

RANCANG BANGUN ALAT CEK GULA DARAH, KOLESTEROL, DAN ASAM URAT NON INVASIF DENGAN SENSOR GY MAX 30102

Sheva Maresca Pramuningtyas¹, Setyo Adi Nugroho², Eko Nugroho³, Septi Aprilia⁴

^{1,2,3,4}ITS PKU Muhammadiyah Surakarta, Surakarta

Received: 2 Maret 2025

Accepted: 27 Maret 2025

Published: 14 April 2025

Keywords:

Alat Non-Invasif;

Gula Darah;

Kolesterol;

Asam Urat;

Sensor GY MAX 30102

Correspondent Email:

2020050043@students.itspku.ac.id

Abstrak. Penyakit tidak menular adalah penyakit yang tidak menular melalui kontak apapun. Penyakit tidak menular diantaranya adalah diabetes melitus, kadar kolesterol, dan kadar asam urat tinggi. Ketiganya menjadi penyebab kematian yang tinggi khususnya di Indonesia. Maka dari itu perlu dilakukan pemeriksaan awal sebagai bentuk pencegahan. Biasanya pemeriksaan dilakukan dengan metode invasif atau membuat perlukaan pada tubuh. Hal ini memberikan resiko timbulnya trauma dan infeksi serius. Oleh karena itu dilakukan pengembangan suatu metode non invasif untuk melakukan pemeriksaan awal kadar gula, kolesterol, dan asam urat dalam darah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat cek gula darah, kolesterol, dan asam urat dengan sensor GY MAX30102 serta mengetahui cara memvalidasi alat cek gula darah, kolesterol, dan asam urat dengan sensor GY MAX 30102. Sensor ini menggunakan metode *photoplethysmograph* dengan memanfaatkan infrared untuk memantulkan objek lalu tertangkap oleh sensor detektor dan dioleh dengan mikrokontroler berupa *seeeduino*. Pada Penelitian ini metode yang digunakan berupa *Research and Development* (RnD). Setelah dilakukan penelitian didapatkan rata rata kestabilan alat dalam mengambil data adalah 95,27% angka ini menunjukkan bahwa alat cukup stabil. Lalu didapatkan akurasi dalam membaca nilai gula darah sebesar 92,3%, kolesterol 92,9% dan asam urat sebesar 94,5% yang menunjukkan bahwa alat ini melampaui batas error kalibrasi. Presentase kesalahan error (kesalahan relative) dari alat sebesar 6,7%.

Abstract. *Non-communicable diseases are diseases that are not transmitted through any contact. Non-communicable diseases include diabetes mellitus, cholesterol levels, and high uric acid levels. All three are causes of high mortality, especially in Indonesia. Therefore, it is necessary to do an initial examination as a form of prevention. Usually, the examination is carried out by invasive methods or by making openings in the body. This poses a risk of serious trauma and infection. Therefore, a non-invasive method is developed to conduct an initial examination of blood sugar, cholesterol, and uric acid levels. This research aims to design a blood sugar, cholesterol, and uric acid checker with a GY MAX30102 sensor and find out how to validate a blood sugar, cholesterol, and uric acid checker with a GY MAX 30102 sensor. This sensor uses the photoplethysmography method by utilizing infrared to reflect the object and then caught by the detector sensor and obtained by a microcontroller in the form of seeeduino. In this research, the method used is Research and Development (RnD). After the research was conducted, the average stability of the tool in taking data was 95.27%, which shows that the tool is quite stable. Then obtained accuracy in reading blood sugar values at 92.3%, cholesterol at 92.9%, and uric acid at 94.5% which shows that this*

tool exceeds the calibration error limit. The percentage error (relative error) of the tool is 6.7%.

1. PENDAHULUAN

Penyakit tidak menular merupakan penyakit yang tidak dapat menular melalui kontak fisik. Saat ini penyakit tidak menular menjadi ancaman bagi kesehatan mausia, seperti kardiovaskular, kanker, diabetes melitus dan stroke. Penyakit tersebut biasanya disebabkan oleh tingginya kadar zat gula, kolesterol, dan asam urat yang ada di dalam darah. Diabetes melitus adalah salah satu penyakit yang dapat dideteksi dari tingginya kadar gula dalam darah [1].

Sedangkan kadar kolesterol yang tinggi dapat menyebabkan jenis penyakit tidak menular seperti jantung, stroke, hingga memperburuk sirkulasi yang ada dalam darah [2]. Kadar kandungan di atas 240 mg/dL disebut sebagai hiperkolesterilemia yang memberikan gejala seperti nyeri bahu atau sakit kepala [3]. Serupa dengan kolesterol, asam urat sekarang ditetapkan menjadi mediator sebagai penyebab penyakit jantung. Batas normal asam urat wanita 2,4-6,0 mg/dL dan untuk pria 2,0-5,5 mg/dL [4]. Prevalensi dari penyakit tidak menular semakin bertambah setiap hari, berdasarkan Riskesdas tahun 2013-2018 prevalensi penyakit tidak menular hingga 29,7% [5].

Kadar gula darah, kolesterol, dan asam urat biasanya dilakukan dengan tindakan invasif. Atau tindakan yang menyebabkan luka pada kulit [6]. Tindakan invasif ini dapat menimbulkan rasa nyeri dan trauma pada beberapa pasien [7]. Pengambilan darah yang tidak steril dapat menimbulkan infeksi patogen melalui darah seperti paparan virus HIV dan Hepatitis [8].

Metode non-invasif merupakan alternatif pengganti dari pengukuran yang menggunakan teknik invasif, di mana metode ini tidak melibatkan kerusakan jaringan tubuh untuk memperoleh sampel. Sebelumnya [9] telah mengembangkan alat pemeriksa kadar gula darah berbasis modul inframerah yang bersifat non-invasif. Selanjutnya, pada penelitian [10] melakukan pengembangan alat untuk pengukuran kolesterol dan asam urat

secara non-invasif menggunakan sensor TCRT 5000.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, perlu dirancang sebuah alat yang mampu memeriksa gula darah, kolesterol, dan asam urat secara sekaligus dengan menggunakan sensor GY-MAX 30102 secara non-invasif. nm. Bertujuan untuk membantu dan memudahkan pasien dalam proses diagnosa kadar gula, kolesterol, dan asam urat pada tubuh.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gula Darah

Glukosa darah, atau sering disebut sebagai kadar gula darah, mengacu pada jumlah glukosa yang ada dalam darah. Tubuh mengatur konsentrasi gula darah dengan sangat ketat. Glukosa adalah karbohidrat monosakarida yang berperan sebagai sumber energi utama dalam tubuh [11].

Tabel 1. Nilai Normal Gula Darah

Usia	Gula darah normal	Gula darah puasa
< 6 tahun	100-200 mg/dL	100-200 mg/dL
< 6-12 tahun	70-150 mg/dL	± 70 mg/dL
>12 tahun	<100 mg/dL	70-130 mg/dL

2.2 Kolesterol

Kolesterol adalah senyawa lemak berbentuk lilin yang diproduksi oleh hati dan sebagian didapatkan dari makanan. Beberapa gejala, seperti rasa pegal di kepala hingga pundak, mudah mengantuk, kaki bengkak, dan cepat lelah, menunjukkan bahwa kadar kolesterol berada di atas 120-240 mg/dL [12].

Tabel 2. Nilai Normal Kolesterol

Total Kolesterol	Kategori
Kurang dari 200 mg/dL	Normal
200-239 mg/dL	Agak Tinggi
Di atas 240 mg/dL	Tinggi

2.3 Asam Urat

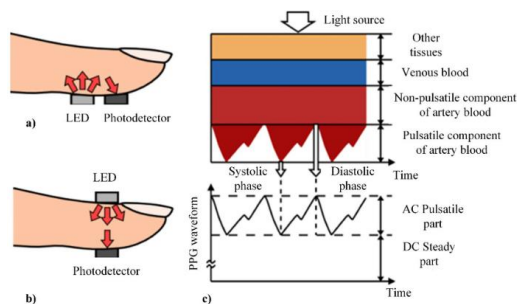
Asam urat adalah kondisi di mana tubuh mengandung kadar asam urat yang sangat tinggi, disebabkan oleh peningkatan produksi asam urat, penurunan ekskresi melalui ginjal, atau konsumsi makanan tinggi purin. Pembentukan kristal natrium urat yang besar, dikenal sebagai tophus, dapat menyebabkan deformitas atau kerusakan sendi dan serangan artritis akut berulang [13].

Tabel 3. Nilai Normal Asam Urat

Usia	Pria	Wanita
	Kadar Asam Urat	
10-18	3,6 - 5,5 mg/dL	3,6 - 4 mg/dL
18-40	2 - 7,5 mg/dL	2 - 6,5 mg/dL
>40	2 - 8,5 mg/dL	2 - 8 mg/dL

2.4 Sinyal Photoplethysmograph

PPG, adalah metode pengukuran berbasis optik yang digunakan untuk mendeteksi perubahan volume darah melalui pantulan cahaya dari tubuh. Teknik ini melibatkan penggunaan cahaya LED merah dan inframerah serta photodetector untuk mengukur variasi dalam volume darah. PPG dapat digunakan untuk mengukur denyut nadi, kadar oksigen dalam darah, dan oksigen di jaringan [14].



Gambar 1. Plethysmography

2.5 Seeeduino

Sebuah perangkat *wearable* dan proyek *internet of things* yang dilengkapi dengan *Bluetooth*. *Flash onboard* seeeduino sebesar 2MB. Seeeduino juga dapat diprogram dengan *software Arduino* [15].



Gambar 2. Seeeduino

2.6 GY MAX 30102

Sensor GY-MAX30102 adalah alat yang digunakan untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen dengan ditempelkan pada jari. Sensor ini memanfaatkan teknik *Photoplethysmography* untuk membaca pantulan cahaya dari tubuh melalui photodetector. Sensor ini memiliki konsumsi daya yang rendah, tapi sangat sensitif dengan gerakan [16].



Gambar 3. Sensor GY-MAX 30102

2.7 OLED 128x64

Layar OLED adalah teknologi layar dari bahan *electroluminescent*. LCD ini memungkinkan tampilan yang lebih fleksibel (Bagher, 2016). Dengan resolusi 128x64 piksel menggunakan antarmuka I2C atau SPI dengan mikrokontroler [17].

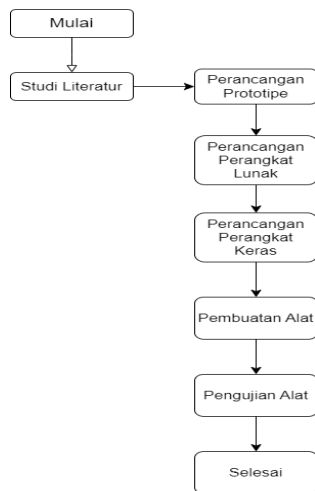


Gambar 4. LCD Oled

3. METODE PENELITIAN

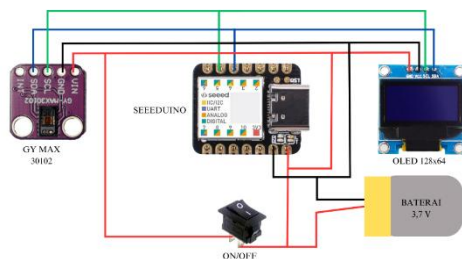
Research and Development adalah cara dan tata cara mengembangkan dan menyempurnakan produk yang sudah ada untuk

menghasilkan produk baru atau menguji efektivitas produk agar dapat dipertimbangkan.



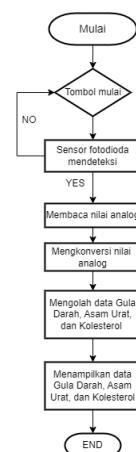
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

Perangkat keras penelitian yang penulis buat bertujuan untuk mempermudah dalam penggunaan.



Gambar 6. Rangkaian Alat

Diagram Alir proses merupakan gambaran proses kerja alat penelitian yang di buat.



Gambar 7. Flow Chart Proses

Pengujian akan dilakukan kepada sampel acak. Pengujian alat akan melalui beberapa tahapan yakni,

1. Uji Stabilitas

Uji stabilitas dilakukan untuk mengetahui kestabilan alat dalam mengambil nilai pengukuran. Pengujian ini dilakukan secara bulang hingga 5 kali pengambilan nilai.

2. Kalibrasi

Kalibrasi dilakukan dengan mengumpulkan 30 sampel pembanding yang akan di olad datanya untuk mencari nilai regresi linier dan nilai koefisien determinasi

3. Uji Keakuratan Alat

Uji keakuratan alat dilakukan setelah source code pada alat diganti dengan nilai regresi linier. Lalu pengujian ini akan menggunakan alat *Easy Touch GCU 3 In 1*.



Gambar 8. Easy Touch
Sumber : e-katalog.lkpp.go.id

Nilai Pengujian mengacu pada Nilai ambang batas dan nilai penyimpangan (toleransi) adalah 10% [18].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dihasilkan prototype dari alat yang terdiri dari sensor GY MAX 30102 sebagai sensor fotodioda, seeeduino sebagai rangkaian mikrokontroler, serta OLED sebagai *display* yang menampilkan nilai gula darah, kolesterol, dan asam urat. Prototype ini juga dilengkapi *modul charging* sehingga dapat di *charge* dengan adaptor 5V.



Gambar 9. Prototype Awal

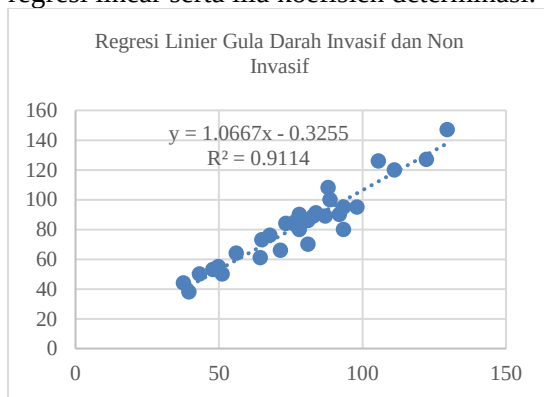
Pengujian dari penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu,

1. Uji Stabilitas

Setelah dilakukan pengambilan data berulang hingga 5 kali. Selanjutnya data tersebut diolah untuk dianalisis tingkat kestabilannya. Hasil dari perhitungan kestabilan alat senilai 95,27%. Ini menunjukkan bahwa alat cukup stabil karena lebih besar dari 95%. Nilai yang diberikan menunjukkan tingkat distribusi data yang homogen.

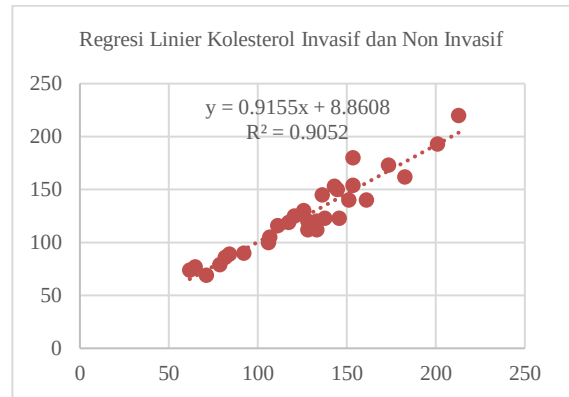
2. Kalibrasi

Kalibrasi ini menggunakan 30 sampel acak yang akan diambil data nya lalu akan dicari regresi linear serta ilia koefisien determinasi.



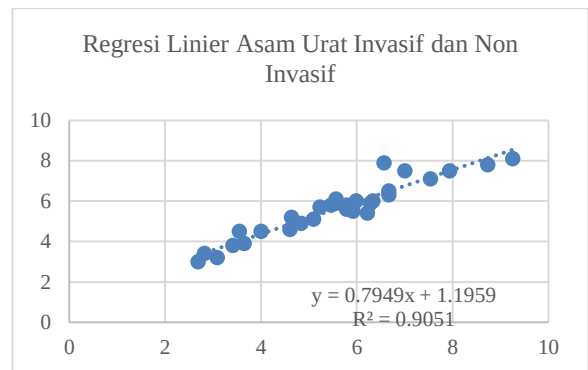
Gambar 10. Grafik Regresi Gula Darah

Persamaan garis lurus yang diperoleh adalah $y = 1,0667x - 0,3255$, dengan nilai koefisien determinasinya $R^2 = 0,9114$.



Gambar 11. Grafik Regresi Kolesterol

Persamaan garis lurus yang diperoleh adalah $y = 0,9155x + 8,8608$, dengan nilai koefisien determinasinya $R^2 = 0,9052$.



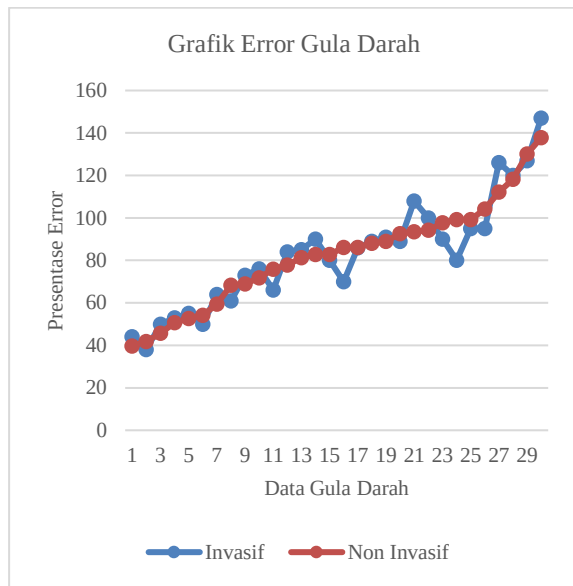
Gambar 12. Grafik Regresi Asam Urat

Persamaan garis lurus yang diperoleh adalah $y = 0,7949x + 1,1959$, dengan nilai koefisien determinasinya $R^2 = 0,9051$.

Dari hasil kalibrasi di atas nilai koefisien yang didapat berada di atas ambang 0,9. Sedangkan persamaan lurus yang di dapat akan digunakan pada *source code* sebagai konversi nilai dari sensor GY MAX 30102.

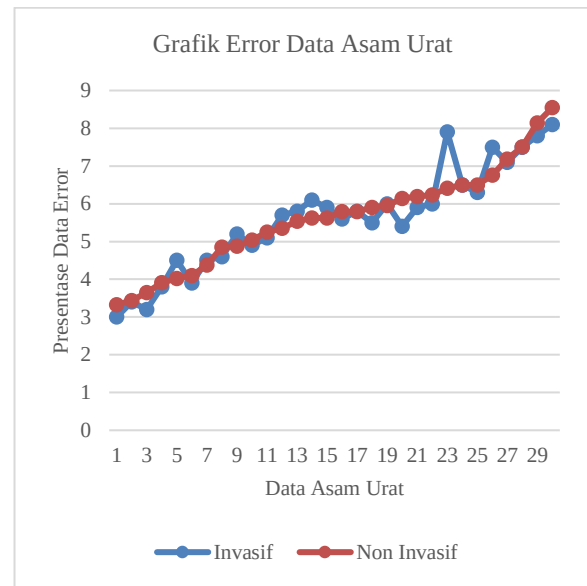
3. Uji Keakuratan

Uji keakuratan dilakukan dengan membandingkan nilai dari *prototype* dengan alat *Easy Touch GCU 3 In 1*.



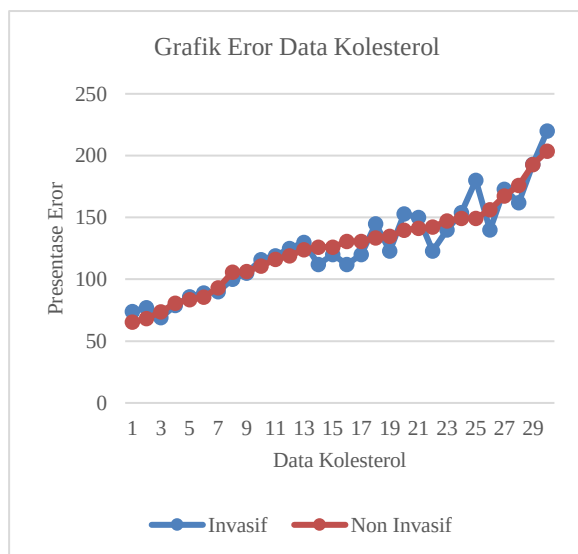
Gambar 13. Grafik Error Gula Darah

Rata rata error pada alat non invasif untuk mengukur nilai gula darah adalah 7,7. Dan menunjukan bahwa akurasi dari alat non invasif adalah 92,3%



Gambar 15. Grafik Error Asam Urat

Rata-rata eror pada alat non invasif untuk mengukur nilai gula darah adalah 5,5%. Dari hasil tersebut menunjukan bahwa akurasi dari alat non invasif adalah 94,5%.



Gambar 14. Grafik Error Kolesterol

Rata rata error pada alat non invasif untuk mengukur nilai kolesterol adalah 7,1%. Dan menunjukan bahwa akurasi dari alat non invasif adalah 92,9%

Tabel 4. Rangkuman Pengujian

No.	Uji Coba Prototype			
1	Uji Stabilitas	95,27 %		
2	Nilai Koefisien Determinasi Kalibrasi	Gula Darah	Kolesterol	Asam Urat
3	Kesalahan Alat Pada Uji Akurasi	7,7%	7,1%	5,5%
4	Keberhasilan Alat Pada Uji Akurasi	92,3%	92,9%	94,5%
		Rata-rata		
		93,23		

Hasil data nilai rata-rata simpangan pengukuran didapatkan nilai eror 6,7%. Eror yang diperoleh masih dalam batas aman standar toleransi kesalahan kalibrasi yakni di bawah 10%.

Salah satu faktor yang menjadi penghambat nilai akurasi dari prototype alat adalah faktor deteksi atau pembacaan sensor. Sinyal yang dideteksi oleh sensor bisa saja tercampur dengan noise sehingga nilai yang tertangkap oleh sensor bukan merupakan nilai murni dari sinyal PPG (Ekawita dkk., 2020). Maka diperlukan lebih banyak sampel agar menghasilkan persamaan garis lurus yang semakin linier.

5. KESIMPULAN

1. Rancang bangun alat cek gula darah, kolesterol, dan asam urat telah berhasil dikembangkan dengan menggunakan sensor GY MAX 30102.
2. Kalibrasi *prototype* alat dilakukan terhadap 30 sampel acak, hingga didapatkan hasil regresi linear gula darah senilai $y = 1,0667x - 0,3255$, kolesterol senilai $y = 0,9155x + 8,8608$ dan asam urat senilai $y = 0,7949x + 1,1959$ sebagai nilai konversi data pada pengukuran kadar gula darah, kolesterol dan asam urat.
3. Nilai koefisien determinasi gula darah senilai $R^2 = 0,9114$, kolesterol $R^2 = 0,9051$, dan asam urat $R^2 = 0,9052$ artinya hubungan linear antara nilai ADC pada *prototype* dengan nilai kadar gula darah, kolesterol, dan asam urat pada alat invasif kuat karena di atas ambang batas yakni 0,9.
4. Pengujian *prototype* alat dilakukan pada 30 sample acak dengan membandingkan *prototype* alat dengan alat standar (Easy Touch GCU). Nilai akurasi *prototype* alat pengukur kadar gula darah, kolesterol, dan asam urat adalah 93,23% yang telah memenuhi standar toleransi yakni 90%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudayasa, I. P., Rahman, M. F., Eso, A., Jamaluddin, J., Parawansah, P., Alifariki, L. O., Arimaswati, A., & Kholidha, A. N. (2020). Deteksi Dini Faktor Risiko Penyakit Tidak Menular Pada Masyarakat Desa Andepali Kecamatan Sampara Kabupaten Konawe. *Journal of Community Engagement in Health*, 3(1), 60–66.
- [2] Kementrian Kesehatan. (2019). *Buku Pedoman Manajemen Penyakit Tidak Menular*.
- [3] Lestari Wulandari, D., Desy Putriningtyas, N., Wahyuningsih, S., Studi Gizi, P., Ilmu Kesehatan, F., & Respati Yogyakarta, U. (2020). Potensi Yogurt Kacang Merah Terhadap Kadar Kolesterol Hdl pada Remaja Obesitas (Studi Dilakukan pada Mahasiswa Gizi Universitas Respati Yogyakarta). *Sport and Nutrition Journal*, 2, 10–16.
- [4] Istyanto, F., Aswar, S., Hermayani, H., Sami Asih, E., Ulfiani, N., Marice Rumbino, M., Arwam, A. H., Nurul Zaqiah, A., Jumriati, J., & Kesehatan Kemenkes Jayapura, P. (2024). *Penyuluhan Penyakit Tidak Menular (PTM) di Desa Adainasnosen Kabupaten Biak Numfor (Counseling on Non-Communicable Diseases in Adainasnosen Village, Biak Numfor Regency) Riwayat Artikel*. 3(2), 55–63.
- [5] Sudayasa, I. P., Rahman, M. F., Eso, A., Jamaluddin, J., Parawansah, P., Alifariki, L. O., Arimaswati, A., & Kholidha, A. N. (2020). Deteksi Dini Faktor Risiko Penyakit Tidak Menular Pada Masyarakat Desa Andepali Kecamatan Sampara Kabupaten Konawe. *Journal of Community Engagement in Health*, 3(1), 60–66.
- [6] Rizki Rahmnia, D., Apriliyani, I., & Eko Kurniawan, W. (2023). *Gambaran Tingkat Kecemasan Akibat Hospitalisasi pada Anak dengan Tindakan Invasif*. 625–634.
- [7] Anggrahenli, D., Legowo, P. . S., & Tabunan, M. . E. (2021). Analisis Risiko Hematom Pada Pengambilan Darah (Studi Kasus : Klinik “P”). *Jurnal Manajemen Risiko*, 2(1), 1–34.
- [8] Meilawati, I., Prapancha, Y., & Wiyono, T. (2019). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Luka Tusuk Jarum Suntik Pada Perawat Di Rumah Sakit Bhayangkara Brimob Tahun 2018. *Jurnal Bidang Ilmu Kesehatan*, 9(1), 2622–2948.
- [9] Meilawati, I., Prapancha, Y., & Wiyono, T. (2019). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Luka Tusuk Jarum Suntik Pada Perawat Di Rumah Sakit Bhayangkara Brimob Tahun 2018. *Jurnal Bidang Ilmu Kesehatan*, 9(1), 2622–2948.
- [10] Shofani, M., Hardianto, F., & Sumarti, H. (2021). Alkukosrat : Pengembangan Alat Ukur Kolesterol dan Asam Urat Secara Non-Invasif Menggunakan Sensor TCRT-5000. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya) 2021*.
- [11] Fahmi, N. F., Firdaus, N., & Putri, N. (2020). Pengaruh Waktu Penundaan Terhadap Kadar Glukosa Darah Sewaktu Dengan Metode Poct pada Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Ilmu Keperawatan*, 11(2), 1–11.
- [12] Tua Marbun, E., Erwansyah, K., Hutagalung, J., Studi Sistem Informasi, P., & Triguna Dharma, S. (2022). Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Kolesterol Pada Remaja Menggunakan Metode Certainty Factor. *Jurnal Sistem Informasi TGD*, 1, 549–556.
- [13] Fitriani, R., Azzahri, L. M., Nurman, M., Nizar, M., Hamidi, S., Studi, P., Kesehatan, I., Universitas, M., Tambusai, P. T., Keperawatan, I., Pahlawan, U., & Tambusai, T. (2021). Hubungan Pola Makan Dengan Kadar Asam Urat (Gout Arthritis) pada Usia Dewasa 35-49 Tahun. *Jurnal Ners*, 5, 20–27.
- [14] Stephanus, A., Mbitu, E. T., Parinussa, F., Elektro, J. T., Ambon, N., & Ambon, P. N.

- (2022). Prototyping Alat Ukur Denyut Jantung Manusia Dengan Sistem Photoplethysmography Di 10 Lokasi Deteksi. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-8 ISAS Publishing Series: Engineering and Science*, 8(1).
- [15] Suhartina, R., & Abuzairi, T. (2021). Pulse oximeter monitoring bracelet for COVID-19 patient using seeeduino. *J. Ilm. Tek. Elektro Komput. Dan Inform*, 7, 81-87.
- [16] Luthfiyah, S., Ramadhani, E. R., Indrato, T. B., Wongjan, A., & Lawal, K. O. (2022). Vital Signs Monitoring Device with BPM and SpO2 Notification Using Telegram Application Based on Thinger.io Platform. *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, 4(1), 1–7.
- [17] Nugroho, S. A. (2023). Perancangan Alat Monitoring Gas Medis N2O Berbasis ESP32. *Jurnal Ilmiah Dan Karya Mahasiswa*, 1(2), 180-189.
- [18] Suyono, H. (2020). Perancangan Alat Pengukur Kadar Gula dalam Darah Menggunakan Teknik Non-Invasive Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *JTEV (JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN VOKASIONAL)*, 6(1), 69–76.