirimkan hasil pengukuran ke database	-	Ya

Data hasil pengujian push button pada mode pengukuran mata silindris dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3 Pengujian Push Button Pada Mode Pengukuran Mata Silindris

Push Button	**Status *Push Button***		**Sesuai**
	High	**Low**	
1	Menambah level lensa silindris	-	Ya
2	Mengurangi level lensa silindris	-	Ya
3	Mengirimkan hasil pengukuran ke database	-	Ya

b. Pengujian Switch

Pada pengujian Switch dilakukan untuk membandingkan apakah ketika Switch ditekan sesuai dengan program yang telah dibuat. Data hasil pengujian Switch dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4 Pengujian Switch

Push Button	**Status *Switch***		**Sesuai**
	High	**Low**	
1	Mode pengukuran Rabun Jauh	-	Ya
2	Mode pengukuran Rabun Dekat	-	Ya
3	Mode pengukuran Silindris	-	Ya
4	Mode pengukuran untuk mata kiri	Mode pengukuran untuk mata kanan	Ya

c. Pengujian Keypad 4x4

Pada pengujian Keypad 4x4 dilakukan untuk membandingkan apakah tombol-tombol pada keypad ketika di tekan menghasilkan nilai yang sama sesuai nomor yang tertera pada *Clock Dial*. Data hasil pengujian Keypad 4x4 dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5. Pengujian Keypad 4x4

No	Nilai Axis	Keterangan
1	90 °	Sesuai
2	105 °	Sesuai
3	120 °	Sesuai
4	150 °	Sesuai
5	165 °	Sesuai
6	180 °	Sesuai
7	30 °	Sesuai
8	45 °	Sesuai
9	60 °	Sesuai
A	135 °	Sesuai
B	15 °	Sesuai
C	75 °	Sesuai

d. Pengujian LCD

Pada pengujian LCD dilakukan untuk mengetahui apakah tampilan pada LCD sesuai dengan program yang dibuat pada tiap mode pengukuran. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Pengujian LCD

Percobaan	Mode Pengukuran	Tampilan	Sesuai
1	Rabun Jauh	Jarak Baca = “Hasil Pengukuran Jarak Baca” Dioptri = “Hasil Pengukuran Rabun Jauh”	Ya
2	Rabun Dekat	Jarak Baca = “Hasil Pengukuran Jarak Baca” Dioptri = “Hasil Pengukuran Rabun Dekat”	Ya
3	Mata Silindris	Cyl = “Hasil Pengukuran Silindris” Axis = “Nilai Axis yang didapat”	Ya

e. Pengujian Motor *Stepper*

Pada pengujian motor *stepper* dilakukan dengan menguji urutan *step* yang diberikan pada motor *stepper*. Tiap *step* memiliki input untuk pin IN1, IN2, IN3 dan IN4 yang berbeda-beda. Untuk melihat input tiap *step* dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Tabel Input Tiap Step

Step	IN1	IN2	IN3	IN4

1	*LOW*	*LOW*	*HIGH*	*HIGH*
2	*HIGH*	*LOW*	*LOW*	*HIGH*
3	*HIGH*	*HIGH*	*LOW*	*LOW*
4	*LOW*	*HIGH*	*HIGH*	*LOW*

Pada percobaan pertama dilakukan untuk mengetes apakah motor stepper dapat berputar searah jarum jam. Urutan step yang diberikan pada motor stepper yaitu berurutan dari step 1, 2, 3 dan 4. Untuk percobaan kedua dilakukan sebaliknya, yaitu untuk mengetes apakah motor stepper dapat berputar berlawan jarum jam dengan diberikan urutan step dari step 4, 3, 2 dan 1. Hasil pengujian dari 2 percobaan tersebut dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Pengujian Motor Stepper

Percobaan Ke	Urutan *Step*				Keterangan	Sesuai
1	1	2	3	4	Searah Jarum Jam	Ya
2	4	3	2	1	Berlawanan Jarum Jam	Ya
Keberhasilan :						100%

f. Pengujian Motor DC

Pengujian pada motor dc yaitu dengan menguji kaki kutub yang berada di motor dc tersebut, yaitu kaki kutub A dan kaki kutub B diberi sumber tegangan positif dan negative dan sebaliknya. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 9

Tabel 9 Pengujian Motor DC

Percobaan ke	Sumber Tegangan Kaki Kutub		Keterangan	Sesuai
	A	B		
1	+	-	Searah Jarum Jam	Ya
2	-	+	Berlawanan Jarum Jam	Ya
Keberhasilan :				100%

g. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada pengujian sensor Ultrasonik HC-SR04 akan dilakukan dengan mendeteksi jarak objek didepannya. Hal ini dimaksudkan untuk membandigkan pembacaan nilai jarak yang didapat dari sensor, dimana nilai dari jarak yang didapat akan dibandingkan dengan pengitungan jarak menggunakan meteran pada posisi dan objek yang sama. Data hasil pengujian sensor dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

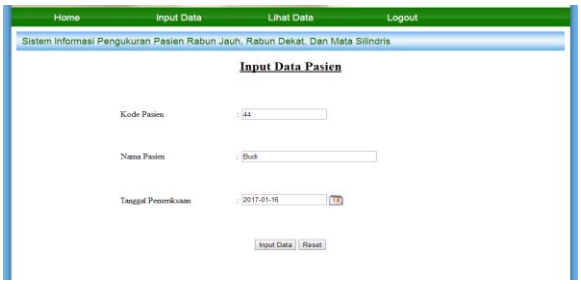
No	Jarak Meteran (cm)	Jarak Sensor Ultrasonik (cm)
1	5	5
2	10	10
3	15	15
4	20	20
5	25	25
6	30	30
7	35	35
8	40	40
9	45	45
10	50	50
11	55	55
12	60	60
13	65	65
14	70	70
15	75	75
16	80	80
17	85	85
18	90	90
19	95	95
20	100	100

Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak bertujuan untuk menemukan kekurangan atau kesalahan pada perangkat lunak yang akan diuji. Pada pengujian perangkat lunak terdiri dari pengujian Input Data Pasien dan Lihat Data Pasien.

a. Pengujian *Input* Data Pasien

Pada pengujian *Input* Data Pasien bertujuan untuk mengetahui apakah proses *input* data pasien berhasil dilakukan atau tidak. Pada pengujian ini, proses yang dilakukan yaitu mengisi *form* yang terdiri dari Kode Pasien, Nama Pasien, dan Tanggal Pemeriksaan. Kemudian klik tombol *Input* Data untuk memasukkan data dari *form* ke database dan klik tombol *Reset* untuk mengosongkan *form.* Berikut adalah tampilan *form* dari pengujian *Input* Data Pasien pada gambar 2



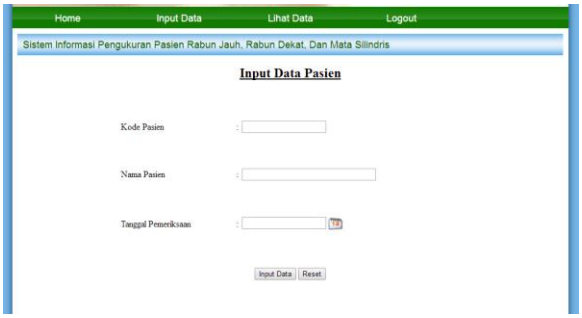
Gambar 2 Tampilan Form Input Data Pasien

Kode pasien yang dimasukkan pada form ini merupakan kode khusus untuk tiap pasien. Sehingga tidak ada pasien dengan kode yang sama. Tampilan setelah klik tombol *Input* data dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Tampilan Data Berhasil di Input

Dan tampilan jika klik tombol reset *form* akan kosong seperti pada gambar 4.



Gambar 4 Tampilan Reset Form

Jika proses *Input* Data Pasien berhasil, maka data akan tersimpan pada database. Untuk data yang berhasil di *input* pada pengujian ini dapat dilihat pada gambar 5.

kode_pasien	kode	nama_pasien	tgl_masuk	jauhkiri	dekatkiri	silindriski
1	24	Udin	2017-01-04	0	0	0
2	44	Budi	2017-01-03	0	0	0
3	24	Udin	2017-01-12	0	0	0
4	44	Budi	2017-01-09	0	0	0
5	44	Budi	2017-01-09	0	0	0

Gambar 5 Database data pasien

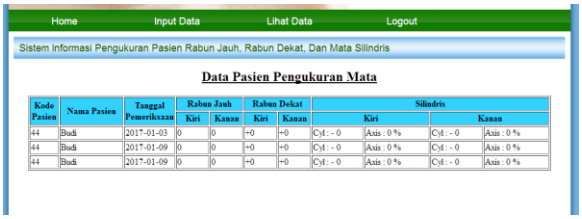
b. Pengujian Lihat Data Pasien

Pada pengujian lihat data pasien ini, bertujuan untuk mengetahui apakah web mampu menampilkan data hasil pengukuran pasien. Untuk melihat data hasil pengukuran, pertama-tama masukkan kode pasien yang akan dilihat data hasil pengukurannya kemudian klik tombol Cari. Untuk tampilannya dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Tampilan Cari Pasien

Setelah kode pasien dimasukkan, jika data kode pasien yang dicari terdapat pada database, maka data hasil pengukuran pasien tersebut akan ditampilkan semuanya. Untuk tampilannya dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Tampilan Cari Pasien

Pengujian Pengukuran Rabun Jauh, Rabun Dekat dan Mata Silindris

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat pengukuran rabun jauh, rabun dekat, dan mata silindris pada alat ini dibandingkan dengan pengukuran secara manual atau medis.

a. Pengujian Pengukuran Rabun Jauh

Data pengujian pengukuran rabun jauh untuk mata kiri dapat diliat pada tabel 11.

Tabel 11 Pengujian Pengukuran Rabun Jauh Kiri

Percobaan Ke	Rabun Jauh Kiri			Error
	Medis (D)	Jarak Baca (cm)	Alat (D)	
1	-1.00	98	-1.02	0.02
2	-1.50	67	-1.49	0.01
3	-2.00	49	-2.04	0.04

4	-2.75	38	-2.78	0.03
5	-3.00	33	-3.03	0.03

Data pengujian pengukuran rabun jauh untuk mata kanan dapat diliat pada tabel 12.

Tabel 12 Pengujian Pengukuran Rabun Jauh Kanan

Percobaan Ke	Rabun Jauh Kanan			Error
	Medis (D)	Jarak Baca (cm)	Alat (D)	
1	-1.25	81	-1.23	0.02
2	-1.50	66	-1.52	0.02
3	-2.25	43	-2.33	0.07
4	-2.75	36	-2.78	0.03
5	-3.00	34	-2,94	0.06

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa prosentase akurasi untuk rabun jauh mata kiri 98.64% dan untuk rabun jauh mata kanan 98.17%. Meskipun terdapat kesalahan untuk pengukuran tertentu. Perbedaan ini dikarenakan beberapa faktor eksternal seperti pasien melakukan akomodasi mata saat pengukuran, lamanya pasien tidak cek mata.

b. Pengujian Pengukuran Rabun Dekat

Data pengujian pengukuran rabun dekat untuk mata kiri dapat diliat pada tabel 13.

Tabel 13 Pengujian Pengukuran Rabun Dekat Kiri

Percobaan Ke	Rabun Dekat Kiri			Error
	Medis (D)	Jarak Baca (cm)	Alat (D)	
1	+0.75	31	+0.77	0.02
2	+1.5	40	+1.50	0.00
3	+2.00	51	+2.04	0.04
4	+2.50	64	+2.44	0.06
5	+2.75	78	+2.72	0.03

Data pengujian pengukuran rabun dekat untuk mata kanan dapat diliat pada tabel 14.

Tabel 14Pengujian Pengukuran Rabun Dekat Kanan

Percobaan Ke	Rabun Dekat Kanan			Error
	Medis (D)	Jarak Baca (cm)	Alat (D)	
1	+0.75	31	+0.77	0.02
2	+1.5	41	+1.56	0.06
3	+2.00	49	+1.96	0.04
4	+2.50	67	+2.51	0.01
5	+2.75	78	+2.72	0.03

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa prosentase akurasi untuk rabun dekat mata kiri 98.36% dan untuk rabun dekat mata kanan 97.96%. Meskipun terdapat kesalahan untuk pengukuran tertentu. Perbedaan ini dikarenakan beberapa faktor eksternal seperti pasien melakukan akomodasi mata saat pengukuran, lamanya pasien tidak cek mata.

c. Pengujian Pengukuran Mata Silindris

Data pengujian pengukuran silindris untuk mata kiri dapat diliat pada tabel 15.

Tabel 15 Pengujian Pengukuran Silindris Kiri

Percobaan Ke	Medis		Alat	
	Cyl	Axis	Cyl	Axis
1	-0.25	90°	-0.25	90°
2	-0.50	135°	-0.50	135°
3	-0.75	120°	-0.75	120°
4	-1.00	60°	-1.00	60°

Data pengujian pengukuran silindris untuk mata kanan dapat diliat pada tabel 16.

Tabel 16 Pengujian Pengukuran Silindris kanan

Percobaan Ke	Medis		Alat	
	Cyl	Axis	Cyl	Axis
1	-0.25	90°	-0.25	90°
2	-0.50	135°	-0.50	135°
3	-0.75	120°	-0.75	120°
4	-1.00	60°	-1.00	60°

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa tidak ada kesalahan pada perhitungan mata silindris. Hal ini dikarenakan cara pengukuran mata silindris pada alat ini sama dengan cara alat yang sudah ada. Sehingga data pengujian yang di dapat sama.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa alat ini telah berfungsi baik dengan prosentase kesalahan pengukuran kurang dari 10 %. Dapat dikatakan berfungsi dengan baik karena :

1. Hasil pengukuran rabun jauh mata kiri memiliki persentase akurasi 98.64%.
2. Hasil pengukuran rabun jauh mata kanan memiliki persentase akurasi 98.17%.
3. Hasil pengukuran rabun dekat mata kiri memiliki persentase akurasi 98.36%.
4. Hasil pengukuran rabun dekat mata kanan memiliki persentase akurasi 97.96%.
5. Hasil pengukuran silindris mata kiri dan kanan sama dengan alat yang sudah ada.

Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan untuk pengembangan tugas akhir ini diantaranya :

1. Penambahan *list error* dan buku panduan untuk *troubleshooting*.
2. *Website* dapat di akses secara *online.*

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Academia. 2015. *Cacat Mata dan Kaca Mata*, diakses pada tanggal 25 Oktober 2015, dari world wide web: https://www.academia.edu/6504051/CACAT_MATA_DAN_KACA_MATA.

[2] Documen Tips. 2015. *Kelainan Reafraksi dan Ambliopia.* Diakses pada tanggal 27 Oktober 2015, dari world wide web : http://dokumen.tips/documents/dp-refraksi-ambliopia.html

[3] Arduino Mega 2560 & Genuino Mega 2560 , diakses pada tanggal 2 September 2016, dari world wide web: https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560

[4] Kushagara, *LCD*, diakses pada tanggal 2 September 2016, dari world wide web: http://www.engineersgarage.com/sites/default/files/LCD%2016x2.pdf

[5] I2C Interface Module, diakses pada tanggal 2 September 2016, dari world wide web: httphttp://www.circuitattic.com/downloads/category/2-data-sheets.html?download=8%3Ai2cmoduledatasheetpdf

[6] Motor DC, diakses pada tanggal 5 September 2016, dari world wide web : http://staff.ui.ac.id/system/files/users/chairul.hudaya/material/dcmotorpaperandqa.pdf

[7] Provisu. *Snellen Test*, diakses pada tanggal 27 Oktober 2015, dari https://www.provisu.ch/Age/Snellenchart_en.pdf

[8] Micropik,. *Ultrasonic Ranging Module HC - SR04.* Diakses pada tanggal 15 January 2016, dari world wide web : http://www.micropik .com /PDF/HCSR 04.pdf.

[9] Santoso, Hari, *Arduino untuk Pemula*, Trenggalek, 2015.

[10] L298N Dual H-Bridge Motor Controller, diakses pada tanggal 5 September 2016, dari world wide web : http://www.instructables.com/id/Arduino-Modules-L298N-Dual-H-Bridge-Motor-Controll/

[11] Robocraft. *28BYJ-48,* diakses pada tanggal 17 November 2016, dari world wide web: http://robocraft.ru/files/datasheet/28BYJ-48.pdf

[12] 42bots. *28BYJ-48 Stepper Motor with ULN2003 driver*, diakses pada tanggal 16 November 2016, dari world wide web: http://42bots.com/tutorials/28byj-48-stepper-motor-with-uln2003-driver-and-arduino-uno/

[13] Depok Instruments. *Keypad 4×4 Matrix*, diakses pada tanggal 18 November 2016, dari world wide web: https://depokinstruments.com/2011/07/27/teori-keypad-matriks-4x4-dan-cara-penggunaannya/

[14] Gilmore, W. J., (2006), *Beginning PHP and MySQL 5 From Novice To Profesional. Second Edition*, Appress, New York.