

# Pengukuran Konsentrasi Garam Dalam Larutan Menggunakan Sistem Sensor Berbasis Pengolahan Gambar

Habibi Abdillah<sup>1,a)</sup>, Toto Budianto<sup>1,b)</sup>, Nina Siti Aminah<sup>1,c)</sup>, dan Mitra Djamal<sup>1,d)</sup>

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

<sup>a)</sup> habibi.abdillah@students.itb.ac.id (corresponding author)

<sup>b)</sup> toto.budianto@students.itb.ac.id

<sup>c)</sup> nina@fi.itb.ac.id

<sup>d)</sup> mitra@fi.itb.ac.id

## Abstrak

*Perkembangan teknologi pengolahan gambar saat ini, menjadikan kamera lebih cerdas dan penggunaannya tidak hanya sebatas untuk mengambil gambar. Dengan library pemrograman untuk pengolahan gambar, seperti OpenCV, menjadikan pengolahan gambar lebih mudah dipelajari dan diaplikasikan. Pada penelitian ini telah dirancang sebuah sistem sensor untuk mengukur konsentrasi garam dalam larutan dengan cara mengukur intensitas cahaya menggunakan kamera dan library pemrograman OpenCV. Berdasarkan hukum Lambert-Beer, absorbansi cahaya dipengaruhi oleh konsentrasi larutan. Dengan mengetahui nilai intensitas cahaya sebelum dan sesudah adanya garam pada larutan, konsentrasi garam dapat diketahui. Sistem sensor ini telah diuji untuk mengukur konsentrasi garam dalam larutan pada rentang 0.1 – 0.226 gr/ml. Pada rentang pengukuran tersebut, sensor masih memiliki error rata-rata pengukuran sebesar 1,42%.*

*Kata-kata kunci: Pengolahan gambar, OpenCV, konsentrasi garam*

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi menginisiasi perkembangan *soft sensor* yang mengutamakan rekayasa dan algoritma pemrograman. Sebagai contoh kamera yang saat ini penggunaannya tidak hanya sebagai pengambil gambar, tetapi dapat berfungsi lebih seperti detektor objek dan pengenalan pola. Penelitian ini bertujuan mengembangkan kamera sebagai pengukur intensitas cahaya. Sensor ini diharapkan dapat menjadi pengganti sensor cahaya berbentuk *array*, seperti *photodiode array*. Desain sensor ini selanjutnya diuji untuk menentukan konsentrasi garam dalam eksperimen *colorimeter*. Pada penelitian ini diharapkan diperoleh fungsi transfer yang menghubungkan antara intensitas cahaya yang diterima kamera dengan konsentrasi garam dalam larutan.

## ABSORBANSI CAHAYA OLEH MATERIAL

Ketika cahaya mengenai suatu material, cahaya akan berinteraksi dengan atom-atom yang ada dalam material. Interaksi yang dapat terjadi ketika cahaya mengenai material adalah

1. Cahaya akan diteruskan oleh material tersebut

2. Cahaya akan dibelokkan arahnya melalui pantulan, hamburan, difraksi, atau pembiasan
3. Cahaya akan diserap oleh material

Fenomena yang menjadi perhatian pada penelitian ini adalah absorpsi cahaya oleh suatu sampel. Kondisi sampel yang dianalisis diatur sedemikian rupa sehingga efek pantulan, hamburan, dan difraksi minimum. Hukum fisika yang terkait dengan absorpsi cahaya oleh material adalah hukum Lambert-Beer.

**Hukum Lambert-Beer**

Hukum Lambert-Beer menyebutkan bahwa absorpsi cahaya oleh suatu sampel sebanding dengan panjang lintasan, konsentrasi sampel, dan absorbtivitas sampel. Persamaan absorpsi dinyatakan sebagai berikut [1].

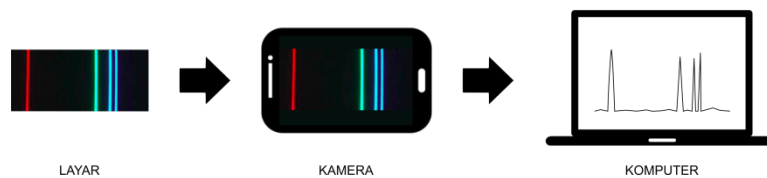
$$A = \epsilon cb \tag{1}$$

dengan  $A$  absorpsi,  $\epsilon$  absorbtivitas sampel,  $c$  konsentrasi sampel, dan  $b$  panjang lintasan cahaya. Absorpsi adalah nilai logaritma dari perbandingan antara intensitas cahaya sebelum melewati sampel ( $I_0$ ) dengan intensitas cahaya setelah melewati sampel ( $I$ ) [1].

$$A = \log(I_0/I) \tag{2}$$

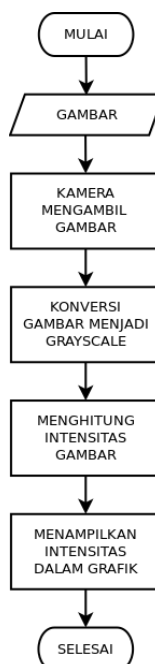
**DESAIN SENSOR**

Pada penelitian ini digunakan kamera sebagai sensor untuk mengukur intensitas cahaya yang melewati sampel. Cahaya yang melewati sampel akan ditangkap oleh layar. Cahaya pada layar selanjutnya dibaca oleh kamera. Kamera selanjutnya mengirimkan gambar ke komputer untuk diolah. Berikut adalah skema sensor yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 1 Skema Sensor

Pemrosesan gambar dilakukan dengan menggunakan *library* pemrograman OpenCV dan bahasa pemrograman yang digunakan Python [2]. Algoritma program yang ditanamkan pada komputer untuk mengolah gambar dari kamera dapat dilihat pada Gambar 2.

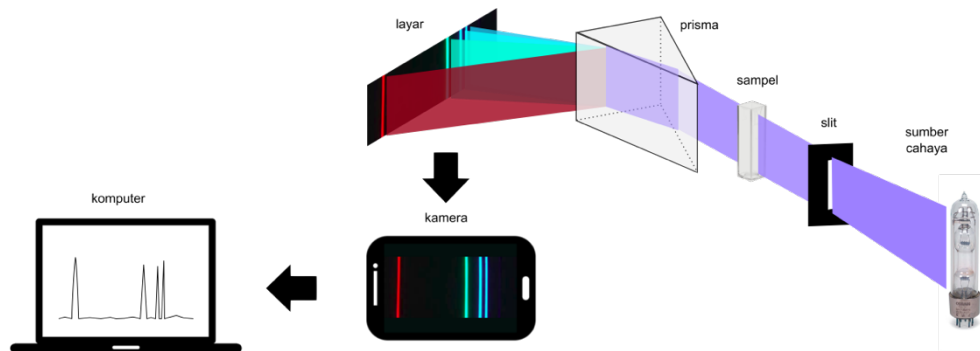


Gambar 2 Algoritma Program Pengolahan Gambar

Gambar yang ditangkap kamera selanjutnya diubah menjadi bentuk *grayscale*. Setelah itu program akan menghitung intensitas cahaya pada satu baris pixel pada gambar. Dengan menggunakan gambar *grayscale*, dapat diperoleh intensitas gambar dengan warna putih menunjukkan intensitas tertinggi dan warna hitam merupakan intensitas terendah. Program ini akan memberikan hasil yang baik jika cahaya pada layar lebih terang dibandingkan warna layar. Untuk mendapatkan kondisi tersebut, ruangan eksperimen harus dalam keadaan gelap.

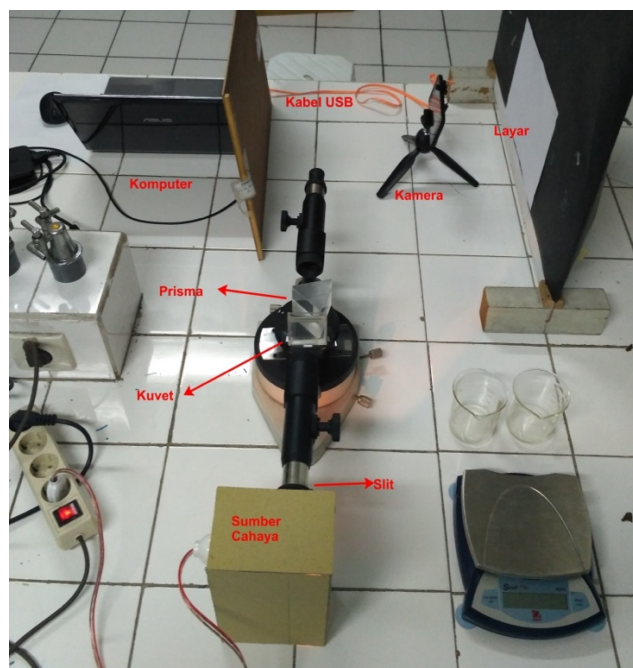
### EKSPERIMEN SENSOR PADA PENGUJIAN KONSENTRASI GARAM

Pengujian sistem sensor berbasis pengolahan gambar untuk mengukur konsentrasi garam dalam larutan dilakukan dengan rancangan alat seperti ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3 Skema Eksperimen

Sumber cahaya yang digunakan adalah bohlam yang memiliki spektrum panjang gelombang kontinu, walaupun dalam perakteknya, hanya satu panjang gelombang saja yang digunakan. Cahaya dari bohlam akan melewati *slit*, kemudian melewati sampel dan selanjutnya melewati prisma untuk diurai berdasarkan nilai panjang gelombangnya. *Slit* yang digunakan memiliki lebar 0,5 mm. Cahaya yang telah terurai ditampilkan pada layar dan dideteksi menggunakan kamera. Kamera terhubung dengan komputer melalui kabel USB untuk mengirimkan data berupa gambar spektrum cahaya. Pada percobaan ini, digunakan kamera dengan resolusi  $640 \times 480 \text{ pixel}$ .



Gambar 4 Skema Alat Eksperimen di Laboratorium

Gambar tersebut kemudian diolah komputer dan dikonversi menjadi nilai intensitas. Hanya satu nilai intensitas yang digunakan yaitu nilai intensitas maksimum.

Untuk pengukuran satu konsentrasi, dilakukan enam kali pengambilan data yaitu tiga data intensitas cahaya yang melewati refrensi (kuvet berisi air tawar) dan tiga data intensitas cahaya yang melewati larutan garam. Penggunaan referensi diperlukan karena intensitas cahaya yang ditangkap kamera sangat fluktuatif.

## HASIL EKSPERIMEN

Berikut ini adalah data perhitungan nilai absorbansi yang diperoleh dari lima konsentrasi garam yang berbeda dalam larutan,

Tabel 1 Data hubungan antara konsentrasi garam dalam larutan dan nilai absorbansi

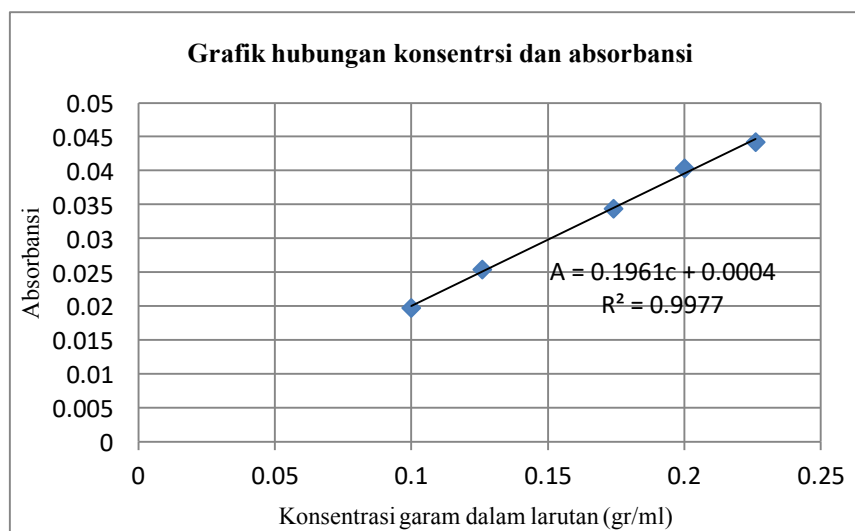
Massa garam (gram)	Volume air (ml)	Konsentrasi garam dalam larutan (gr/ml)	$I_0$	$I$	$A$
5.0	50	0.1	158	151	0.01968014
6.3	50	0.126	141	133	0.025367
8.7	50	0.174	140	129.33	0.03441306
10.0	50	0.2	158	144	0.04029459
11.3	50	0.226	141.33	127.67	0.04416764

Berdasarkan data pada Tabel 1, diperoleh hubungan linear antara konsentrasi garam dalam larutan dan nilai absorbansi. Semakin tinggi konsentrasi garam dalam larutan maka nilai absorbansi yang didapat semakin tinggi (lihat nilai  $A$  pada Tabel 1). Hubungan ini dapat dilihat pada Gambar 5. Dari grafik tersebut, diperoleh kurva linear dengan persamaan  $A = 0.196c$ . Variabel  $A$  menunjukkan nilai absorbansi sedangkan variable  $c$  adalah konsentrasi garam dalam larutan. Berdasarkan persamaan (2) maka dapat diperoleh nilai  $\epsilon b$  sebesar 0.196. Nilai konsentrasi garam dalam larutan selanjutnya dihitung secara manual dengan persamaan  $c = A/\epsilon b$  dan diperoleh data berikut.

Tabel 2 Perbandingan nilai konsentrasi dengan pengukuran manual dan hasil perhitungan.

Konsentrasi garam dalam larutan (gr/ml)	Konsentrasi garam hasil perhitungan (gr/ml)	Error (%)
0.1	0.10040888	0.408876
0.126	0.12942588	2.718949
0.174	0.17557683	0.906224
0.2	0.20558467	2.792334
0.226	0.22534508	0.289786
Persen error rata-rata		<b>1.423234</b>

Berdasarkan data pada Tabel 2 terdapat selisih antara nilai konsentrasi garam yang diperoleh dengan cara manual yaitu menggunakan timbangan digital, dengan konsentrasi garam hasil perhitungan menggunakan data percobaan. Selisih tersebut menyumbang untuk nilai error rata-rata sebesar 1.42%.



Gambar 5 Grafik hubungan konsentrasi dengan absorbansi

## KESIMPULAN

Berdasarkan eksperimen dan hasil yang diperoleh, sistem sensor berbasis pengolahan gambar ini mampu mengukur perubahan konsentrasi garam di dalam larutan dengan melihat respon perubahan nilai absorbansi yang terukur. Untuk lima data pengukuran konsentrasi yang berbeda didapat error sebesar 1.42 %.

## REFERENSI

1. R. S. Khandpur, *Handbook of Analytical Instruments*. Tata McGraw Hill (2006)
2. <http://opencv.org>