

PROTOTYPING ALAT UKUR DENYUT JANTUNG MANUSIA DENGAN SISTEM PHOTOPLETHYSMOGRAPHY DI 10 LOKASI DETEKSI

Alphin Stephanus¹⁾, Elisabeth Tansiana Mbitu²⁾, dan Frelly Parinussa³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ambon

²⁾Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ambon

³⁾Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ambon

E-mail: peppymusila52@gmail.com

Abstract

In the world of health one of the organs that often get attention is the heart. A heart that will always pulsate at all times as long as man lives. Conventional heart rate measurement is done by listening to the heart rate using a stethoscope or feeling the pulse. But in conventional measurements the results are influenced by the level of sensitivity of the person who measures and must also ensure the exact measurement time of 1 minute. Today it is widely developed with Photoplethysmography (PPG) techniques to measure human heart rate. PPG is claimed to be easier and cheaper than Electrocardiogram (ECG) techniques. However, the ppg technique of the transmission mode at the fingertips that is currently widely used does not allow the user to move and do activities freely. This study aims to find out the possibility of heart rate measurement using PPG technique on Human Finger. Prototype human heart rate gauge designed consists of (1). Pulse Sensor to measure the amount of heart rate by minutes or BPM (Beats Per Minutes) (2). LCD I2C To Display the heart rate that has been detected by the Pulse sensor in realtime (3). Arduino microcontroller: receives and processes signals to determine the heart rate value in BPM. (4) 9V battery as a power source. It takes heart rate on 10 fingers on 30 different objects, consisting of 15 men and 15 women with different health conditions. The results showed that between 10 fingers, the left thumb has a flat - average error between the prototype tool and the oxymeter of 0.04 %.

Keywords: *Finger-Type, Heart Rate, Photoplethysmography (PPG), Health Monitoring, Arduino*

PENDAHULUAN

Jantung merupakan salah satu organ vital didalam tubuh manusia. Jantung berfungsi mensirkulasikan darah ke seluruh tubuh. Sehingga jantung sangat penting bagi kehidupan manusia. Peran jantung sangat lah penting untuk memompa darah keseluruh tubuh Untuk memeriksa kondisi jantung saja, pasien harus pergi kerumah sakit atau ke klinik pengobatan. (Muhammad, N., 2015). Alat yang biasa digunakan dokter untuk memeriksa detak jantung yaitu stetoskop yang ditempelkan ke dada pasien atau menggunakan alat yang lebih canggih yang bernama *electrocardiograph* (ECG). Selain itu, cara lain yang dilakukan secara elektronik untuk mengukur detak jantung manusia adalah dengan memasang sensor yang selanjutnya dapat mendeteksi fluktuasi

aliran darah pada nadi manusia menggunakan teknik Photoplethysmography(PPG). Teknik PPG ini menggunakan pengukuran secara optik untuk mendeteksi perubahan volume darah yang terjadi pada jaringan mikrovaskular. (Arthana, I. & Pradnyana, I. M. A., 2017). Dalam penelitian Saputro, Widasari, & Fitriyah (2017) telah dirancang sebuah alat untuk memonitoring suhu tubuh dan detak jantung manusia secara wireless. Pada sistem monitoring ini terdapat pulse sensor sebagai pendeteksi detak jantung yang dihubungkan dengan Arduino nano sebagai pemroses data. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa keberhasilan dari penelitian ini mencapai 97.17%. Pengukuran detak jantung dengan teknik Photoplethysmograph (PPG) juga telah dikembangkan oleh Yulian, R. (2017). Namun teknik PPG tersebut diletakan pada pergelangan tangan. Hal ini memungkinkan pengguna untuk bergerak bebas. Nilai sensitivitas rata-rata yang diperoleh adalah sebesar 99.7%. Dalam penelitian sebelumnya (Hidayatulah, S., Riyadi, M. A., & Darjat, D., 2015), dikembangkan sebuah alat pengukuran detak jantung menggunakan prinsip photoplethysmography (PPG). Pada alat ini, digunakan LED infrared sebagai sumber cahaya, mikrokontroler sebagai pengolah data, dan fotodiode untuk mendeteksi cahaya. Hasil validasi terhadap alat yang dikembangkan ini menunjukkan angka yang mendekati dengan rata-rata error 1.60%.

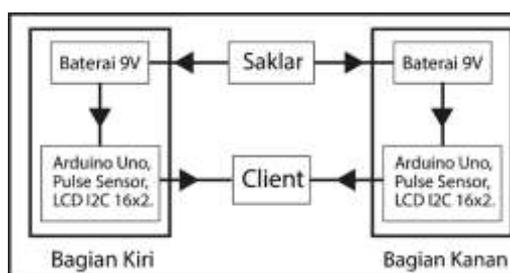
Peralatan pemantauan kesehatan telah dikembangkan begitu luar biasa dan secara langsung mendukung diagnosa klinis dengan menawarkan akurasi tinggi secara khusus peralatan dengan teknologi photoplethysmography (Attarpour, A. et al., 2019 dan Ngoc-Thang, B., et al., 2022).

Pada penelitian ini, akan dikembangkan sebuah alat pengukur denyut jantung manusia yang juga memanfaatkan teknik PPG pada jari manusia. Prototype alat pengukur denyut jantung manusia yang dirancang terdiri dari (1). Pulse Sensor untuk mengukur banyaknya denyut jantung dengan satuan menit atau BPM. (2). LCD I2C Untuk Menampilkan denyut jantung (3). Mikrokontroler Arduino: menerima dan memproses sinyal untuk menentukan nilai denyut jantung dalam BPM. (4) baterai 9V sebagai sumber daya. Selanjutnya, dilakukan pengujian akurasi prototype dengan membandingkannya dengan Oxymeter masal. Dalam penelitian ini pula akan dilakukan pengujian penempatan pulse sensor pada 10 titik lokasi atau jari tangan manusia

sehingga akan diketahui titik lokasi mana atau pada jari manusia yang mana yang memiliki tingkat akurasi tertinggi atau mean error terkecil.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode *prototyping* yang terdiri dari beberapa tahapan yakni (1) Identifikasi kebutuhan, (2) Perancangan Prototype, (3) Evaluasi Prototype, (4) Pengkodean sistem, (5) Pengujian sistem, (6) Evaluasi sistem. Sistem *photoplethysmography* menggunakan pulse sensor dalam pengembangan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui diantara 10 jari manusia, manakah yang memiliki tingkat keakuratan yang sama/mirip dengan alat oxymeter yang dijual masal. Diagram blok sistem PPG tipe sensor jari tangan untuk menghitung denyut jantung berbasis arduino dapat dilihat pada Gambar 1.

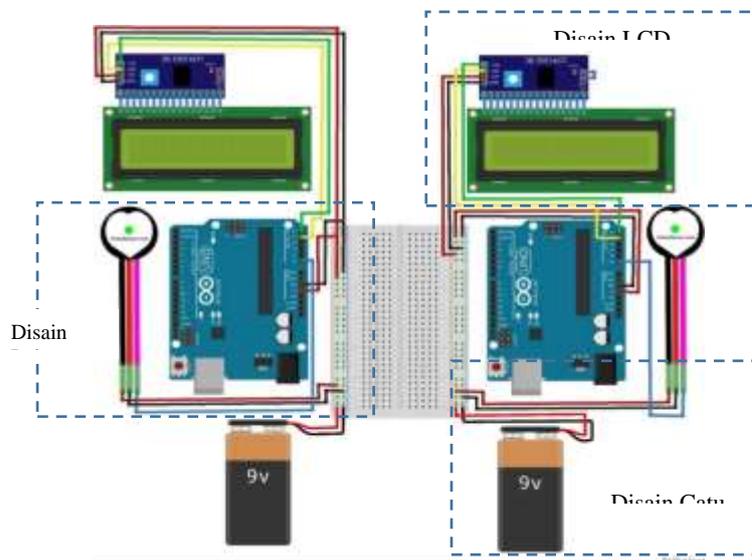


Gambar 1. Diagram blok Sistem PPG

Blok diagram sistem pada Gambar 1 terbagi atas dua bagian yaitu : blok *hardware* dan blok pengolahan sinyal. Pada blok *hardware* terdiri dari dua catu daya (baterai), pulse sensor, arduino uno R3 , dan LCD 16 X 2. Pulse Sensor merupakan sensor cahaya yang menjadikan sinyal dengan satuan tegangan listrik. Hasil pengolahan sinyal akan ditampilkan pada LCD 16 X 2 yang terintegrasi pada perangkat PPG. Selanjutnya pada blok pengolahan sinyal terdapat perhitungan denyut jantung. Gambar 2 menunjukkan disain sistem secara keseluruhan.

Pada alat ini memerlukan alat atau komponen untuk mengolah data Input atau data Output yang akan dikeluarkan. Pada bagian proses ini menggunakan Arduino Uno karena implementasi arduino lebih mudah digunakan dalam pembuatan instrumen ukur dibanding dengan menggunakan teknologi sejenis lainnya. Selain itu, saat ini masih belum banyak penelitian tentang pembuatan beberapa instrumen ukur yang

dikendalikan dalam sebuah *board* arduino. Dan pada alat ini juga menggunakan *pulse sensor* untuk membaca denyut jantung.



Gambar 2. Disain Sistem Keseluruhan

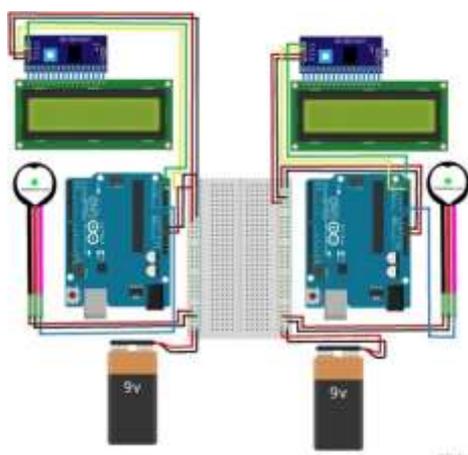
Perhitungan Denyut Jantung

Untuk menghitung denyut jantung perlu adanya tresholding sinyal untuk mengetahui periode sinyal PPG. Setelah itu periode sinyal yang didapat akan dimasukan dalam perhitungan matematis sehingga hasil dari perhitungan tersebut adalah data denyut jantung per menit (BPM). Ketika sinyal turun melewati set point maka counter akan berjalan, kemudian jika sinyal melewati set point lagi, maka counter akan berhenti. Sehingga didapatkan data counter sebagai periode sinyal denyut jantung. Periode sinyal denyut jantung yang didapat akan digunakan untuk menentukan nilai denyut jantung per menit seperti pada Persamaan (1).

$$\text{Heart Rate} = \frac{\text{Sampting Frequency}}{\text{Counter}} \times 60 \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akhir dari keseluruhan sistem alat ukur denyut jantung *photoplethysmography* yang dirancang dalam penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 3, dimana Gambar 3a adalah disain sistem sedangkan Gambar 3b merupakan hasil akhir alat ukur yang dibuat.



(a) Desain Sistem



(b) Rangkaian Akhir

Gambar 3. Hasil akhir Alat Ukur Denyut Jantung yang dirancang

Pada bagian hasil perancangan sistem secara keseluruhan dapat dilihat bahwa sistem alat ukur denyut jantung yang dibuat merupakan kesatuan dari keseluruhan perpaduan antara arduino, pulse sensor dan LCD 16x2 yang sudah menjadi satu sistem alat ukur denyut jantung *photoplethysmography* sehingga membuat alat ukur denyut jantung menjadi lebih efektif dan akurat. Selanjutnya dilakukan pembahasan terhadap hasil dari pengujian prototype alat pengukur denyut jantung di 10 jari tangan pada 30 objek penelitian, dimana objek tersebut terbagi menjadi 15 laki – laki dan 15 perempuan dengan kondisi riwayat yang berbeda, dan dapat diketahui tingkat keakuratan dari prototype alat yang dibuat.

Hasil Pengujian

Pengujian Akusisi Data Prototype Alat Dan Oxymeter

Sinyal denyut jantung yang didapatkan dari 10 lokasi denyut jantung dengan menggunakan Pulse Sensor dengan alat pembanding yaitu Oxymeter didapatkan hasil dari Pengambilan data terhadap 30 orang yang berbeda. Dengan membandingkan alat yang menggunakan Pulse Sensor dengan alat pembanding yaitu oxymeter dengan parameter SpO2 dan BPM. Hasil pengujian akusisi data pada prototype yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan pengukuran menggunakan rangkaian alat ukur denyut jantung dengan system photoplethysmography yang diletakkan di Jari manusia, didapatkan lokasi yang paling akurat dengan alat oximeter yang diproduksi masal, yaitu jari tengah kiri. Hal ini

menunjukkan bahwa sinyal yang diperoleh dari jari manusia dipengaruhi oleh kondisi lapisan kulit jari dan sumber daya yang digunakan sehingga terdapat *noise* yang mengurangi tingkat akuisisi data pada mikrokontroler.

Perbandingan Antara Oxymeter Dan Prototype Alat pada 10 titik lokasi

Selanjutnya dilakukan perbandingan terhadap hasil pengujian denyut jantung pada 10 jari manusia, serta perhitungan Mean Error dan Standar Deviasi. Perhitungan Mean Error dilakukan menggunakan Persamaan (2) (Sugiyono, 2005).

$$mean = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} \quad (2)$$

Dimana,

$mean$ = Nilai Rata – rata ; f_i = Frekuensi kelompok data ke – i

X_i = Nilai tengah kelompok data ke -i

Untuk menghitung Standar Deviasi yang merupakan salah satu ukuran disperse yang diperoleh dari akar kuadrat positif varians dan memiliki ukuran penyebaran yang paling banyak digunakan, dilakukan menggunakan Persamaan (3). Semua gugus data dipertimbangkan sehingga lebih stabil dibandingkan dengan ukuran lainnya. Namun, apabila dalam gugus data tersebut terdapat nilai ekstrem, standar deviasi menjadi tidak sensitif lagi.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \mu)^2}{n}} \quad (3)$$

Dimana,

σ = Simpangan Baku Populasi (sampel); N = Jumlah Populasi

X_i = Setiap Nilai Dari Populasi; μ = Rata – Rata Populasi

Hasil perbandingan antara pengujian dengan Oxymeter dan Alat yang dibuat ditampilkan dalam Tabel 2 yang memperlihatkan perhitungan Mean Error dan Standar Deviasi. Berdasarkan Tabel 2 tersebut, menunjukkan informasi bahwa Jari jempol kiri memiliki tingkat akurasi yang tinggi terhadap oximeter pembanding.

Tabel 1
Hasil Pengujian Denyut Jantung Menggunakan Prototype Alat

No	Kode Objek	Jempol kiri	Jempol kanan	Telunjuk kiri	Telunjuk kanan	Tengah kiri	Tengah kanan	Manis kiri	Manis kanan	Kelingking kiri	Kelingking Kanan	Riwayat Penyakit
1	0011	95	95	95	95	98	98	97	91	98	98	Darah Tinggi
2	002L	109	109	108	108	108	108	108	108	107	107	Jantung
3	003P	84	84	85	85	84	84	86	86	85	85	Kolesterol
4	004L	92	92	97	97	96	96	96	96	94	94	Perokok,capek
5	005P	76	76	73	73	72	73	78	78	78	78	asma
6	006P	90	90	86	86	93	93	95	95	91	91	asam lambung
7	007P	73	73	71	71	73	73	73	73	75	75	Darah Tinggi
8	008L	81	81	84	84	84	84	81	81	84	84	Kolesterol
9	009P	74	74	73	73	75	75	77	77	78	78	asam urat
10	OIOL	85	85	89	89	81	81	85	85	87	87	flu
11	OIIP	94	94	94	94	98	98	93	93	95	95	asam urat,kolesterol
12	012L	68	68	76	76	73	73	74	74	64	64	Perokok
13	013P	103	103	102	102	101	101	104	104	103	103	malaria
14	014L	85	85	84	84	81	81	88	88	84	84	asma
15	015L	103	103	103	103	104	104	103	103	104	104	maag
16	016P	89	89	90	90	89	89	89	89	91	91	capek
17	017P	73	73	73	73	72	72	74	74	71	71	tbc
18	018P	86	86	87	87	84	84	85	85	87	87	tidak ada
19	019L	86	86	87	87	88	88	87	87	88	88	tidak ada
20	020P	90	90	94	94	93	93	89	89	92	92	asam lambung
21	021L	82	82	82	82	84	84	82	82	85	85	tbc
22	022P	93	93	93	93	91	91	90	90	93	93	pilek
23	023P	95	95	97	97	96	96	98	98	96	96	maag
24	024P	89	89	87	87	86	86	88	88	88	88	amandel
25	025L	90	90	90	90	88	88	90	90	90	90	amandel
26	026L	92	92	92	92	91	91	92	92	93	93	tidak ada
27	027L	82	82	82	82	83	83	811	811	83	83	tidak ada
28	028L	84	84	85	85	86	86	83	83	84	84	tidak ada
29	029L	90	90	91	91	93	93	92	92	92	92	migrain
30	030L	78	78	78	78	80	80	81	81	82	82	tidak ada

Tabel 2
Hasil Perhitungan Mean Error dan Standar Deviasi

Titik Lokasi	Mean Error	Standar Deviasi	Titik Lokasi	Mean Error	Standar Deviasi
Jempol Kiri	0.04	0.19	Tengah Kanan	1.93	1.78
Jempol Kanan	1.17	0.61	Manis Kiri	1.21	0.49
Telunjuk Kiri	1.12	0.24	Manis Kanan	1.89	1.69
Telunjuk Kanan	1.96	1.55	Kelingking Kiri	0.11	0.34
Tengah Kiri	0.84	0.58	Kelingking Kanan	3.79	4.67

SIMPULAN

Berdasarkan hasil Analisa data yang diperoleh dari observasi pada 10 jari tangan dari 30 orang objek penelitian disimpulkan hasil akurasi deteksi denyut jantung paling tinggi berada pada jari jempol kiri tangan manusia dengan rata-rata eror 0,04. Relatif perhitungan denyut jantung, memiliki nilai tertinggi sebesar 109 BPM. Lama waktu sistem mencapai keadaan Steady State paling cepat adalah 5 detik, paling lama adalah 7 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arthana, I. K. R., & Pradnyana, I. M. A. (2017). Perancangan alat pendeteksi detak jantung dan notifikasi melalui sms. In *Seminar Nasional Riset Inovatif* (Vol. 5, pp. 889-895).
- Attarpour, A., Mahnam, A., Aमितabar, A., & Samani, H. (2019). Cuff-less continuous measurement of blood pressure using wrist and fingertip photo-plethysmograms: Evaluation and feature analysis. *Biomedical Signal Processing and Control*, 49, 212-220.
- Hidayatulah, S., Riyadi, M. A., & Darjat, D. (2015). Perancangan Alat Pengukur Detak Jantung Dengan Sensor Fotodioda Berbasis Photoplethysmography (PPG) Menggunakan ATMEGA32A. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 4(2), 312-316.
- Muhammad, N., Nur, A., Syahrir, S., Fadlan, D., & Musyawira, F. H. (2015). Deteksi Denyut Jantung dengan Metode Sensor Pulsh Berbasis Ardiuno. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro & Informatika* (pp. 201-206).
- Ngoc-Thang, B., Nguyen, T. M. T., Truong, T. T., Nguyen, B. L. H., & Nguyen, T. T. (2022). A dynamic reconfigurable wearable device to acquire high quality PPG signal and robust heart rate estimate based on deep learning algorithm for smart healthcare system. *Biosensors and Bioelectronics*: X, 12, 100223.
- Saputro, M. A., Widasari, E. R., & Fitriyah, H. (2017). Implementasi sistem monitoring detak jantung dan suhu tubuh manusia secara wireless. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* e-ISSN, 2548, 964X.
- Yulian, R. (2017). Rancang bangun photoplethysmography (PPG) tipe gelang tangan untuk menghitung detak jantung berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(3).