

Rancang Bangun Alat Ukur Dioptri Lensa Kacamata Untuk Penderita Miopi Dan Hipermetropi Dengan Penerapan Perspektif Visual Digital Berbasis Arduino Mega2560

Ilham Fauzi, Rahmat Rasyid*

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 20 Mei 2023

Direvisi: 14 Juni 2023

Diterima: 20 Juli 2023

Kata kunci:

Autorefraktometer

Dioptri

Perspektif

TFT Display

Trial Lens

Keywords:

Autorefractometer

Dioptric

Perspective

TFT Display

Trial Lens

Penulis Korespondensi:

Rahmat Rasyid

rahmadrasyid@fmipa.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengukuran dioptri lensa kacamata untuk penderita miopi dan hipermetropi dengan penerapan perspektif visual digital berbasis Arduino Mega2560. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dioptri lensa kacamata dengan menguji kemampuan lensa mata dalam melihat objek menggunakan alat alternatif pengganti sistem ukur yang biasa dipakai seperti autorefraktometer dan *trial lens*. Komponen utama yang digunakan yaitu TFT *display* 3.2 inch untuk penampil objek sebagai input data, kemudian data diolah menggunakan Arduino Mega2560 dan hasil keluaran akan ditampilkan pada LCD 2x16. Hasil pengukuran pada penderita rabun jauh didapatkan tingkat akurasi sebesar 98,08%, sedangkan pada pengukuran penderita rabun dekat menghasilkan tingkat akurasi sebesar 97,475%. Dari hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa rancang bangun yang telah diuji mampu bekerja dengan baik.

Research has been conducted on measuring the diopters of eyeglass lenses for people with myopia and hyperopia with the application of Arduino Mega2560-based digital visual perspective. This study aims to measure the diopters of eyeglass lenses by testing the ability of the eye lens to see objects using alternative tools to replace commonly used measuring systems such as autorefractometer and trial lens. The main component used is a 3.2 inch TFT display for object viewers as data input, then the data is processed using Arduino Mega2560 and the output results will be displayed on a 2x16 LCD. The measurement results on nearsighted people obtained an accuracy rate of 98.08%, while the measurement of farsighted people resulted in an accuracy rate of 97.475%. From the results obtained, it can be concluded that the design that has been tested is able to work properly.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Mata merupakan organ penting manusia dalam memberikan informasi visual terhadap lingkungan yang dilihatnya. Mata juga sering disebut sebagai fotoreseptor karena mata sangat peka terhadap cahaya. Indera penglihatan manusia dapat melihat ketika suatu benda dapat memancarkan atau memantulkan cahaya. Cahaya masuk ke mata melalui lensa mata dan bayangannya diterima oleh retina, namun terkadang bayangan tersebut jatuh tidak tepat pada retina yang disebabkan karena kelainan atau gangguan penglihatan (Fitriyah, 2008)

Penderita gangguan refraksi bisa memakai kacamata sebagai alat bantu penglihatan. Namun sebelum itu, mata penderita harus diukur tingkat kerabunannya terlebih dahulu agar dapat menentukan dioptri kacamata. Penentuan kemampuan refraksi mata pasien diukur memakai alat ukur modern yaitu autorefraktometer. Data hasil pada autorefraktometer didapatkan secara otomatis tanpa melibatkan komunikasi terhadap pasien sehingga data koreksi yang diperoleh tidak berdasarkan kenyamanan pasien, yang menyebabkan pasien mengeluh tidak nyaman ketika memakai kacamata (Febry, 2018). Harga autorefraktometer juga cukup mahal. Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat yang dapat mengukur tingkat kerabunan dengan mudah dan akurat.

Aryanto (2017) merancang alat ukur rabun jauh, rabun dekat dan mata silindris berbasis mikrokontroler dengan menggunakan objek *snellen chart* dan mengukur jarak baca terjauh pasien untuk penderita rabun jauh dan rabun dekat. Sedangkan untuk penderita mata silindris memakai lensa pengabur kemudian ditentukan garis yang paling hitam pada *clock dial*. Hasil yang didapat tergolong bagus karena sedikitnya *error* yang terjadi, namun rancangan alat masih terkesan sama dengan cara manual yang biasa dipakai oleh sebagian besar jasa optik, yaitu dengan menyesuaikan lensa dan mengukur jarak sebenarnya dengan objek yang sama, yaitu *snellen chart*.

Fitriyah (2008) merancang sistem alat ukur dioptri kaca mata dengan menggunakan metode dua lensa dan mikrokontroler AT89S51. Dual lensa akan “memperpendek” jarak baca karena memanfaatkan sifat bayangan yang melewati lensa. Objek digerakkan menggunakan *stepper motor* dan pasien akan menyesuaikan jarak objek sampai terlihat jelas oleh mata. Data yang berupa nilai jarak akan dihitung oleh MCU AT89S51 dan akan ditampilkan pada LCD. Hasil kesalahan rata-rata relatif yang diperoleh sebesar 8.09 %, nilai tersebut menunjukkan nilai kesalahan relatif yang kurang bagus. Sampel juga mengalami kejenuhan mata atau mata lelah dalam melakukan beberapa kali pengukuran kuat lensa sehingga tingkat akomodasi penglihatan menjadi tidak stabil.

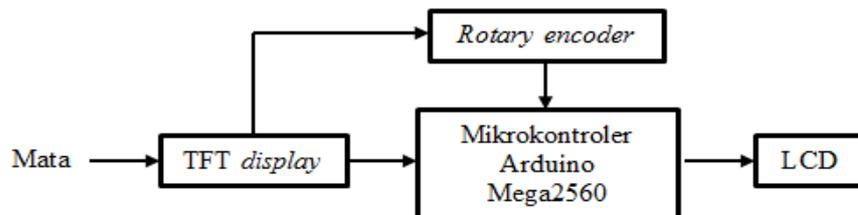
Priambodo (2012) merancang sebuah perangkat untuk mengukur rabun jauh dan rabun dekat pada mata berbasis mikrokontroler ATMega 8535. Prinsip kerja alat hanya mengukur jarak baca *snellen chart* yang digerakkan menggunakan *stepper motor*. Jarak yang diambil sebagai data yaitu jarak terjauh yang mampu dibaca oleh penderita rabun jauh, dan jarak terdekat yang mampu dibaca oleh penderita rabun dekat. Jarak baca yang sudah didapatkan kemudian diolah menggunakan Mikrokontroler ATMega 8535 dengan akurasi 93.69% yang menandakan hasil yang didapat kurang bagus. Dimensi alat juga lumayan besar karena sistem alat digabungkan dengan meja ukuran satu meter yang membuat sistem pengukuran kurang efisien karena keterbatasan tempat penggunaan alat.

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian yang telah dijabarkan maka dilakukan penelitian tentang sistem pengukuran dioptri lensa kaca mata untuk penderita miopi dan hipermetropi dengan penerapan perspektif visual digital. Objek dengan variasi ukuran akan ditampilkan pada TFT *display*. Perubahan ukuran objek menggambarkan perspektif penglihatan dimana objek akan terlihat semakin kecil ketika dijauhkan (Mufridah, 2016), sehingga dengan menggunakan metode tersebut objek tidak perlu digerakkan maju atau mundur sehingga tidak memerlukan banyak ruang dan mengurangi kesesatan lensa yang akan terjadi. Alat pengukuran yang dirancang mempunyai dimensi yang tidak terlalu besar sehingga tidak membutuhkan ruang lebih. Pengukuran tidak dipengaruhi oleh lingkungan luar sehingga tidak perlu memerhatikan intensitas cahaya ruangan, serta biaya pembuatan alat juga relatif murah.

II. METODE

2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

Sistem pengukur dioptri lensa terdiri dari tiga komponen utama yaitu TFT *display*, LCD 2x16, dan *rotary encoder* yang semuanya dihubungkan ke mikrokontroler Arduino Mega2560. Objek ditampilkan pada TFT *display* dengan variasi ukurannya diatur menggunakan *rotary encoder*. Data masukan berupa ukuran objek kemudian diolah menggunakan rumus yang telah terprogram pada Arduino Mega2560, dan kemudian data ditampilkan pada LCD 2x16. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem Pengukuran Dioptri Lensa Kacamata

2.2 Penetapan Rumus Pengukuran Jarak Terhadap perubahan Ukuran Objek

Pada sistem kerja alat, ukuran gambar akan dirubah menyesuaikan kemampuan akomodasi mata pasien, perubahan ukuran ini merepresentasikan perspektif ukuran objek yang akan terlihat kecil ketika jaraknya ditambah (Kaiser, 2004). TFT *display* sebagai proyeksi objek diletakkan pada jarak (d) 30 cm dari pandangan sehingga

$$d'_n = \frac{30h'}{h_n} \quad (1)$$

Dimana d'_n (cm) adalah jarak perspektif benda, dan h_n adalah tinggi objek yang telah dirubah sesuai akomodasi mata pasien, sedangkan h' merupakan tinggi objek awal yang digunakan sebagai nilai ketetapan sebelum objek dirubah-rubah ukurannya.

Nilai jarak perspektif kemudian digunakan untuk menghitung nilai dioptri lensa kacamata menggunakan rumus yang berbeda disetiap jenis kelainan refraksi mata. Untuk mencari nilai dioptri kacamata (D) penderita rabun dekat menggunakan rumus Persamaan 2.

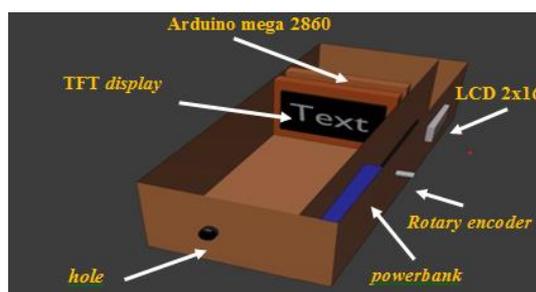
$$D(cm) = 4 - \frac{120}{d'_n} \quad (2)$$

Untuk mencari nilai dioptri kacamata (D) penderita rabun jauh menggunakan rumus Persamaan 3.

$$D(cm) = -\frac{120}{d'_n} \quad (3)$$

2.3 Cara Kerja Alat Secara keseluruhan

Rancangan bentuk fisik dari luar terlihat seperti balok dengan ukuran 47 cm x 18,5 cm x 11 cm yang di dalamnya diberi sekat yang memisahkan antara ruang pengamatan objek dan ruang untuk penempatan komponen dan penampil data seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Rancangan Bentuk Fisik Alat

Proses pengambilan data terjadi pada ruang berukuran 45 cm x 11 cm x 11 cm. Pada ujung ruang terdapat lubang berdiameter 0.9 cm. Ukuran lubang dibuat kecil bertujuan untuk mengurangi ruang gerak mata sehingga posisi mata tepat sejajar dengan objek yang terlihat pada TFT *display* pada jarak 30 cm, serta meminimalisir gangguan seperti sumber cahaya dari luar yang masuk yang dikhawatirkan akan mengganggu proses pengambilan data.

Ruang lainnya yang berukuran 45 cm x 4,5 cm x 11 cm digunakan untuk menempatkan komponen-komponen seperti *rotary encoder* yang mengatur ukuran objek dengan melakukan perubahan dari luar, LCD untuk penampil data, serta powerbank sebagai sumber daya. Pada sekat juga terdapat lubang sebagai jalur penghubung rangkaian dari kedua ruang.

2.4 Analisis Data

Analisis data adalah proses untuk menentukan seberapa akurat dan tepat suatu sistem pengukuran. Akurasi adalah derajat kesesuaian atau kedekatan hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya. Sistem keakuratan diukur dengan mencari persentase kesalahan antara nilai aktual dan nilai yang dihasilkan (Maareof, 2023). Persentase kesalahan dalam uji skala alat ukur bisa ditentukan dengan Persamaan 4.

$$\% Error = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\% \quad (4)$$

Persamaan 4 merupakan nilai persentase kesalahan, Dimana nilai Y_n adalah nilai aktual pada pembandingan (data yang diambil menggunakan alat optik) dan X_n adalah nilai yang terbaca pada alat ukur yang dirancang.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengujian Rotary Encoder

Rotary encoder dirangkai secara sederhana menggunakan jumper, Arduino Mega2560, dan laptop. Pengujian dilakukan dengan memutar *rotary encoder* searah jarum jam dan berlawanan jarum jam. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Pada hasil pengujian terlihat pulsa berubah ketika *rotary encoder* diputar setiap 18°, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi *encoder* yang mempunyai 20ppr atau pulse per rotasi, yang berarti *rotary encoder* menghasilkan pulsa sebanyak 20 kali untuk satu putaran penuh. Dalam hal lain dapat diartikan *encoder* tersebut bergerak setiap 18 derajat (Akbar, 2021). Perubahan pulsa tersebut berperan untuk mengubah ukuran objek yang ditampilkan layar, ukuran objek akan membesar ketika *encoder* diputar searah jarum jam dan akan mengecil ketika *rotary encoder* diputar berlawanan jarum jam.

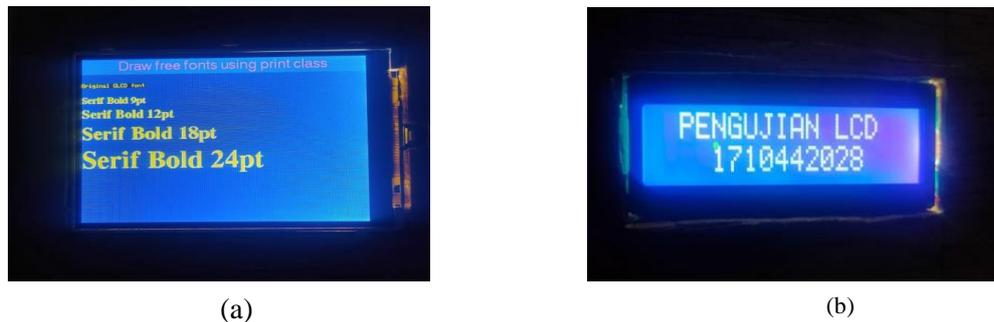
Tabel 1 Data Hasil Pengujian *Rotary Encoder*

No	Pulsa	Sudut(°)	Arah Putaran
1	1	18	Searah jarum jam
2	2	36	Searah jarum jam
3	3	54	Searah jarum jam
4	4	72	Searah jarum jam
5	5	90	Searah jarum jam
6	4	72	Berlawanan jarum jam
7	3	54	Berlawanan jarum jam
8	2	36	Berlawanan jarum jam

3.2 Pengujian TFT *Display* dan LCD

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan *display* dapat mengeluarkan keterangan dengan benar menurut instruksi yang diberikan oleh rangkaian software. Pengujian dilakukan dengan mengirim program sederhana lalu mengamati hasil keluaran yang ditampilkan oleh layar seperti yang terlihat pada Gambar 3. Dari hasil pengujian di atas TFT *display* dan LCD menampilkan setiap

karakter dengan jelas sesuai input yang diberikan pada Arduino Mega2560, sehingga dapat disimpulkan TFT *display* dan LCD dalam kondisi baik dan tidak ada kerusakan.



Gambar 3 Pengujian (a) TFT *display*, dan (b) LCD 2x16

3.3 Penentuan Ukuran Objek Perspektif

Pengukuran ini dilakukan untuk menentukan ukuran perspektif awal sebagai acuan. Pada pemeriksaan auterfraktor, pasien mengalami kelainan refraksi rabun jauh sebesar -0.5 dioptri, ketika diuji menggunakan alat, akomodasi mata hanya mampu melihat jelas objek paling kecil sebesar 8pt atau 0,2822 cm. Sehingga dengan penyesuaian dioptri melalui pengolahan rumus maka ukurannya didapat sebesar 67pt atau 2,35 cm.

3.4 Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pengujian meliputi penggabungan perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem pengukuran dioptri lensa. Pengujian rancangan sistem ini dilakukan secara keseluruhan untuk mengetahui kemampuan kerja masing-masing sistem sensor saat difungsikan secara bersamaan. Sebelum pengambilan data sampel, rumus yang telah diprogramkan diuji terlebih dahulu dengan mengukur dioptri secara manual kemudian membandingkannya dengan data output yang dihasilkan oleh program. Data variasi ukuran objek serta nilai dioptri dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Hasil Variasi Ukuran Objek Serta Nilai Dioptri

Pulsa	Objek 1	Objek 2	Objek 3	Tinggi Objek (pt)	Jarak Perspektif (cm)
1	"baca"	"zdhcd"	"dshda"	4	500
2	"quaec"	"sdkra"	"csohn"	8	250
3	"qusvt"	"svsqt"	"tsuqr"	13	153.73
4	"ahdnc"	"kejab"	"kdnje"	17	117.5
5	"ocnge"	"asfid"	"oihfd"	21	95.27
6	"ofwes"	"qdkfsf"	"paqdf"	25	80.11
7	"idhkn"	"abfdg"	"casin"	29	68.91
8	"sydif"	"iuocv"	"psvkn"	33	60.56
9	"hslby"	"eucay"	"uascp"	38	52.57
10	"bsdfh"	"idshg"	"sdtfg"	42	47.58
11	"chdej"	"kmdne"	"fhglc"	46	43.45
12	"abhdf"	"bahfe"	"debfn"	50	39.97
13	"afgde"	"cbagc"	"febad"	54	37.01
14	"echjf"	"bedjh"	"fcjab"	58	34.46
15	"hkmln"	"ihjnh"	"nljmh"	63	31.72

Pada Tabel 2 tercatat 45 data yang diinputkan pada program dengan objek berupa kumpulan huruf acak yang ditampilkan pada layar TFT tergantung pada nilai pulsa yang dihasilkan ketika rotary encoder diputar, setiap pulsa memiliki tiga objek yang menandakan pengambilan data dilakukan tiga kali pengulangan, pengulangan bertujuan untuk memudahkan dalam revisi program apabila terjadi kesalahan dan meminimalisir adanya sugesti visual akibat dari bentuk objek yang sama.

Bentuk dan tinggi objek merupakan input data, sedangkan jarak perspektif dan nilai dioptri merupakan output data yang telah diolah melalui rumus yang sudah diprogramkan dan kemudian ditampilkan pada LCD.

Sistem alat kemudian diujikan secara acak kepada pasien yang sedang memeriksa kondisi refraksi mata di klinik Andalas Optik. Pengukuran dilakukan tiga kali pengulangan dengan data yang sama dan terbanyak dijadikan sebagai data final.

3.5 Hasil Pengukuran Dioptri Lensa Kacamata Miopi atau Rabun Jauh

Pasien melakukan pengukuran tiga kali yang kemudian diambil nilai rata-rata sebagai data final alat. Data hasil pengukuran dioptri lensa kacamata miopi atau rabun jauh dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Hasil Pengukuran Dioptri Lensa Kacamata Miopi atau Rabun Jauh

Data ke-	Umur (Tahun)	Nilai Dioptri Alat	Data Final Alat (Dioptri)	Data Medis (Dioptri)	Error
1	24	-1.02	-1.02	-1	2%
		-1.02			
		1.26			
2	20	-1.98	-2.28	-2.25	1.33%
		-2.28			
		-2.28			
3	24	-0.78	-0.78	-0.75	4 %
		-0.78			
		-1.02			
4	20	-2.76	-2.76	-2.75	0.36%
		-2.76			
		-2.52			

Pada Tabel 3 tercatat *error* tertinggi sebesar 4 % dengan *error* rata-rata 1,92 %. Data yang didapat mempunyai beberapa perbedaan hasil dan cenderung terjadi pada percobaan ketiga. Perubahan data tersebut disebabkan oleh perbedaan intensitas cahaya yang kontras antara sumber cahaya dengan ruangan gelap sehingga membentuk efek iluminasi yang besar yang dapat berpengaruh terhadap kelelahan mata (Wahyuni, 2014)

3.6 Hasil Pengukuran Dioptri Lensa Kacamata Hipermetropi atau Rabun Dekat

Selanjutnya dilakukan pengukuran dioptri lensa kacamata untuk penderita hipermetropi, dengan cara yang sama maka didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4. Pengukuran dioptri kaca mata penderita rabun dekat diperoleh *error* tertinggi sebesar 4 % dengan rata-rata *error* sebesar 2.525 %. Selain karena efek luminasi, pasien lansia cenderung membutuhkan waktu lebih lama dalam mengukur dioptri karena sulit menerima informasi atau instruksi yang disampaikan oleh penguji yang membuat mata menatap objek dalam waktu yang cukup lama dengan kondisi yang kurang nyaman sehingga mata mengalami kelelahan (Pheasant, 1991). Hal tersebut membuat data yang didapatkan bervariasi di setiap percobaan (pola naik turun).

Tabel 4 Data Hasil Pengukuran Dioptri Lensa Kacamata Hipermetropi atau Rabun Dekat

Data ke-	Umur (Tahun)	Nilai Dioptri Alat	Data Final Alat (Dioptri)	Data Medis (Dioptri)	Error
1	54	0.52 0.22 0.52	0.52	0.5	4%
2	54	0.76 0.22 0.52	0.52	0.5	4%
3	52	1.24 1.00 1.24	1.24	1.25	0.8%
4	52	1.48 1.48 1.77	1.48	1.5	1.3%

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan didapatkan hasil kesalahan rata-rata sebesar 2,252% pada pengukuran dioptri lensa kacamata rabun dekat, dan kesalahan rata-rata sebesar 1,92% pada pengukuran dioptri lensa kacamata rabun jauh. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa alat yang dirancang mampu mengukur dioptri lensa kacamata dengan baik. Namun alat ukur memperoleh data secara subjektif yang membutuhkan interaksi antara pasien dengan penguji, sehingga kurang cocok bagi pasien yang non komunikatif dan pasien yang sulit memahami instruksi dari penguji.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, I., Ismail, N. and Rachmilda, T. (2020), "Rancang Bangun Pendeteksi Posisi Sudut dan Kecepatan Sesaat Dengan Menggunakan Rotary Encoder KY-040", *Prosiding-Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, pp. 287–293.
- Febry, C. and Elfia, M. (2018), "Perbandingan Hasil Pemeriksaan Mata Menggunakan Autorefrakto Dan Trial Lens Set Di Optik Citra Kota Padang", *MENARA Ilmu*, Vol. XII No. 10, pp. 47–51.
- Fitriyah, L.K. (2008), "Perancangan dan pembuatan alat ukur dioptri kacamata dengan menggunakan metode dua lensa berbasis mikrokontroler AT89S51", Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Kaiser, P.K. (2004), *The Joy of Visual Perception: A Web Book*, York University.
- Maareof, A. and Firmawati, N. (2023), "Rancang Bangun Sistem Telemetri Pengukur Suhu Tubuh Menggunakan Sensor AMG8833, Sensor HCSR-501 dan Drone Berbasis Mikrokontroler", *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 12 No. 2, pp. 171–177.
- Mochamad Shandy Aryanto1, M.F.W. (2011), "Alat Pengukur Rabun Jauh, Rabun Dekat Dan Mata Silindris Berbasis Mikrokontroler", Universitas Komputer Indonesia.
- Mufridah, A. (2016), "Pengembangan Media Video Menggambar Perspektif Untuk Pembelajaran Seni Budaya Di Kelas Xi Ipa Sma Walisongo Gempol Pasuruan", *Jurnal Pendidikan Seni Rupa*, Vol. 04 No. 03, pp. 435–442.
- Pheasant, S. (1991), *Ergonomics, Work and Health*, edited by MD, Aspen Publishers, Gaithersburg.
- Priambodo, W.W., Rizal, A. and Halomoan, J. (2012), "Perangkat pengukur rabun jauh dan rabun dekat pada mata berbasis mikrokontroler", *Jurnal Teknologi*, Vol. 5 No. 2, pp. 90–97.
- Wahyuni, S.E. and Kurniawan, B. (2014), "Analisis faktor intensitas penerangan lokal terhadap kelelahan mata di industri pembuatan sepatu 'x' Kota Semarang", *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, Vol. 2 No. 6, pp. 358–363.