

Rancang Bangun Kolorimeter Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno

Wilson Jefriyanto ^{1,a)}, Myo Myint Shein ^{1,b)}, Abdul Rajak ^{2,c)} Mitra Djamal ^{1,d)}

¹Laboratorium Elektronika,
Kelompok Keilmuan Fisika Teoretik Energi Tinggi dan Instrumentasi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Laboratorium Material Elektronik,
Kelompok Keilmuan Fisika Material Elektronik,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)}wilsonjefriyanto@gmail.com(corresponding author)

^{b)}myomyintshein95@gmail.com

^{c)}rajak.fisika@gmail.com

^{d)}mitra@fi.itb.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan analisis kolorimetri menggunakan alat kolorimeter berbasis mikrokontroler arduino Uno. Kolorimetri merupakan metode perbandingan menggunakan perbedaan warna, yang dapat menentukan kadar ion logam dalam sampel padatan maupun cairan. Pada umumnya, analisis kolorimetri menggunakan spektrometer UV-Vis. Namun, untuk analisis alat ini tergolong mahal, sehingga sangat jarang digunakan dalam kegiatan praktikum. Pada penelitian ini, telah dirancang sebuah kolorimeter yang dapat mengukur frekuensi dari sebuah spektrum warna yang dideteksi oleh sensor TCS 3200 dan arduino Uno sebagai mikrokontroler. Sampel yang digunakan untuk pengamatan yaitu larutan benedict berwarna biru dengan variasi konsentrasi larutan 100%, 50%, 33%, 25%, 20% dan 17%. Dari data hasil pengukuran, terlihat bahwa semakin rendah konsentrasi dari benedict, maka semakin rendah frekuensinya. Nilai frekuensi ini, berbanding lurus dengan intensitas cahaya. Adapun data absorbansi spektrometer UV-Vis menunjukkan penyerapan larutan benedict pada spektrum merah lebih tinggi dari spektrum yang lain. Data ini juga sesuai dengan hasil pengukuran kolorimeter yang telah dibuat, sehingga alat ini dapat dijadikan sebagai instrumen pengamatan awal untuk analisis kolorimetri.

Kata-kata kunci: *Kolorimetri, Mikrokontroler Arduino UNO, Spektrometer UV-Vis, Sensor TCS 3200*

PENDAHULUAN

Suatu material dapat dianalisis berdasarkan sifat kimia dan bentuk fisiknya. Dari karakteristik sifat kimia dapat dilihat dari dua bidang analisis, yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Identifikasi zat – zat yang ada dalam suatu sampel merupakan bagian dari analisis kualitatif. Sedangkan analisis kuantitatif berkaitan dengan penetapan banyaknya zat yang terkandung di dalam suatu sampel yang akan diamati. Beberapa teknik analisis kuantitatif yang umum digunakan di dalam laboratorium antara lain : analisis gravimetri, titrasi, dan kolorimetri. Kolorimetri adalah suatu teknik analisis kuantitatif yang digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu zat berdasarkan intensitas cahaya warna larutan [3]. Jadi analisis ini khusus untuk jenis sampel yang berwarna.

Kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan mendorong ditemukannya alat yang semakin canggih untuk analisis kimia seperti analisis kolorimetri. Alat yang digunakan dalam analisis kolorimetri diantaranya spektrometer UV-Vis dan kolorimeter. Keberadaan alat – alat praktikum yang canggih cenderung menimbulkan permasalahan dalam hal pengadaan untuk kebutuhan laboratorium. Misalnya saja di labrotorium sekolah menengah jarang ada yang memiliki alat karekterisasi tersebut. Hal ini dikarenakan harganya yang relatif mahal, sehingga praktikum menjadi terbatas padahal kegiatan praktikum sangat dibutuhkan untuk menunjukkan sifat kimia dan fisika secara nyata. Pengembangan teknik analisis kolorimetri telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan menggunakan alat yang sederhana dan relatif mudah penggunaannya. Beberapa contoh diantaranya yaitu telah dilakukan penelitian dengan menggunakan alat scanner dan teknik pencitraan digital dari sampel larutan pewarna makanan [4, 6]. Namun, alat ini masih kurang praktis dalam pembuatannya, karena alat scanner relatif lebih mahal dibandingkan dengan sensor-sensor yang ada saat ini.

Sensor-sensor telah banyak mengalami perkembangan dengan harga yang relatif lebih murah dengan sensitivitas yang cukup baik. Dengan menggunakan sensor-sensor ini, sangat membantu dalam analisis suatu larutan, dan lebih sederhana dibandingkan dengan alat-alat penelitian sebelumnya. Untuk itu, pada penelitian ini dirancang suatu alat untuk analisis kolorimetri yaitu kolorimeter dengan menggunakan arduino Uno sebagai mikrokontroler.

DASAR TEORI

Hukum Lambert Beer

Lambert (1760) menyelidiki hubungan terhadap intensitas cahaya mula-mula sebelum melewati sampel (I_0) dan intensitas cahaya yang ditransmisikan ketika melewati sampel (I) terhadap tebal media. Di samping itu, Beer (1852) memberikan suatu hukum yang menunjukkan hubungan antara I dan I_0 terhadap kepekatan (c). Gabungan dari kedua hukum ini dikenal sebagai hukum Lambert-beer yang menyatakan : “Bila suatu cahaya monokromator melalui suatu media yang transparan, maka bertambah atau turunnya intensitas cahaya yang diteruskan sebanding dengan ketebalan dan kepekatan media” [7].

$$A = \epsilon l c \quad (1)$$

- A : absorbansi,
 l : panjang lintasan (cm)
 ϵ : absortivitas /tetapan serapan (L/mol cm)
 c : konsentrasi dari zat yang mengabsorpsi (mol/L)

Nilai suatu absorbansi dan absortivitas tergantung pada panjang gelombang. Jika I adalah intensitas cahaya setelah melewati sampel dan I_0 adalah besarnya intensitas cahaya yang terdeteksi ketika konsentrasi dari bahan yang menyerap bernilai nol, fraksi cahaya yang ditransmisikan (T) dirumuskan oleh:

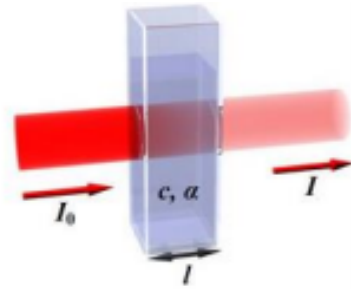
$$T = I/I^0 = 10^{-A} = 10^{-\epsilon l c} \quad (2)$$

Nilai absorpsi (A) diberikan oleh [5]:

$$A = -\log_{10} T = \log_{10} I_0 / I = c \quad (3)$$

Persamaan untuk menghitung transmitansi (T) [1] :

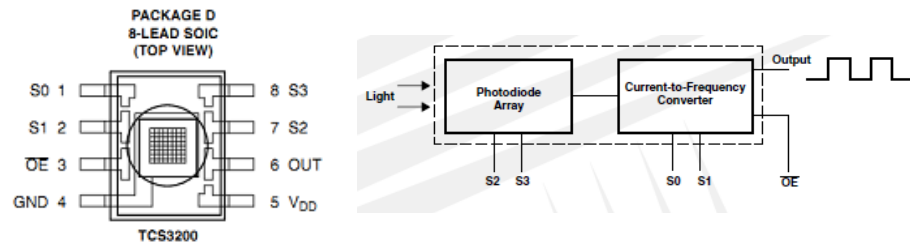
$$T = I/I^0 \times 100 \% \quad [5] \quad (4)$$



Gambar 1. Hukum Lambert Beer

Metode kolorimetri merupakan metode spektroskopi berdasarkan panjang sinar tampak oleh suatu larutan berwarna, dan hanya senyawa berwarna yang dapat dianalisis dengan metode ini. Senyawa tak berwarna dapat dibuat berwarna dengan pereaksi yang menghasilkan senyawa berwarna [2].

Sensor warna TCS 3200 diprogram dengan konverter dari bentuk cahaya ke bentuk frekuensi yang menggabungkan dioda silikon dan konverter arus ke frekuensi pada IC CMOS monolitik. Bentuk luarnya adalah gelombang kotak (50% duty cycle) dengan frekuensi berbanding lurus dengan intensitas cahaya [9].



Gambar 2. Sensor dan *Functional Block Diagram* TCS 3200

Proses data menggunakan mikrokontroler seperti arduino Uno. Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Mikrokontroler ini memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuanya bekerja. Arduino Uno menggunakan Atmega328 yang diprogram sebagai *USB to serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB [10].



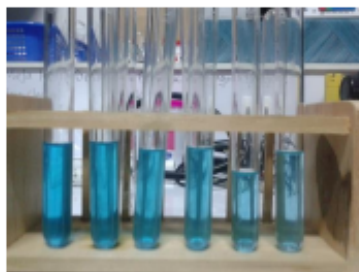
Gambar 3. Arduino UNO R3

Sebagai keluaran dari arduino, agar mudah dibaca dan dioperasikan maka diperlukan sistem antar muka (*interface*) pada komputer dengan menggunakan program *Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench* (labVIEW). LabVIEW merupakan bagian integral dari instrumentasi virtual karena memberikan sebuah lingkungan pengembangan aplikasi yang mudah digunakan yang dirancang khusus dengan kebutuhan insinyur dan ilmuwan. Aplikasi ini menawarkan fitur canggih yang membuatnya mudah untuk terhubung ke berbagai perangkat keras dan software lainnya termasuk arduino. Pemrograman grafis adalah salah satu fitur yang paling kuat yang LabVIEW tawarkan [8].

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Bahan dari sampel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu menggunakan larutan benedict yang konsentrasinya diubah-ubah dengan menambahkan air. Adapun jumlah sampel yang digunakan yaitu ada 6, dengan perbandingan benedict dan air (1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, dan 100 % benedict).



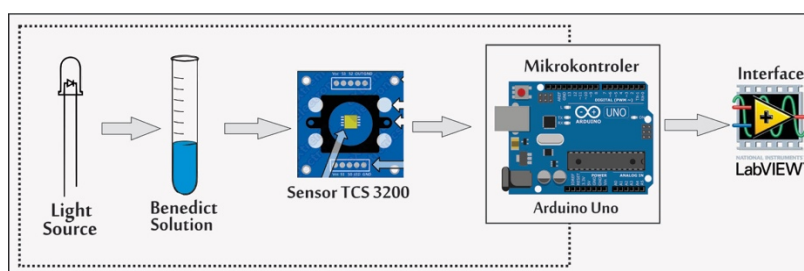
Gambar 4. Jenis Warna Sampel

Peralatan lain yang digunakan dalam pembuatan sampel yaitu :

1. Pipet sedot 1 buah
2. Gelas kimia 1 buah
3. Tabung reaksi 5 buah
4. Kuvet 5 buah

Skema Alat

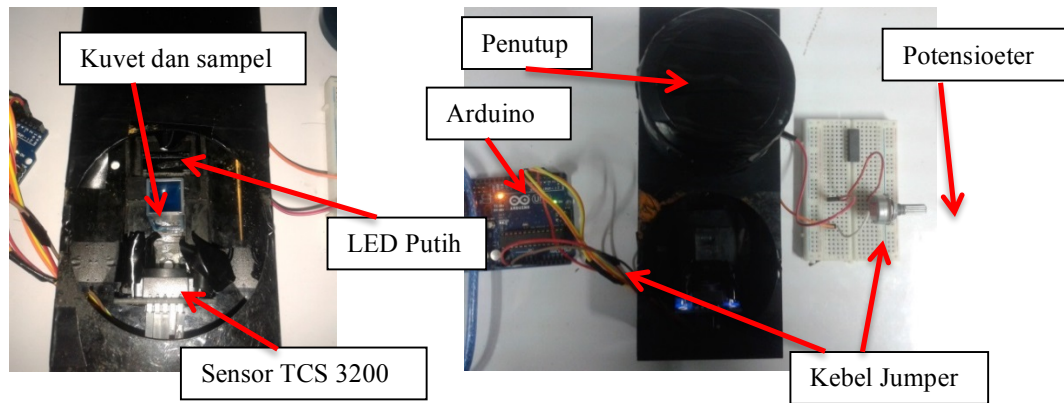
Pada penelitian ini, sumber cahaya digunakan yaitu LED putih, dan jenis larutan yang digunakan yaitu larutan benedict yang berwarna biru. Cahaya dari LED akan diteruskan oleh sampel yang ada di kuvet. Sebagian cahaya ini akan diserap (*absorb*) dan sebagian lagi akan diteruskan. Cahaya yang diteruskan ini akan dibaca oleh sensor TCS 3200 dan akan mengubah sinyal spektrum cahaya menjadi sinyal yang akan dibaca oleh mikrokontroler arduino Uno. Data dari arduino kemudian akan ditampilkan dengan menggunakan aplikasi labVIEW. Output dari pengukuran ini yaitu data frekuensi warna merah, hijau, dan biru (RGB) yang adalah warna dasar dari spektrum warna. Adapun blok diagram alat ini dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Blok Diagram

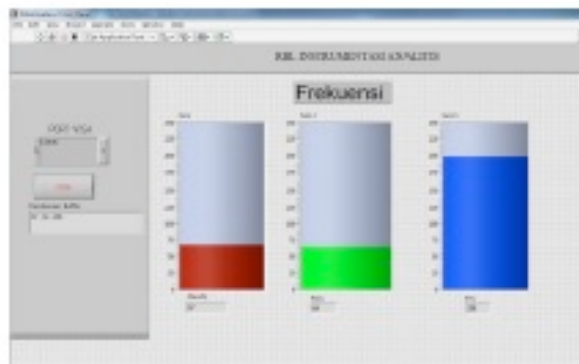
HASIL DAN DISKUSI

Hasil dari perancangan alat ini dapat dilihat pada gambar 5. Di dalam box terdapat sumber cahaya LED, Kuvet, sumber tegangan, dan sensor TCS 3200. Di bagian luar terdapat mikrokontroler Arduino beserta kabel jumper, dan potensiometer untuk mengatur intensitas sumber cahaya dari LED.



Gambar 6. Alat Kolorimeter

Data dari arduino akan ditampilkan pada labVIEW yang terhubung dengan PC. Gambar 7 menunjukkan tampilan output data frekuensi spektrum warna RGB (merah , hijau dan biru) pada aplikasi labVIEW.



Gambar 7. Interface labVIEW

Hasil pengamatan larutan benedict dengan menggunakan alat ukur kalorimeter dapat dilihat dari data tabel 1 di bawah ini. Dari data ini kemudian akan dicari absorbansi dari setiap warna. Data frekuensi ini diubah ke dalam bentuk intensitas dan menghitung nilai absorbansi dengan menggunakan persamaan Lambert-Beer pada persamaan (4).

Tabel. 1 Data frekuensi warna RGB

No	Jenis Sampel	Merah	Hijau	Biru
1	Air PDAM (<i>reference</i>)	64	61	191
2	Benedict 100 %	7	35	93
3	1:1 (Benedict+ air)	16	46	124
4	1:2 (Benedict+ air)	23	52	142
5	1:3 (Benedict+ air)	27	55	153
6	1: 4 (Benedict+ air)	33	59	165
7	1:5 (Benedict+ air)	39	62	177

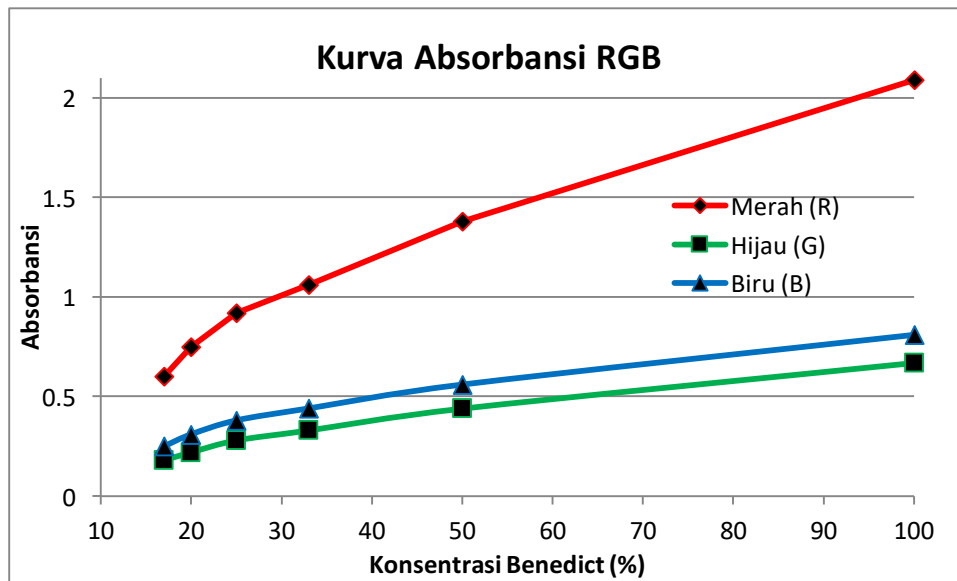
Dari tabel 1, dapat dilihat semakin rendah konsentrasi dari benedict, maka frekuensi semakin tinggi, dimana frekuensi ini berbanding lurus dengan intensitas cahaya. Data hasil perhitungan dengan menggunakan hukum Lambert-Beer (persamaan 2) dapat dilihat pada tabel 2 . dari data ini dapat dilihat semakin besar konsentrasi benedict maka penyerapan/absorbansinya semakin besar.

Tabel. 2 Data absorbansi Benedict

No	Jenis Sampel	Merah	Hijau	Biru
----	--------------	-------	-------	------

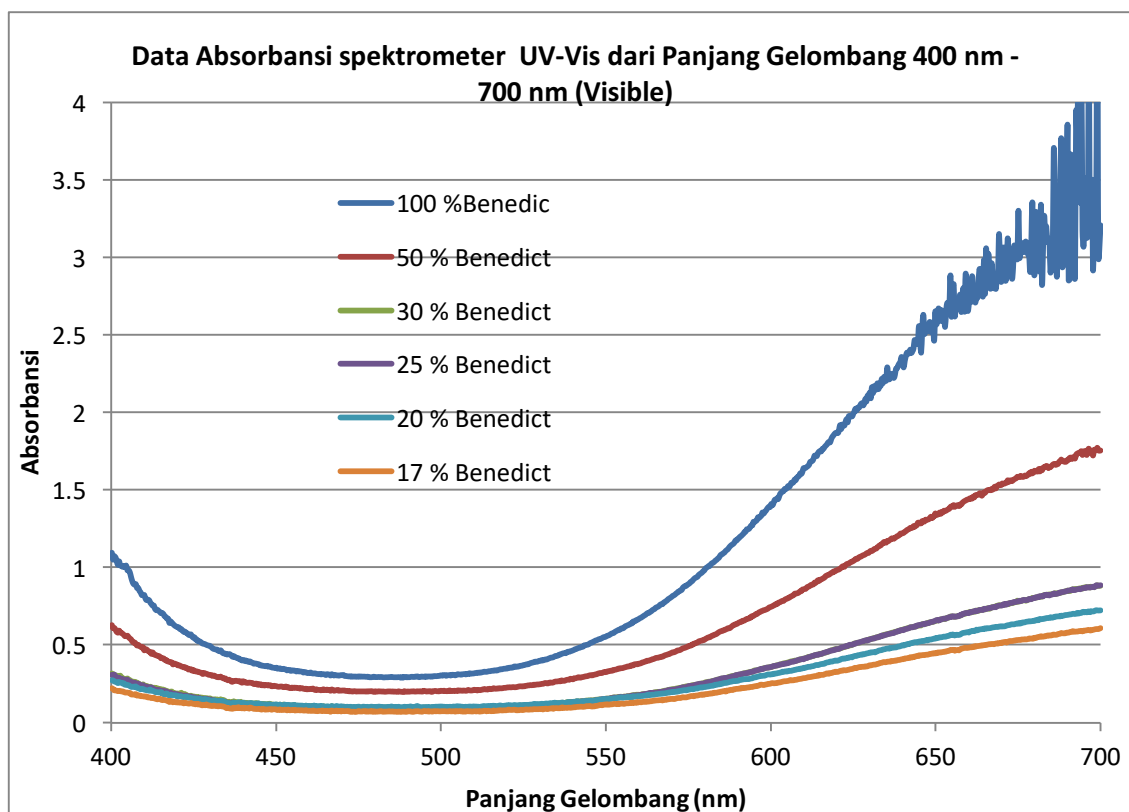
1	Benedict 100 %	2.09	0.67	0.81
2	1:1(Benedict+ air)	1.38	0.44	0.56
3	1:2 (Benedict+ air)	1.06	0.33	0.44
4	1:3 (Benedict+ air)	0.92	0.28	0.38
5	1: 4 (Benedict+ air)	0.75	0.22	0.31
6	1:5 (Benedict+ air)	0.60	0.18	0.25

Kurva karakteristik RGB banedict dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini. Dari data ini dapat dilihat penyerapan pada spektrum merah lebih tinggi dari spektrum yang lain. Sedangkan spektrum biru sedikit lebih besar dari spektrum hijau.



Gambar 8. Kurva absorbansi RGB

Pengujian data absorbansi juga dilakukan pada alat karakterisasi Uv-Vis, yang akan dibandingkan dengan data dari alat kolorimeter yang telah dibuat. Adapun kurva data absorbasinya dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini. Data yang diambil hanya pada panjang gelombang cahaya tampak (400 nm – 700 nm) karena analisis kolorimetri hanya pada cahaya tampak. Terlihat bahwa besarnya absorbansi berbanding lurus dengan persentasi larutan benedict. Daerah panjang gelombang sekitar 650 nm – 700 nm, merupakan daerah absorbansi paling tinggi dimana pada daerah ini merupakan daerah spektrum warna merah. Sedangkan daerah panjang gelombang 400 nm - 450 nm yang adalah daerah spktrum biru sedikit lebih besar dari daerah spektrum hijau (500 nm -550 nm). Data ini menunjukkan bahwa alat kolorimeter sudah sesuai dengan data spektrometer Uv-Vis yang digunakan dalam analisis kolorimetri, sehingga dapat digunakan sebagai analisis awal sampel larutan berwarna.



Gambar 9 Data absorbansi UV-Vis pada panjang gelombang tampak (400 nm -700 nm)

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hukum Lambert Beer berlaku pada alat kolorimeter yang telah dibuat, dimana semakin rendah konsentrasi dari Benedict, maka frekuensi semakin tinggi, dan frekuensi ini berbanding lurus dengan intensitas cahaya. Adapun data absorbansi spektrometer UV-Vis menunjukkan penyerapan benedict pada spektrum merah lebih tinggi dari spektrum yang lain. Hal ini juga terlihat pada data hasil pengamatan alat kolorimeter yang telah dibuat, sehingga alat ini dapat dijadikan sebagai instrumen pengamatan awal untuk analisis kolorimetri.

REFERENSI

1. A.Sivanantha Raja dan K.Sankaranarayanan, *Performance analysis of a Colorimeter designed with RGB Color Sensor*. International Conference on Intelligent and Advanced Systems (2007)
2. Damin, Sumarjo. *Petunjuk Praktikum Kimia Dasar*. Semarang: UNDIP Press (1997)
3. Chevi, A.R., Djulia O. Irma Mulyani, *Analisis Kolorimetri Kadar Besi(III) dalam Sampel Air Sumur dengan Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains* (2011)
4. Kohl, K.S., Landmark, D.J., Stickle, F.D., *Demonstration of Absorbance Using Digital Color Image Analysis and Colored Solutions*. *J. Chem. Educ.*, 83(4), 644 (2006)
5. Gehua C, Yuhang W., *A New Measurement System Based on Photoelectric Colorimetry*. International Conference on Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer (2011)
6. Harvey, D., *Modern Analytical Chemistry*. 6th ed., McGraw – Hill Companies, Inc, United States of America (2000)
7. Khandpur, R.S., *Handbook Analytical Instruments*. McGraw-Hill. New Delhi (2006)
8. Park, J., Mackay, S., *Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems*, Elsevier, Great Britain (2003)
9. Texas Advanced Optoelectronic Solutions, Inc. (TAOS). CS3200, TCS3210 Programmable Color Light-To-Frequency Converter (2009)

-
10. Tumbur H. B., Slamet W. *Rancang Bangun Prototipe Sistem Pelacak Matahari Menggunakan Arduino*.
Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Narotama