

# Sistem Monitoring Vital Sign Pada Tubuh Manusia Dengan Metode Deteksi Titik Ekstrim Untuk Mendeteksi Kelainan Ritme Jantung

Moh. Mahrus Zuhdi<sup>1</sup>, M. Jasa Afroni<sup>2</sup>, Fandisya Rahman<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Malang

<sup>2,3</sup>Dosen Program Sarjana Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Malang

[mahrus.zuhdi@gmail.com](mailto:mahrus.zuhdi@gmail.com), [mjasaafroni@unisma.ac.id](mailto:mjasaafroni@unisma.ac.id), [fandisjarahman@unisma.ac.id](mailto:fandisjarahman@unisma.ac.id)

## Abstract

Until now, heart and blood vessel disease (PJP) is still the number one cause of death in the world. Heart disease usually occurs a lot in people with advanced age (60 years and older). Arrhythmia is a disturbance in the heartbeat or heart rhythm characterized by an irregular heartbeat, which can be too fast or too slow. This study will use a vital sign monitoring system equipped with ECG readings which is then further processed using extreme point detection algorithms to recognize symptoms of heart defects, including arrhythmias. Initial health checks or so-called vital signs are technologies that facilitate the implementation of a person's monitoring and diagnostic system anywhere such as at home, hospital, and outdoors while traveling. This system is designed to use a wireless connection from the ESP32 module, so the advantage in this system is that the system can interconnect without cables between patients and the medical team. With the results of the study obtained, the vital sign monitoring system is able to display temperature and heart rate data in real time, which is shown by the results of the graph in the Delphi GUI-based application. The vital sign monitoring system is able to transmit data coming from the sensor system to the server system properly. And from the vital sign monitoring system that has been built, it gets a graph of the rhythmic heartbeat rhythm like a heart rate measuring medical device, which is able to display heart rate and body temperature in the GUI. The stability of the R - R interval was identified using a standard deviation of 1.3 when the patient's condition was below 1.3, it can be categorized as normal, but if the patient's heart rate is more than 1.3 then the patient is categorized as having arrhythmia.

## Abstraksi

Sampai saat ini, penyakit jantung dan pembuluh darah (PJP) masih menjadi penyebab kematian nomor satu di dunia. Penyakit jantung biasanya banyak terjadi pada orang dengan usia lanjut (60 tahun ke atas). Aritmia merupakan gangguan pada detak jantung atau irama jantung yang ditandai dengan detak jantung yang tidak teratur, bisa terlalu cepat atau terlalu lambat. Penelitian ini akan menggunakan sistem monitoring vital sign yang dilengkapi dengan pembacaan ECG yang kemudian diproses lebih lanjut menggunakan algoritma deteksi titik ekstrim untuk mengenali gejala kelainan jantung, termasuk aritmia. Pemeriksaan awal kesehatan atau yang disebut *vital sign* merupakan teknologi yang memfasilitasi implementasi sistem pemantauan dan diagnostik seseorang dimana saja seperti di rumah, rumah sakit, dan di luar ruangan saat bepergian. Sistem ini dirancang menggunakan koneksi *wireless* dari modul ESP32, sehingga kelebihan dalam sistem ini yaitu sistem dapat interkoneksi tanpa kabel antara pasien dengan tim medis. Dengan hasil penelitian yang didapatkan bahwa sistem monitoring vital sign mampu menampilkan data suhu dan detak jantung secara realtime, yang ditunjukkan dengan hasil grafik pada aplikasi berbasis Delphi GUI. Sistem monitoring *vital sign* mampu mengirimkan data yang berasal dari sistem sensor menuju sistem server dengan baik. Dan dari sistem monitoring *vital sign* yang telah dibangun mendapatkan grafik dari ritme detak jantung yang berirama layaknya alat medis pengukur detak jantung, yang mampu menampilkan detak jantung dan suhu tubuh pada GUI. Stabilitas interval R - R diidentifikasi dengan menggunakan standar deviasi sebesar 1,3 ketika kondisi pasien dibawah 1,3 maka dapat dikategorikan pasien tersebut normal, namun apabila detak jantung pasien lebih dari 1, 3 maka pasien tersebut dikategorikan terkena aritmia.

**Kata Kunci**— Sistem Monitoring, Delphi GUI, ESP32, Sensor Pulse

## I. PENDAHULUAN

Pemeriksaan awal kesehatan atau yang disebut vital sign merupakan teknologi yang memfasilitasi implementasi sistem pemantauan dan diagnostik seseorang dimana saja seperti di rumah, rumah sakit, dan di luar ruangan saat bepergian. Parameter fisiologis dianggap sebagai informasi penting untuk menilai kondisi kesehatan

dan jenis kemungkinan penyakit pasien. Sistem pemantauan tanda-tanda vital dapat membantu dokter dengan menggambarkan jejak parameter fisiologis kritis, menghasilkan peringatan dini dan menunjukkan setiap perubahan signifikan pada data. Selain itu, dapat membantu pasien untuk memantau status kesehatan mereka dan mengkomunikasikan keprihatinan mereka dengan penyedia layanan kesehatan [1]. Monitoring denyut

nadi saja tidaklah memadai untuk mengetahui penyakit jantung secara detail. Untuk itu penelitian ini mengusulkan pembacaan dan analisa sinyal ECG dari jantung untuk mendeteksi kelainan jantung secara lebih teliti. Sampai saat ini, penyakit jantung dan pembuluh darah (PJP) masih menjadi penyebab kematian nomor satu di dunia [2]. Penyakit jantung biasanya banyak terjadi pada orang dengan usia lanjut (60 tahun ke atas). Menurut data Riskesdas tahun 2018, di Indonesia sendiri terdapat 1,5% penderita penyakit jantung. Menurut WHO, 17,9 juta orang meninggal akibat penyakit jantung setiap tahunnya, dan diperkirakan pada tahun 2030 akan ada 23,6 juta orang yang meninggal akibat penyakit jantung [3].

Aritmia merupakan gangguan pada detak jantung atau irama jantung yang ditandai dengan detak jantung yang tidak teratur, bisa terlalu cepat atau terlalu lambat. Gangguan ini sangat berkaitan dengan kondisi kardiovaskular, seperti tekanan darah tinggi, gagal jantung, penyakit katup jantung, dan penyakit arteri koroner. Oleh karena itu, aritmia tidak bisa dianggap sepele karena bisa meningkatkan risiko *stroke* [4].

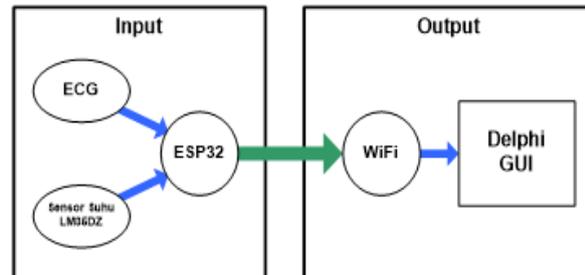
Berdasarkan penjabaran penyakit jantung dan aritmia diatas, penelitian ini akan menggunakan sistem monitoring *vital sign* yang dilengkapi dengan pembacaan ECG yang kemudian diproses lebih lanjut menggunakan algoritma deteksi titik ekstrim untuk mengenali gejala kelainan jantung, termasuk aritmia. Sistem ini dirancang menggunakan koneksi wireless dari modul ESP32, sehingga kelebihan dalam sistem ini yaitu sistem dapat interkoneksi tanpa kabel antara pasien dengan tim medis, dan dapat menampilkan kondisi pasien jarak jauh pada layar monitor secara berkala dan realtime. Dengan dimensi modul yang lebih kecil dan fitur yang lebih lengkap daripada Arduino, ESP32 dipilih menjadi bagian penting pada perancangan sistem penelitian ini. Dimana pada sistem akan terdapat node sensor yang berfungsi untuk mengambil data suhu tubuh, detak jantung, pasien secara *realtime*.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian Implementatif dalam bentuk perancangan sistem monitoring vital sign. Dimana terdapat 2 sensor vital sign yaitu untuk mengukur suhu tubuh, dan detak jantung. Implementatif disini berarti melakukan survey observasi atau pengujian secara langsung. Dan untuk penelitian implementatif disini maksudnya adalah sistem dapat menampilkan data vital sign dari pasien dan dapat memprediksi kondisi pasien tersebut, juga bisa digunakan untuk track record kesehatan pasien agar nantinya bisa di diagnosis oleh dokter kemungkinan penyakitnya. Pengembangan pada penelitian ini antara lain adalah membuat prediksi dan juga ESP32 sebagai

media pengiriman data, dari jurnal landasan pustaka sebelumnya.

Perancangan sistem yang akan dibangun pada penelitian ini mencakup alat ECG, sensor suhu, ESP32, dan Delphi GUI. Untuk alur kerja bagaimana perpindahan data dari sensor hingga Delphi GUI, ditunjukkan pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Blok diagram Mikrokontroler

Pada diagram blok tersebut, data dari ECG dan sensor suhu diterima oleh ESP 32 pada bagian input. Kemudian data ECG dan sensor suhu tersebut diolah agar mudah dibaca oleh pengguna dan akan mengklasifikasi data yang diterima dengan kategori yang telah kondisi pasien yang telah ditentukan. Setelah data selesai diolah, data tersebut dikirimkan menuju Delphi GUI menggunakan jaringan wireless. Ketika data tersebut diterima, Delphi GUI akan menampilkan data kepada pengguna.

Berdasarkan penjelasan dari sinyal ECG pada bab sebelumnya, maka perancangan sistem yang akan dibuat pada penelitian ini adalah pengembangan dari hasil algoritma deteksi titik maksimum dan minimum. Dimana dengan data tersebut, suatu kondisi jantung pasien akan ditentukan bahwa jantung pasien tersebut normal ataupun tidak. Untuk mengetahui hal tersebut digunakan nilai standar deviasi pada ritme jantung pasien. Adapun nilai standar deviasi tersebut mengacu pada data pasien aritmia. Untuk itu perlu terlebih dahulu dilakukan perhitungan standar deviasi detak jantung aritmia menggunakan persamaan berikut:

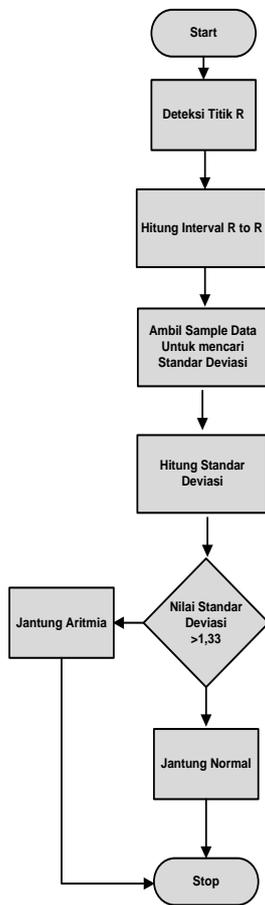
$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{5,52+2,76+2,8+5,52+2,76+2,8+2,76+2,8+5,52+2,7}{10}$$

$$\bar{x} = \frac{35,98}{10} = 3.6$$

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = \frac{13,52}{9} = 1,77$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{1,77} = 1,33$$

Berdasarkan perhitungan standar deviasi aritmia dari penelitian, maka telah didapat nilai standar deviasi untuk aritmia yaitu 1,33. Maka nilai tersebut akan dijadikan sebagai acuan untuk penentuan kondisi jantung pada sistem ini. System secara keseluruhan berjalan sesuai dengan *flowchart* kondisi detak jantung pada gambar berikut.



**Gambar 2.** Flowchart Klasifikasi kondisi detak jantung

Pada *Flowchart* tersebut, data ECG dan suhu tubuh terbaca oleh sensor. Selanjutnya sistem akan menghitung nilai interval detak jantung R to R secara berkala. Nilai tersebut nantinya akan dihitung penyebaran datanya menggunakan standar deviasi. Melalui nilai standar deviasi akan diketahui detak jantung pasien stabil atau tidak. Berdasarkan data ECG pasien penderita aritmia, nilai standar deviasinya sebesar 1,33. Nilai ini digunakan sebagai indikator untuk mengidentifikasi gejala aritmia dari data sinyal ECG pasien.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

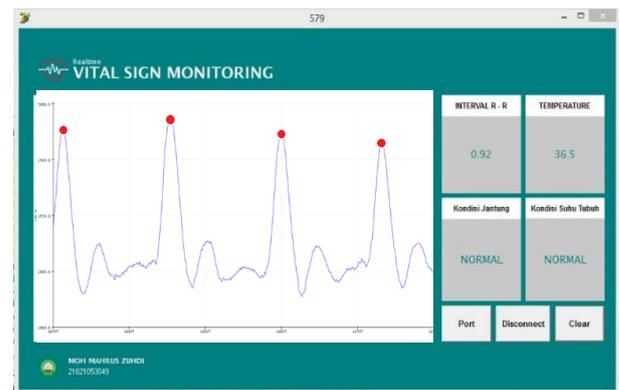
Setelah sensor pulse menempel pada jari telunjuk dengan baik pada pasien atau orang yang akan diperiksa, langkah selanjutnya adalah

mengkoneksikan antar sistem sensor dan sistem server pada aplikasi. Dengan cara menekan tombol “Port” untuk memilih port yang digunakan pada aplikasi setelah aplikasi dijalankan. Proses pemilihan port ditunjukkan pada gambar 3.



**Gambar 3.** Proses Pemilihan Port

Ketika port yang diinginkan telah dipilih, langkah kemudian adalah menekan tombol “Connect” untuk memulai melakukan pembacaan sensor suhu tubuh dan sensor detak jantung. Dengan tampilan hasil pembacaan sensor pada aplikasi yang ditunjukkan pada gambar 4.



**Gambar 4.** Hasil Pembacaan Sensor

Pada hasil pembacaan sensor suhu tubuh dan sensor detak jantung, aplikasi mampu menampilkan detak jantung dan suhu orang yang diperiksa. Sistem juga mampu menganalisa hasil pembacaan sensor, dimana seperti pada gambar 4. Pada GUI tersebut, telah ditandai dengan simbol sebagai tanda interval R. simbol bulat merah penuh (●) adalah R. Hasil grafik ECG pada gambar 4 apabila dilakukan pembacaan untuk nilai interval R to R didapatkan sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil Deteksi waktu munculnya Titik R Kondisi Normal

Siklus	Time (ms)	R (V)	Temp (°C)
1	2178	1.58	36.5
2	3318	1.56	36.5
3	4378	1.59	36.5

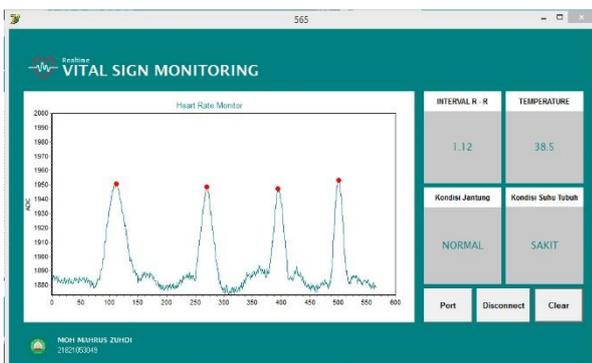
4	5518	1.6	36.5
5	6698	1.59	36.5
6	7918	1.56	36.5
7	9068	1.58	36.5
8	10228	1.62	36.5
9	11468	1.59	36.5
10	12638	1.6	36.5

**Tabel 2.** Hasil Deteksi Interval R-R Kondisi Normal

Siklus	R-R (S)	Keterangan
1	1.12	Normal
2	1.14	Normal
3	1.06	Normal
4	1.14	Normal
5	1.18	Normal
6	1.12	Normal
7	1.15	Normal
8	1.16	Normal
9	1.24	Normal
10	1.17	Normal

Dari tabel 1 & 2, suhu orang yang diperiksa termasuk dalam suhu orang dewasa normal pada 36.5°C, dan dengan detak jantung normal interval R to R sebesar 0,92 second dengan nilai standar deviasinya sebesar 0.05.

Kemudian dilanjutkan pengujian dengan orang yang berbeda dengan kondisi yang berbeda. Hasil pengujian ditunjukkan pada gambar 5 hingga gambar 7.



**Gambar 5.** Hasil Pembacaan untuk pasien yang didid sakit

Pada pengujian pasien berikutnya dengan hasil tampilan aplikasi pada gambar 5, sistem mampu mengenali bahwa kondisi jantung pasien

normal, namun kondisinya sakit berdasarkan hasil ECG dan pembacaan sensor suhu tubuh yang didapatkan. Hasil grafik ECG pada gambar 5 apabila dilakukan pembacaan untuk nilai Interval R to R didapatkan sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil Deteksi waktu munculnya Titik R Kondisi Sakit

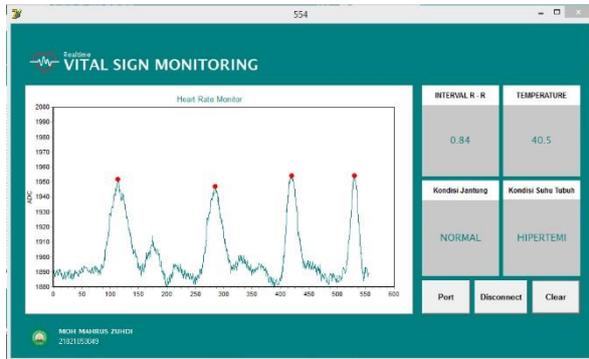
Siklus	Time (ms)	R (V)	Temp (°C)
1	2659	1.67	38.5
2	3539	1.68	38.5
3	4399	1.64	38.5
4	5279	1.56	38.5
5	6119	1.57	38.5
6	6969	1.66	38.5
7	7849	1.68	38.5
8	8749	1.64	38.5
9	9629	1.62	38.5
10	10499	1.61	38.5

**Tabel 4.** Hasil Interval R-R

Siklus	R-R (S)	Keterangan
1	0.87	Normal
2	0.88	Normal
3	0.86	Normal
4	0.88	Normal
5	0.84	Normal
6	0.85	Normal
7	0.88	Normal
8	0.9	Normal
9	0.88	Normal
10	0.87	Normal

Dari tabel 3 & 4 diatas, berdasarkan hasil pembacaan sensor didapatkan interval R to R nya 1,12 yang berarti normal karena kemunculan interval R to R secara konsisten serta nilai standar deviasinya sebesar 0.02 dan dinyatakan sakit karena memiliki suhu tubuh 38,5°C, melebihi batas normal suhu orang sehat yaitu 38°C.

Kemudian dilanjutkan dengan pengujian untuk mengetahui apakah sistem mampu mengenali suhu abnormal.



**Gambar 6.** Hasil pembacaan untuk suhu abnormal

Dari pengujian yang dilakukan, terlihat pada gambar 6 sistem mampu membaca suhu tubuh dengan kategori hipertermi yaitu kondisi darurat ketika tubuh tidak mampu untuk meningkatkan pengeluaran panas atau menurunkan produksi panas. Hasil grafik ECG pada gambar 6 apabila dilakukan pembacaan untuk nilai Interval R to R didapatkan sebagai berikut:

**Tabel 5.** Hasil Deteksi waktu munculnya Titik R Kondisi Abnormal

Siklus	Time (ms)	R (V)	Temp (°C)
1	3564	1.55	40.5
2	4434	1.57	40.5
3	5294	1.67	40.5
4	6204	1.54	40.5
5	7094	1.56	40.5
6	7994	1.67	40.5
7	8864	1.56	40.5
8	9724	1.46	40.5
9	10604	1.45	40.5
10	11454	1.57	40.5

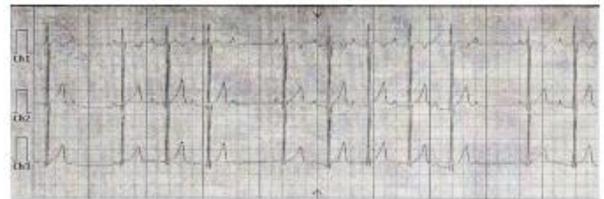
**Tabel 6.** Hasil Interval R-R

Siklus	R-R (S)	Keterangan
1	0.88	Normal
2	0.87	Normal
3	0.86	Normal

4	0.91	Normal
5	0.89	Normal
6	0.9	Normal
7	0.87	Normal
8	0.86	Normal
9	0.88	Normal
10	0.85	Normal

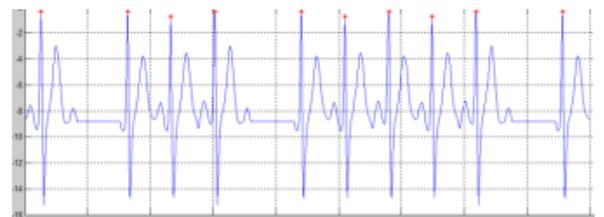
Dari tabel 5 & 6 diatas, hasil pembacaan sensor didapatkan interval R to R nya 0,84 yang berarti normal karena kemunculan interval R to R secara konsisten serta nilai standar deviasinya sebesar 0.02.

Berikut merupakan rekaman sinyal ECG dari pasien aritmia.



**Gambar 7.** Rekaman sinyal ECG dari pasien aritmia [23]

Pada gambar 7, kemunculan titik R yang tidak konsisten pada channel 2. Dengan pengkonversian data diatas menjadi titik-titik koordinat, algoritma deteksi titik ekstrim dapat digunakan untuk mengidentifikasi interval R-R dari sinyal tersebut. Berikut adalah penggambaran ulang hasil pendeteksian titik R.



**Gambar 8.** Hasil deteksi Titik R

Berdasarkan gambar 8, dapat dilihat sinyal ECG diskrit yang merupakan tiruan dari sinyal channel 2 yang kemudian diproses untuk memperoleh titik ekstrim tertinggi. Ketika titik R sudah teridentifikasi, maka dapat diperoleh interval R yang ditunjukkan pada tabel 7 berikut:

**Tabel 7.** Hasil deteksi interval R-R pada sinyal ECG

Siklus	R-R (ms)
1	-
2	5,52
3	2,76
4	2,8
5	5,52
6	2,76
7	2,8
8	2,76
9	2,8
10	5,52
11	2,7

Dari tabel 7 diatas, berdasarkan data interval R to R standar deviasinya sebesar 1,33 dan pasien dinyatakan menderita aritmia.

Berdasarkan hasil pengujian sistem secara keseluruhan ini, sistem mampu menampilkan suhu tubuh dan detak jantung pasien beserta pernyataan kondisinya.

#### IV. KESIMPULAN

Sistem monitoring *vital sign* mampu menampilkan data suhu dan detak jantung secara *realtime*, yang ditunjukkan dengan hasil grafik pada aplikasi berbasis Delphi GUI. Sistem monitoring vital sign mampu mengirimkan data yang berasal dari sistem sensor menuju sistem server dengan baik. Pada penelitian ini sudah dapat memprediksi penderita aritmia dengan menggunakan standard deviasiasi pengujian sebesar 1,3. Ketika kondisi pasien berada dibawah 1,3 maka pasien tersebut diprediksikan normal, namun apabila kondisi pasien yang dideteksi lebih besar dari 1,3 maka pasien tersebut diprediksi menderita aritmia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. R. Sutejo, P. Wulandari, Y. Sudarmanto. "MODULKETERAMPILAN KLINIK DASAR BLOK 5," Fakultas Kedokteran, Universitas Jember, Jember, 2016.
- [2] F. R. Makarim. (2019, September). Bahaya dari penyakit Jantung dan Pembuluh Darah. [Online].

Available:  
<https://www.halodoc.com/artikel/bahaya-dari-penyakit-jantung-dan-pembuluh-darah>

- [3] F. Adinda. (2020, Agustus). Bahaya Penyakit Jantung di Usia Muda. [Online]. Available: <https://lifepack.id/bahaya-penyakit-jantung-di-usia-muda/>
- [4] H. Lim. (2019, Oktober). Waspada! Aritmia Menjadi Salah Satu Penyebab Kematian Mendadak. [Online]. Available: <https://www.siloamhospitals.com/Contents/News-Events/Advertorial/2019/10/25/09/27/Waspada-Aritmia-Menjadi-Salah-Satu-Penyebab-Kematian-Mendadak>
- [5] E. A. Suprayitno, Achmad Arifin. "Sistem Instrumentasi Sinyal Electrocardiography untuk Analisa Dinamika Jantung" . Seminar Nasional Fisika Terapan III , Departemen Fisika, FST, Universitas Airlangga. Surabaya, 15 September 2012, ISBN : 978 - 979 - 17494 - 2 - 8.
- [6] Arifin, N. Ramadijanti, M. Rochmad, A. Basofi. "PENGENALAN RITME ELEKTROKARDIOGRAFI DALAM MENDETEKSI KELAINAN JANTUNG," EEPIS Final Project, Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2011. Available: <http://repo.pens.ac.id/1170/>
- [7] M. F. Wicaksono, M. D. Rahmatya. "Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home," Jurnal Teknologi dan Informasi (JATI). Volume 10 Nomor 1 Edisi Maret 2020. P-ISSN 2088-2270, E-ISSN 2655-6839. DOI 10.34010/jati.v10i1.
- [8] M. A. Saputro, E. R. Widasari, H. Fitriyah. "Implementasi Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Secara Wireless," Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Vol. 1, No. 2, Februari 2017, hlm. 148-156. e-ISSN: 2548-964X.
- [9] Y. E. Gelogo, H. K. Kim. "Intergration of Wearable Monitoring Device and Android Smartphone Apps for u-Healthcare Monitoring System," International Journal of Software Engineering and Its Applications. Vol. 9, No. 4 (2015), pp. 195-202. <http://dx.doi.org/10.14257/ijseia.2015.9.4.20>. ISSN: 1738-9984 IJSEIA.
- [10] A. Sarotama, B. Tuntari, Y. Suryana, R. Febryarto. "Penambahan Modul VITAL SIGN Dan Modul Pemeriksa Gula Darah Non Invasive Pada Telemedicine Workstation," Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2018, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta , 17 Oktober 2018. p- ISSN : 2407 – 1846. e-ISSN : 2460 – 8416.
- [11] Mercy Corps, "Design, monitoring, and evaluation guidebook," 2010.
- [12] R Wrihatnolo. "Monitoring, evaluasi, dan pengendalian: Konsep dan pembahasan," 2008.
- [13] A. T. Ni'mah, Torib Hamzah M.Pd, Sumber S.ST, MT. "ELEKTROKARDIOGRAF (ECG) dan PHOTOPLETHYSMOGRAF (PPG) BERBASIS PC".

- Jurusan Teknik Elektromedik, Politeknik Kesehatan  
Kementrian Kesehatan Surabaya. 2016.
- [14] A. Rahmawati, S. Winardi, D. Trisianto. "Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tubuh dengan Tampilan Digital dan Keluaran Suara Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA 8535," *Jurnal Monitor*, 1 (1), 2012.
- [15] M. J. Afroni, B. M. Basuki, A. Bachri. "Algoritma Pendeteksi Titik Ekstrim Pada Sinyal ECG Untuk Analisis Awal Gejala Aritmia," *JE-Unisla*, Vol 5 No 2 September 2020
- [16] Muliadi, A. Imran, M. Rasul. "PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN ESP32," *Jurnal MEDIA ELEKTRIK*, Vol. 17, No. 2, April 2020. p-ISSN:1907-1728, e-ISSN:2721-9100.
- [17] A. Rachmat C., A. Wikan M. "Konsep dan Implementasi Pemrograman GUI," Universitas Kristen Duta Wacana, Agustus 2016.
- [18] J. Soebagyo., I. Kurniawan. "Implementasi Algoritma Kunci Matriks Untuk Keamanan Data File Teks Menggunakan Borland Delphi". Skripsi, Jurusan Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Watsukencana Purwatarta, Purwakarta. 2019.
- [19] T. G. Prabowo. 2007. "Aplikasi Web Browser Animatif Menggunakan Delphi dan OpenGL." Tugas Akhir. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. 2007.
- [20] Rozaq, I. A., Yulita, N. DS.. "Uji Karakterisasi Sensor Suhu Ds18b20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air". Prosiding SNATI F Ke-4 Tahun 2017 ISBN: 978-602-1180-50-1.
- [21] Hariri, R., Hakim, L., Lestari, R. F.. "Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor AD8232 Berbasis Internet of Things". *IncomTech, Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, vol.9, no.3, 2019. DOI: 10.22441/incomtech.v9i2.70705. ISSN 2085-4811, eISSN: 2579-6089
- [22] Rozie, F., Hadary, F., Pontia W., F. T.. "Rancang Bangun Alat Monitoring Jumlah Denyut Nadi / Jantung Berbasis Android". *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, Vol. 1, No. 1, 2016.
- [23] Hudzaqi, M.Fayyad (pasien jantung RSSA, Malang), personal interview, 2020.
- [24]Ghozali, I. *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 23*, Edisi 8., Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro 2016.
- [25] Hajar, Ibnu, 1996. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Kuantitatif Dalam Pendidikan*. Jakarta. PT. Raja Grafindo Persada.
- [26] Sekaran, U. & Bougie, R.J., 2016 *Research Methods for Business: A skill Building Approach*. 7<sup>th</sup> Edition, John Wiley & Sons Inc. New York, US.
- [27] Maximilian Moser, Michael Lehofer, Andean Sedminek, Manfred Lux, Hans-Georg Zapotocky, Thomas Karner, Abraham Noordergraaf, "Heart Rate Variability as a Prognostic Tool in Cardiology A Contribution to the Problem From a Theoretical Point of View". American Heart Association, 1994.