

STUDI AWAL RANCANG BANGUN *COLORIMETER* MENGUNAKAN SENSOR OPT101 BERBASIS SISTEM ANDROID DENGAN *DISPLAY SMARTPHONE*

Habibi Putra dan Yulkifli *

Program Studi S1 Fisika FMIPA, Universitas Negeri Padang

*E-mail korespondensi: yulkifliamir@gmail.com

ABSTRACT

Colorimeter is a color measuring device that is a tool that can distinguish colors based on the value of the output produced. In this study a colorimeter device was made using the OPT101 sensor, an analog sensor based light detector. OPT101 sensor has characteristics if the intensity of light received is getting brighter, the greater the sensor output value and vice versa. Because of the characteristics of the sensor like that, this sensor can be used as a measuring instrument to determine the concentration of a food coloring agent. This study aims to look at investigating the relationship between the concentration value of a dye solution to the OPT101 sensor response value contained in the colorimeter tool. The dyes used are red (metile red) and blue (brilliant blue) with 10 different variations of concentration, with a range of 0.01% -0.1%. After the measurement experiments were carried out on the sample, the results obtained were almost the same as the theory, namely the relationship between the concentration value was inversely proportional to the value of the sensor output. The inverse relationship means that the more concentrated a dye solution is, the more the light intensity penetrates the substance or dims. So that the OPT101 sensor detects a dimmer light source, the sensor output value gets smaller, because the relationship of the sensor output value is directly proportional to the intensity of the received light. Based on the measurements that have been made, the results of sensor response values are obtained for the red sample with a range of data from 276,698 decreasing to 240,762, while for the blue sample from the range 9,828 it decreases to 8.75. The value for the blue sample is much smaller because the blue sample is much thicker than the red sample.

Keywords: Colorimeter, NodeMCU, Sensor OPT101, Smartphone, Spectrometer UV-Vis

ABSTRAK

Colorimeter merupakan alat ukur warna yaitu alat yang dapat membedakan warna berdasarkan nilai output yang dihasilkan. Pada penelitian ini alat colorimeter yang dibuat menggunakan sensor OPT101, yaitu detektor cahaya berbasis sensor analog. Sensor OPT101 memiliki karakteristik jika intensitas cahaya yang diterima semakin terang, maka semakin besar pula nilai keuaran sensor dan begitu juga sebaliknya. Sehingga karena karakteristik dari sensor seperti itu, maka sensor ini dapat digunakan sebagai alat ukur untuk menentukan kadar kepekatan suatu zat pewarna makanan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat menyelidiki hubungan antara nilai konsentrasi suatu larutan pewarna terhadap nilai respon sensor OPT101 yang terdapat pada alat colorimeter. Zat pewarna yang digunakan yaitu warna merah (metile red) dan warna biru (brilliant blue) dengan 10 variasi konsentrasi berbeda, dengan rentang 0.01%-0.1%. Setelah percobaan pengukuran dilakukan terhadap sampel, didapat hasil yang yang hampir sama dengan teori, yaitu hubungan antara nilai konsentrasi berbanding terbalik terhadap nilai keluaran sensor. Hubungan terbalik tersebut artinya adalah semakin pekat suatu larutan zat warna, maka intensitas cahaya yang menembus zat tersebut semakin berkurang atau meredup. Sehingga sensor OPT101 mendeteksi sumber cahaya yang lebih redup, maka nilai keluaran sensor semakin kecil, karena hubungan nilai keluaran sensor berbanding lurus terhadap intensitas cahaya yang diterima. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, didapat hasil nilai respon sensor yaitu untuk sampel merah dengan rentang data dari 276.698 menurun sampai 240.762, sedangkan untuk sampel biru dari rentang 9.828 menurun sampai 8.75. Nilai untuk sampel biru jauh lebih kecil dikarenakan sampel biru jauh lebih pekat dari sampel merah.

PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang pemahaman, pengamatan, dan gejala-gejala fenomena alam serta termasuk sifat-sifat sistem yang dibuat oleh manusia [1]. Fisika merupakan ilmu dasar karena hukum fisika dapat diterapkan di cabang ilmu lainnya seperti kimia yang mempelajari jenis materi tertentu. Salah satu contohnya pada zat pewarna pada makanan atau minuman. Warna makanan dan minuman tergantung molekul-molekul penyusun dari pewarna yang akan digunakan.

Banyak zat pewarna makanan atau minuman yang beredar dipasaran, tetapi bagi masyarakat awam masih banyak yang tidak mengetahui konsentrasi zat atau dosis aman penggunaan zat pewarna tersebut. Salah satu indikator agar kita dapat mengetahui dosis aman suatu zat warna yang terdapat pada makanan atau minuman yaitu dengan mengukur absorbansi atau penyerapan cahaya yang dihasilkan zat warna tersebut. Sehingga para peneliti menemukan suatu alat bernama Spektrometer UV-Vis yang dapat mengukur nilai absorbansi suatu sampel warna terhadap panjang gelombang sumber cahayanya. Tetapi alat Spektrometer UV-VIS yang ada saat ini, umumnya berukuran besar dan harganya sangat mahal, sehingga perlu dibuat suatu alat instrumen yang lebih praktis dengan harga yang lebih murah, namun fungsinya sama dengan alat spektrometer. Penelitian dikatakan ideal apabila alat instrumen yang digunakan dapat membedakan molekul/jenis warna satu sama lainnya. Sehingga dibutuhkan instrumen yang selektif dan sensitif agar dapat mengurangi gangguan saat pengukuran [2]. *Colorimeter* adalah detektor yang digunakan untuk menentukan konsentrasi dengan analisis intensitas cahaya yang diteruskan oleh larutan [3]. Cahaya yang dipancarkan akan melewati

sampel, sehingga berkas cahaya ditangkap oleh sensor fotodiode. Sensor fotodiode berfungsi untuk mengkonversi cahaya menjadi tegangan output [4].

Sedangkan *Colorimetric* adalah 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 [5].

Peralihan dari suatu sistem manual menjadi sistem digital ini memerlukan sebuah sensor. Secara umum sensor didefinisikan sebagai piranti yang mengubah besaran-besaran *input* fisis seperti magnetik, radiasi, mekanik dan termal atau kimia menjadi besaran listrik sebagai *output*. Sensor adalah suatu piranti yang dapat mengubah besaran fisis menjadi besaran listrik [6]. Salah satu sensor optik yang memiliki fungsi menangkap sinar cahaya yang kemudian diubah menjadi tegangan. Sensor optik juga memiliki fungsi yang berbeda walaupun prinsipnya sama. Salah satu sensor optik yaitu sensor OPT101 yang menangkap cahaya dari suatu sumber, kemudian diolah menjadi tegangan. Nilai sensor keluaran meningkat secara linear terhadap intensitas cahaya. Sensor OPT101 dapat mendeteksi dengan tegangan yang rendah kemudian dikuatkan karena pada sensor OPT101 terdapat penguat tegangan (*amplifier*) [7].



Gambar 1. Sensor OPT101

Pada tahun 2018 telah dilakukan penelitian Kahar, tentang Rancang Bangun

Colorimeter Sebagai Pendeteksi Penyerapan pada Pewarna Makanan Menggunakan Sensor OPT101 berbasis Arduino Uno. Tampilan data hasil pengukuran dari alat masih menggunakan LCD tidak terdapat komunikasi data sehingga kita hanya dapat melihat data pengukuran disekitar alat[8]. Saat ini mulai berkembang teknologi untuk pemantauan jarak jauh. Salah satunya adalah teknologi *Internet of Things*. *Internet of Things* merupakan salah satu telemetri secara *wireless*. Telemetri secara *wireless* mempunyai beberapa keunggulan salah satunya adalah tidak membutuhkan biaya besar jika dibandingkan dengan menggunakan kabel[9]. *Internet of Things* (IOT), merupakan konsep yang bertujuan untuk manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus [10]. Pada penelitian ini hasil monitoring dan pengontrolan dapat dilihat secara realtime pada *smartphone*.

Smartphone merupakan telepon genggam yang memiliki kemampuan tingkat tinggi sehingga dapat dikatakan sebagai komputer mini [11]. Serta untuk proses akuisisi data pada *smartphone*, dibuat suatu aplikasi dengan menggunakan bantuan aplikasi App Inventor untuk memprogram tampilan pada *smartphone*. App Inventor adalah sebuah IDE untuk membuat aplikasi pada *smartphone* Android dengan cara *puzzle click* dan *puzzle drag* [12].

Proses pemograman pada App Inventor dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses pemograman pada App Inventor

Keluaran yang didapat akan dikirimkan dan ditampilkan pada *smartphone* yang telah diproses pada nodeMCU sebelumnya. NodeMCU merupakan sebuah board mikrokontroler dengan berbagai fitur kapabilitas akses terhadap Wi-fi juga chip komunikasi *USB to serial*. Sehingga kita dapat mengirim data via jaringan internet. Arduino menyediakan bahasa pemograman menyerupai C untuk pemograman *board* arduino dan sejenisnya seperti nodeMCU[13].

Pada penelitian ini menggunakan sampel zat pewarna sintetik warna merah (*metil red*) dan warna biru (*brilliant blue*). Sampel merah dan biru digunakan dengan 10 variasi konsentrasi yaitu 0,01%, 0,02%, 0,03%, 0,04%, 0,05%, 0,06%, 0,07%, 0,08%, 0,09% dan 0,1% sehingga kita dapat mendeteksi perubahan nilai sensor dari sampel tersebut. Perubahan warna yang biasanya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang tetapi kita dapat melihat perubahan dari nilai sensor sehingga kita dapat mengetahui tingkat bahaya suatu warna. Hasil pengukuran perubahan dari sampel akan dibandingkan dengan alat ukur standar yaitu *Spektrofotometer UV-Vis* karena alat yang dibuat menggunakan prinsip kerja yang sama untuk langkah penelitian selanjutnya.

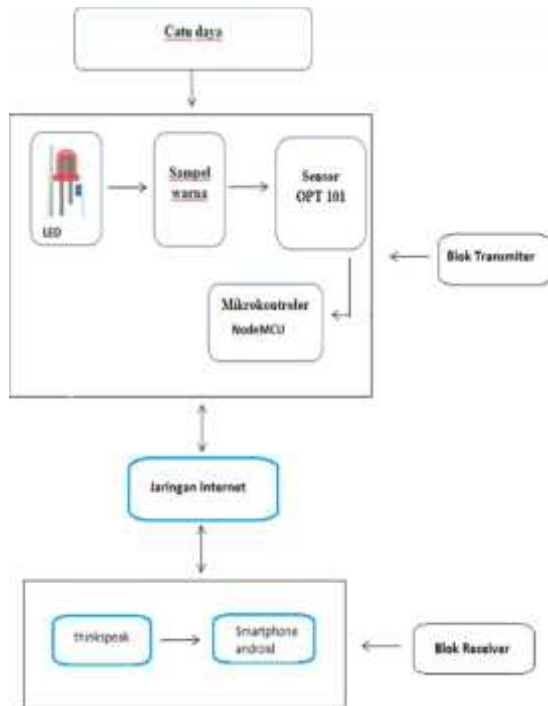
METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen laboratorium. Penelitian ini menghasilkan sebuah alat *colorimeter* yang dapat kita gunakan sebagai alat ukur warna yang dapat menguji bagaimana intensitas warna larutan dari zat pewarna makanan. Selanjutnya, metode penelitian dijelaskan melalui blok diagram sistem, desain mekanik, dan desain perangkat lunak sistem.

Blok Diagram Sistem

Rancang bangun *colorimeter* membutuhkan beberapa rangkaian elektronika dan dibuat berdasarkan sistem yang telah didesain. Dimana rangkaian LED, rangkaian sensor OPT101, mikrokontroler

NodeMCU yang dilengkapi oleh program *software* arduino serta *display* ke *smartphone*. Secara umum blok diagram dari sistem alat *colorimeter* secara keseluruhan dapat diperlihatkan pada Gambar 3.



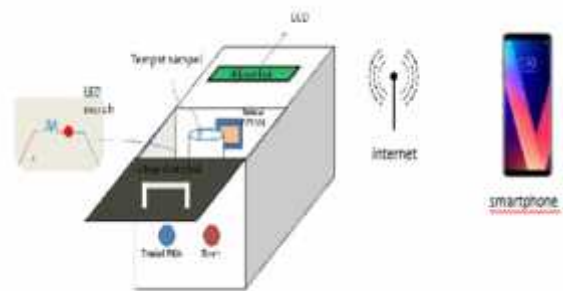
Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem pada Gambar 3, menunjukkan catu daya yang diberikan sebagai sumber masukan untuk LED agar dapat menyala. Catu daya yang digunakan berasal dari *power supply* eksternal. Catu daya yang diberikan sebesar 5 Volt. LED merah karena sensor OPT101 sensitif terhadap cahaya warna merah. Cahaya yang dipancarkan oleh LED merah akan mengenai sampel, kemudian pancaran cahaya yang lolos dari sampel akan diterima oleh sensor OPT101. Setelah itu keluaran tegangan sensor akan diolah menggunakan nodeMCU agar keluaran dari sensor OPT101 berupa nilai respon sensor. Keluaran yang terbaca kemudian akan di-*upload* ke platform ThingSpeak melalui jaringan internet, kemudian data yang ada pada ThingSpeak, di-*download* dengan menggunakan *smartphone* Android dengan bantuan aplikasi akuisisi data yang telah dibuat di App

Inventor. Kemudian data ditampilkan pada *interface* aplikasi tersebut. Data yang tampil dapat dalam bentuk nilai angka dan grafik data, selain itu data yang masuk ke sistem *smartphone* dapat kita simpan dalam bentuk file excel (.csv) yang disusun ke dalam tabel.

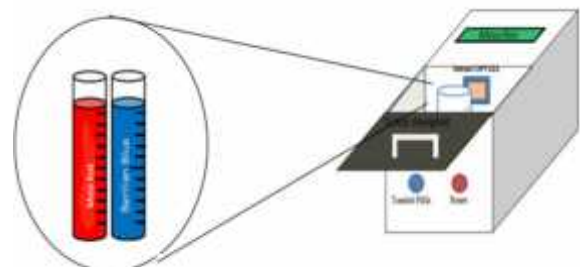
Desain Sistem Mekanis

Rancang bangun *Colorimeter* sebagai pendeteksi pada pewarna makanan seperti pada Gambar 4. Prototipe alat meliputi desain modul pengolahan sinyal yang berfungsi sebagai modul penerima sinyal dari sensor dan sinyal dari sensor dikirim dan diproses di mikrokontroler nodeMCU.



Gambar 4. Rancang Bangun Alat *Colorimeter*

Gambar 4, memperlihatkan tempat rangkaian sensor OPT101, rangkaian LED merah dan tempat sampel yang akan kita deteksi. Sampel yang akan dideteksi dimasukkan kedalam kuvet yang ada dalam kotak dan cara kerja dari alat telah ditanamkan program pada mikrokontroler nodeMCU. Sampel yang akan di uji diletakkan pada tempat dudukan tabung sampel. Peletakan sampel ke dalam alat ukur seperti cara kerja pada Gambar 5.



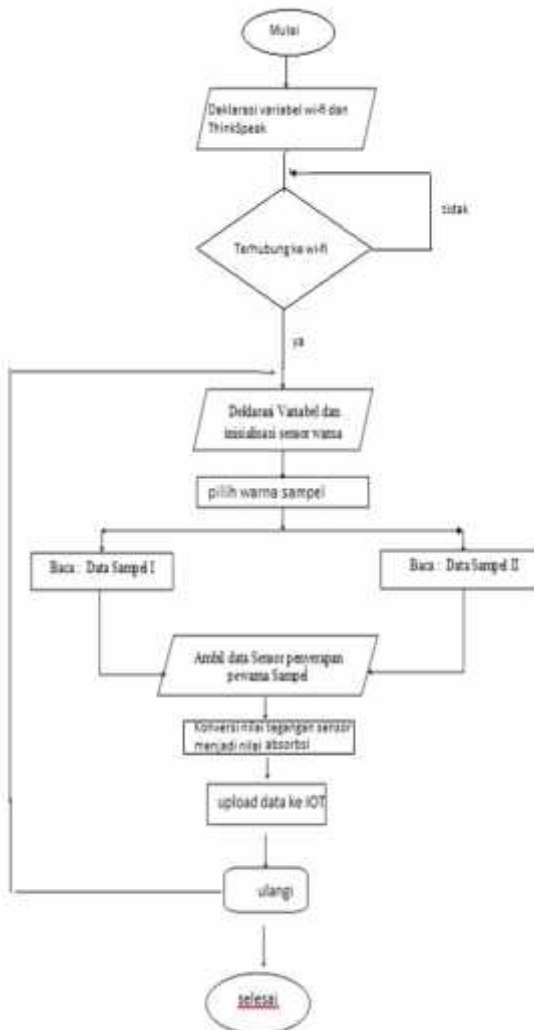
Gambar 5. Tempat peletakan sampel

Gambar 5 terdapat sampel *Metil Red* dan *Berlian Blue* yang mana salah satunya dimasukkan kedalam kuvet yang ada pada

alat ukur *Colorimeter* dan mengukur penyerapan dari sampel tersebut.

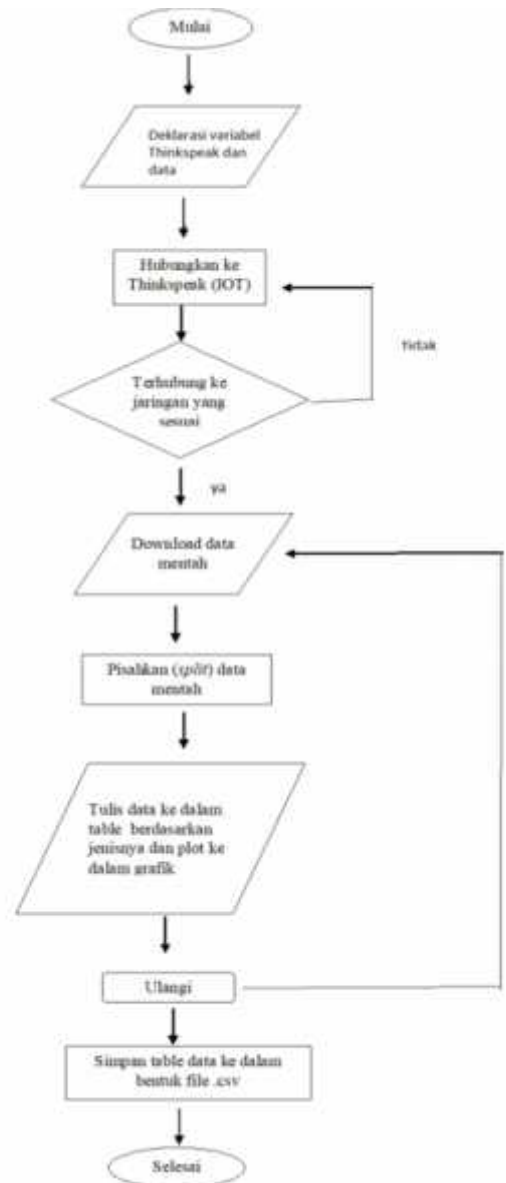
Desain Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang ditanam pada mikrokontroler nodeMCU merupakan sebuah pemrograman berbasis arduino IDE. Proses kerja program dapat dilihat seperti *flowchart* pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir kerja sistem nodeMCU

Selanjutnya untuk pembuatan aplikasi untuk sistem akuisisi data dari alat *colorimeter* ke *smartphone*, pemrograman untuk pembuatan aplikasi tersebut menggunakan App Inventor. Rancangan alur kerja dari aplikasi ini dapat dilihat pada *flowchart* seperti Gambar 7.



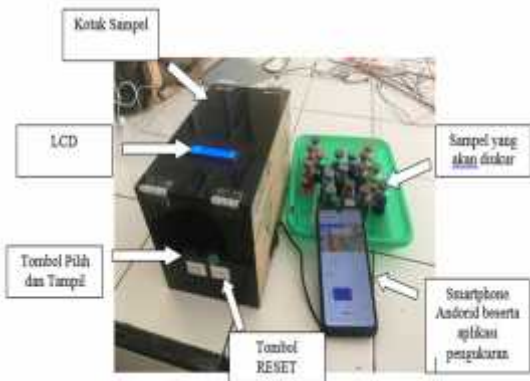
Gambar 7. Diagram alir kerja aplikasi sistem akuisisi data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Alat

Alat *colorimeter* yang dibuat menggunakan bahan akrilik berbentuk balok dengan ukuran panjang 25 cm, lebar 15 cm dan tinggi 17 cm. Pada alat dipasang sebuah *display* digital yang hanya berfungsi untuk menampilkan data pengukuran secara langsung dan juga 2 tombol yang berfungsi mengatur pemilihan kerja alat. Selain itu, juga terdapat *smartphone* android yang telah di-install aplikasi akuisisi data, digunakan untuk penampilan data dalam bentuk angka

dan grafik, dan juga proses perekaman data yang dapat dilakukan dari jarak jauh karena adanya koneksi internet. Hasil rancangan alat ukur dapat dilihat pada Gambar 8.

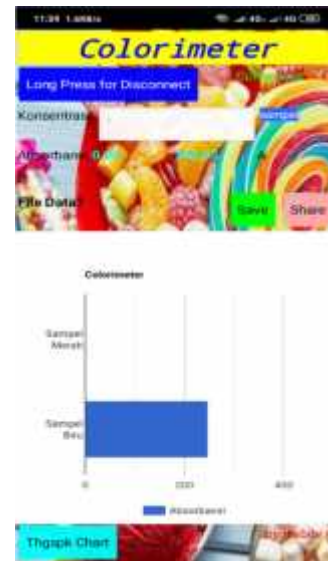


Gambar 8. Alat colorimeter menggunakan sensor OPT101.

Pada bagian dalam alat ini, terdapat 2 ruangan, yaitu ruang berbagai rangkaian komponen elektronik dan ruang peletakan sampel untuk melakukan pengukuran dengan menggunakan sensor OPT101 dan lampu LED merah. Alat ini dilengkapi dengan sistem *input* dan *output* serta *transmitter* dan *receiver*. *Input* terdiri tombol pilih mode pengukuran jenis sampel dan tombol *reset* sedangkan *output* merupakan *smartphone*. *Transmitter* yaitu mikrokontroler nodeMCU yang mengirim data ke *platform* ThinkSpeak via jaringan internet sedangkan *receiver* adalah *smartphone* android dengan aplikasi sistem akuisisi data yang telah dibuat dengan App Inventor.

Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266. NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul Wi-Fi sehingga dapat mengakses jaringan internet. NodeMCU diprogram menggunakan Arduino IDE untuk dapat tersambung ke pemancar Wi-Fi sehingga dapat mengakses internet. Data dikirim dari NodeMCU ESP8266 ke server thingspeak. Kemudian dengan menggunakan *smartphone* android dengan aplikasi sistem akuisisi data yang telah dibuat dengan App Inventor, melakukan proses download data dari server ThingSpeak, agar data yang tampil pada *smartphone* dapat

disimpan dan *update* secara *realtime*. *Interface* aplikasi akuisisi data pada *smartphone* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. *Interface* aplikasi pada *Smartphone*

Data Pengukuran

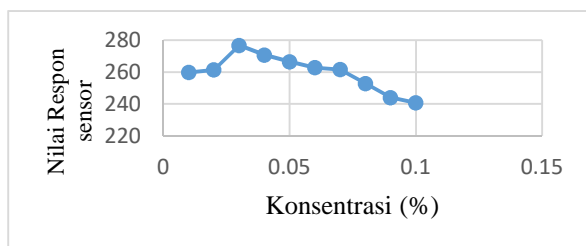
Tabel 1. Data pengukuran sampel merah dengan 10 variasi konsentrasi

No.	Konsentrasi Sampel Merah (%)	Nilai Respon sensor
1	0.01	259.737
2	0.02	261.342
3	0.03	276.698
4	0.04	270.625
5	0.05	266.421
6	0.06	262.758
7	0.07	261.584
8	0.08	252.836
9	0.09	244.037
10	0.1	240.762

Studi awal rancang bangun alat Colorimeter ini menentukan besar perubahan nilai respon sensor terhadap perubahan konsentrasi pewarna makanan. Percobaan pengukuran menggunakan 2 jenis sampel pewarna makanan yaitu sampel berwarna merah (*Metil Red*) dan sampel berwarna biru (*Berilliant Blue*). Pengukuran dilakukan dengan melarutkan zat warna dengan variasi

konsentrasi dari 0.01% sampai dengan 0.1%. Sehingga data hasil pengukuran yang baca oleh sensor OPT101 berdasarkan sinar LED yang lolos melalui sampel. Sinyal keluaran sensor tersebut diproses pada mikrokontroler nodeMCU sehingga mendapatkan nilai angka yang dapat dibaca. Percobaan pengukuran untuk sampel pertama yaitu sampel berwarna merah, hasil data pengukuran dapat dilihat seperti pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 diatas, kemudian diplot ke dalam bentuk grafik untuk melihat hubungan antara nilai konsentrasi sampel terhadap nilai keluaran sensor seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik hubungan nilai konsentrasi terhadap nilai keluaran sensor.

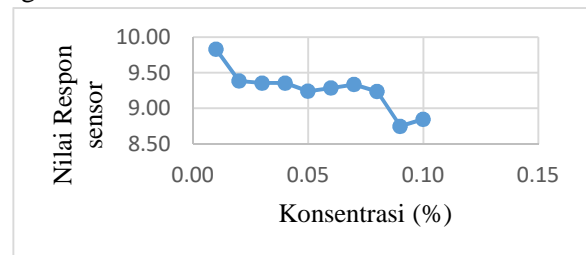
Berdasarkan Gambar 10, terlihat bahwa mayoritas data semakin pekat/semakin besar konsentrasi larutan sampel warna merah, maka semakin kecil nilai keluaran atau respon sensor.

Selanjutnya untuk pengukuran sampel kedua yaitu sampel biru, hasil data pengukuran dapat dilihat seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Data pengukuran sampel biru dengan 10 variasi konsentrasi

No.	Konsentrasi Sampel Biru (%)	Nilai Respon sensor
1	0.01	9.8280
2	0.02	9.3842
3	0.03	9.3553
4	0.04	9.3553
5	0.05	9.2410
6	0.06	9.2864
7	0.07	9.3353
8	0.08	9.2375
9	0.09	8.7488
10	0.1	8.8490

Berdasarkan Tabel 2. diatas, kemudian diplot ke dalam bentuk grafik untuk melihat hubungan antara nilai konsentrasi sampel terhadap nilai keluaran sensor seperti pada gambar 11.



Gambar 11. Grafik hubungan nilai konsentrasi terhadap nilai keluaran sensor

Berdasarkan Gambar 11, terlihat bahwa mayoritas data semakin pekat/semakin besar konsentrasi larutan sampel warna merah, maka semakin kecil nilai keluaran atau respon sensor.

Berdasarkan data dan grafik dari kedua jenis sampel terlihat bahwa pada titik konsentrasi tertentu, nilai keluaran atau respon sensor tidak linear. Hal ini mungkin disebabkan oleh sensitivitas sensor yang kurang stabil sehingga diperlukan jenis sensor yang lebih stabil untuk melakukan pengukuran.

KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan pengukuran yang dilakukan, maka didapatkan hasil yang hampir sama dengan teori yang ada yaitu bahwa nilai keluaran atau respon dari sensor OPT101 umumnya berbanding terbalik terhadap nilai konsentrasi atau kepekatan warna dari larutan zat warna sampel. Semakin pekat suatu larutan zat warna, maka intensitas cahaya yang menembus zat tersebut semakin meredup, maka nilai keluaran sensor semakin kecil, karena hubungan nilai keluaran sensor berbanding lurus terhadap intensitas cahaya yang diterima. Dengan variasi konsentrasi 10 variasi konsentrasi berbeda, dengan rentang 0.01%-0.1%. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, didapat hasil nilai respon sensor yaitu untuk sampel merah dengan

rentang data dari 276.698 menurun sampai 240.762, sedangkan untuk sampel biru dari rentang 9.828 menurun sampai 8.75. Nilai untuk sampel biru jauh lebih kecil dikarenakan sampel biru jauh lebih pekat dari sampel merah. Selain itu, jenis sensor yang digunakan untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya jenis sensor yang lebih stabil lagi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kemenristek Dikti RI atas Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi 2019, Ketua Tim Dr. Yulkifli, M.Si., No. Kontrak : 425/UN35.13/LT/2019.

DAFTAR PUSTAKA

1. Gadrave, I. 2009. *Modern Teaching of physics*. United Kingdom: Global Media.
2. Doebelin, Ernest. O. 1992. *Sistem Pengukuran Aplikasi dan Perancangan*. Jakarta: Erlangga
3. Anggoro, Cosmas Jerry. 2016. *Identifikasi dan Pengukuran Konsentrasi Pewarna Merah dalam Sampel Minuman Menggunakan Detektor Emission Spectrometer dan Colorimeter*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
4. Yulkifli, P Kahar, R Ramli, S B Etika, dan C Imawan. Development of color detector using colorimetry system with photodiode sensor for food dye determination application. IOP Conf. Series: *Journal of Physics: Conf. Series* **1185** (2019) 012031. doi:10.1088/17426596/1185/1/012031
5. J. Basset, 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.
6. Yulkifli. 2011. *Sensor Fluxgate*. Batusangkar: STAIN Batusangkar Press
7. Sugito, Heri, dkk. 2011. *Aplikasi Sensor OPT 101 sebagai Pendeteksi Intensitas Cahaya Untuk Rancang bangun Densitometer Berbasis Mikrokontroler ATmega8535*. Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA UNDIP : Semarang.
8. Kahar, Puja.2019. Studi Awal Rancangan Alat Colormeter Menggunakan Sensor Opt101 Untuk Menentukan Serapan Ekstrak Pewarna Alami Berbasismikrokontroler Arduino. *Pillar of Physics*, Vol. 12 No. 1, April 2019, 1 – 7, Padang:Universitas Negeri Padang
9. Yulkifli, Yohandri, dan Zurian Affandi. 2016. Pembuatan Sistem Pengiriman Data Menggunakan Telemetry Wireless untuk Detektor Getaran Mesin dengan Sensor Fluxgate. *Jurnal Ilmiah SETRUM*. Vol. 5 (2), 57-61. p-ISSN : 2301-4652/e-ISSN : 2503-068X
10. Khoir, M. Mufidul. 2018. Rancang Bangun Alat Monitoring Pasang Surut Air Laut Berbasis Internet of Thing (IoT). *Skripsi*. Universitas Islam Sunan Ampel Surabaya: Surabaya
11. Allen, Sarah,Vidal Graupera, Lee Lundringan.2010. *Pro Smartphone Cross-Platform Development : iPhone,Blackberry,Windows Mobile and Android Development And Distribution*. United States: Apress
12. Wihidayat, Maryono.2017. Pengembangan Aplikasi Android Menggunakan *Integrated Development Environment* (Ide) App Inventor 2. *Jurnal Ilmiah Edutic /Vol.4, No.1, November 2017*. Surakarta:Universitas Sebelas Maret
13. Javed,Adeel.2016 *.Building Arduino Projects for The Internet of Things*. United States : Apress



Artikel ini menggunakan lisensi [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)