RANCANG BANGUN *COLORIMETER* SEBAGAI PENDETEKSI PADA PEWARNA MAKANAN MENGGUNAKAN SENSOR *PHOTODIODA*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains

Oleh

DELVI AYU WULANDARI

NIM. 14034013/2014

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2018

PERSETUJUAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN *COLORIMETER* SEBAGAI PENDETEKSI PADA PEWARNA MAKANAN MENGGUNAKAN SENSOR *PHOTODIODA*

Nama	: Delvi Ayu Wulandari
NIM	: 14034013
Program Studi	: Fisika
Jurusan	: Fisika
Fakultas	: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 10 Agustus 2018

Disetujui oleh

Ketua Jurusan	Pembimbing
Dr. Ratnawulan, M. Si	Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si
NIP. 196901201993032002	NIP. 19730702 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

Nama	: Delvi Ayu Wulandari
NIM	: 14034013
Program Studi	: Fisika
Jurusan	: Fisika
Fakultas	: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan judul

RANCANG BANGUN *COLORIMETER* SEBAGAI PENDETEKSI PADA PEWARNA MAKANAN MENGGUNAKAN SENSOR *PHOTODIODA*

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Padang

Padang, 10 Agustus 2018

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si	1.
Anggota	: Dra. Hj. Yenni Darvina, M.Si	2.
Anggota	: Dra. Sri Benti Etika, M.Si	3.

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan dan kutipan dengan mengikuti tata cara karya ilmiah lazim.

Padang, 10 Agustus 2018

Yang menyatakan

Delvi Ayu Wulandari

ABSTRAK

Delvi Ayu Wulandari, 2018 : Rancang Bangun *Colorimeter* Sebagai Pendeteksi Pada Pewarna Makanan Menggunakan Sensor *Photodioda*

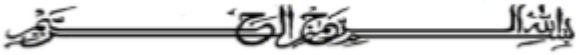
Colorimetric yang dikenal dengan kolorimetri yaitu suatu metode yang digunakan dalam analisa kimia dengan menggunakan perbandingan intensitas warna suatu larutan dengan warna larutan standarnya dengan cara mengukur intensitas warna dari larutan tersebut. Penelitian ini mendesain *colorimeter* menggunakan snsor *photodioda* yang akan digunakan untuk mendeteksi pewarna makanan. Tujuan dalam penelitian ini yaitu menjelaskan spesifikasi performansi dan spesifikasi desain dari rancang bangun *colorimeter* sebagai pendeteksi pada pewarna makanan menggunakan sensor *photodioda*.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium. Teknik pengumpulan data dilakukan secara langsung maupun secara tidak langsung. Besaran yang dilakukan secara langsung yaitu penyerapan, sedangkan besaran yang tidak langsung adalah tegangan. Data yang diperoleh pada penelitian ini akan dianalisis melalui dua cara yaitu secara statistik dan grafik.

Berdasarkan analisis data yang telah diperoleh didapatkan kesimpulan yaitu pada spesifikasi performansi sistem terdiri dari sistem mekanik yang ditunjang oleh sistem elektronik. Ketepatan pengukuran dilakukan dengan cara membandingkan hasil dari *spektrofotometer uv-vis* dengan *colorimeter.* Persentasi kesalahan rata-rata yang didapatkan yaitu 1.7434%, ketepatan relatif rata-rata pada sistem yaitu 0,9327 dan persentasi ketepatan alat sangat baik yaitu 93,266%. Ketelitian pengukuran dilakukan dengan melakukan pengukuran untuk 10 variasi konsentrasi yaitu dari 0.1 % – 1 %. pengukuran dilakukan dengan 10 kali perulangan dengan ketelitian rata-ratanya adalah 1 dengan standar deviasi rata-rata 0 dan kesalahan relatif rata-rata 0%.

Kata kunci : *Spektrofotometer Uv-Vis, Colorimeter,* Sensor *Photodioda*

KATA PENGANTAR



Puji syukur hanya teruntuk Allah SWT, Tuhan Semesta Alam yang telah melimpahkan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Rancang Bangun *Colorimeter* Sebagai Pendeteksi pada Pewarna Makanan Menggunakan Sensor Photodioda"**. Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Pada Penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik sekaligus dosen Pembimbing skripsi yang telah memberi motivasi kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan membimbing dari perencanaan, pelaksanaan hingga pelaporan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Hj. Yenni Darvina, M.si sebagai Ketua Program Studi Pendidikan Fisika dan sebagai dosen penguji.
3. Ibu Dra. Sri Benti Etika, M.Si sebagai Dosen Kimia Organik Jurusan Kimia dan sebagai dosen penguji.
4. Bapak Mairizwan, S.Si, M.Si sebagai tenaga ahli yang memvalidasi alat *colorimeter*.
5. Bapak Fandi Oktasendra, B.Sc, M.Sc sebagai tenaga ahli yang memvalidasi alat *colorimeter*.
6. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si sebagai Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP.
7. Ibu Syafriani, M.Si, Ph.D sebgai Ketua Program Studi Fisika Jurusan Fisika FMIPA UNP.

8. Bapak dan Ibu Dosen pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP yang telah membekali penulis selama mengikuti perkuliahan sampai akhir penulisan skripsi.
9. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika FMIPA UNP.
10. Rekan-rekan yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi.

Semoga bimbingan dan bantuan yang Bapak dan Ibu telah berikan kepada penulis dapat menjadi amal kebaikan dan memperoleh balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Demi perbaikan selanjutnya, maka penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Atas saran dan kritik yang diberikan penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK ..... **i**

KATA PENGANTAR ..... **ii**

DAFTAR ISI ..... **iv**

DAFTAR GAMBAR ..... **vi**

DAFTAR TABEL ..... **vii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **viii**

BAB I PENDAHULUAN **1**

A. Latar Belakang 1

B. Identifikasi Masalah 4

C. Perumusan Masalah 4

D. Pembatasan Masalah 4

E. Tujuan Penelitian 5

D. Manfaat Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**

A. Spesifikasi Performansi 6

B. Spesifikasi Desain 6

C. Colorimeter 6

D. *Spektrofotometer Uv-Vis* 7

E. Hukum *Lambert-Beer* 8

F. LED *(Light Emitting Diode)* 9

G. Sensor Photodioda 10

H. *Push Button* (Saklar Tekan) 12

I. *LCD (Liquid Crystal Display)* 12

J. Mikrokontroller Arduino 13

K. Warna 14

L. Pewarna Makanan 15

M. Zat Terlarut 17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 20

A. Tempat dan Waktu Penelitian 20

B. Jenis Penelitian.....20

C. Desain Penelitian.....21

D. Prosedur Penelitian.....25

E. Teknik Pengumpulan Data.....27

F. Teknik Analisis Data.....27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 30

A. Hasil Penelitian 30

B. Pembahasan.....44

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 46

A. Kesimpulan 46

B. Saran.....47

DAFTAR PUSTAKA..... 48

LAMPIRAN..... 50

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

1. *Spektrofotometer Uv-Vis* 8
2. Hukum *Lambert-Beer* 9
3. Sensor *Photodioda* 10
4. Grafik Daerah *Spectral Sensitivity* 11
5. Grafik hubungan antara *Power Density* dengan Arus Balik 11
6. *Push Button* 12
7. LCD (*Liquid Crystal Display)* 13
8. Arduino Uno 13
9. Blok Diagram Sistem Elektronika 21
10. Desain Mekanik 22
11. *Flowchart* Desain Perangkat Lunak 24
12. Bentuk Sistem Alat *Colorimeter* 31
13. Rangkaian Penyusun Alat *Colorimeter* 32
14. Kotak Penampil Pengukuran 32
15. Kotak Sampel 33
16. Rangkaian Sensor *Photodioda* 33
17. Tabung Reaksi 34
18. Tampilan LCD pada Perintah Awal 34
19. *Pushbutton* 35
20. Sampel Brilliant Blue 35
21. Tampilan *LCD* untuk Pengukuran Sampel 35
22. Variasi Konsentasi Sampel 36
23. Cara Kerja Sensor *Photodioda* 37
24. Grafik Hubungan Konsentrasi Terhadap Penyerapan 39
25. Grafik Hubungan Konsentrasi terhadap Penyerapannya 40
26. Grafik Perbandingan Pengukuran 41
27. Grafik Uji Validitas 43

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Deskripsi Arduino 14
2. Spektrum Warna..... 15
3. Zat pewarna bagi makanan dan minuman yang diizinkan di Indonesia 16
4. Pemakaian zat warna sintetis dalam industri pangan..... 17
5. Karakteristik Sensor..... 38
6. Ketepatan Pengukuran *Colorimeter*..... 41
7. Ketelitian Pengukuran Alat *Colorimeter* 42
8. Hasil validasi *colorimeter* 43
9. Data Statistik untuk Rata-Rata Karakterisasi Keadaan Sensor *Photodioda* 51
10. Data Statistik untuk Rata-Rata Keluaran *Colorimeter* Batas Atas..... 52
11. Data Statistik untuk Rata-Rata Keluaran *Colorimeter* Batas Bawah..... 53
12. Data Statistik untuk Nilai Tengah *Colorimeter* 54
13. Hasil Pengukuran pada *Spektrofotometer uv-vis*..... 55
14. Hasil Pengukuran pada *Colorimeter* 55
15. Perbandingan Pengukuran Penyerapan *Spektrofotometer Uv-Vis* dengan *Colorimeter*..... 56
16. Data Statistik untuk Rata-Rata Ketelitian *Colorimeter*..... 57
17. Analisis Angket Validasi..... 62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran **Halaman**

1. Skematik Rangkaian Rancang Bangun *Colorimeter* Sebagai Pendeteksi pada Pewarna Makanan Menggunakan Sensor *Photodioda* 50
2. Data Statistik Karakterisasi Keadaan Sensor *Photodioda* 51
3. Data Statistik Pengukuran Rata-Rata *Colorimeter* 52
4. Hasil Pengukuran pada *Spektrofotometer Uv-Vis* dan *Colorimeter*..... 55
5. Perbandingan Pengukuran Penyerapan *Spektrofotometer Uv-Vis* dengan *Colorimeter* 56
6. Data Statistik Rata-Rata Ketelitian *Colorimeter*..... 57
7. Program Rancang Bangun *Colorimeter* Sebagai Pendeteksi pada Pewarna Makanan 58
8. Dokumentasi 61
9. Analisis Angket Validasi..... 62
10. Angket Validasi..... 63

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Warna merupakan salah satu faktor yang digunakan oleh manusia sebagai indikator dalam menilai suatu produk. Pada makanan, warna merupakan daya tarik untuk meningkatkan penjualan produk. Warna yang digunakan dalam makanan biasanya berasal dari pewarna alami dan pewarna sintetis. Pewarna alami biasanya berasal dari tumbuhan, sedangkan pewarna sintetis berasal dari campuran bahan-bahan kimia. Penambahan warna pada makanan telah lama dilakukan oleh penjual dengan tujuan untuk meningkatkan warna makanan agar lebih menarik. Dahulu penambahan pewarna dalam makanan menggunakan pewarna alami, namun semakin berkembangnya industri makanan, pewarna sintetis pun menjadi solusi karena mempunyai kelebihan tertentu.

Pewarna makanan sintetis memiliki kelebihan yaitu memiliki kestabilan warna yang lebih baik ditimbangkan dengan pewarna alami. Pemakaian pewarna sintetis ini juga memiliki batas penggunaannya, karena jika melewati batas penggunaan maka akan menyebabkan kanker. Zat pewarna makanan yang diizinkan dalam penggunaannya dalam makanan dikenal dengan *permitted color* atau *certified color*. Penggunaan zat pewarna ini juga harus menjalani tes dan prosedur penggunaan yang disebut dengan proses sertifikasi. Penggunaan zat pewarna sintetis yang diperbolehkan pada industri pangan yaitu jumlahnya tidak boleh lebih dari 100 mg/kg produk, dan ditetapkan bahwa kandungan arsen tidak

boleh lebih dari 0.00014% dan timbal tidak boleh dari 0.001%, dan tidak boleh ada logam berat lainnya (EBOOKPANGAN.COM,2006).

Bukan hanya perkembangan industri yang semakin berkembang, perkembangan teknologi juga tak kalah pesat. Salah satu perkembangan teknologi yang mengalami perkembangan yang sangat maju yaitu teknologi dalam bidang elektronika. Teknologi elektronika dirancang untuk mempermudah pekerjaan manusia. Pada peralatan laboratorium sekalipun, pengambilan data yang biasa dilakukan secara manual telah diganti dengan peralatan yang otomatis. Hal ini lebih efektif dan lebih akurat dibandingkan pengambilan data secara manual, karena ketika melakukan eksperimen secara manual memiliki banyak keterbatasan. Adanya peralatan-peralatan ini mempermudah manusia melakukan pekerjaan, dimana manusia bisa meminimalisi waktu, memperkecil biaya, menghemat tenaga, bahkan memiliki ketelitian dan ketepatan yang tinggi.

Perkembangan teknologi elektronika tidak terlepas dengan adanya sensor sebagai komponen penting dalam pembuatan alat. Secara umum sensor lebih dikenal sebagai piranti yang dapat mengubah besaran fisis seperti radiasi, magnetik, termal, mekanik, dan kimia menjadi besaran listrik sebagai keluarannya (Yulkifli,2011). Saat ini, sensor telah dibuat dalam ukuran yang sangat kecil yaitu dalam orde nanometer. Ukuran ini sangat menghemat energi bahkan memudahkan dalam pemakaiannya (Budiarso,dkk,2011). Sensor yang digunakan dalam pembuatan alat berbeda-beda dan disesuaikan dengan kegunaan sensor itu sendiri. Salah satu sensor yang biasa digunakan yaitu sensor optik. Sensor optik berfungsi dalam menangkap sinar cahaya dan mengubahnya menjadi tegangan. Salah satu

sensor optik yaitu sensor photodioda. Sensor photodioda merupakan sensor yang sangat peka terhadap cahaya.

Pada tahun 2017 telah dilakukannya penelitian tentang alat ukur warna oleh Evi Syukriah Bako, dimana ia menggunakan sensor LDR (*Light Depend Resistor)* yang digunakan sebagai sensor warna untuk mengukur kecerahan pada warna yang ada dikertas. Kekurangan dalam penelitian tersebut yaitu ketidak efektifan dalam packagingnya, sehingga hasil pengukurannya terganggu oleh adanya cahaya dari luar sehingga pembacaan sensor menjadi kurang valid. Selain itu sensor juga memiliki respon yang sangat lama saat melakukan pendeteksian. Berdasarkan uraian di atas, peneliti merasa tertarik membuat alat ukur warna juga, namun disini peneliti menggunakan metoda c*olorimetric* sebagai acuan untuk mengukur suatu intensitas warna pada larutan. Metoda *colorimetric* yaitu metoda yang menggunakan perbandingan suatu intensitas warna dari larutan dengan warna larutan standarnya (J. Bassett,dkk.1991). Pada penilitian ini peneliti menggunakan sensor *photodioda* dan menggunakan sumber cahaya *LED* merah. Penggunaan *LED* merah bertujuan agar pembacaan dari keluaran sensor lebih sensitif dan akurat. Penggunaan sensor *photodioda* sebagai sensor untuk mendeteksi pewarna makanan dikarenakan sensor memiliki kesensitifitasan yang tinggi terhadap cahaya dan respon yang lebih cepat daripada sensor *LDR.* Dimana ketika suatu intensitas cahaya yang jatuh ke sensor maka sensor langsung mendeteksi seberapa banyak intensitas cahaya yang jatuh tersebut. Maka judul penelitian ini adalah "Rancang Bangun *Colorimeter* Sebagai Pendeteksi pada Pewarna Makanan Menggunakan Sensor *Photodioda*"

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, terindifikasi masalah pada penelitian sebagai berikut:

a. Alat *colorimeter* menggunakan sensor *photodioda* belum ada
b. Pewarna makanan yang dideteksi merupakan pewarna makanan sintetis

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian adalah:

a. Bagaimana spesifikasi performansi dari Rancang Bangun *Colorimeter* Sebagai Pendeteksi pada Pewarna Makanan Menggunakan Sensor *Photodioda*?
b. Bagaimana spesifikasi desain dari Rancang Bangun *Colorimeter* Sebagai Pendeteksi pada Pewarna Makanan Menggunakan Sensor *Photodioda*?

D. Pembatasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pekerjaan dalam penelitian ini, maka diperlukan pembatasan masalah sebagai berikut:

a. Sampel yang digunakan berupa pewarna makanan sintetis *Brilliant Blue*
b. Besaran yang diukur pada penelitian ini adalah penyerapan, konsentrasi dan volume
c. Spesifikasi performansi meliputi setiap bagian Bangun *Colorimeter* Sebagai Pendeteksi pada Pewarna Makanan Menggunakan Sensor *Photodioda*Spesifikasi desain yang diteliti meliputi ketepatan dan ketelitian

d. Bangun *Colorimeter* Sebagai Pendeteksi pada Pewarna Makanan Menggunakan Sensor *Photodioda*

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

a. Menjelaskan spesifikasi performansi dari Rancang Bangun *Colorimeter* Sebagai Pendeteksi pada Pewarna Makanan Menggunakan Sensor *Photodioda.*
b. Menjelaskan spesifikasi desain dari Rancang Bangun *Colorimeter* Sebagai Pendeteksi pada Pewarna Makanan Menggunakan Sensor *Photodioda.*

D. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian diharapkan dapat bermanfaat bagi:

a. Mahasiswa, sebagai sarana belajar bagi mahasiswa dari teori-teori yang telah dipelajari.
b. Jurusan Fisika, sebagai instrument yang dapat digunakan pada laboratorium fisika dalam melakukan eksperimen pengujian pewarna makanan.
c. Kelompok bidang kajian elektronika, berguna dalam pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
d. Pembaca, untuk memperluas wawasan dan menambah pengetahuan bidang kajian elektronika dalam upaya pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
e. Penelitian lain, sebagai sumber referensi dalam pengembangan penelitian tentang Elektronika dan Instrumentasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Spesifikasi Performansi

Spesifikasi performansi yang sering disebut juga dengan spesifikasi fungsional merupakan uraian inci mengenai material dan komponen pembentuk sistem. Spesifikasi performansi juga mengidentifikasi fungsi dari setiap komponen pembentuk dari sistem. Spesifikasi performansi diukur dari segi kualiatas dan kuantitas pembentuk sistem, sehingga suatu sistem dapat bekerja dengan baik dan memberikan kemudahan dalam kegunaannya. Kualitas adalah hal yang paling utama dalam menghasilkan produk (Rivia, 2016).

B. Spesifikasi Desain

Spesifikasi desain yang biasa disebut juga dengan spesifikasi produk. Spesifikasi desain meliputi ketepatan dan ketelitian dalam pengukuran. Penentuan spesifikasi desain meliputi *accuracy, error* , dan *precision.* Spesifikasi desain bergantung pada material yang digunakan sistem (Rivia, 2016).

C. Colorimeter

Colorimetric yang dikenal dengan kolorimetri yaitu suatu metode yang digunakan dalam analisa kimia dengan menggunakan perbandingan intensitas warna suatu larutan dengan warna larutan standarnya dengan cara mengukur intensitas warna dari larutan tersebut (J. Bassett,dkk.1991). Penentuan intensitas warna larutan mengikuti Hukum Lambert-Beer, dimana Hukum Beer ini digunakan untuk menghitung konsentrasi hasil pengukuran penyerapan dari

eksperimen (Kehoe dan R.Lee,2013). Cara kerja penentuan tersebut yaitu sinar datang dengan panjang gelombang λ memiliki intensitas I_0, setelah melewati molekul penyerap maka intensitasnya menjadi *I*. Intensitas cahaya yang berkurang menunjukkan adanya cahaya yang diserap oleh molekul penyerap. (Anggoro, 2015: 22).

Metode ini bisa digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu larutan dengan cara menganalisis intensitas cahaya yang diteruskan oleh larutan. Metoda ini biasanya menggunakan sumber cahaya tunggal yaitu cahaya putih. Faktor utama dalam metode ini yaitu intensitas warna larutan yang digunakan harus seimbang dengan konsentrasinya (J. Bassett,dkk.1991). Larutan yang akan dideteksi penyerapan sinar tampaknya harus larutan yang berwarna agar bisa mendapatkan hasil pengukuran penyerapannya (Jefriyanto,dkk.2017). Alat yang digunakan untuk mengukur perbandingan intensitas warna ini adalah *colorimeter* (J.Bassett,dkk.1991). Sedangkan alat yang digunakan untuk mengukur penyerapannya yaitu Spektrofotometer Uv-Vis.

D. *Spektrofotometer Uv-Vis*

Spektrofotometer Uv-Vis (*Spektrofotometer Ultraviolet-Visible*) merupakan alat yang digunakan untuk mengukur energi cahaya yang di serap ataupun diteruskan (*arbsobsi* atau *transmitan*) oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu (Day,2002). *Absorbsi* dan *transmitansi* dalam *Spektrofotometer Uv-Vis* dapat digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif suatu zat kimia (Rohman,2007).

Alat *Spektrofotometer Uv-Vis* dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. *Spektrofotometer Uv-Vis*
(Sumber: Dokumentasi Penulis di Lab. Kimia FMIPA UNP)

Sinar *ultraviolet* (Uv) mempunyai nilai panjang gelombang yaitu antara 200-400 nm, dan sinar tampak (*visible*) mempunyai nilai panjang gelombang yaitu antara 400-750 nm. *Spektrofotometer Uv-Vis* banyak digunakan untuk analisis kuantitatif daripada kualitatif. Konsentrasi dari suatu larutan kimia bisa ditentukan menggunakan alat ini, yaitu dengan mengkur penyerapan (*arbsoban*) pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan Hukum *Lambert-Beer* sebagai acuannya (Rohman,2007).

E. Hukum *Lambert-Beer*

Hukum *Lambert-Beer* menyatakan hubungan antara arbsorban dengan konsentrasi dari suatu larutan kimia yaitu berbanding lurus, dan akan berbanding terbalik dengan transmitannya. Menurut Rohman pada tahun 2007, ada beberapa pembatasan dalam Hukum *Lambert-Beer* yaitu sinar yang digunakan akan dianggap sebagai sinar monokromatis atau bisa disebut dengan sinar dengan panjang gelombang tunggal, penyerapan yang terjadi pada larutan tidak akan

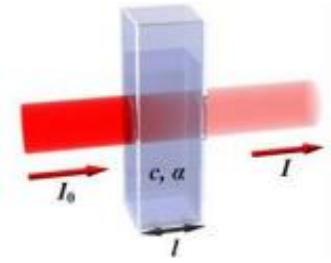
mempengaruhi apapun yang ada pada larutan, konsentrasi yang digunakan harus rendah karna kalau tinggi akan mempengaruhi linearilitas pada arbsorban.

Menurut Rohman pada tahun 2007, Hukum *Lambert-Beer* dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$A = a\,.l.c \qquad (1)$$

Dimana (A) adalah absorban atau penyerapan, a adalah absorpsivitas molar (tetapan jenis zat) dengan satuan (L/mol cm), l adalah panjang lintasan dengan satuan (cm) dan c adalah konsentrasi (mol/L)

Cara kerja Hukum *Lambert-Beer* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hukum *Lambert-Beer*
(Sumber: Jefrianto,dkk.2017)

Nilai absorban dan absorpsivitas akan bergantung pada panjang gelombang. Jika Intensitas cahaya *(I)* setelah melewati sampel dan besarnya intensitas cahaya yang terdeteksi *(Io)* ketika konsentrasi bahan yang menyerap bernilai nol, maka fraksi cahaya yang di transmisikan *(T)* yaitu :

$$T = \frac{I}{Io} \qquad (2)$$

(Jefrianto,dkk.2017).

F. LED *(Light Emitting Diode)*

LED (Light Emitting Diode) merupakan suatu semikonduktor sambungan P-N yang dapat menghasilkan cahaya apabila diberikan sumber tegangan pada

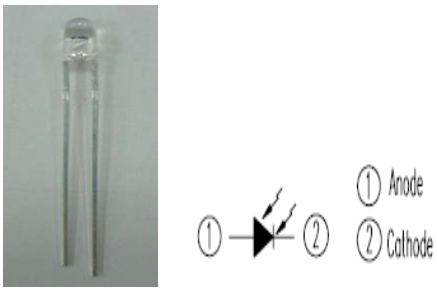
kedua kakinya sesuai dengan batasan tegangan yang dibutuhkan dengan bias maju. *LED* merupakan komponen penghasil cahaya yang memiliki keunggulan, diantaranya yaitu bentuk komponen yang kecil, mudah ditemukan, umur komponen yang bertahan lama, dan berdaya rendah.

Spektrum cahaya yang dihasilkan *LED* bukan hanya cahaya tampak saja, namun bisa juga menghasilkan cahaya dengan spektrum inframerah maupun ultraviolet. Cahaya yang dihasilkan *LED* berdaya rendah disebabkan oleh perpindahan muatan elektron dan lubang ke tingkat energi yang lebih tinggi atau sebaliknya akan menghasilkan foton. Foton tersebutlah yang akan tampak pada mata sebagai cahaya (Evan dan Eddy,2014).

G. Sensor Photodioda

Sensor *photodioda* merupakan sensor yang peka terhadap cahaya *(photo detector)*, dimana sensor ini akan mengalami perubahan arus jika menerima intensitas cahaya. Aliran arus yang mengalir pada sensor sesuai dengan konsep dioda pada umumnya. Arus listrik akan mengalami bias maju jika bagian anoda dioda diberikan tegangan positif dan katoda diberikan tegangan negatif. Perubahan arus ini akan berpengaruh terhadap tegangan.

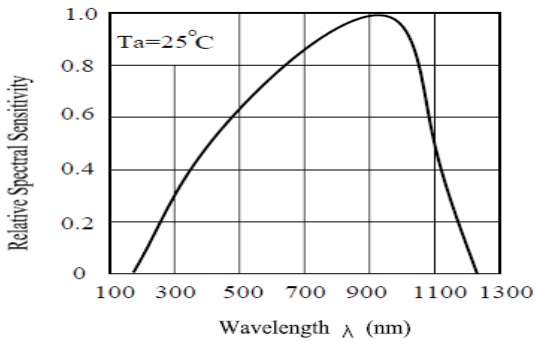
Bentuk dan simbol *photodioda* dapat dilihat pada Gambar 6:



Gambar 3. Sensor *Photodioda*
(Sumber: Datasheet *Photodioda)*

Pengukuran intensitas cahaya yang diterima oleh sensor akan dipengaruhi oleh ada tidaknya penghalang yang terlarut dalam air, sehingga nilai resistensi pada *photodiode* akan berubah. Perubahan tersebutlah yang akan membuat nilai tegangan berubah sesuai dengan kekeruhan air (Handayani. 2015).

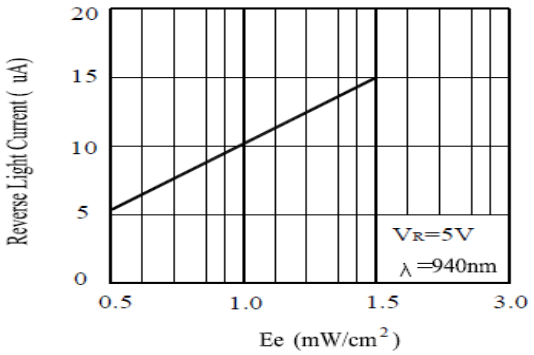
Photodioda bisa mendeteksi panjang gelombang dari ±100 sampai ±1100 nm dalam Ta=25^{o}C. Grafik Daerah *Spectral Sensitivity* dapat dilihat pada Gambar



Gambar 4. Grafik Daerah *Spectral Sensitivity*
(Sumber: Datasheet *Photodioda)*

Dari grafik dapat dilihat bahwa daerah yang paling sensitive pada *photodioda* yaitu pada panjang gelombang 940 nm, yaitu pada daerah infra merah.

Grafik hubungan antara *Power Density* dengan Arus Balik dapat dilihat pada Gambar 8.

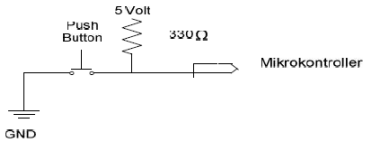


Gambar 5. Grafik hubungan antara *Power Density* dengan Arus Balik
(Sumber: Datasheet *Photodioda)*

Dari Gambar dapat dilihat bahwa aliran arus yang dihasilkan akan linear dengan intensitas cahaya yang diterima. Arus ini umumnya akan teratur terhadap *power density* (Dp). Perbandingan antara arus dan *power density* ini disebut dengan *current responsitivity.*

H. *Push Button* (Saklar Tekan)

Push Button berfungsi untuk memutus dan menghubungkan aliran listrik dengan cara ditekan pada bagian tombolnya. Pada bagian atas dari *push button* terdapat *knop* yang berfungsi sebagai penekan lalu pada bagian kanan dan kirinya terdapat terminal. Terminal tersebut terdapat dua kontak yaitu *normally open* (NO) dan *normally close (*NC) yang akan dihubungkan dengan rangkaian listrik lainnya.



Gambar 6. *Push Button*
(Sumber: Tribowo, 2013)

Push Button sendiri berfungsi sebagai pemberi sinyal pada rangkaian listrik, ketika atau selama bagian *knop* ditekan maka alat ini akan terhubung ketika dalam keadaan *normally open* dan putus apabila dalam keadaan *normally close* (Tribowo, 2013).

I. *LCD (Liquid Crystal Display)*

LCD (*Liquid Crystal Display)* merupakan layar panel atau perangkat optik termodulasi elektronik yang menggunakan sifat dari pemodelan cahaya dari suatu kristal cair (Yulkifli,2018). *LCD* bisa menampilkan data baik dalam bentuk angka, huruf dan karakter. *Display* LCD 16x2 mempunyai 16 baris kolom dan

mempunyai lebar display 2 baris, dengan 16 pin konektor sehingga biasa disebut dengan LCD karakter (Agung,dkk. 2013).

Gambar 7. LCD (*Liquid Crystal Display)*
(Sumber: Rora,2015)

Material dari LCD ini berupa lapisan dari campuran organic antara elektroda transparan indium oksida dengan lapisan kaca bening dalam bentuk tampilan *seven-segment.* Ketika elektroda tersebut diaktifkan dengan medan listrik, maka molekul organic yang silindris dan panjang akan menyesuaikan diri dengan elektroda pada segmen (Rora,2015).

J. Mikrokontroller Arduino

Arduino Uno merupakan suatu mikrokontroller berbasis ATmega328 yang dapat berinteraksi dengan rangkaian lain melalui input/output (I/O).

Gambar 8. Arduino Uno
(Sumber: Simamora,2017)

Penggunaan Arduino Uno ini juga sangat mudah, pengguna dapat menghubungkannya dengan komputer melalui USB dan dapat langsung memprogramnya sesuai kebutuhan. Untuk menyalakan Arduino Uno ini juga bisa menggunakan baterai maupun adaptor. Arduino Uno ini memiliki 14 pin digital

I/O yang bisa digunakan untuk mengendalikan sensor dan lain-lain (Sinamora, 2017). Arduino Uno328 merupakan chip mikrokontroler yang sudah terintegrasi dengan mikrokontroler ATmega328 yang sudah dilengkapi dengan berbagai fitur yang member kemudahan-kemudahan bagi pemakai. Deskripsi Arduino Uno dapat dilihat pada Tabel 1 .

Tabel 1. Deskripsi Arduino

Mikrokontroler	Atmega328
Operasi Voltage	5V
Input Voltage	7-12 V (Rekomendasi)
Input Voltage	6-20 V (Limits)
I/O	14 Pin (6 untuk PWM)
Arus	50 mA
Flash Memory	32 KB
Bootloader	SRAM 2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan	Hz

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa sebuah Arduino Uno sudah terintegrasi dengan sebuah mikrokontroler ATmega328 dengan tegangan operasi sebesar 5 volt dan penyimpanan memory sebesar 32KB. Hal ini memungkinkan Arduino Uno328 memiliki performa yang cukup baik dalam menjalankan eksekusi program yang sudah dirancang (Yulkifli, dkk, 2014).

K. Warna

Warna merupakan identifikasi suatu objek. Suatu warna akan terlihat jika adanya cahaya yang mengenai suatu benda. Namun, tidak semua warna yang

dapat diidentifikasi oleh mata kita. Warna-warna menurut spektrum warna sinar tampak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spektrum Warna

Warna	Panjang Gelombang (nm)
Ungu	380 – 435
Biru	435 – 500
Cyan (Biru)	500 – 520
Hijau	520 – 565
Kuning	565 – 590
Orange	590 – 625
Merah	625 - 740

(Bako, 2017)

L. Pewarna Makanan

Pewarna makanan memegang peranan pernting dalam hal penampilan makanan, karena meskipun suatu makanan itu lezat namun penampilan tidak menarik ketika disajikan, akan menghilangkan selera dari konsumen (Moehyi,1992). Pewarna makanan ada yang dari bahan alami, ada pula dari bahan kimia. Biasanya pewarna alami terbuat dari tumbuh-tumbuhan, namun pewarna alami ini memiliki tingat kestabilan warna yang rendah dan kurang cerah. Pewarna makanan dari bahan kimia sangat memiliki kelebihan tertentu, dimana pewarna sintetik ini memiliki kestabilan warna yang bagus, harganya murah, dan walaupun digunakan sedikit warna yang dihasilkan sudah baik. *Brilliant Blue* merupakan zat pewarna yang termasuk *triphrnylmethane dye*, yang merupakan tepung berwarna ungu. Zat pewarna ini jika dilarutkan kedalam air akan menghasilkan warna hijau kebiruan, bisa larut dalam gliserol dan glikol, dan agak larut dalam alkohol 95%. Zat pewarna ini tahan terhadap asam asetat, namun agak luntur tehadap cahaya

Aturan penggunaan zat pewarna di Indonesia telah diatur dalam SK Mentri Kesehatan RI tanggal 22 Oktober 1973 No. 11332/A/SK/73, zat pewarna yang diizinkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Zat pewarna bagi makanan dan minuman yang diizinkan di Indonesia

Warna	**Nama**	**Nomor indeks nama**
I. Zat warna alam		
Merah	Alkanat	75520
Merah	*Cochineal red* (karmin)	75470
Kuning	*Annato*	75120
Kuning	Karoten	75130
Kuning	Kurkumin	75300
Kuning	Safron	75100
Hijau	Klorofil	75810
Biru	Ultramarin	77007
Coklat	Karamel	-
Hitam	*Carbon black*	77266
Hitam	Besi oksida	77499
Putih	Titanium dioksida	77891
II. Zat warna sintetik		
Merah	*Carmoisine*	14720
Merah	*Amaranth*	16185
Merah	*Erytrosim*	45430
Oranye	*Sunsetyellow FCF*	15985
Kuning	*Tatrazine*	19140
Kuning	*Quineline yellow*	47005
Hijau	*Fast Green FCF*	42053
Biru	*Brilliant blue FCF*	42090
Biru	*Indigocarmine (indigotine)*	42090
Ungu	*Violet GB*	42640

(MenKes RI,1973)

Zat pewarna makanan yang diizinkan dalam penggunaannya dalam makanan dikenal dengan *permitted color* atau *certified color.* Penggunaan zat pewarna ini juga harus menjalani tes dan prosedur penggunaan yang disebut dengan proses sertifikasi.ditetapkan bahwa kandungan arsen tidak boleh lebih dari 0.00014% dan timbal tidak boleh dari 0.001%, dan tidak boleh ada logam berat lainnya (EBOOKPANGAN.COM,2006).

Pemakaian zat warna dalam industri pangan memiliki ketentuan agar tidak menyebabkan efek samping bagi tubuh. Penggunaan zat pewarna sintetis yang diperbolehkan pada industri pangan yaitu jumlahnya tidak boleh lebih dari 100 mg/kg produk. Jumlah pemakaian yang dibolehkan dalan industri pangan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pemakaian zat warna sintetis dalam industri pangan

No.	Jenis Makanan	Rata-rata Pemakaian (mg/kg)
1.	Minuman ringan	50
2.	Es loli	70
3.	Sugar confectionery	100
4.	Preserved dan table jellies	70
5.	Baked goods – cake dan biskuit	60
6.	Kalengan buah-buahan dan sayuran	70
7.	Sosis	10
8.	Ikan asap	30
9.	Instant desserts	50
10.	Produk-produk susu – yogurt	20

(EBOOKPANGAN.COM,2006)

M. Zat Terlarut

Zat terlarut *(solute)* merupakan tat-zat yang memiliki fasa padat dan gas, sedangkan yang berfasa cair dikatakan sebagai pelarut. Suatu zat dikatakan sebagai pelarut apabila memiliki komposisi yang lebih banyak dibandingkan jumlah zat terlarut yang paling menentukan sifat larutan. Pada pembuatan sirup jumlah gula lebih banyak dari jumlah air tetapi air tetap dikatakan sebagai pelarut karena dapat mempertahankan keadaan fisiknya sedangkan gula atau sukrosa disebut sebagai zat terlarut karna tidak dapat mempertahankan sifat fisik.

Untuk menyatakan jumlah atau banyak zat terlarut dalam suatu larutan digunakan istilah konsentrasi. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk menyatakan konsentrasi zat terlarut di dalam larutan.

a. Persen massa

$$\%massa = \frac{massa\ komponen}{massa\ campuran} \times 100\% \quad (3)$$

b. Persen Volume

$$\%massa = \frac{volume\ komponen}{volume\ campuran} x100\% \quad (4)$$

Konsentrasi suatu larutan dari dua cairan dinyatakan sebagai presentasi volume. Hal ini bisanya dijumpai pada konsentrasi minuman beralkohol.

c. Molalitas

Kemolalan menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam 1 kg pelarut.

$$m = \frac{mol\ zat\ terlarut}{1\ kg\ pelarut} \quad (5)$$

$$m = \frac{mol\ zat\ terlarut}{1000\ g\ pelarut} \quad (6)$$

$$m = \frac{\frac{g}{Mr}}{\frac{P}{1000}} \quad (7)$$

$$m = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{P} \quad (8)$$

Dengan Mr adalah massa molar dan P adalah berat pelarut (gram)

d. Molaritas

Molaritas atau kemolaran adalah salah satu cara untuk menyatakan konsentrasi (kepekatan) larutan yang dinyatakan sebagai M. Kemolaran menyatakan jumlah mol zat terlarut dalamtiap liter lerutan, atau jumlah mmol zat terlarut dalam ml larutan.

$$M = \frac{n}{v} molL^{-1} \text{ atau } M = \frac{n}{v} mmolmL^{-1} \quad (9)$$

Dengan M adalah molaritas, n adalah jumlah mol terlarut., dan v adalah volume larutan.

Molaritas atau kemolaran dapat diturunkan melalui proses pengenceran dengan konsekuensi akan terjadi perubahan volume larutan. Proses pengenceran dilakukan dengan cara menambah air murni (*aquades*) ke dalam larutan sehingga didapat kemolaran yang diinginkan. Proses pengenceran dapat dilakukan dengan cara mengikuti formulasi sebagai berikut :

$$V_1 M_1 = V_2 M_2 \quad (10)$$

Dengan V_1 adalah volume mula-mula dalam satuan liter atau milliliter (l atau ml), M_1 adalah molaritas mula-mula dalam $molL^{-1}$ atau $mmolmL^{-1}$, V_2 adalah volume setelah pengenceran dalam l atau ml dan M_2adalah molaritas setelah pengenceran dalam $molL^{-1}$ atau $mmolmL^{-1}$.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap alat *colorimeter* terhadapat *spektrofotometer uv-vis* dapat dikemukakan beberapa kesimpulan dari penelitian yaitu :

1. Spesifikasi performansi alat *colorimeter* dari dua bagian, bagian pertama yaitu bagian mekanik dan bagian kedua yaitu bagian rangkaian elektronik. Bagian mekanik terdiri dari tempat dudukan sampel, arduino, sensor *photodioda, LCD, LED,* dan *pushbutton.* Bagian rangkaian elektronik meliputi penyusun sistem alat *colorimeter* seperti rangkaian sensor *photodioda,* rangkaian *LCD,* rangkaian *pushbutton,* rangkaian *LED,* dan board arduino.
2. Hasil spesifikasi desain alat *colorimeter* ini adalah sebagai berikut:
   a. Ketepatan dari alat *colorimeter* ini cukup baik, dimana persentasi kesalahan rata-rata 1,7434 % dengan persentasi ketepatan 93,266%
   b. Ketelitian rata-rata dari alat *colorimeter* juga cukup baik. Untuk pengukuran penyerapan dari variasi konsentrasi diperoleh ketelitian rata-ratanya adalah 1 dengan standar deviasi rata-rata 0 dan kesalahan relatif rata-rata 0%

B. Saran

Berdasarkan hasil yang telah dicapai dan kendala yang ditemukan dalam penelitian, sebagai saran untuk tindak lanjut dan pengembangan daalam penelitian ini yaitu:

1. Alat *colorimeter* ini dapat digunakan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika sebagai sarana eksperimen menentukan penyerapan warna dari suatu larutan.
2. Sensor *photodioda* memiliki kesensitifitas tinggi pada cahaya merah.
3. Desain mekanik *Colorimeter* dikembangkan agar bentuknya lebih efisien dan lebih mudah mengatur posisi peletakan sampel agar tidak terjadinya faktor penghambat yang dapat mempengaruhi proses pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

Agung, Fajri Septia, M.Farhan, Rachmansyah. 2013. *Sistem Deteksi Asap Rokok Pada Ruangan Bebas Asap Rokok dengan Keluaran Suara.*.

Anggoro, D., Rezki, S., dan MZ, Siswarni, 2015, *Ekstraksi Multi Tahap Kurkumin dari Temulawak (Curcuma xanthorriza Roxb) Menggunakan Pelarut Etanol*, Junral Teknik Kimia USU, Vol 4, No.2.

Bako, Evi Syukriah. 2017. *Sistem Perancangan Alat Ukur Warna Menggunakan Sensor LDR Berbasis Arduino.* Medan: Universitas Sumatera Utara

Budiarso, Zuly dan Eddy Nurraharjo. 2011. *Sistem Monitoring Tingkat Ketinggian Air Bendungan Berbasis Mikrokontroller*. Jurnal Dinamika Informatika Vol 3,No 1

Day, R.A dan A.L Underwood. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Semarang: Universitas Diponegoro.

EBOOKPANGAN.COM. 2006. *Pewarna Makanan.* Diakses dari http://tekpan.unimus.ac.id/wp-content/uploads/2013/07/PEWARNA-PANGAN.pdf

Evan, Edy dan Eddy Wijayanto. 2014. *Rotary light Emitting Diode Display dengan Sistem RGB.* Jakarta : Universitas Kristen Krida Wacana.

Handayani, Linda. 2015. *Desain Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Sensor Cahaya Photodiode Berbasis Mikrokontroller AT Mega 328.* Bandung : SNIPS 2015.

J.Besset, R.C et.al.1991. *Buku Ajar Vogel: Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik terjemahan dari Vogel's Textbook of Quantitative Inorganic Analysis Including Elementary Instrumental Analysis, penerjemah: A. Hadyana P. dan Ir. L. Setiono)*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. ISBN 979-448-228-5.

Jefriyanto, Wilson. 2017. *Rancang Bangun Kalorimeter Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.* Bandung: ITB.

Kehoe, Eric dan R. Lee Penn. 2013. *Introducing Colorimetric Analysis with Camera Phones and Digital Cameras: An Activity for High School or General Chemistry*. United States: University of Minnesota.

Kirkup, L. 1994. *Experimental Method An Introduction to The Analysis and Presentation of Data. John Willey & Sons* : Singapore

Mentri Kesehatan Republik Indonesia. 1973. *Peraturan Mentri Kesehatan No. 11332/A/SK/73 tentang Penggunaan Zat Pewarna.* Jakarta: Departemen Kesehatan

Moehyi, Sjahmien. 1992. *Penyelenggaraan Makanan Institusi dan Jasa Boga.* Jakarta: Bhatara

Rivia, Nunung. 2016. *Pembuatan Alat Ukur Momen Inersia Benda Digital Menggunakan Sensor Optocoupler.* Skripsi. Tidak diterbitkan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Padang: Padang.

Rohman, Abdul. 2007. *Kimia Farmasi Analisis.* Yogyakarta: Pustaka Belajar.

Rora, Marchi. 2015. *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Makanan Yang Mengandung Formalin Berbasis Deret Sensor*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya

Tribowo, Imam Pracoyo. 2013. *Prototype Sistem Penerangan Lampu Otomatis Menggunakan DS 1307 Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16. Jurnal Infotekmesin Vol. 7 No. 1 Januari 2014.*

Yulkifli, Nurry Putri Tissos, Zulhendri Kamus. 2014. *Pembuatan Sistem Pengukuran Viskositas Fluida Secara Digital Menggunakan Sensor Efek Hall Ugn3503 Berbasis Arduino Uno328. Jurnal Sainstek Vol. VI No. 1: 71-83 Juni 2014.*

Yulkifli. 2011. *Sensor Fluxgate.* Batusangkar: STAIN Batusangkar Press.

Yulkifli, Yohandri, dan Rahmi Kurniati. 2017. *Development of Digital Viscometer Basedon Sensor Technology and Microcontroller. International Conference on Mathematics and Natural Sciences (IconMNS 2017).* Padang: Universitas Negeri Padang.