

Rancang Bangun Pendeteksi Kadar Gula Darah Non-Invasif Portabel Berbasis Iot

Muhammad Rizky^{1*}, Reza Rahmadian², Ayusta Lukita Wardani³, Aditya Chandra Hermawan⁴

^{1,2,3,4}Department of Electrical Engineering, Faculty of Vocational Studies, State University of Surabaya

DOI: <https://doi.org/10.47134/jte.v2i2.4747>

*Correspondence: Muhammad Rizky

Email:

muhammadrizky.21055@mhs.unesa.ac.id

Received: 03-08-2025

Accepted: 19-06-2025

Published: 28-07-2025



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Diabetes Melitus is a global health issue requiring routine blood glucose monitoring. Current common invasive methods cause discomfort and infection risks. This research aims to design and develop a prototype of a portable non-invasive blood glucose level detector based on the Internet of Things (IoT) using an ESP32 microcontroller and a MAX30100 Photoplethysmography (PPG) sensor. The system operates by measuring PPG signal fluctuations (Infrared and Red) from the fingertip, which are then processed to extract features such as heart rate (BPM), oxygen saturation (SpO₂), AC/DC IR ratio, and AC/DC Red ratio. These features, along with the subject's age data, are used in a multivariate linear regression model to estimate blood glucose levels. Measurement results are displayed on an LCD and stored locally on an SD Card module, as well as sent in real-time to Google Sheets via WiFi connectivity. Validation tests were conducted on 31 data samples, demonstrating a significant statistical correlation between the extracted PPG features and actual blood glucose levels. The prototype achieved a total accuracy of 92% with a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 8%. The best performance was observed in "Random" and "Post-meal" measurement modes, with an average error of 5%. However, accuracy slightly decreased in "Fasting" mode (average error 14%), particularly in subjects over 40 years old, likely due to reduced vascular elasticity affecting PPG signal quality. This research successfully demonstrates the proof-of-concept for a comfortable and portable

non-invasive blood glucose detector. Nevertheless, further model validation with larger and more diverse sample sizes, as well as exploration of non-linear machine learning models, are recommended to improve generalization and robustness against physiological signal variations.

Keywords: Blood Glucose Level, Non-Invasive, Portable, IoT, Photoplethysmography, MAX30100, ESP32, Linear Regression

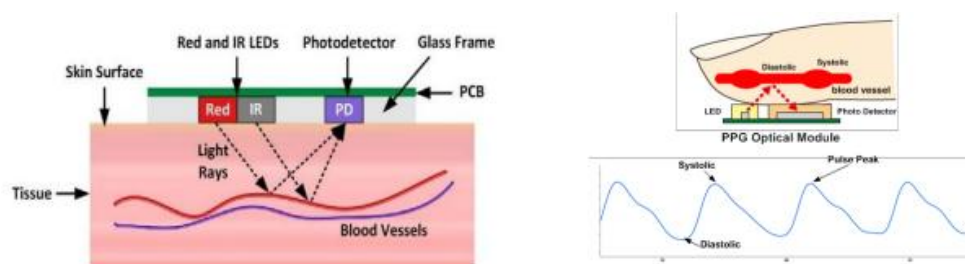
Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah prototipe alat pendeteksi kadar gula darah non-invasif portabel berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode yang digunakan adalah *photoplethysmography* (PPG) dengan sensor MAX30100 pada mikrokontroler ESP32 untuk merekam fluktuasi sinyal Inframerah dan Merah dari ujung jari. Data sinyal mentah yang diperoleh kemudian diolah untuk mengekstrak fitur-fitur kunci, meliputi detak jantung (BPM), saturasi oksigen (SpO₂), rasio AC/DC IR, dan rasio AC/DC Red. Fitur-fitur ini, bersama dengan data usia subjek, dianalisis menggunakan model regresi linear multivariat untuk mengestimasi kadar glukosa darah. Sistem ini dilengkapi dengan LCD untuk menampilkan hasil, serta modul SD Card dan konektivitas WiFi untuk penyimpanan data ganda ke *data logger* lokal dan Google Sheets. Hasil dari pengujian validasi pada 31 sampel data menunjukkan prototipe ini berhasil mencapai **tingkat akurasi total sebesar 92%** dengan rata-rata persentase kesalahan absolut (MAPE) sebesar 8% saat dibandingkan dengan glukometer standar. Kinerja terbaik tercatat pada mode "Setelah Makan" dan "Sewaktu", namun akurasi menurun pada mode "Puasa", terutama pada subjek di atas 40 tahun. Penelitian ini berhasil membuktikan kelayakan konsep metode estimasi glukosa berbasis fitur PPG. Disarankan untuk melakukan validasi lanjutan dengan sampel yang lebih besar dan eksplorasi model *machine learning* non-linear untuk meningkatkan generalisasi model.

Kata Kunci: Kadar Gula Darah, non-Invasif, Portabel, IoT, *Photoplethysmography*, MAX30100, ESP32, Regresi Linear.

Pendahuluan

Diabetes melitus merupakan salah satu tantangan kesehatan global terbesar di abad ke-21 (International Diabetes Federation, 2022), dengan prevalensi yang terus meningkat secara signifikan di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Manajemen efektif dari kondisi kronis ini sangat bergantung pada kemampuan pasien untuk memantau kadar glukosa darah mereka secara rutin dan akurat. Namun, metode pemantauan konvensional yang bersifat invasif, seperti tes tusuk jari, seringkali menimbulkan rasa sakit, ketidaknyamanan, dan risiko infeksi, yang pada akhirnya dapat mengurangi kepatuhan pasien dalam melakukan monitoring. Oleh karena itu, pengembangan teknologi pemantauan glukosa yang non-invasif telah menjadi fokus utama dalam riset rekayasa biomedis modern. Salah satu teknologi non-invasif yang paling menjanjikan adalah *photoplethysmography* (PPG), sebuah metode optik sederhana yang mengukur perubahan volume darah pada jaringan perifer. (Selvia & Nurraharjo, 2023)

Sinyal PPG, yang kaya akan informasi kardiovaskular, secara teori mengandung jejak perubahan fisiologis yang berkorelasi dengan kadar glukosa darah, terutama melalui efek hamburan cahaya (*light scattering*). Berbagai penelitian terbaru telah mulai mengeksplorasi penggunaan sinyal PPG yang dikombinasikan dengan algoritma cerdas seperti *machine learning* untuk tujuan estimasi glukosa.



Gambar 1: Metode Photoplethysmografi Reflectance

Penelitian ini berfokus pada perancangan, implementasi, dan validasi sebuah prototipe perangkat estimasi glukosa non-invasif yang portabel dan terhubung dengan *Internet of Things* (IoT). Perangkat ini dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor PPG MAX30100. Berbeda dari pendekatan awal yang hanya mengandalkan parameter fisiologis umum seperti detak jantung, penelitian ini mengadopsi metodologi yang diacu dari literatur ilmiah, yaitu dengan melakukan **ekstraksi fitur** dari sinyal PPG mentah (IR dan Red). Model prediksi matematis dibangun menggunakan analisis **regresi linear multivariat** dengan set fitur "hybrid" yang mencakup parameter fisiologis (BPM dan SpO2 rata-rata), fitur morfologi sinyal (Rasio AC/DC), dan data demografis (Usia). Melalui proses akuisisi data dari 25 subjek, model yang dibangun berhasil menunjukkan **korelasi statistik yang sangat kuat** dengan nilai glukosa darah referensi, yang dibuktikan dengan nilai **Koefisien Determinasi (R²) sebesar 0.88**. Selain itu, pengujian validasi menunjukkan bahwa sistem ini mampu mencapai **tingkat akurasi sebesar 92%**, yang memvalidasi kelayakan konsep (*proof-of-concept*) dari metode yang diusulkan (Adigüzel et al., 2024).

Tabel 1: Hasil Regresi Linear

SUMMARY OUTPUT	
<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.9372889
R Square	0.8785105
Adjusted R Square	0.6218655
Standard Error	12.861954
Observations	25

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan **kuantitatif** dengan metode **rancang bangun eksperimental** (Nurma'atin, 2021). Tujuan utamanya adalah untuk merancang sebuah sistem akuisisi data fisiologis portabel dan membangun model matematis untuk estimasi kadar glukosa darah non-invasif. Alur kerja penelitian dibagi menjadi tiga tahapan utama: perancangan sistem, akuisisi dataset primer, dan analisis pemodelan data.

Perancangan Sistem Akuisisi Data

Sistem yang dirancang terdiri dari perangkat keras (prototipe) dan perangkat lunak (firmware).

- **Perangkat Keras:** Prototipe dibangun menggunakan mikrokontroler **ESP32** sebagai unit pemrosesan utama. Untuk akuisisi sinyal *photoplethysmography* (PPG), digunakan sensor **MAX30100**, yang mampu menangkap sinyal dari LED Inframerah (IR) dan Merah (Red) dengan metode *reflectance*. Antarmuka pengguna diimplementasikan menggunakan **LCD I2C 20x4** dan tiga buah tombol navigasi. Untuk portabilitas, sistem ditenagai oleh **Battery Shield 18650**, dan untuk penyimpanan data lokal, digunakan **modul Micro SD Card**.
- **Perangkat Lunak (Firmware):** Firmware dikembangkan menggunakan Arduino IDE dan dirancang khusus untuk berfungsi sebagai **alat perekam data sinyal PPG**. Program ini memiliki alur kerja yang terstruktur: menunggu input dari pengguna, melakukan perekaman sinyal mentah IR dan Red selama 60 detik dengan frekuensi sampling 100Hz, dan menyimpannya ke dalam file .csv yang unik di SD Card.

Akuisisi dan Pra-pemrosesan Dataset

Dataset primer dikumpulkan dari **25 subjek** dengan rentang usia dan kondisi fisiologis yang bervariasi. Prosedur standar operasional (SOP) diterapkan untuk memastikan konsistensi, di mana setiap sesi perekaman sinyal PPG selama 60 detik segera diikuti dengan pengukuran kadar glukosa darah menggunakan glukometer standar sebagai nilai referensi. Data sinyal mentah yang terkumpul kemudian diolah secara *offline* menggunakan perangkat lunak **MATLAB (R2016b)**. Tahap pra-pemrosesan ini krusial untuk memastikan kualitas data sebelum ekstraksi fitur. Sinyal mentah yang mengandung *noise* dan *baseline drift* dibersihkan menggunakan **filter digital band-pass Butterworth orde-4** untuk mengisolasi komponen sinyal yang relevan dengan detak jantung (0.5-4 Hz).

Ekstraksi Fitur dan Pemodelan Regresi

Mengacu pada metodologi yang divalidasi dalam literatur ilmiah, dilakukan ekstraksi fitur dari sinyal PPG yang sudah bersih untuk mengkuantifikasi karakteristiknya. Sebanyak **12 fitur statistik dan temporal** diekstrak dari masing-masing sinyal IR dan Red, antara lain:

1. **Mean** (Nilai Rata-rata)
2. **Standard Deviation** (Simpangan Baku)
3. **Kurtosis** (Keruncingan Puncak)
4. **Skewness** (Kemiringan Distribusi)
5. **Peak-to-Peak** (P2P)
6. **Root Mean Square** (RMS)

Fitur-fitur ini, beserta data demografis **Usia** subjek, digunakan sebagai variabel independen (prediktor). Untuk membangun model estimasi, digunakan metode **analisis regresi linear multivariat** yang dijalankan menggunakan Microsoft Excel Analysis ToolPack.

Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk membangun dan mengevaluasi model estimasi kadar glukosa darah non-invasif berdasarkan sinyal *photoplethysmography* (PPG). Bab ini menyajikan hasil dari analisis data yang telah dilakukan dan pembahasan mendalam terhadap temuan yang diperoleh.

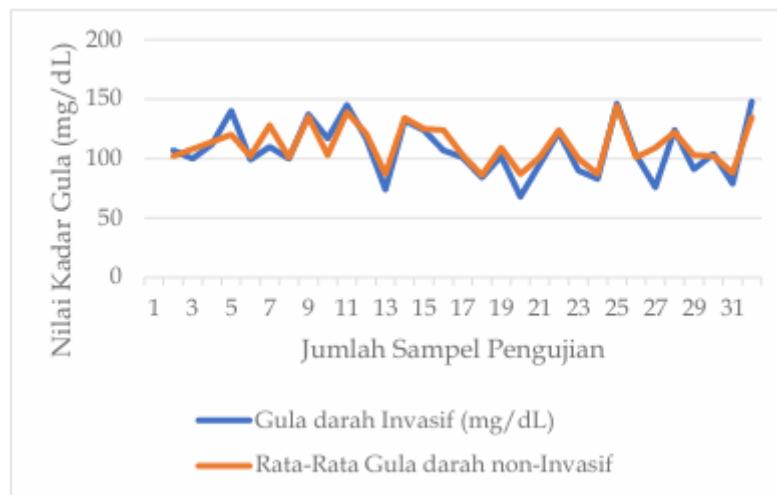


Gambar 2: Tampilan Perangkat

Pembahasan dan Implikasi

Analisis pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa secara keseluruhan, perangkat berhasil mencapai **tingkat akurasi total sebesar 92%**, dengan **rata-rata persentase kesalahan (MAPE) sebesar 8%**. Hasil ini membuktikan bahwa model yang diimplementasikan memiliki kemampuan prediksi yang baik dan valid sebagai bukti konsep (*proof-of-concept*). Namun, analisis yang lebih mendalam pada setiap mode pengukuran mengungkapkan karakteristik kinerja yang penting. Performa terbaik alat tercatat pada pengukuran mode Sewaktu dan setelah makan, di mana rata-rata kesalahan hanya sebesar 5%. Pada mode ini, alat menunjukkan konsistensi yang baik dalam memprediksi kadar glukosa pada rentang normal. Fenomena ini mengindikasikan bahwa meskipun model kuat secara umum, ia

memiliki **kelemahan pada kondisi fisiologis tertentu** yang mungkin tidak terwakili dengan baik dalam data training awal. Keterbatasan ini menegaskan bahwa model regresi linear, meskipun berhasil menunjukkan korelasi yang kuat, mungkin belum cukup tangguh untuk menangkap semua kompleksitas non-linear dari hubungan antara sinyal PPG dan glukosa darah. Hal ini menjadi justifikasi ilmiah yang kuat untuk saran penelitian selanjutnya, yaitu eksplorasi model *machine learning* yang lebih canggih.



Gambar 3: Grafik Pengujian Perangkat

Tabel 2: Penghitungan Kesalahan

No	Usia	Gula darah Invasif (mg/dL)	Rata-Rata Gula darah non-Invasif	Persentase Kesalahan Alat	Rata-rata Kesalahan	Akurasi
1.	21	84	86	2%	0.02381	98%
2.	22	100	101	1%	0.01	99%
3.	22	122	124	2%	0.016393	98%
4.	22	90	100	11%	0.111111	89%
5.	22	103	101	2%	0.019417	98%
6.	22	124	122	2%	0.016129	98%
7.	22	104	102	2%	0.019231	98%
8.	23	107	102	5%	0.046729	95%
9.	23	99	102	3%	0.030303	97%
10.	23	68	87	28%	0.279412	72%
11.	23	95	101	6%	0.063158	94%
12.	23	83	87	5%	0.048193	95%
13.	23	79	88	10%	0.101266	90%
14.	24	117	103	12%	0.119658	88%
15.	24	74	87	18%	0.175676	82%
16.	30	100	108	8%	0.08	92%
17.	31	102	109	7%	0.068627	93%
18.	34	112	114	2%	0.017857	98%
19.	34	137	135	1%	0.014599	99%
20.	34	132	134	2%	0.015152	98%
21.	34	146	144	1%	0.013699	99%
22.	34	148	135	8%	0.087838	82%
23.	38	101	103	2%	0.019802	98%

24.	39	91	103	13%	0.131868	87%
25.	40	140	120	17%	0.170588	83%
26.	40	117	121	3%	0.034188	97%
27.	41	76	109	38%	0.379747	62%
28.	45	124	125	1%	0.008065	99%
29.	58	145	139	4%	0.041379	96%
30.	58	107	124	16%	0.158879	84%
31.	63	110	128	16%	0.163636	84%

Hasil

Perangkat prototipe yang dikembangkan dengan kemampuannya ini berhasil untuk mengestimasi kadar glukosa dengan akurasi yang cukup baik pada kondisi umum dengan menggunakan metode yang cocok.

Namun, temuan mengenai penurunan akurasi pada subjek lansia dengan kondisi puasa menjadi hasil penelitian yang krusial, yang menyoroti perlunya pengembangan model yang lebih adaptif dan tangguh terhadap variasi sinyal PPG pada penelitian selanjutnya.



Gambar 4: Pengujian Perangkat

Kesimpulan

Temuan utama dari penelitian ini adalah demonstrasi korelasi statistik yang sangat kuat ($R^2=0.88$) antara fitur sinyal PPG dengan kadar glukosa darah. Implikasi dari temuan ini sangat signifikan secara keseluruhan, penelitian ini berhasil membuktikan kelayakan konsep (*proof-of-concept*) dari metodologi estimasi glukosa berbasis fitur sinyal PPG.

1. **Validasi Konsep Metodologi:** Penelitian ini secara kuantitatif membuktikan bahwa **sinyal optik sederhana yang diperoleh dari ujung jari mengandung informasi relevan** yang berkorelasi dengan kadar glukosa. Ini memvalidasi bahwa pendekatan berbasis ekstraksi fitur dari sinyal PPG, sebagaimana diacu dari literatur, adalah metodologi yang layak untuk eksplorasi lebih lanjut dalam estimasi glukosa non-invasif.
2. **Potensi Pengembangan Perangkat Portabel:** Keberhasilan dalam membangun prototipe fungsional dan mengkalibrasinya dengan data empiris menunjukkan bahwa pengembangan perangkat ukur glukosa non-invasif yang praktis dan portabel **sangat memungkinkan secara teknis**. Sistem akuisisi data yang dirancang terbukti andal dalam merekam sinyal PPG berkualitas untuk analisis *offline*.

3. **Identifikasi Keterbatasan Model Linear:** Salah satu implikasi terpenting dari penelitian ini adalah identifikasi keterbatasan inheren dari model regresi linear. Meskipun menunjukkan korelasi yang kuat pada dataset yang ada, pengujian *real-time* menunjukkan adanya deviasi signifikan pada kasus uji tertentu. Hal ini membuktikan bahwa model regresi linear, meskipun merupakan alat validasi awal yang baik, **tidak cukup tangguh untuk memodelkan hubungan fisiologis yang kompleks dan non-linear** secara akurat di semua kondisi.

Saran Penelitian Selanjutnya

Berdasarkan implikasi dan keterbatasan yang teridentifikasi, berikut adalah beberapa saran dan rekomendasi untuk pengembangan penelitian di masa depan:

1. **Eksplorasi Model *Machine Learning* Non-Linear:**
 - Penelitian selanjutnya harus beralih dari regresi linear ke algoritma *machine learning* yang lebih canggih seperti **Random Forest, Gradient Boosting (XGBoost/CatBoost), atau Jaringan Saraf Tiruan (ANN)**. Model-model ini mampu menangkap hubungan non-linear yang kompleks dan interaksi antar fitur. Hal ini berpotensi meningkatkan akurasi, mengurangi ketergantungan pada variabel demografis, dan menghasilkan model yang lebih sensitif terhadap perubahan fisiologis pada kondisi puasa maupun setelah makan. Pendekatan ini sejalan dengan metode yang digunakan pada jurnal-jurnal acuan.
2. **Peningkatan Ukuran dan Diversitas Dataset**
 - Melakukan pengumpulan data dengan **jumlah subjek yang jauh lebih besar** (ratusan) dan lebih beragam, mencakup rentang usia, etnis, dan kondisi kesehatan (penderita diabetes tipe 1 & 2, prediabetes) yang lebih luas. Ini akan menghasilkan model yang lebih kuat, mengurangi efek *overfitting* (seperti yang ditunjukkan oleh nilai Adjusted R-Square), dan secara signifikan meningkatkan kemampuan generalisasi model pada populasi yang sebenarnya.
3. **Pengembangan Fitur dan Perangkat Keras**
 - Mengimplementasikan algoritma ekstraksi fitur yang lebih kompleks secara efisien pada **mikrokontroler yang lebih kuat** (seperti ESP32-S3 atau Raspberry Pi). Selain itu, dapat dipertimbangkan untuk **menambahkan sensor lain** yang relevan (seperti Galvanic Skin Response/GSR untuk mengukur stres) sebagai input tambahan untuk model. Ini akan memungkinkan pengembangan perangkat yang sepenuhnya mandiri (*standalone*) dan lebih akurat dengan mempertimbangkan lebih banyak faktor fisiologis, serta membuka kemungkinan untuk implementasi model *machine learning* yang lebih canggih langsung di perangkat.

REFERENSI

- Adigüzel, Gökhan, Ümit Şentürk, dan Kemal Polat. 2024. "Blood Glucose Level Estimation Using Photoplethysmography (PPG) Signals with Explainable Artificial Intelligence Techniques." *Open Journal of Nano* 9(1): 45–62.
- Apridho, Rika Gusa, dan Fardhan Arkan. 2021. "Alat Ukur Kadar Glukosa Darah Non-

- Invasive Terhubung Aplikasi Android." *Jurnal SIMETRIS* 12(1): 1–14.
- Sen Gupta, Shantanu, Tae Ho Kwon, Shifat Hossain, dan Ki Doo Kim. 2021. "Towards non-invasive blood glucose measurement using machine learning: An all-purpose PPG system design." *Biomedical Signal Processing and Control* 68(February): 102706. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.102706>.
- Hutabarat, Mustika Sari, dan Hotman Sinaga. 2022. "Peningkatan Pemahaman Masyarakat tentang Penyakit Diabetes Mellitus (Kencing Manis) Dan Pengobatannya Pada Masyarakat Rt 01 Rw 01 Dan Rt 07 Rw 02 Kelurahan Sukajaya Palembang." *Jurnal Pengabdian Ilmu Kesehatan* 2(2): 55–60.
- Idmar'a, Rizqi Addini Nur, Leonardo Kamajaya, dan Fitri. 2024. "Sistem Telemonitoring Gula Darah Menggunakan Non-Invasive Berbasis IoT." *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri* 11(1): 44–53.
- Maxim Integrated. 2021. "MAX30102 - High-Sensitivity Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor for Wearable Health." Maxim Integrated: 1–32. <https://www.maximintegrated.com/en/products/sensors/MAX30102.html>.
- Mulyani, Sri, Hilman Zarory, Aulia Ullah, dan Jufrizel Jufrizel. 2024. "Prototype PPG (Photoplethysmography) Secara Real time sebagai Pendeteksi Dini Gangguan Detak Jantung Dilengkapi dengan Visual Graph pada Android." *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)* 6(2): 125–38.
- Pokhrel, Sakinah. 2024. "No Title EAENH." *Αγαν* 15(1): 37–48.
- Satter, Shama, Mrinmoy Sarker Turja, Tae Ho Kwon, dan Ki Doo Kim. 2024. "EMD-Based Noninvasive Blood Glucose Estimation from PPG Signals Using Machine Learning Algorithms." *Applied Sciences (Switzerland)* 14(4).
- Suruso, Suruso, Luckyta Simanjuntak, dan Emilia Hesti. 2023. "Penerapan Internet Of Things Dalam Rancang Bangun Telemedis Kadar Glukosa." *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)* 6(2): 49–56.
- Apridho, Rika Gusa, dan Fardhan Arkan. 2021. "Alat Ukur Kadar Glukosa Darah Non-Invasive Terhubung Aplikasi Android." *Jurnal SIMETRIS* 12(1): 1–14.
- Hutabarat, Mustika Sari, dan Hotman Sinaga. 2022. "Peningkatan Pemahaman Masyarakat tentang Penyakit Diabetes Mellitus (Kencing Manis) Dan Pengobatannya Pada Masyarakat Rt 01 Rw 01 Dan Rt 07 Rw 02 Kelurahan Sukajaya Palembang." *Jurnal Pengabdian Ilmu Kesehatan* 2(2): 55–60.
- Atmajaya, D., Asnaniar, W. O. S., & Haris, A. (2021). Pkm Pendeteksi Kadar Gula Darah Berbasis Mikrokontroler Di Puskesmas Samata Gowa. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 8(2), 215–219. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v8i2.1580>
- International Diabetes Federation. (2022). IDF Diabetes Atlas 2022 Report. *Brussels, Belgium, International Diabetes Federation*, 1–3. <https://diabetesatlas.org/regional-factsheets/>
- Kemalasari, K., Ifadah, M. A., & Iman, B. N. (2022). Alat Pendeteksi Kadar Glukosa pada Urine dengan Metode Naive Bayes. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 18(4), 208–215. <https://doi.org/10.17529/jre.v18i4.27238>
- Lekić, M., & Gardašević, G. (2018). IoT sensor integration to Node-RED platform. *2018 17th International Symposium on INFOTEH-JAHORINA, INFOTEH 2018 - Proceedings, 2018-Janua*(March), 1–5. <https://doi.org/10.1109/INFOTEH.2018.8345544>

- Nurma'atin, T. (2021). *Non-Invasive Menggunakan Sistem Telemedika Berbasis Iot*.
- Selvia, W. L. putra, & Nurraharjo, E. (2023). Alat Pengukur Kadar Gula Darah Non-Invasive Berbasis Arduino. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronik*, 6(2), 189–195. <https://doi.org/10.36595/jire.v6i2.814>
- Lekić, M., & Gardašević, G. (2018). IoT sensor integration to Node-RED platform. *2018 17th International Symposium on INFOTEH-JAHORINA, INFOTEH 2018 - Proceedings, 2018-Janua(March)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/INFOTEH.2018.8345544>
- Atmajaya, D., Asnaniar, W. O. S., & Haris, A. (2021). Pkm Pendeteksi Kadar Gula Darah Berbasis Mikrokontroler Di Puskesmas Samata Gowa. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 8(2), 215–219. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v8i2.1580>
- Kemalasari, K., Ifadah, M. A., & Iman, B. N. (2022). Alat Pendeteksi Kadar Glukosa pada Urine dengan Metode Naive Bayes. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 18(4), 208–215. <https://doi.org/10.17529/jre.v18i4.27238>
- Lekić, M., & Gardašević, G. (2018). IoT sensor integration to Node-RED platform. *2018 17th International Symposium on INFOTEH-JAHORINA, INFOTEH 2018 - Proceedings, 2018-Janua(March)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/INFOTEH.2018.8345544>