

PENDETEKSI SUSPECT COVID-19 BERDASARKAN DETAK JANTUNG PADA RANCANG BANGUN POLTEKAD *ELECTRONIC DETECTOR* COVID-19 MENGGUNAKAN METODE *PHOTOPLETHYSMOGRAPHY* (PPG)

Rizki Ridho Setiawan¹⁾, Mokhamad Syafaat²⁾, dan Heri Setiawan³⁾.
Prodi Teknik Elektronika Sistem Senjata, Jurusan Teknik Elektro,
Poltekad Kodiklatad
rizkipk23@gmail.com¹⁾, syafaatarh96@gmail.com²⁾,
hsetiawan@ymail.com³⁾

COVID-19 SUSPECT DETECTION BASED ON HEART RATE ON DESIGN OF POLTEKAD'S COVID-19 ELECTRONIC DETECTOR USING PHOTOPLETHYSMOGRAPHY (PPG) METHOD

Abstract - The heart is a vital part of the human body, in the human body the heart as the last living defense after the brain. The pulse from the heart works itself and cannot be controlled by humans. Heart rate is represented as beat per minute (BPM). Every normal human heart rate range from 60-100 permanent, if the number is more or less then categorized as abnormal. In polluted environmental conditions and air pollution contaminated with viruses it can harm the heart. The virus can be transmitted to other living things rapidly through the air freely. The end of 2019 found covid-19 virus in Wuhan, China. The virus is very dangerous and attacks breathing resulting in fatalities, as well as coronavirus has spread throughout the world. This research is very important based on statistics on the number of spread of covid-19 is increasing with some cases. This research aims to help TNI soldiers who will carry out operational tasks both at home and abroad. So that the level of time and cost efficiency can be minimized to provide services to Indonesia soldiers. The method used in Projector C-19 is Photoplethysmography (PPG) method based on the parameters of covid-19 symptom data. Error rate in Projector C-19 reaches 0.3%.

Keywords – Beat Per Minute, Covid-19, Photoplethysmography (PPG)

Abstrak - Jantung merupakan bagian organ tubuh manusia yang sangat penting, pada tubuh manusia jantung tersebut sebagai pertahanan hidup terakhir setelah otak. Denyut dari jantung bekerja sendirinya dan tidak bisa dikontrol oleh manusia. Detak jantung di representasikan sebagai *beat per minute* (BPM). Setiap denyut jantung manusia yang normal berkisaran angka 60-100 permenit, apabila angka tersebut lebih maupun kurang maka dikategorikan tidak normal. Dalam kondisi lingkungan yang tercemar dan polusi udara terkontaminasi virus maka dapat membahayakan jantung. Virus tersebut dapat menular ke makhluk hidup lainnya secara cepat melalui udara secara bebas. Akhir tahun 2019 ditemukan virus covid-19 di wuhan. Virus tersebut sangat membahayakan dan menyerang pernafasan sehingga mengakibatkan korban jiwa, serta virus corona sudah menyebar luas seluruh dunia. Penelitian ini sangat penting berdasarkan data

statistic angka penyebaran covid-19 semakin bertambah dengan beberapa kasus. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk membantu prajurit TNI yang akan melaksanakan tugas operasi baik didalam maupun luar negeri. Sehingga tingkat efisiensi waktu dan biaya dapat diminimalisir guna memberikan pelayanan pada prajurit TNI. Metode yang digunakan pada Polector C-19 yaitu metode *Photoplethysmography (PPG)* dengan berdasarkan parameter data gejala covid-19. Tingkat nilai kesalahan pada Polector C-19 mencapai 0,3%

Kata Kunci – Beat Per Minute, Covid-19, *Photoplethysmography (PPG)*

PENDAHULUAN

Jantung merupakan bagian organ yang sangat penting pada tubuh manusia serta sebagai pertahanan hidup terakhir setelah otak. Denyut dari jantung bekerja sendirinya dan tidak bisa dikontrol oleh manusia. Untuk denyut jantung tersebut mengacu jumlah waktu yang di butuhkan pada detak jantung. Detak jantung di representasikan sebagai *beat per minute* (BPM). Setiap denyut jantung manusia yang normal berkisaran angka 60-100 permenit. Apabila denyut jantung diatas atau dibawah angka tersebut, kemungkinan organ jantung tersebut mengalami masalah. Faktor lingkungan juga dapat mempengaruhi kondisi jantung manusia menurun apabila udara pada lingkungan tersebut tercemar polusi virus.

Virus tersebut dapat menular ke makhluk hidup lainnya secara cepat melalui udara secara bebas. Salah satunya Virus corona, penyakit virus corona tersebut pertama kali ditemukan Wuhan, Provinsi Hubei, China. Penyebab virus tersebut belum terdeteksi secara pasti, tetapi pertama kali munculnya virus corona dari pasar ikan di Wuhan. Sejak Tanggal 18 Desember 2019 hingga 29 Desember 2019 terdapat lima pasien dirawat mengidap penyakit ARDS (*Acute Respiratory*

Distress Syndrome) penyakit menyerang pernafasan manusia sejak 31 Desember 2019 hingga 3 Januari 2020 bertambah secara pesat. tidak sampai satu bulan penyakit corona ini telah menyebar di Negara Asia Hingga seluruh Dunia. Indonesia merupakan salah satu negara yang terkena dampak virus Corona , berawal pada tanggal 2 Maret 2020 dengan 2 kasus, hingga sampai sekarang pasien menderita virus corona meningkat.

Berbagai metode untuk mengetahui bahwa pasien tersebut *suspect* atau terindikasi virus corona, salah satunya Swab RT-PCR. Swab RT-PCR (*Reverse Transcription – Polymerase Chain Reaction*) memiliki kemampuan memeriksa dalam jumlah banyak dalam proses satu waktu , namun metode tersebut membutuhkan teknisi yang professional untuk melakukan pemeriksaan analisis data memerlukan waktu yang tidak sebentar dan melibatkan beberapa tenaga medis. Di lingkungan militer , khususnya TNI-AD (Tentara Nasional Indonesia Angkatan Darat) dalam kegiatan tugas operasi maupun kegiatan yang membutuhkan mobilitas yang cukup tinggi. Berdasarkan latar belakang tersebut kami membuat Alat yang mendeteksi Berdasarkan Detak Jantung berbasis

Photoplethysmography (PPG) Dengan diangkatnya judul tersebut, maka diharapkan dapat membantu menangani kendala yang dihadapi saat ini dari segi waktu, kecepatan serta biaya. Sehingga tujuan yang akan dicapai mendapatkan hasil efektif dan efisien.

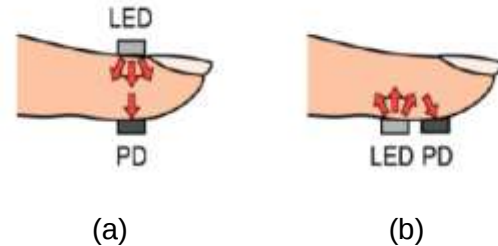
METODE PENELITIAN

A. Photoplethysmography (PPG)

Photoplethysmography merupakan suatu teknik optik non-invasive yang mengukur pada perubahan volume darah bahwa variasi intensitas cahaya yang lewat akan dipantulkan oleh organ tubuh manusia. Cahaya yang dipancarkan pada jaringan tubuh dapat diserap oleh substansi yang berbeda-beda, misalnya pigmen kulit, tulang, darah arteri dan vena. Perubahan aliran darah paling banyak terdapat pada arteri dan arterioles. (Tamura T, et.al., 2014). Metode ini bekerja berdasarkan sumber cahaya dari LED (*Light Emitting Diode*) dan PD (*Photodetector*) guna mendeteksi ditemukannya perubahan volume darah dalam pembuluh darah. Cahaya dapat dikirimkan melalui jaringan kapiler.

PPG mempunyai dua mode, yakni mode transmisi dan mode reflektansi. Dalam mode transmisi, cahaya yang dikirimkan melalui jaringan tubuh terdeteksi oleh sensor pendeteksi cahaya yang berlawanan dengan sumber LED dan mampu memperoleh sinyal relative lebih baik, tetapi proses pengukurannya terbatas. Sensor mode transmisi perlu ditempatkan ditubuh pada bagian dimana cahaya yang dikirimkan dapat segera dideteksi, seperti jari, septrum hidung, pipi, lidah, atau daun telinga. Sedangkan pada mode reflektansi, sensor

mendeteksi cahaya yang dipantulkan dari jaringan atau pembuluh darah. Mode ini menghilangkan masalah yang berhubungan pada penempatan sensor serta berbagai tempat pengukuran yang dialiri oleh darah.



Gambar 1 Mode Konfigurasi PPG (a) mode transmisi, (b) mode reflektansi

B. Raspberry Pi4b 2gb

Raspberry pi merupakan perangkat *single board computer* (SBC) yang seukuran dengan kartu ATM. *Raspberry pi* memiliki fitur yang sangat lengkap layaknya sebuah komputer lengkap. Perangkat ini dilengkapi SOC (*System-on-Chip*) prosesor *ARM* yang dikemas serta diintegrasikan pada di atas papan sirkuit (PCB). *Raspberry pi* mampu bekerja seperti layaknya komputer biasa umumnya serta menjalankan system operasi Linux dan aplikasinya seperti *LibreOffice*, multimedia (audio dan video) serta *web browser* dan *programming*.

C. Sensor MAX 30102

Sensor Max 30102 merupakan modul sensor denyut denyut nadi maupun denyut jantung, penginderaan jarak, dan deteksi. Pada komponennya terdiri dari LED internal, elemen *optic*, *photodetectors*, serta elektronik kebisingan rendah dengan penolakan cahaya

sekitar. Sensor tersebut mampu memberikan solusi karena sistemnya yang lengkap untuk memudahkan memproses desain ke perangkat *smartphone* atau perangkat lainnya yang akan dapat dikenakan. Sensor MAX30102 bekerja pada catu daya 1,8V untuk tunggal kemudian catu daya 3,3V untuk ke LED internal.

D. Monitor Touchscreen 7inch

Monitor layar sentuh 7" untuk Raspberry Pi memberi pengguna kemampuan untuk membuat semua-dalam-satu, proyek terintegrasi seperti tablet, sistem infotainment dan proyek tertanam. Layar 800 x 480 terhubung melalui papan adaptor yang menangani konversi daya dan sinyal. Hanya dua koneksi ke Pi yang dibutuhkan; daya dari Pi port GPIO dan kabel pita yang terhubung ke port DSI yang ada di semua Raspberry Pi. Driver layar sentuh dengan dukungan untuk sentuhan 10 jari dan keyboard di layer akan diintegrasikan ke dalam OS Raspbian terbaru untuk penuh fungsionalitas tanpa keyboard atau mouse fisik.

E. Baterai Li-po

Baterai Lippo lebih tepatnya *lithium polymer* 9V disingkat LiPo merupakan baterai isi ulang teknologi lithium ion pada format kantong. Baterai tersebut dikemas dalam bentuk dalam paket atau lembut, tidak berbentuk silinder dan prismatik. Dengan model tersebut akan membuat baterai lebih ringan tetapi lebih kaku. Suhu baterai tersebut saat bekerja -40°C hingga 60°C , output yang dihasilkan max 1000 mA.

F. Adjustable Regulator 5V

Adjustable Voltage Regulator / StepDown adalah jenis IC Penurun Tegangan DC yang mempunyai range Tegangan Output tertentu maka dapat disesuaikan keperluan Rangkaian, arus secara konstan. Untuk outputnya dapat di setel turun hingga 1,5 V dan apabila naik hingga 35V. Regulator tersebut sangat mudah penggunaannya serta membutuhkan 2 resistor yang mengatur keluarnya tegangan. Fitur unik yang dimiliki LM2596 yaitu pembatasan arus yang bergantung pada waktu. Sirkuit batas arus puncak hingga 3 A. Regulator ini terintegrasi chip yang berfungsi sebagai perlindungan apabila beban termal dan untuk perlindungan area aman pada transistor daya. Beban berlebih masih berfungsi meskipun pin penyetelan (ADJ) terputus dengan tidak sengaja. Dalam perancangan pembuatan Rancang Bangun Poltekad *Electronic Detector Covid-19* Menggunakan Metode *Photoplethysmography* (PPG). Sistem perencanaan alat menggunakan bahan yang sudah tersedia, oleh karena itu dibutuhkan suatu gambar untuk merancang alat.

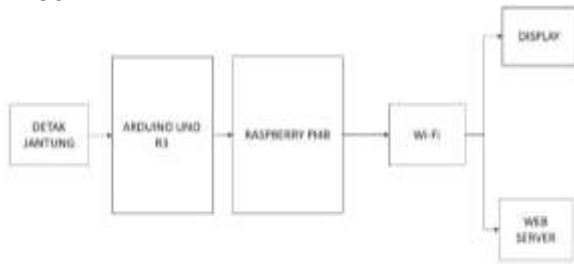
A. PERANCANGAN ALAT



Gambar 2 Desain Alat

PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan cara sebagai berikut:



Gambar 3 Blok Diagram Alat

Blok diagram adalah merupakan sistem pada bagian utama atau fungsi yang diwakili oleh blok kemudian dihubungkan garis, yang menunjukkan keterkaitan dari blok. Blok diagram sendiri banyak digunakan dalam dunia Teknik, desain *hardware*, desain elektronik, software desain. Dibawah ini merupakan blok diagram dari sistem Pendeteksi *Suspect* Covid-19 Berdasarkan Detak Jantung Pada Rancang Bangun Poltekad *Electronic Detector* Covid-19 (POLECTOR C-19) dengan menggunakan metode *Photoplethysmography* (PPG).

Blok diagram diatas digunakan untuk membuat pemahaman yang lebih baik dari fungsi dan hubungan dalam sistem. Berikut adalah cara kerja dari blok diagram alat diatas:

- a. Detak Jantung, merupakan objek yang akan dideteksi menggunakan Sensor MAX30102.
- b. Arduino Uno R3, Mikrokontoller yang digunakan pada alat ini menggunakan

Arduino Uno R3, yang merupakan *development board* atau papan pengembang dari Mikrokontroller yang berbasis Atmega 328. Arduino Uno memiliki spesifikasi 14 digital pin input / output atau disebut I/O, 6 pin diantaranya bisa digunakan sebagai (Output PWM), sedangkan 6 pin kegunaannya untuk analog, menggunakan crystal 16 MHz, jack power, header ICSP, koneksi USB, serta tombol reset. Fitur yang diatas tersebut untuk mendukung sebuah perancangan atau rangkaian mikrokontroller. Penggunaanya cukup menghubungkan ke computer dengan koneksi USB, bisa juga diberi power dari baterai ataupun adaptor AC-DC, Arduino Uno tersebut dapat beroperasi dengan baik.

Adapun data teknis yang terdapat board Arduino UNO adalah sebagai berikut

- 1) Mikrokontroler: ATmega328
- 2) Tegangan operasi: 5V
- 3) Tegangan input (recommended) : 7 - 12V
- 4) Tegangan input (limit) : 6-20 V
- 5) Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
- 6) Pin analog input: 6 pin input
- 7) Arus DC per pin I/O : 40 mA
- 8) Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
- 9) Flash memory : 32 KB dengan 0,5 KB digunakan sebagai bootloader
- 10)SRAM : 2 KB
- 11) EEPROM : 1 KB
- 12) Kecepatan besaran waktu sebesar 16 Mhz

c. *Raspberry Pi4b*, *Raspberry pi* merupakan perangkat *single board computer* (SBC) yang seukuran dengan kartu kredit. *Raspberry pi* memiliki fitur yang sangat lengkap layaknya sebuah komputer lengkap. Raspberry pi mampu bekerja seperti layaknya komputer biasa umumnya serta menjalankan system operasi Linux dan aplikasinya seperti *LibreOffice*, multimedia (audio dan video) serta *web browser* dan *programming*

Berikut spesifikasi teknis yang terdapat pada Raspberry Pi

1. Quad core 64-bit ARM-Cortex A72 yang berjalan pada 1.5GHz
2. Opsi RAM LPDDR4 1, 2 dan 4 Gigabyte
3. H.265 Dekode perangkat keras (HEVC) (hingga 4Kp60) Dekode
4. perangkat keras H.264 (hingga 1080p60)
5. Grafik 3D VideoCore VI
6. Mendukung output tampilan HDMI ganda hingga 4Kp60
7. LAN Nirkabel 802.11 b / g / n / ac
8. Bluetooth 5.0 dengan BLE
9. 1x Kartu SD
10. 2x port mikro-HDMI mendukung layar ganda hingga resolusi 4Kp60
11. 2x port USB2
12. 2x port USB3
13. 1x port Gigabit Ethernet (mendukung PoE dengan add-on PoE HAT)
14. 1x port kamera Raspberry Pi (2 jalur MIPI CSI)
15. 1x port tampilan Raspberry Pi (2 jalur MIPI DSI)

16. 28x GPIO pengguna mendukung berbagai opsi antarmuka:

- d. Modul Wi-Fi merupakan modul komunikasi nirkabel untuk menghubungkan dan mentransfer data secara wireless tanpa menggunakan kabel. Untuk tegangan yang dibutuhkan yaitu sebesar 3,3V, sehingga untuk penggunaan mikrokontroller tambahan dapat menggunakan Arduino UNO. Firmware yang digunakan perangkat ini supaya dapat bekerja menggunakan NodeMCU.
- e. Display digunakan untuk menampilkan output data yang dihasilkan dari keseluruhan proses.
- f. Baterai Li-po, Baterai Li-po lebih tepatnya *lithium polymer* 9V merupakan baterai isi ulang teknologi lithium ion pada format kantong. Baterai tersebut dikemas dalam bentuk dalam paket atau lembut, tidak berbentuk silinder dan prismatik. Dengan model tersebut akan membuat baterai lebih ringan tetapi lebih kaku. Suhu baterai tersebut saat bekerja -40 ° C hingga 60 ° C, output yang dihasilkan max 1000 mA.
- g. Web Server merupakan himpunan data dari data analisis detak jantung, tensi darah, suhu badan, dan kadar oksigen dalam darah. Web server ditujukan agar masyarakat yang menggunakan alat tersebut bisa mengakses hasil tes secara *realtime* dan cepat.

Tahap penelitian mengikuti diagram alir seperti ditunjukkan pada gambar 2.4 berikut.

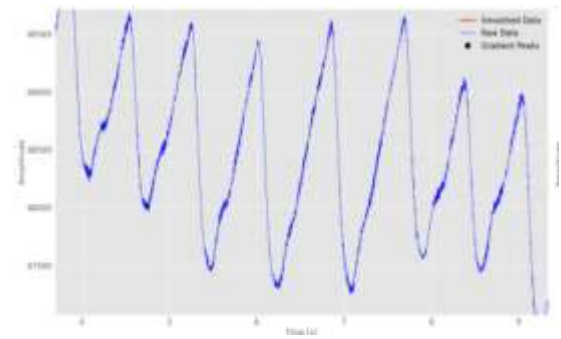


Gambar 4 Flowchart Sistem

Gambaran alur kerja dari alat yang digunakan dari beberapa komponen elektronik, sebagai berikut:

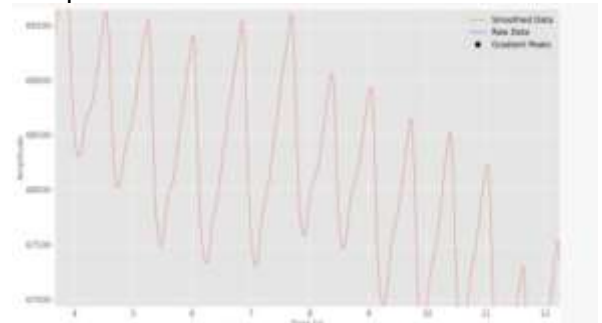
- Input merupakan suatu proses memasukan data yang terdeteksi dari detak jantung manusia melalui sensor MAX30102 serta sebagai masukan data awal.
- Sensor MAX30102 sebagai alat yang digunakan untuk mendeteksi detak jantung manusia.
- Raw data merupakan data mentah atau hasil deteksi dari detak jantung yang akan dilanjutkan ke proses filter data. Dalam data tersebut masih terdapat data yang tidak diperlukan.

Raw data atau data mentah ini berupa grafik.



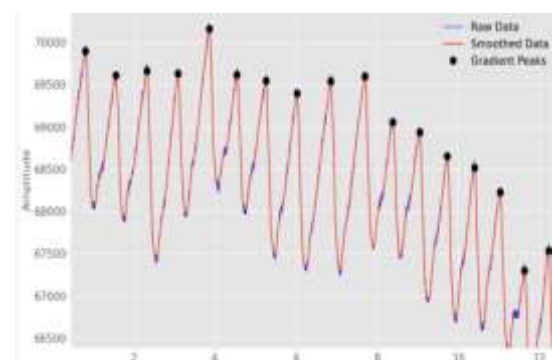
Gambar 5 Grafik Raw Data

- Filter data merupakan proses penyaringan dari data awal yang masih tercampur. Filter data merupakan proses yang terpenting, karena untuk menentukan *peak point* atau titik puncak.



Gambar 6 Grafik Filter Data

- Peak point* adalah hasil dari proses filter data. Pada proses *Peak Point* bertujuan untuk mencari jarak dari setiap titik puncaknya hingga titik puncak terakhir.



Gambar 7 Grafik Peak Point

- f. *Calculation* merupakan perhitungan jarak pada setiap titik puncak, mulai dari titik puncak pertama ke puncak kedua, lalu dari puncak kedua ke puncak ketiga, dan seterusnya hingga titik puncak terakhir. Proses ini menggunakan satuan detik (*Second*).

```
SELISIH WAKTU ANTAR PEAK (SECOND)
[0.75 0.760276 0.767396 0.77234 0.682752 0.71226 0.762532 0.835132
0.837524 0.684876 0.662604 0.6851 0.667528 0.630028 0.600024 0.597488
0.625012 0.844924 0.842496 0.712684 0.807364 0.847592 0.780176 0.715
0.682336 0.687516 0.747684 0.682536 0.722356 0.80248 1.022536 0.850204
0.739888 0.825804 0.877664 0.829856 0.732628 0.737504 0.872468 0.8899
0.774968]
AVERAGE WAKTU ANTAR PEAK (SECOND)
0.7575764878048781
CONVERT TO BPM
79.19992365900042 BPM
```

Gambar 8 Grafik Kalkulasi Detak Jantung

- g. Pada tahap ini merupakan Output Detak Jantung yang sudah dikalkulasi dan dikonversi menjadi *beats per minute* (bpm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data pada penelitian ini meliputi dua data, antara lain data primer dan data sekunder. Berikut ini merupakan data primer dan data sekunder.

A. Pengambilan data primer

Berdasarkan dari judul yang saya ambil data primer digunakan pada penelitian ini adalah pasien dengan kriteria sebagai berikut :

1. Orang Sehat
2. Orang Tanpa Gejala
3. Orang Positif Covid-19

B. Pengambilan data sekunder

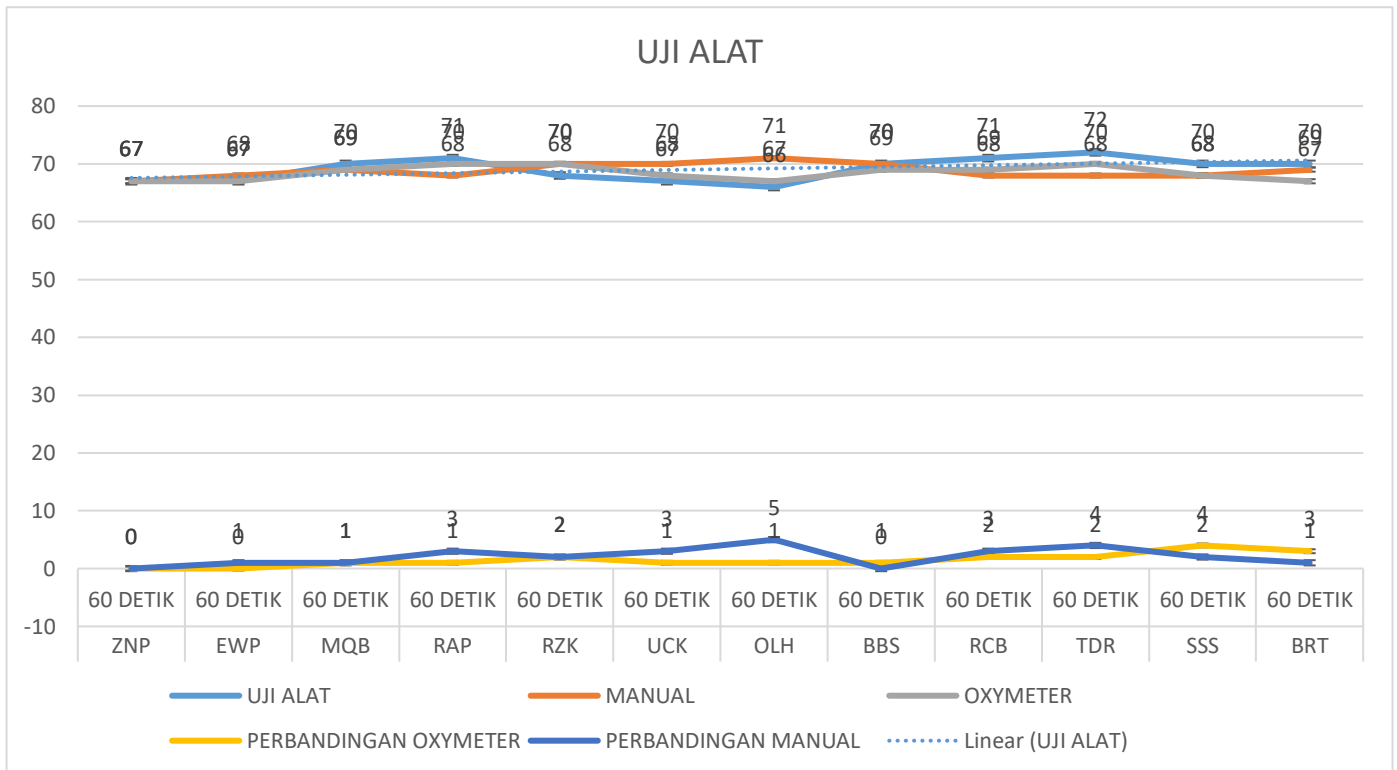
Berdasarkan judul yang saya ambil data sekunder dalam penelitian ini berupa jurnal kesehatan yang berkaitan dengan Covid-19, jurnal kesehatan yang berkaitan dengan sensor MAX30102, datasheet sensor MAX30102, dan jurnal yang berhubungan dengan segala komponen dalam judul penelitian.

C. Uji Alat

Berdasarkan Uji alat Poltekad Electronic Detector Covid-19 pada bagian sistem deteksi detak jantung didapatkan hasil sebagai berikut :

NAMA	WAKTU	UJI ALAT	MANUAL	OXYMETER	PERBANDINGAN	
					OXYMETER	MANUAL
ZNP	60 DETIK	67	67	67	0	0
EWP	60 DETIK	67	68	67	0	1
MQB	60 DETIK	70	69	69	1	1
RAP	60 DETIK	71	68	70	1	3
RZK	60 DETIK	68	70	70	2	2
UCK	60 DETIK	67	70	68	1	3
OLH	60 DETIK	66	71	67	1	5
BBS	60 DETIK	70	70	69	1	0
RCB	60 DETIK	71	68	69	2	3
TDR	60 DETIK	72	68	70	2	4
SSS	60 DETIK	70	68	68	4	2
BRT	60 DETIK	70	69	67	3	1
RATA-RATA EROR					1,5	2,0833333

2.9 Tabel Uji Alat



3.0 Grafik Uji Alat

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dalam penelitian ini, penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Desain alat deteksi yang digunakan yaitu Raspberry Pi4, Arduino Uno, Sensor MAX30102, Display, dan Modul Wi-Fi. Komponen tersebut dirangkai untuk dapat mendeteksi detak jantung pengguna alat Poltekad Electronic Detector Covid-19.
2. Alur yang digunakan dalam alat ini yaitu input, raw data, filter data, peak point, calculation, output.

B. Saran

Adapun saran dari penulis tentang penelitian yang sudah dilakukan agar dapat dikembangkan adalah sebagai berikut:

1. Ruang lingkup yang ingin diamati semakin luas dan bisa mengembangkan berbagai jenis metode yang disesuaikan dengan data penelitiannya.
2. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan untuk lebih mempersiapkan peralatan penelitian, agar hasil yang didapatkan dapat maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arthana, I. K. R. (2017). Perancangan Alat Pendeteksi Detak Jantung Dan Notifikasi Melalui Sms. *Seminar Nasional Riset Inovatif 2017*, 889–895.
- [2] Energizer. (2021). Product Datasheet: Energizer CR2016. 522.
<https://data.energizer.com/PDFs/cr2016.pdf>
- [3] Gamara, A., & Hendryani, A. (2019). Rancang Bangun Alat Monitor Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Berbasis Android. *Jurnal Sehat Mandiri*, 14(2), 1–9.
<https://doi.org/10.33761/jsm.v14i2.140>
- [4] Hamdani, R., Puspita, I. H., & Wildan, B. D. R. W. (2019). Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (Rfid). *Indept*, 8(2), 56–63.
<http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/download/290/278>
- [5] Ilmiah, P., Nugroho, A. D. I. V., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (2020). Sistem Monitoring Pasien Robot Covid dengan Parameter Suhu , Detak Jantung , Dan Saturasi Oksigen Berbasis Website.
- [6] Maxim Integrated. (2015). High-Sensitivity Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor for Wearable Health MAX30102. Maxim Integrated, 1–32.
<https://www.maximintegrated.com/en/products/sensors/MAX30102.html>
- [7] Muhajirin, M., & Ashari, A. (2018). Perancangan Sistem Pengukur Detak Jantung Menggunakan Arduino Dengan Tampilan Personal Computer. *Inspiration : Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 8(1).
<https://doi.org/10.35585/inspir.v8i2.2458>
- [8] (Rs-Components, 2019)
- [9] Tamura, T., Maeda, Y., & Yoshida, M. (2014). Wearable Photoplethysmographic Sensors—Past and Present. *Electronics*, 282-302.
- [10] U. Latifa and J. S. Saputro, "Perancangan Robot ARM Gripper berbasis Arduino Uno menggunakan Antarmuka Lab View," *Barometer*, vol. III, no. 2, hlm. 138-141, 2018.