

Implementasi Sensor Fotodiode sebagai Pendeteksi Serapan Sinar Infra Merah pada Kaca

Nurmalia Nasution, Amir Supriyanto dan Sri Wahyu Suciwati

*Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145
Email: nurmalianasution@yahoo.co.id*

Diterima (15 Januari 2015), direvisi (3 Februari 2015)

Abstract. Photodiode sensor has been implemented in the research as one type of light sensor to detect the amount of infrared ray absorbed by glass. The glass used is a clear glass and transparent glass colored (black, green, and blue) with a thickness of 2 mm - 8 mm. This system consisted of a photodiode sensor, infrared LED, glass, power supply circuit, a minimum system of ATmega8535 microcontroller, IC324 amplifier circuit and Bascom AVR software. Glass sample was placed between the sensor and LED infrared photodiode opposite. This system works from the sensor output voltage which becomes the input to A.0 microcontroller and converted into digital signals by ADC. Result of research showed that photodiode sensor has a good response to detect the intensity of infrared LED, thus from the intensity the absorption value on glass would be obtained. The highest absorption rate was obtained on 8 mm green glass (20,848%) and the lowest on 2 mm clear glass (0,029%). The thicker and darker the glass used the more infrared rays were absorbed, vice versa increasingly thin and light glass that is used less and less infrared light is absorbed.

Keyword. *photodiode sensor, infrared LED, absorption, glass*

Abstrak. Telah diimplementasikan dalam penelitian sensor fotodiode sebagai salah satu jenis sensor cahaya sebagai pendeteksi sinar infra merah yang diserap oleh kaca. Kaca yang digunakan adalah kaca bening dan kaca transparan berwarna (hitam, hijau, dan biru) dengan tebal 2 mm - 8 mm. Sistem ini terdiri atas sensor fotodiode, LED infra merah, kaca, rangkaian catu daya, sistem minimum mikrokontroler ATmega8535, rangkaian penguat IC324, dan *software* Bascom AVR. Kaca sampel diletakkan di antara sensor fotodiode dan LED infra merah yang berhadapan. Sistem ini bekerja dari tegangan keluaran sensor yang menjadi masukan pada port A.0 mikrokontroler dan diubah menjadi sinyal digital oleh ADC. Hasil penelitian menunjukkan sensor fotodiode memiliki respon baik untuk mendeteksi intensitas dari LED infra merah, sehingga dari intensitas tersebut akan diperoleh nilai serapan pada kaca. Serapan terbanyak pada kaca hijau 8 mm (20,848%) dan terkecil pada kaca bening 2 mm (0,029%). Semakin tebal dan gelap kaca yang digunakan semakin banyak sinar infra merah yang diserap, begitu juga sebaliknya semakin tipis dan terang kaca yang digunakan semakin sedikit sinar infra merah yang diserap.

Kata kunci: *sensor fotodiode, LED infra merah, serapan, kaca.*

PENDAHULUAN

Kaca merupakan salah satu produk industri kimia yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, berupa

material bening yang dihasilkan dari campuran bahan silika. Pada zaman modernisasi ini, kaca juga digunakan pada bangunan-bangunan sebagai interior maupun eksterior untuk memberikan kesan indah, mewah, modern, dan bersih.

Ada beberapa golongan kaca, yaitu silika lebur, alkali silikat, kaca soda gamping, kaca timbal, kaca borosilikat, kaca khusus, dan serat kaca. Jenis kaca yang sering digunakan pada bangunan adalah jenis kaca khusus, yaitu kaca berwarna. Kaca ini memiliki karakteristik linier terhadap sinar infra merah, semakin gelap warna pada kaca maka semakin tinggi daya serapnya terhadap cahaya tampak atau sinar infra merah (Priyatna, 2008). Sifat kaca yang transparan menyebabkan cahaya tampak dan sinar infra merah yang melewati kaca akan diteruskan sehingga kita dapat mengetahui tingkat kualitas kaca berdasarkan daya serap pada kaca. Daya serap pada kaca dapat diketahui dengan berbagai cara, salah satunya dengan menggunakan sensor cahaya.

Sensor cahaya adalah komponen elektronika dapat berfungsi mengubah suatu besaran optik (cahaya) menjadi besaran elektrik. Sensor cahaya berdasarkan perubahan elektrik yang dihasilkan dibagi menjadi dua jenis, yaitu fotovoltaiik dan fotokonduktif. Salah satu sensor cahaya jenis fotokonduktif adalah sensor fotodioda. Sensor fotodioda dapat merespon stimulus berupa cahaya tampak maupun tidak tampak dan mengkonversi intensitas cahaya yang terdeteksi menjadi arus.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kumala dan Endarko (2012) mengenai karakteristik alat ukur dan sensor standar pada proses kalibrasi data sensor cahaya, dijelaskan bahwa nilai iluminansi cahaya berkurang seiring dengan semakin jauhnya jarak sensor dengan sumber cahaya dan semakin kecilnya diameter lubang penghalang masuknya cahaya ke sensor, yaitu LDR dan fotodioda. Fotodioda dapat berfungsi sebagai sensor untuk mengukur intensitas cahaya. Semakin besar intensitas cahaya yang mengenyainya, arus yang dihasilkan fotodioda juga akan semakin besar. Di samping itu, hasil penelitian ini

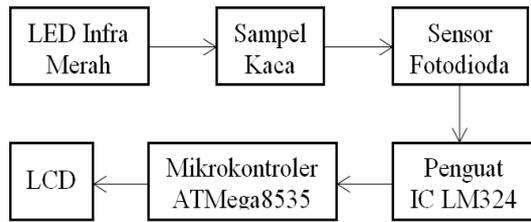
menunjukkan bahwa variasi jarak sensor dengan sumber cahaya dan variasi lubang masuknya cahaya menunjukkan semakin besar jaraknya maka nilai tegangan keluaran yang dihasilkan semakin kecil, sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Sugito, dkk (2008). Semakin kecil jari-jari lubang yang dibuat, semakin kecil luminansi cahaya yang diterima oleh sensor.

Berdasarkan penelitian Talarosha (2005), bahwa panas yang masuk ke dalam bangunan melalui proses konduksi (lewat dinding, atap, atau jendela kaca) dan radiasi matahari yang ditransmisikan melalui jendela/kaca. Radiasi matahari tersebut memancarkan sinar infra merah yang memberikan efek panas sangat besar yaitu 46%. Penelitian ini menggunakan berbagai jenis kaca tanpa lapisan (kaca transparan berwarna) dan tebal kaca yang bervariasi.

Penelitian ini menggunakan kaca tanpa lapisan (kaca transparan berwarna) yaitu karena kaca jenis ini mudah didapat, banyak digunakan dan harganya relatif terjangkau sehingga dapat mempermudah dalam penyelesaian alat dan pengambilan data. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah fotodioda sebagai bentuk aplikasi dari penelitian sebelumnya oleh Nikolic *et al* (2011), karena sensor ini biayanya relatif murah, ukuran kecil dan respon kecepatan tinggi (tertinggi dibandingkan jenis detektor lainnya).

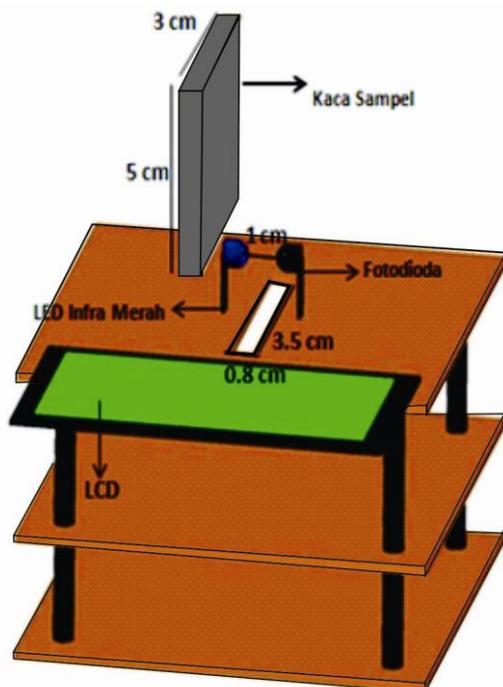
METODE PENELITIAN

Perancangan bagian elektronik pada alat ini untuk implementasi dari sensor fotodioda sebagai pendeteksi serapan sinar infra merah pada kaca yang terdiri dari bagian mekanis dan akuisisi. Bagian mekanis berupa sensor fotodioda, sedangkan akuisisinya adalah rangkaian elektronik yang berfungsi mengolah data dari bagian mekanis. Diagram blok sistem ini seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram blok perancangan

Prinsip kerja dari alat (Gambar 2) adalah sinar infra merah yang dipancarkan oleh LED infra merah akan melalui kaca sampel dan sinar yang diteruskan akan diterima oleh sensor fotodioda sebagai sensor cahaya. Keluaran sensor ini berupa tegangan analog yang kemudian dikuatkan oleh IC LM324. Keluaran tegangan analog ini kemudian diubah ke bentuk digital oleh ADC internal pada mikrokontroler. Data digital hasil konversi ADC internal kemudian diolah oleh sistem minimum mikrokontroler ATmega8535 menggunakan bahasa pemrograman Bascom AVR. Hasil pengolahan data selanjutnya ditampilkan di LCD dalam bentuk tegangan (volt), intensitas (W/m^2), dan serapan (%).



Gambar 2. Sketsa alat

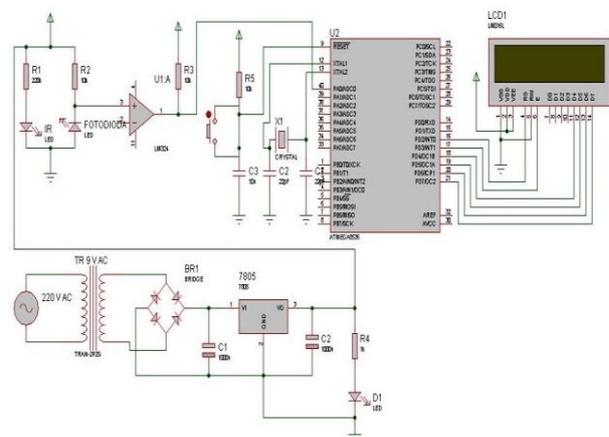
Sistem alat yang dibuat pada penelitian ini menggunakan catu daya 5 volt, rangkaian sensor fotodioda dan LED infra merah, sistem minimum mikrokontroler ATmega8535, dan rangkaian LCD. Rangkaian perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 3. Sensor fotodioda digunakan sebagai sensor cahaya, dimana sensor ini mendeteksi intensitas sinar infra merah yang selanjutnya akan diolah oleh *software* untuk mengetahui nilai serapannya pada kaca sampel yang digunakan.

Sinar infra merah yang berasal dari LED infra merah akan melalui media kaca dan dideteksi oleh sensor fotodioda. Jarak antara sensor dan LED infra merah ditentukan dari karakteristik sensor, yaitu jarak pada saat tegangan keluaran dari sensor mendekati dan dibawah tegangan referensi (5 V). Langkah pertama untuk memperoleh nilai serapan adalah dengan mengetahui nilai intensitas cahaya dari LED infra merah dengan menggunakan persamaan (1) berikut.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P_{cahaya}}{\pi r^2} \quad (1)$$

dengan:

- I = intensitas cahaya (watt);
- P = daya dari LED (watt/m²);
- A = luas permukaan lingkaran (m²);
- r = jari-jari cahaya (m).



Gambar 3. Rangkaian keseluruhan

HASIL DAN PEMBAHASAN

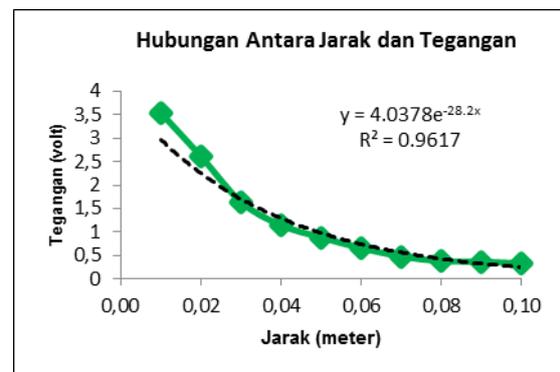
Realisasi alat pendeteksi serapan sinar infra merah pada kaca menggunakan sensor fotodiode. Perangkat terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri atas catu daya sebagai sumber tegangan, sistem minimum mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengolah data, rangkaian sensor (LED infra merah sebagai sumber cahaya dan fotodiode sebagai sensor penerima cahaya) dan LCD untuk menampilkan data. Perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa *Basic* dengan program Bascom AVR. Pengujian sensor fotodiode diperoleh dengan menggunakan multimeter untuk melihat hasil keluaran berupa tegangan yang diterima oleh fotodiode. Perangkat keras secara keseluruhan dapat dilihat pada **Gambar 4**. LED infra merah akan memancarkan sinar infra merah melalui kaca riben, hal ini mengakibatkan intensitas sinar infra merah yang diterima oleh sensor semakin kecil. Ketika intensitas sinar infra merah yang diterima fotodiode semakin kecil maka tegangannya akan semakin kecil juga, sedangkan serapan pada kaca semakin besar.



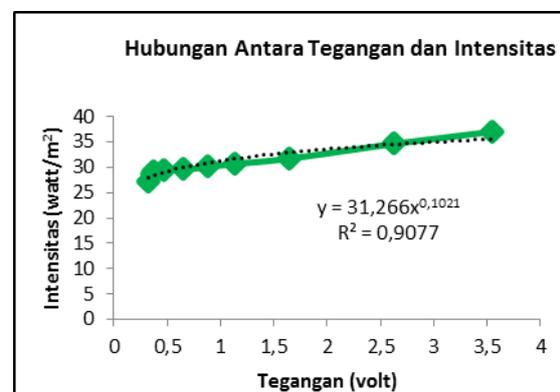
Gambar 4. Perangkat keras terdiri dari fotodiode (A), LED infra merah (B), mikrokontroler (C), media kaca (D), dan LCD (E).

Pengujian karakteristik sistem sensor diperlukan untuk mengetahui sensitivitas dan perilaku dari sistem sensor yang digunakan dalam penelitian. Karakteristik dilakukan dengan melihat pengaruh jarak antara LED dan sensor fotodiode terhadap tegangan keluaran. Tegangan keluaran dihitung dimulai dari jarak 1 cm - 10 cm, dan divariasikan setiap 1 cm. Tujuan variasi jarak ini adalah untuk mengetahui respon dan jarak maksimum yang dapat dibaca oleh sensor fotodiode.

Berdasarkan data uji karakteristik sensor diperoleh hubungan antara jarak dan tegangan (**Gambar 5**) serta hubungan antara tegangan dan intensitas (**Gambar 6**). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan jarak tetap yaitu 1 cm, karena pada jarak 1 cm tegangan yang terukur 3,55 (mendekati tegangan referensi 5 volt).



Gambar 5. Grafik hubungan jarak dan tegangan



Gambar 6. Grafik hubungan tegangan dan intensitas

Grafik pada **Gambar 5** dan **Gambar 6** diperoleh dengan menggunakan persamaan (1), dengan P adalah tegangan dikalikan nilai arus. Dalam hal ini, tegangan dan arus yang digunakan berasal dari sumber tegangan (catu daya) yaitu sebesar 4,97 volt dan 0,5 A. Sehingga nilai daya (P) tetap yaitu sebesar 2,485 watt. Luasan (A) yang digunakan dalam hal ini adalah luasan lingkaran (πr^2). Hal ini berasal dari

pancaran sinar infra merah yang terhalangi oleh media kaca, sehingga membentuk lingkaran pada kaca sesuai dengan bentuk permukaan dari LED infra merah yang digunakan. Jari-jari yang digunakan adalah jari-jari cahaya yang membentuk lingkaran. Pengambilan data jari-jari ini dilakukan dengan mengambil gambar cahaya LED setiap 1 cm dengan menggunakan kamera *handphone* seperti terlihat pada **Gambar 7**. Diameter lingkaran cahaya diukur dalam satuan centimeter (cm) dengan menggunakan bantuan *software* MeasureIt.

Grafik hubungan antara tegangan dan jarak (**Gambar 4**) diperoleh fungsi eksponensial $y = 4,0378e^{-28,2x}$ volt dengan nilai ralat sebesar 0,9617. Dimana y merupakan tegangan yang terukur oleh multimeter dan x adalah jarak antara LED infra merah dan fotodiode. Grafik hubungan tegangan dan intensitas (**Gambar 5**) menghasilkan persamaan $y = 31,266x^{0,1021}$ dengan nilai kolerasi sebesar 0,9077. Dalam persamaan ini, y adalah intensitas dan x adalah tegangan. Persamaan ini kemudian digunakan untuk menghitung intensitas awal keluaran sensor tanpa adanya media penghalang kaca dan intensitas akhir setelah melalui media penghalang kaca.



Gambar 7. Cahaya infra merah dari kamera *Handphone*

Tabel 1. Data pengukuran serapan pada kaca bening

Tebal (mm)	V (volt)	I (W/m ²)	A (%)
2	3,548	1,617	0,029
3	3,543	1,617	0,043
5	3,526	1,616	0,093
8	3,454	1,613	0,302

Tabel 2. Data pengukuran serapan pada kaca hitam

Tebal (mm)	V (volt)	I (W/m ²)	A (%)
3	2,641	1,569	2,998
5	1,948	1,521	5,963
8	1,613	1,492	7,760

Tabel 3. Data pengukuran serapan pada kaca hijau

Tebal (mm)	V (volt)	I (W/m ²)	A (%)
5	0,979	1,418	12,341
8	0,360	1,281	20,848

Tabel 4. Data pengukuran serapan pada kaca biru

Tebal (mm)	V (volt)	I (W/m ²)	A (%)
5	0,965	1,416	12,476
8	0,868	1,401	13,411

Hasil pengukuran serapan sinar infra merah pada kaca seperti pada **Tabel 1** sampai **Tabel 4**. Pengambilan data keseluruhan dengan LED infra merah (**Tabel 1** sampai **Tabel 4**) diperoleh tegangan semakin menurun ketika kaca yang digunakan semakin tebal dan warnanya semakin gelap.

Berdasarkan kaca sampel dan data yang diperoleh, diketahui bahwa kaca bening 2 mm merupakan kaca yang paling rendah daya serapnya (0,029%) dan kaca hijau 8 mm merupakan kaca yang paling tinggi daya serapnya terhadap sinar infra merah (20,848%). Hasil keseluruhan yang

telah diperoleh dapat dikatakan bahwa sensor fotodiode dapat diimplementasikan dengan baik untuk mengetahui banyaknya sinar infra merah yang diserap oleh kaca bening dan kaca transparan berwarna.

Berdasarkan keseluruhan data serapan kaca bening dan kaca warna diperoleh hubungan antara tebal kaca dengan tegangan, intensitas sinar infra merah, dan serapan terhadap sinar infra merah. Semakin tebal kaca yang digunakan, tegangan dan intensitas semakin kecil, namun daya serap kaca terhadap sinar infra merah semakin besar. Dari data yang diperoleh juga menunjukkan bahwa semakin gelap warna kaca yang digunakan semakin tinggi daya serap terhadap sinar infra merah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis diperoleh kesimpulan bahwa sensor fotodiode sebagai salah satu sensor cahaya dapat diimplementasikan untuk mendeteksi sinar infra merah dari LED infra merah yang diserap oleh kaca. Nilai serapan sinar infra merah paling sedikit terdapat pada kaca bening dengan tebal 2 mm sebesar 0,029% dan paling banyak pada kaca hijau dengan tebal 8 mm sebesar 20,848%. Semakin gelap dan semakin tebal kaca yang di gunakan maka sinar infra merah yang diserap oleh kaca akan semakin banyak. Begitu juga sebaliknya, jika kaca yang digunakan semakin terang dan semakin tipis maka sinar infra merah yang diserap oleh kaca akan semakin sedikit. Untuk pengembangan penelitian ini, disarankan

untuk mendesain dudukan media kaca yang lebih kokoh dan mengganti sumber cahaya dengan jenis cahaya lainnya seperti lampu ultraviolet.

DAFTAR PUSTAKA

- Kumala, E. P., dan Endarko. 2012. Kajian Karakteristik Alat Ukur dan Sensor Standar Pada Proses Kalibrasi Data Sensor Cahaya. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. Vol.8, No. 2.
- Nikolic. D, Vasic. A, Fetahovic. I, Stankovic. K, and Osmokrovic. P. 2011. Photodiode Behavior in Radiation Environment. *Appl. Math. Inform and Mech*. Vol.3, 1 (2011). 27-34.
- Priyatna, H.A. 2008. *Mempercantik Tampilan Muka Rumah*. Trans Media. Jakarta. Hal 24.
- Sugito. H, Sijabat. A, dan Munir. M. 2008. Aplikasi Sensor OPT101 sebagai Pendeteksi Intensitas Cahaya untuk Rancangbangun Densitometer Berbasis Mikrokontroler ATMega8535. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV HFI Jateng & DIY*. ISSN 0853-0823.
- Tolarosha, B. 2005. Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Bangunan. *Jurnal Sistem Teknik Industri*. Volume 6, No. 3, Juli 2005.