

DOI: doi.org/10.21009/03.1101.FA08

OPTIMASI PENEMPATAN SENSOR INFRAMERAH SEBAGAI ALAT UKUR GULA DARAH NON-INVASIF

Yolanda Natasya Mega Stella^{a)}, Umiatin^{b)}, Widyaningrum Indrasari^{c)}

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta 13220, Indonesia

Email: ^{a)}natasystellaa@gmail.com, ^{b)}umiatin@unj.ac.id, ^{c)}widyaningrum-indrasari@unj.ac.id

Abstrak

Seiring dengan peningkatan prevalensi diabetes, penelitian terhadap alat ukur gula darah non-invasif pun mulai dikembangkan, salah satunya menggunakan metode spektroskopi inframerah. Metode ini menggunakan pasangan IR LED dan fotodiode yang diletakkan segaris. Lokasi penempatannya pada bagian tubuh harus diperhatikan agar fotodiode masih mampu menangkap sinar yang dipancarkan oleh IR LED. Untuk itu dilakukan pengambilan data tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian fotodiode pada beberapa bagian tubuh sebagai representasi kemampuan fotodiode menangkap sinar inframerah. Pada percobaan didapatkan nilai tegangan paling besar terbaca ketika sensor diletakkan pada jari yaitu pada rentang 1 volt dan tidak ada tegangan terbaca ketika sensor diletakkan pada pergelangan tangan. Hasil ini selanjutnya akan dijadikan acuan dalam menentukan lokasi peletakkan sensor pada alat pemantauan glukosa darah yang dirancang.

Kata-kata kunci: diabetes, pemantauan gula darah, non-invasif, sensor inframerah

Abstract

In the light of the increasing prevalence of diabetes, researchs on non-invasive blood sugar measuring devices have begun to be developed, one of which utilizes infrared spectroscopy methods. This method uses a pair of IR LED and photodiode placed in line. In doing so, the location of its placement in the human body has to be considered, thereby enabling the photodiode to capture the light emitted by the IR LED. Therefore, the voltage data generated by the photodiode circuit in several parts of the body is taken as the representation of the ability of the photodiode to absorb infrared light. A higher voltage value is captured in the range of 1 Volt when the sensor is on the finger. Meanwhile, there is no voltage read on the wrist. The results of this study will be used as a reference to determine the location of the sensor placement in the designed blood glucose monitoring device.

Keywords: diabetes, blood glucose monitoring, non-invasive, infrared sensor

PENDAHULUAN

Saat ini, diabetes merupakan salah satu penyakit yang didelarasikan sebagai tantangan global karena mempengaruhi kesehatan dan kesejahteraan manusia secara signifikan. Penyakit ini menjadi penyebab 6,7 juta kematian per lima detik [1] dan merupakan faktor risiko komplikasi dan kematian terbesar pada pasien Covid-19 atau infeksi SARS karena gula darah yang tidak terkontrol [2]. Kadar gula darah sangat penting untuk dipantau secara berkelanjutan. Selain untuk terhindar dari hal-hal yang tidak diinginkan, pemantauan ini juga menjadi tolak ukur penting bagi tenaga medis dalam melakukan upaya pengobatan dan pengambilan putusan medis pada pasien [3].

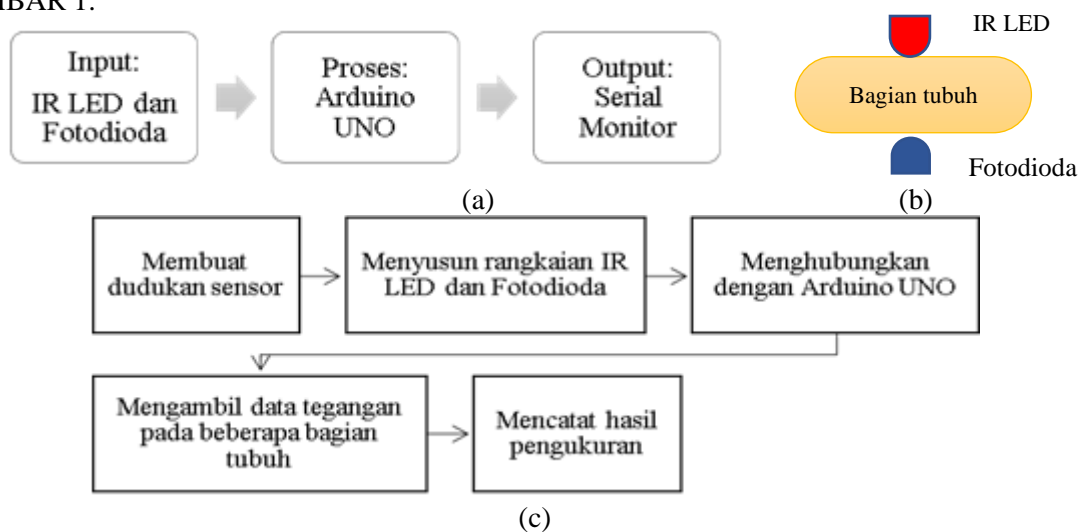
Penderita diabetes biasanya menggunakan *glucose meter* konvensional untuk mengecek kadar gula darah. Ini merupakan metode invasif yang mengharuskan pasien untuk mengambil beberapa tetes darah dengan menusukkan jari mereka menggunakan *lancet* dan mengujinya menggunakan kertas uji biokimia. Apabila dilakukan setiap hari, pengukuran ini dapat menimbulkan risiko memar serta infeksi. Kertas uji yang digunakan pun relatif mahal [4] dan berpotensi menjadi limbah medis yang berdampak negatif bagi kesehatan serta lingkungan [5].

Dalam beberapa dekade terakhir banyak dikembangkan metode pengukuran gula darah secara non-invasif, salah satunya menggunakan spektroskopi inframerah. Metode ini memiliki keunggulan dalam pengoperasiannya karena lebih cepat dan lebih mudah. Prinsip pengukurannya berdasarkan pada perubahan konsentrasi gula darah [6]. Sinar IR LED yang melewati senyawa organik sebagian akan diserap dan ketika fotodiode diletakkan pada sisi lainnya, ia akan menangkap cahaya yang tidak terserap kemudian diukur sebagai presentasi transmitansi [7]. Fotodiode ditempatkan 180° dari IR LED (metode transmitansi) bertujuan agar intensitas cahaya yang tertangkap maksimum [8] namun, ketika hendak digunakan pada bagian tubuh, posisi peletakkannya harus diperhatikan agar fotodiode masih mampu untuk menangkap pancaran sinar IR LED.

Paper ini berfokus pada hasil tegangan yang terbaca oleh fotodiode dari beberapa bagian tubuh. Hasil yang didapatkan selanjutnya akan digunakan sebagai acuan posisi peletakkan sensor inframerah pada alat ukur *monitoring* gula darah non-invasif yang telah dirancang.

METODOLOGI

Proses pengambilan data dalam penelitian ini menggunakan pasangan IR LED 940nm dan fotodiode yang dipasang 180° terhadap IR LED dan diprogram menggunakan Arduino UNO. Kegiatan diawali dengan membuat dudukan sensor sederhana menggunakan stik kayu agar memudahkan proses pengambilan data dan menjaga agar sensor tidak bergoyang. Kaki sensor diberikan kabel lalu dihubungkan pada resistor yang disusun pada *breadboard*. Setelah tersambung dengan baik, rangkaian dialiri tegangan 5V yang berasal dari Arduino UNO dan pada rangkaian fotodiode diberikan *jumper* yang terhubung ke pin A0 (*analog input pin*) Arduino UNO. Sinyal yang masuk ke dalam papan mikrokontroler merupakan sinyal analog yang kemudian diolah menjadi sinyal digital berupa tegangan. Tahap selanjutnya adalah mendeteksi tegangan dari beberapa bagian tubuh yaitu: jari tangan, pergelangan tangan, dan sela antara ibu jari dan jari telunjuk sebagai bentuk representasi dari kemampuan fotodiode menangkap cahaya yang dipancarkan oleh IR LED. Pengukuran dilakukan pada tiga orang homegen (usia dan jenis kelamin) dibagian tubuh yang sama dan dicatat hasil pengukurannya. Skema rangkaian, posisi peletakkan sensor, dan diagram alir sistem dapat dilihat pada GAMBAR 1.



GAMBAR 1. (a) skema rangkaian alat, (b) posisi peletakkan sensor, (c) diagram alir sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk melihat besar tangkapan fotodioda terhadap IR LED pada beberapa bagian tubuh yaitu jari tangan, pergelangan tangan, dan sela antara ibu jari dan jari telunjuk yang ditampilkan dalam bentuk tegangan sehingga dapat diketahui apakah pada bagian tubuh tersebut, cahaya inframerah yang dipancarkan IR LED masih mampu ditangkap oleh fotodioda. Nilai tegangan rangkaian fotodioda diambil sebanyak 10 data pada tiap posisi yang telah ditentukan untuk setiap orang. Nilai tegangan yang didapatkan pada jari tangan ditunjukkan oleh TABEL 1 dan posisi sensor saat pengambilan data ada pada GAMBAR 2.

TABEL 1. Nilai Tegangan saat Sensor Diletakkan pada Jari Tangan

Pengujian 1 (V)	Pengujian 2 (V)	Pengujian 3 (V)
1.301036	1.176891	1.494702
1.306002	1.176891	1.48477
1.291105	1.196755	1.494702
1.291105	1.196755	1.494702
1.281173	1.221584	1.489736
1.310968	1.216618	1.48477
1.286139	1.216618	1.469873
1.301036	1.216618	1.474839
1.291105	1.211652	1.494702
1.306002	1.216618	1.479804



GAMBAR 2. Peletakan Sensor di Jari Tangan

Ketika sensor diletakkan pada jari tangan, nilai tegangan terbaca. Ini berarti, pada posisi ini fotodioda masih mampu menyerap pancaran sinar IR LED. Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menempatkan sensor pada pergelangan tangan seperti pada GAMBAR 3 dan hasil yang didapat ada pada TABEL 2.

TABEL 2. Nilai Tegangan saat Sensor Diletakkan pada Pergelangan Tangan

Pengujian 1 (V)	Pengujian 2 (V)	Pengujian 3 (V)
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0



GAMBAR 3. Peletakan Sensor pada Pergelangan Tangan

Pembacaan nilai tegangan dilakukan pada tiga individu berbeda namun hasil yang ditunjukkan sama. Tidak ada nilai tegangan yang terbaca pada posisi ini. Sehingga dapat dikatakan bahwa sinar IR LED terhalang sempurna oleh tulang yang ada di pergelangan tangan, maka dari itu pada bagian ini otomatis tidak dapat dijadikan tempat peletakan sensor secara transmisi seperti yang dilakukan dalam percobaan ini.

Posisi yang akan ditinjau berikutnya adalah sela antara ibu jari dan jari telunjuk seperti pada GAMBAR 4. Hasil yang didapatkan ditunjukkan pada TABEL 3.

TABEL 3. Nilai Tegangan saat Sensor Diletakkan pada Sela antara Ibu Jari dan Jari Telunjuk

Pengujian 1 (V)	Pengujian 2 (V)	Pengujian 3 (V)
0.511476	0.446921	0.541271
0.511476	0.446921	0.556168
0.511476	0.446921	0.541271
0.516442	0.446921	0.571065
0.511476	0.441955	0.536305
0.516442	0.441955	0.556168
0.521408	0.441955	0.571065
0.516442	0.446921	0.541271
0.521408	0.441955	0.576031
0.516442	0.441955	0.571065



GAMBAR 4. Peletakkan Sensor pada Sela antara Ibu Jari dan Jari Telunjuk

Pada bagian ini masih memungkinkan untuk dijadikan tempat peletakan sensor secara transmisi karena fotodiode masih mampu menyerap cahaya dari IR LED, walaupun nilai tegangan yang terbaca tidak sebesar ketika sensor diletakkan pada jari tangan.

SIMPULAN

Telah dilakukan optimasi penempatan sensor inframerah pada bagian tubuh. Didapatkan bahwa nilai tegangan optimum terbaca ketika sensor diletakkan pada jari tangan dan tidak terbaca tegangan ketika diletakkan pada pergelangan tangan. Dengan demikian lokasi yang dianjurkan untuk meletakkan sensor inframerah yang selanjutnya akan digunakan sebagai alat ukur gula darah non-invasif adalah pada jari tangan.

REFERENSI

- [1] IDF, "IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence," Diabetes research and clinical practice, 2021, [Online]. Available: diabetesatlas. [Accessed 20 November 2021].
- [2] Singh et al., "Diabetes in COVID-19: Prevalence, pathophysiology, prognosis and practical considerations," Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, vol. 14, no. 4, pp. 303-310, 2020.
- [3] A. M. Raoufi et al., "Blood Glucose Monitoring and Its Determinants in Diabetic Patients: A Cross-Sectional Study in Shandong, China," Diabetes Therapy, vol. 9, no. 5, pp. 2055-2066, 2018.

- [4] T. Gomes et al., “Association of a Blood Glucose Test Strip Quantity-Limit Policy With Patient Outcomes: A Population-Based Study,” *JAMA International Medicine*, vol. 177, no. 1, pp. 61-66, 2017.
- [5] WHO, “Safe Health-care waste management,” 2018, [Online] Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>.
- [6] L. Lu et al., “Wearable Health Devices in Health Care: Narrative Systematic Review,” *JMIR Mhealth and Unhealth*, vol. 8, no. 11, pp. 1-15, 2020.
- [7] Q. Sabrina, “Kajian Sifat Optis Pada Glukosa Darah,” Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, 2011.
- [8] K. Prawiroedjo, E. S. Julian, G. Tjahjadi, “Infrared-Based Glucose Level Measurement,” in *Proceeding of Annual South East Asian International Seminar (ASAIS)*, Jakarta, 2019.

