

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Saturasi Oksigen dalam Darah Berbasis Arduino MEGA 2560

Muchamad Adwin Nurahman¹, Antonius Irianto Sukowati² dan Alona Situmeang¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Universitas Gunadarma

²Universitas Cendekia Abditama

E-mail: nurahmanadwin@gmail.com, irianto@cendekia.ac.id,

alona@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah yang normal membantu darah dalam mengangkut oksigen ke seluruh tubuh sehingga kinerja jantung tidak mudah kelelahan. Normalnya, kecepatan detak jantung orang dewasa saat beristirahat berkisar 60 - 100 kali per menit dan saturasi oksigennya di atas 90%. Maka dari itu dibuatlah alat ini untuk membantu masyarakat untuk melakukan pengecekan detak jantung dan saturasi oksigen. Rancang bangun alat ini menggunakan sumber tegangan 5 Volt dan 3.3 Volt dari mikrokontroler Arduino MEGA 2560. *Input* berupa sensor MAX30100 yang berfungsi mendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah dan sensor AD8232 berfungsi sebagai pendeteksi aktifitas elektron pada jantung, dengan *output* LCD OLED, LED, *Buzzer* dan *smartphone*. LCD dan *smartphone* akan menampilkan nilai detak jantung (*beats per minutes*) dan saturasi oksigen, sedangkan LED dan *Buzzer* sebagai indikator berdasarkan kondisi tertentu. Pengujian ini dilakukan pada orang dewasa, remaja, dan anak-anak.

Kata Kunci: Arduino MEGA 2560, Sensor MAX30100, Sensor AD8232, LCD OLED.

Pendahuluan

Detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah merupakan parameter yang sangat penting bagi kesehatan fisik manusia. Parameter ini sangat efektif dalam mengetahui kesehatan pada tubuh manusia. Detak jantung yang normal membantu dalam mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Saturasi oksigen darah yang normal juga membantu kinerja jantung sehingga kita tidak mudah kelelahan.

Saat ini, alat untuk mendeteksi dan monitoring detak jantung sudah tersedia, baik konvensional maupun digital. Namun alat yang dibuat hanya sebatas memeriksa detak jantung *realtime* tetapi tidak kontinu dan tanpa bisa dipantau oleh *smartphone* dalam menampilkan data jumlah detak jantung dan saturasi oksigen.

Permasalahan yang ingin diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana cara mendeteksi dan memonitoring detak jantung tanpa melukai tubuh secara kontinu dan bisa dipantau oleh *smartphone* Android yang kita miliki. Alat ini akan dirancang dengan menggunakan sensor MAX30100 *oximetry* sebagai alat pendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah, sensor AD8232 elektrokardiogram sebagai pendeteksi aktifitas elektron detak

jantung dengan menggunakan mikrokontroler Arduino MEGA 2560 sebagai kontrol dan *smartphone* Android sebagai sistem yang diterapkan untuk melakukan monitoring dan menampilkan data jumlah detak jantung dan saturasi oksigen. Sistem koneksi antara alat dan *smartphone* Android menggunakan media *bluetooth*.

Berdasarkan uraian tersebut maka dibuat penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Dalam Darah Berbasis Arduino MEGA 2560". Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat alat pendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah berbasis Arduino MEGA 2560.

Perangkat Pembangun Sistem

Arduino MEGA 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560 (*datasheet* ATmega 2560). Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital *input/output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 16 pin sebagai *input analog*, dan 4 pin sebagai UART (*port serial hardware*), 16 MHz

kristal osilator, koneksi USB, *jack power*, *header ICSP*, dan tombol *reset*. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau *power* dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya[1] .

Arduino Mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar *shield* yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega 2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega.

Sensor MAX30100

Sensor MAX30100 dapat melakukan pemantauan sinyal detak jantung dan tingkat oksigen dalam darah. Sensor ini terdiri dari LED dan sebuah photodetektor. Alat ini bekerja menggunakan sifat hemoglobin yang mampu menyerap cahaya dan denyut alami aliran darah di dalam arteri untuk mengukur kadar oksigen pada tubuh. Pengukuran tersebut kemudian diproses oleh mesin untuk memberikan gambaran baru setiap 0,5-1 detik[2][3].

$$BPM = \frac{60000}{\text{current beat timestamp} - \text{previous beat timestamp}} \quad (1)$$

Rasio (R) adalah jumlah perbandingan penyerapan *infrared* dan cahaya merah. Nilai rasio dapat dihitung dengan rumus.

$$R = \frac{\log(I_{Ac})_{\lambda 1}}{\log(I_{Ac})_{\lambda 2}} \quad (2)$$

Nilai SpO₂ dapat dihitung dengan memasukkan nilai R pada persamaan linier.

$$SpO_2 = 110 - 25 \times R \quad (3)$$

Sensor AD8232

Sensor AD8232 ini didasarkan teknik EKG 3 *lead*, yaitu menggunakan elektroda kuning dengan kutub positif, elektroda berwarna merah dengan kutub negatif dan elektroda berwarna hijau sebagai *ground* dengan luaran pembacaan sinyal analog. Elektroda mendapatkan sinyal-sinyal biolistrik berdasarkan prinsip kontak antara ion metal dengan metal yang bersesuaian menghasilkan potensial listrik yang disebut potensial elektroda[4].

Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah teknologi komunikasi *wireless* (tanpa kabel) yang beroperasi pada pita frekuensi

2,4 GHz. *Bluetooth* mampu menawarkan fitur yang baik untuk teknologi mobile *wireless*[5] .

LCD OLED

LCD OLED terhubung dengan Mikrokontroler Arduino menggunakan komunikasi I2C yaitu pin SDA dan Pin SCL. layar OLED dapat menghasilkan cahaya sendiri sehingga tampilan dari layar OLED terlihat lebih terang dan jernih dan warna hitamnya pekat[6] .

Buzzer

Buzzer merupakan suatu perangkat elektronika yang dapat menghasilkan bunyi atau suara. berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker* [7].

LED (Light Emitting Diode)

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. LED dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata [8].

Android

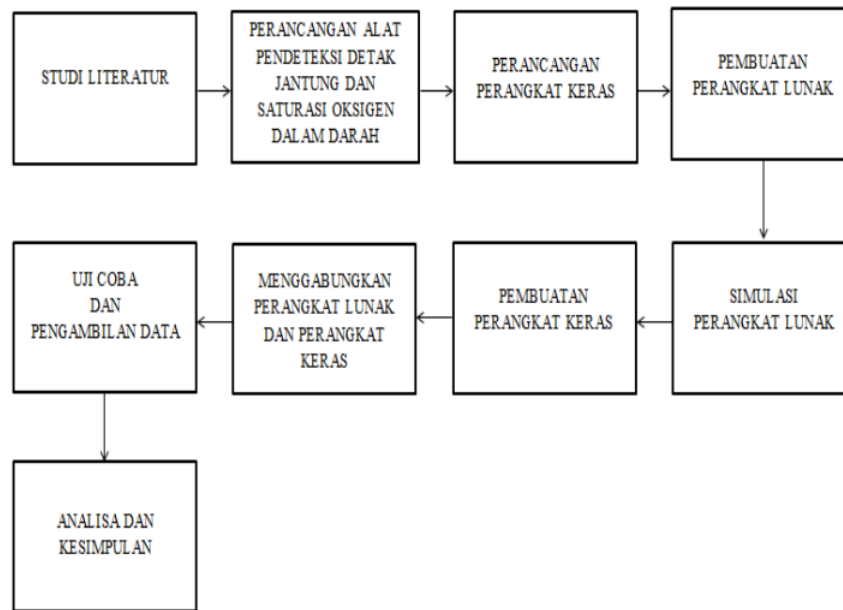
Android merupakan sistem operasi telepon seluler dan komputer tablet layar sentuh yang berbasis Linux. Namun seiring perkembangannya, Android berubah menjadi *platform* yang begitu cepat dalam melakukan inovasi [9].

Bluetooth Graphics

Bluetooth Graphics adalah aplikasi Android yang pada awalnya dikembangkan oleh Emre Can CETIN, *Bluetooth Graphics* adalah sebuah aplikasi yang banyak digunakan untuk membuat hasil tampilan serial monitor dengan sistem operasi Android [10] .

Detak Jantung

Detak jantung adalah berapa kali jantung berdetak per menit. seperti otot lainnya, jantung membutuhkan aktifitas fisik untuk menjaganya dalam kondisi yang baik. Olahraga teratur dapat membantu meningkatkan kesehatan jantung secara keseluruhan dan membantu meningkatkan banyak faktor risiko untuk penyakit jantung dan peredaran darah. Berolahraga pada tingkat yang tepat mengukur detak jantung dapat membantu melacak tingkat kebugaran [11].



Gambar 1: Metode Penelitian

Saturasi Oksigen

Pulse Oximetry mendeteksi saturasi oksigen dalam darah untuk menjamin kadar oksigen cukup pada pembuluh. Alat ini menampilkan frekuensi saturasi oksigen yang menjadi andalan dan sangat berguna untuk mengetahui kondisi pasien saat pemeriksaan. Oksimeter termasuk alat medis *non invasive* dan *portabel* [12] .

Metode Penelitian

Penelitian mengenai Rancang Bangun Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Saturasi Oksigen dalam Darah Berbasis Arduino MEGA 2560 ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu studi literatur, perancangan alat pendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah, perancangan perangkat keras, pembuatan perangkat lunak, simulasi perangkat lunak, pembuatan perangkat keras, penggabungan perangkat keras dan lunak, pengujian alat, dan analisa, tahapan-tahapan ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara studi literatur. Studi literatur berfungsi untuk mengumpulkan dan mengetahui teori-teori pendukung penelitian berupa data dan informasi. Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan penunjang dari jurnal ilmiah, artikel publikasi. Tujuannya untuk mencari permasalahan tentang kesehatan jantung meliputi nilai BPM (*beats per minute*) dan SpO₂ (Saturasi Oksigen) jantung sehat dan tidak sehat, cara mendeteksi dini jantung yang tidak sehat dengan jumlah detak jantung per menit.

Pada dasarnya nilai BPM jantung sehat berkisar antara 60-100 BPM dan nilai SpO₂ diatas

90%. Dari pengumpulan data dibuat rancangan awal dari alat perancangan alat pendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah menggunakan perangkat lunak dan keras. Setelah itu dibuat perancangan perangkat keras nya berupa skematik berdasarkan komponen pendukung dari alat yang akan dibangun.

Skematik dari perangkat keras yang dibuat disimulasikan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE 1.8.9 untuk memprogram alat dan menguji apakah alat bekerja dan mendapatkan hasil keluarannya. Hasil simulasi yang sudah sesuai selanjutnya dilakukan pembuatan perangkat keras dengan modul dan komponen sebenarnya sesuai dengan rancangan alat. Kemudian dilakukan penggabungan perangkat lunak dan keras yang sudah dibuat sehingga menjadi satu kesatuan alat yang dapat digunakan dalam mendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen.

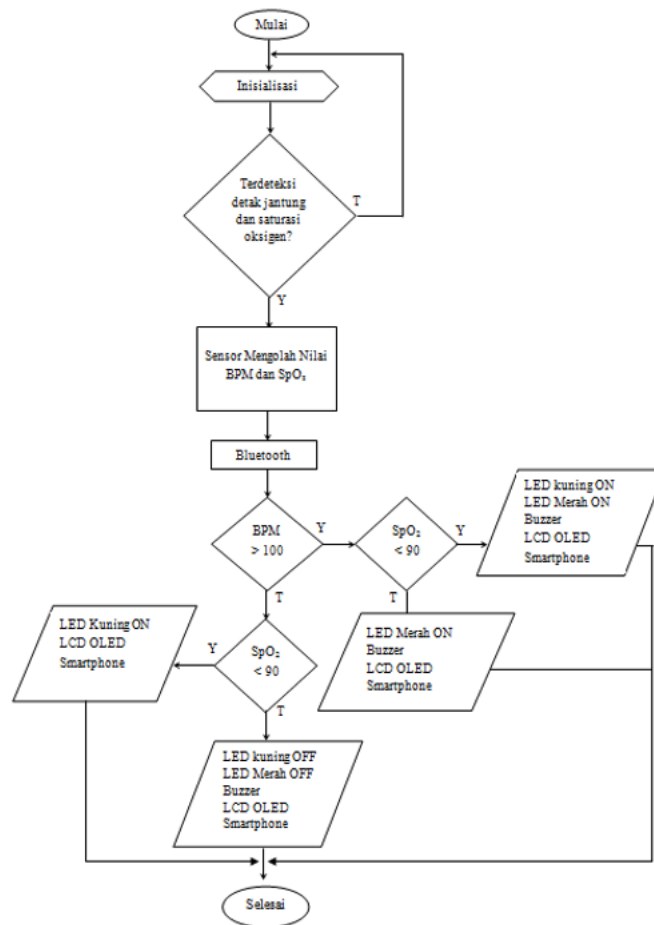
Dari hasil penggabungan alat akan dilakukan pengujian untuk menunjukkan akurasi dari keluaran sensor detak jantung dan saturasi oksigen pada subjek yang diukur, serta mengetahui kinerja modul *bluetooth* dalam mengirimkan hasil pembacaan sensor ke *smartphone*. Hasil dari pengujian alat akan mendapatkan data atau informasi yang digunakan bagi peneliti dalam membuat analisa dan kesimpulan alat.

Perancangan Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Dalam Darah

Setelah melalui tahapan studi literatur, penelitian dilanjutkan dengan merancang skenario kerja

dari alat. Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Saturasi Oksigen dalam Darah Berbasis Arduino MEGA 2560 dirancang untuk bekerja dengan ske-

nario seperti yang tergambar pada diagram alur (*flowchart*) pada Gambar 2.



Gambar 2: *Flowchart* Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Dalam Darah Berbasis Arduino MEGA 2560

Berdasarkan Gambar 2, dapat dijelaskan langkah-langkah dari *flowchart* tersebut: Dimulai dengan mengaktifkan alat, kemudian persiapan pada mikrokontroler Arduino MEGA dengan Inisialisasi pin untuk semua rangkaian alat. Alat ini menggunakan 2 buah sensor yaitu sensor MAX30100 dan sensor AD8232.

Sensor MAX30100 bekerja dengan menyerap cahaya alami aliran darah di dalam pembuluh darah arteri untuk mengukur saturasi oksigen pada tubuh. Sensor AD8232 bekerja dengan mendeteksi aktifitas elektron jantung.

Hasil deteksi pada sensor akan terus dikirimkan kedalam mikrokontroler Arduino MEGA 2560 dan diubah dari data analog menjadi digital kemudian data ditransfer ke *smartphone* melalui *bluetooth* sebagai informasi. Di dalam mikrokontroler hasil deteksi dari kedua sensor yang masuk kedalam mikrokontroler diubah kedalam satuan BPM (*beats per minute*) untuk detak jantung dan kedalam satuan persen (%) untuk saturasi oksigen. Setelah itu

masuk kedalam proses penentuan parameter, kedua nilai satuan tersebut masuk untuk ditentukan keluarannya.

Ketika pasien meletakkan ujung jarinya pada sensor MAX30100 maka sensor akan mendeteksi nilai BPM dan SpO₂. Jika Elektroda sensor AD8232 diapasangkan pada tubuh pasien maka sensor akan mendeteksi aktifitas elektron pada otot jantung dalam bentuk gelombang.

Nilai BPM untuk orang normal adalah 60-100 dan nilai SpO₂ (Saturasi Oksigen) lebih dari 90%. Apabila pasien memiliki ritme detak jantung yang tinggi lebih besar dari 100 BPM dan nilai SpO₂ (Saturasi Oksigen) kurang dari 90% maka LED merah dan kuning akan menyala dan *buzzer* akan berbunyi kemudian data nilai akan ditampilkan pada LCD OLED dan aplikasi *bluetooth graphics* pada *smartphone*.

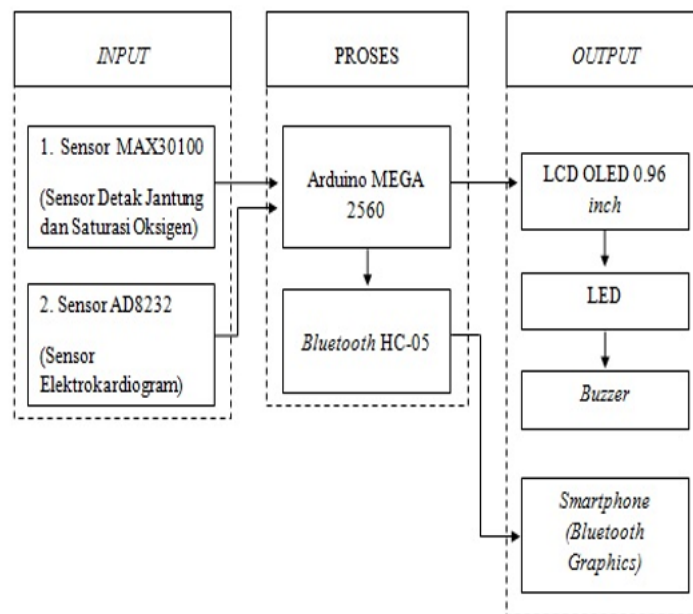
Apabila pasien memiliki ritme detak jantung yang tinggi lebih besar dari 100 BPM tetapi SpO₂ (Saturasi Oksigen) diatas 90% maka LED merah

akan menyala dan *buzzer* akan berbunyi kemudian data nilai akan ditampilkan pada LCD OLED dan aplikasi pada *smartphone*. Apabila pasien dalam keadaan SpO₂ (Saturasi Oksigen) kurang dari 90% maka LED kuning akan menyala dan *buzzer* mati kemudian data nilai ditampilkan pada LCD OLED dan aplikasi pada *smartphone*. Terakhir jika pasien memiliki ritme detak jantung yang kurang dari 100 BPM dan nilai SpO₂ (Saturasi Oksigen) lebih dari 90% maka LED merah, LED kuning dan *buzzer* akan mati kemudian data nilai akan ditampilkan pada LCD OLED dan aplikasi pada *smartphone*.

Kemudian proses selesai.

Perancangan Blok Diagram Alat

Perancangan Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Saturasi Oksigen dalam Darah Berbasis Arduino MEGA 2560, alat ini terdiri dari *input* berupa sensor MAX30100 dan sensor AD8232, Arduino MEGA 2560, *Bluetooth* HC-05 sebagai komponen pemroses sensor. Hasil dari proses akan diteruskan sebagai *output* pada LED, *Buzzer*, LCD OLED, dan aplikasi *Bluetooth Graphics* pada *Smartphone*, lihat Gambar 3.



Gambar 3: Diagram Blok Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Dalam Darah Berbasis Arduino MEGA 2560

Skematik Perangkat Keras

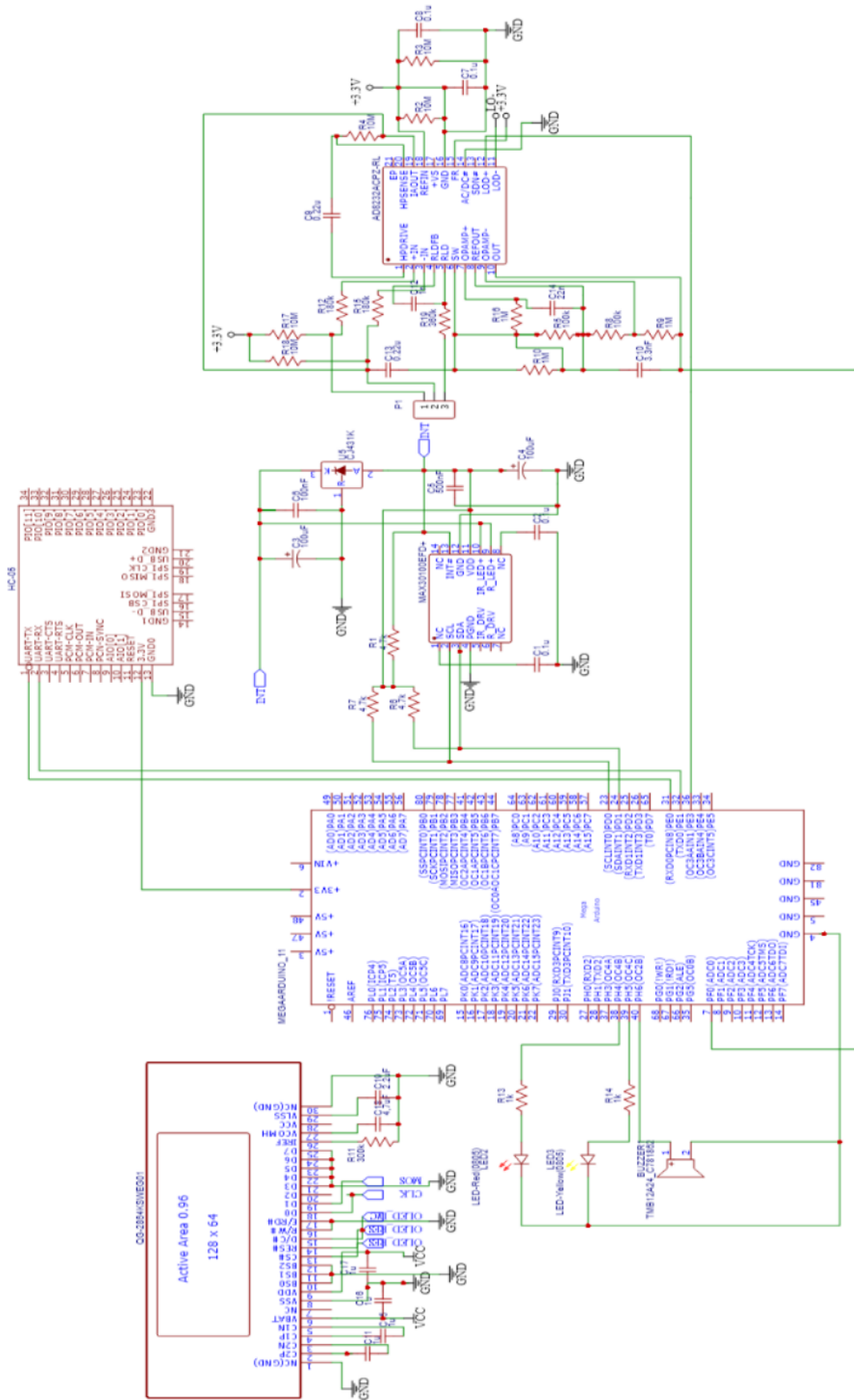
Pada Gambar 4 menjelaskan hubungan antara pin-pin dari input dan output yang terhubung ke Arduino MEGA 2560. Pada bagian input yaitu sensor MAX30100 mempunyai 5 pin yang terhubung ke pin 3.3V, Ground, SDA, SCL dan pin 2 PWM pada Arduino MEGA 2560.

Sensor AD8232 mempunyai 5 pin yang terhubung ke pin 3.3V, *Ground*, analog pin A0, digital pin 5 dan 6 PWM pada Arduino MEGA 2560. Bagian proses pada komponen *bluetooth* terhubung ke pin 5V, *Ground*, TX, dan RX pada Arduino MEGA 2560. Bagian *output* alat terdapat LCD OLED yang terhubung ke pin 5V, *Ground*, SDA, SCL. LED merah terhubung ke pin 7 PWM dan *ground*. LED kuning terhubung ke pin 8 PWM dan *ground*. Dan terakhir untuk *buzzer* terhubung pada pin 9 PWM dan *ground* pada Arduino MEGA 2560.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian dan Analisa Alat yang sudah ada dan Alat yang telah dibuat

Sensor MAX30100 merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi detak jantung (BPM) dan saturasi oksigen (SpO₂) dengan menggunakan inframerah. Pengujian pembacaan nilai sensor MAX30100 adalah untuk mengetahui apakah sensor tersebut bisa membaca data dan apakah akurasi data sensor MAX30100 sudah mendekati nilai seharusnya. Hasil data sensor yang diuji yaitu detak jantung dan SpO₂. Sehingga data dapat diolah dengan metode yang sudah digunakan. Gambar 5 adalah hasil pengujian data sensor detak jantung yang telah dibandingkan dengan alat konvensional.

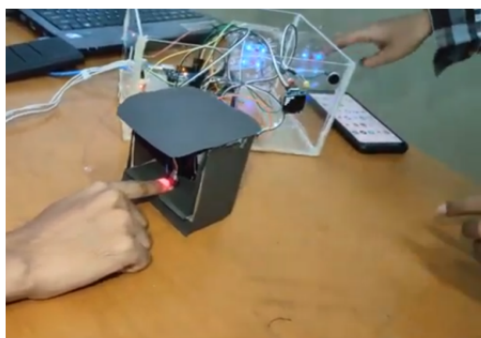


Gambar 4: Skematik Perancangan Perangkat Keras Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Dalam Darah Berbasis Arduino MEGA 2560



Gambar 5: Pengukuran Detak Jantung dengan Alat Konvensional

Pada alat konvensional pengujian dilakukan dengan menjempitkan ujung jari telunjuk ke alat tersebut, kemudian tunggu beberapa detik untuk mendapatkan hasil detak jantung dan saturasi oksigennya. Untuk pengukuran pada sensor alat dilakukan menggunakan jari telunjuk juga dan salah satu cara dari pengukuran alat dapat dilihat ada Gambar 6



Gambar 6: Pengukuran Detak Jantung dengan Sensor MAX30100

Pada sensor alat MAX30100 pengujian dilakukan dengan meletakkan ujung jari ke sensor alat tersebut, kemudian didapat hasil detak jantung dan saturasi oksigen.

Pengujian dan Analisa Perbandingan Tingkat Akurasi Data Perhitungan Alat yang sudah ada dan Alat yang telah dibuat

Data output dari sensor yang ada pada gambar akan dibandingkan dengan detak jantung manual yang dihitung per menit, *pulse oximetry* yang sudah dijual konvensional dan sensor MAX30100. Hasil pengujian dan error dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Pengujian Perbandingan Output Detak Jantung

Detak Jantung	Pulse Oximetry	Sensor MAX30100	Error	Error %
83 Bpm	86 Bpm	86 Bpm	2	2.41
85 Bpm	82 Bpm	82 Bpm	3	3.53
79 Bpm	77 Bpm	75 Bpm	2	2.53
84 Bpm	79 Bpm	79 Bpm	5	5.95
85 Bpm	86 Bpm	86 Bpm	1	1.18%
89 Bpm	91 Bpm	91 Bpm	2	2.20%
102 Bpm	104 Bpm	104 Bpm	2	1.96
105 Bpm	102 Bpm	102 Bpm	3	2.86
103 Bpm	101 Bpm	101 Bpm	2	1.94
99 Bpm	103 Bpm	103 Bpm	4	4.04
Rata - Rata % Error			2.6	2.86

Nilai BPM pada data diatas dapat dibuktikan secara perhitungan menggunakan perhitungan dibawah ini. Jika dimisalkan nilai *current beat timestamp* sebesar 9000s dan *previous beat timestamp* sebesar 8400s. Maka nilai BPM nya adalah:

$$BPM = \frac{60000}{current\ beat\ timestamp - previous\ beat\ timestamp}$$

$$BPM = \frac{60000}{9000 - 8400}$$

$$BPM = 100\ Bpm$$

Oksimeter detak pada dasarnya adalah alat yang dapat mengukur denyut nadi dan saturasi oksigen dalam darah. Biasanya sensor ini terdiri dari dua LED yang memancarkan cahaya satu dalam spektrum Merah (650nm) dan yang lainnya dalam Inframerah (950nm). Contoh: Jika nilai IAC rata-rata = 0.84 maka hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{\log(I_{Ac})_{\lambda 1}}{\log(I_{Ac})_{\lambda 2}}$$

$$R = \frac{\log(0.84)_{950nm}}{\log(0.84)_{650nm}}$$

$$R = 0.6$$

$$\% SpO_2\ (Saturasi\ Oksigen) = 110 - 25.(R)$$

$$\% SpO_2\ (Saturasi\ Oksigen) = 110 - 25.(0.6)$$

$$\% SpO_2\ (Saturasi\ Oksigen) = 110 - 15$$

$$\% SpO_2\ (Saturasi\ Oksigen) = 95$$

Jika ditotal jumlah persentasi error kemudian dibagi jumlah data yang diambil pada tabel 1 maka persentasi kesalahan relatifnya adalah:

$$\text{Kesalahan Relatif} = \left| \frac{\sum \text{jumlah persentasi error}}{\sum \text{jumlah data}} \right| \times 100 \%$$

$$\text{Kesalahan Relatif} = \left| \frac{28,6}{10} \right| \times 100 \%$$

$$\text{Kesalahan Relatif} = 2.86 \%$$

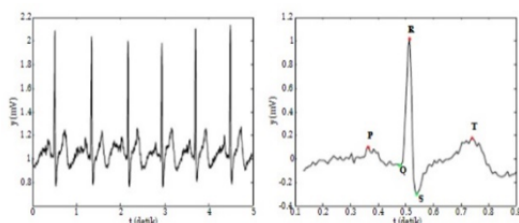
Hasil dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa pengukuran yang didapat dari detak jantung yang diukur menggunakan alat *pulse oximeter* konvensional dan sensor MAX30100 mempunyai nilai rata-rata *error* sebesar 2.86%.

Pengujian dan Analisa Gelombang Sinyal Sensor AD8232

Pada Subbab ini adalah analisa *output* gelombang nilai detak jantung dan saturasi oksigen dari sensor AD8232 agar hasil pada pembacaan sensor dapat sesuai dengan riilnya dan dapat digunakan untuk analisa. Pada bagian ini akan dianalisa perbandingan antara gelombang sinyal keluaran sensor AD8232 dari *datasheet* dan dari pengukuran sensor AD8232 yang diuji.

a. *Datasheet* Gelombang Sensor AD8232

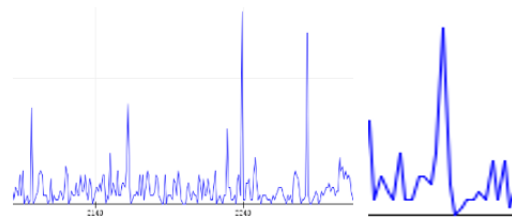
Sesuai gelombang penuh dari titik puncak P, Q, R, S dan T. Pada titik P sensor menerima sinyal detak jantung, interval PQ merupakan perlambatan sinyal, titik gelombang R menandai puncak ketika detak jantung berkontraksi dan memompa darah ke paru-paru dan seluruh tubuh. Kemudian akan ada selang waktu untuk beralih ke detak jantung selanjutnya sampai ke titik S. Setelah itu titik T merupakan proses yang menggambarkan ketika ventrikel mengalami repolarisasi.



Gambar 7: *Datasheet* Gelombang Sinyal

b. Data Pengukuran Gelombang Sensor AD8232

Hasil *output* gelombang sensor AD8232 pada *serial plotter* memiliki bentuk gelombang yang mendekati bentuk gelombang pada *datasheet* sensor AD8232. Gelombang sensor AD8232 pada *serial plotter* memiliki titik-titik puncak yang sesuai dengan syarat utama dari satu gelombang yaitu harus memuat puncak-puncak P, Q, R, S dan T pada *datasheet* sensor.



Gambar 8: Hasil Pengukuran Gelombang Sinyal Sensor AD8232

Hasil Pengambilan Data BPM dan SpO₂

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan uji coba kepada orang-orang mulai dari anak-anak, remaja dan orang dewasa dengan mengambil sampel secara acak pada rentang usia antara 4 tahun sampai 61 tahun.

Kesalahan presentase pada Tabel 2 dihitung dengan menggunakan persamaan kesalahan relatif setelah dilakukan pengujian, seperti pada Tabel 2 pengujian detak jantung pada anak kecil dengan umur dan berat badan yang berbeda-beda sudah dirata-rata nilainya dari pengambilan data. Diketahui pada tabel selisih pembacaan sensor dengan alat ukur rata-rata pada anak kecil berumur 4 tahun dengan berat badan 14 Kg dan 8 tahun dengan berat badan 25 Kg. Sedangkan rata-rata presentase kesalahan 2.1 %.

Tabel 2: Pengambilan Detak Jantung Pada Anak Kecil

Umur (Tahun)	Berat Badan	Detak Jantung				Selisih	Kesalahan Persentase (%)
		Pulse Oxymetry		Sensor MAX30100			
		BPM	SpO ₂ (%)	BPM	SpO ₂ (%)		
4	14 Kg	112 Bpm	96	110 Bpm	95	2	1.8
5	17 Kg	110 Bpm	98	108 Bpm	98	2	1.9
6	20 Kg	111 Bpm	98	112 Bpm	96	1	1
7	23 Kg	109 Bpm	97	107 Bpm	98	2	1.9
8	25 Kg	113 Bpm	98	109 Bpm	97	4	3.7
Rata-Rata						2.2	2.1

Selisih paling besar pada umur 8 tahun dengan berat badan 25 Kg yaitu, 4. Detak jantung normal pada anak kecil 80 Bpm sampai 120 Bpm dan nilai saturasi oksigennya di atas 90%. Jadi data tersebut menunjukkan alat yang sudah dikalibrasi dari pabrik dan alat yang dirancang sendiri memiliki perbedaan, tetapi tetap pada batas normal, itu artinya alat ini bekerja dengan baik.

Selanjutnya pengambilan data dilakukan pada kelompok remaja yang berbeda usia. Pada pengambilan data ini diambil 5 sampel data dari usia yang berbeda yaitu dari usia 17 tahun, 19 tahun, 23 tahun, 21 tahun dan 27 tahun.

Tabel 3: Pengambilan Detak Jantung Pada Remaja

Umur (Tahun)	Berat Badan	Detak Jantung				Selisih	Kesalahan Persentase (%)
		Pulse Oxymetry		Sensor MAX30100			
		BPM	SpO ₂ (%)	BPM	SpO ₂ (%)		
17	42 Kg	75 Bpm	96	74 Bpm	95	1	1.4
19	44 Kg	73 Bpm	97	75 Bpm	98	2	2.7
21	45 Kg	60 Bpm	96	58 Bpm	96	2	3.4
23	42 Kg	77 Bpm	98	75 Bpm	97	2	2.7
27	55 Kg	75 Bpm	98	74 Bpm	98	1	1.4
Rata-Rata						1.6	2.3

Kesalahan presentase pada Tabel 3 dihitung dengan menggunakan persamaan kesalahan relatif setelah dilakukan pengujian, seperti pada Tabel 3 pengujian detak jantung pada remaja dengan umur dan berat badan yang berbeda-beda sudah dirata-rata nilainya dari pengambilan data. Diketahui pada tabel selisih pembacaan sensor dengan alat ukur rata-rata pada remaja berumur 17 tahun dengan berat badan 42 Kg dan 27 tahun dengan berat badan 55 Kg. Sedangkan rata-rata presentase kesalahan 2.3 %. Selisih paling besar pada umur 19,21 dan 23 tahun dengan selisih yaitu, 2. Detak jantung normal pada remaja 60 Bpm sampai 100 Bpm dan nilai saturasi oksigennya diatas 90%.

Selanjutnya pengambilan data dilakukan pada orang dewasa yang berbeda usia. Pada pengambilan data ini diambil 5 sampel data dari usia yang berbeda yaitu dari usia 42 tahun, 44 tahun, 48 tahun, 53 tahun dan 61 tahun.

Tabel 4: Pengambilan Detak Jantung Pada Orang Dewasa

Umur (Tahun)	Berat Badan	Detak Jantung				Selisih	Kesalahan Persentase (%)
		Pulse Oxymetry		Sensor MAX30100			
		BPM	SpO ₂ (%)	BPM	SpO ₂ (%)		
42	52 Kg	88 Bpm	98	85 Bpm	98	3	3.5
44	72 Kg	93 Bpm	96	90 Bpm	96	3	3.2
48	63 Kg	86 Bpm	98	86 Bpm	97	0	0
53	60 Kg	62 Bpm	98	60 Bpm	96	2	3.3
61	48 Kg	70 Bpm	95	68 Bpm	98	2	2.9
Rata-Rata						2	2.6

Kesalahan presentase pada Tabel 4 dihitung dengan menggunakan persamaan kesalahan relatif setelah dilakukan pengujian, seperti pada Tabel 4 pengujian detak jantung pada anak kecil dengan umur dan berat badan yang berbeda-beda sudah dirata-rata nilainya dari pengambilan data. Diketahui pada tabel selisih pembacaan sensor dengan alat ukur rata-rata pada anak kecil berumur 42 tahun dengan berat badan 52 Kg dan 61 tahun dengan berat badan 48 Kg. Sedangkan rata-rata presentase kesalahan 2.6 %. Selisih paling besar pada umur 42 dan 44 tahun dengan selisih yaitu, 3.

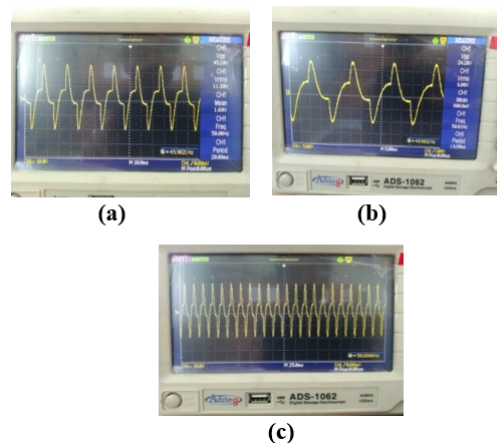
Detak jantung normal orang dewasa adalah 60 Bpm sampai 100 Bpm dan nilai saturasi oksigennya

diatas 90%. Jadi data tersebut menunjukkan alat yang sudah dikalibrasi dari pabrik dan alat yang dirancang sendiri memiliki perbedaan, tetapi tetap pada batas normal yaitu masih sesuai ketentuan pada detak jantung normal orang dewasa sebesar 60 Bpm sampai 100 Bpm dan nilai saturasi oksigennya diatas 90%. Artinya alat ini bekerja dengan baik.

Hasil Pengukuran Gelombang

Pengujian perangkat analog akuisisi sinyal EKG sensor AD8232 dilakukan untuk mengetahui keberhasilan perangkat dalam mengambil sinyal detak jantung. Berikut adalah sinyal EKG hasil akuisisi yang ditampilkan pada layar osiloskop.

Pengujian dilakukan dengan menempelkan 3 elektrode lead dari sensor AD8232 pada tubuh seseorang dengan menghubungkan probe osiloskop positif pada bagian port masukan sensor dan probe negatif pada pin ground dari sensor AD8232. Dari pengujian yang telah dilakukan di dapat adalah sampel sinyal detak jantung dari orang berusia 23 tahun, dimana pengujian tersebut menunjukkan detak jantung normal menunjukkan nilai stabil dan memiliki pola sinyal yang teratur. Kemudian didapat hasil spesifikasi pengukuran dari gelombang.



Gambar 9: Tampilan Output Gelombang sensor AD8232 pada osiloskop a) Hasil pembacaan sensor pada usia 23 tahun b) Hasil pembacaan sensor pada usia 21 tahun c) Hasil pembacaan sensor dengan time/div 25 ms

Pada Gelombang pertama dengan nilai Vpp sebesar 45.20V, frekuensi sebesar 50.00Hz, volt/div sebesar 10.0V, time/div sebesar 10ms. Kemudian gelombang kedua dengan nilai Vpp sebesar 45.20V, frekuensi sebesar 50.00Hz, volt/div sebesar 10.0V, time/div sebesar 10ms.

Penutup

Berdasarkan hasil data pengujian dan analisis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat pendeteksi detak jantung berhasil dibuat dengan menggunakan sensor MAX30100, sensor AD8232 dan Arduino MEGA 2560. Alat ini dapat bekerja mendekati nilai sebenarnya untuk mendeteksi nilai detak jantung BPM (beats per minute) dan gelombangnya. Setelah dilakukan pengujian nilai detak jantung yang terdeteksi pada orang dewasa adalah 60-93 BPM, pada remaja adalah 60-75 BPM, dan pada anak-anak adalah 107-110 BPM.
2. Alat pendeteksi saturasi oksigen berhasil dibuat dengan menggunakan sensor MAX30100 dan Arduino MEGA 2560. Alat ini dapat bekerja mendekati nilai sebenarnya untuk mendeteksi nilai SpO₂ (Saturasi Oksigen) dalam darah.
3. Pengujian ini dilakukan pada orang dewasa, remaja dan anak-anak. Setelah dilakukan pengujian tersebut maka nilai saturasi oksigen yang diperoleh pada tiap sampel berada diantara 95%-98%.
- [5] Anonym., “Bluetooth To Serial Port Overview Module HC-05, E-Book Datasheet”, diakses daring pada : <http://www.electronica60norte.com/mwfls/pdf/newBluetooth.pdf>, 2020 pada tanggal 03 September 2020.
- [6] Anonym, “128 x 64 Dot Matrix OLED/PLED Segment/Common Driver with Controller”, SOLOMON Systech Company, diakses daring pada : <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf>. 2008 pada tanggal 22 mei 2019.
- [7] Siswanto, Gunawan Pria Utama dan Windu Gata, “Pengamanan Ruangan dengan Arduino Uno R3, Sensor Mc-38, Pir, Notifikasi SMS, Twitter”, Jurnal RESTI, Vol. 2 No.3, pp. 697-707, Desember, 2018.
- [8] Dickson. Kho, “Pengertian LED (Light Emitting Diode) dan Cara Kerjanya”, diakses daring pada : <http://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/> pada tanggal 03 September 2020.

Daftar Pustaka

- [1] Susanti Mahasari, “Rancang Bangun Internet Of Things (IOT) Node Sensor Cuaca Dengan Menggunakan Website”, Thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, 2017.
- [2] Mumu Muhaemin dan Tri Ferga Prasetyo, “Pengembangan Prototipe E-Health Pasien Terintegrasi dengan Arduino Uno R3”, Prosiding STIMA, Universitas Majalengka, Vol : 4, pp. 46-52, ISSN : 2528-3820, 23 Agustus 2019.
- [3] Putri Karina dan A. H. Thohari, “Perancangan Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Pulse Sensor Berbasis Raspberry”, Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC), Vol. 2, No. 2, pp. 57-61, Desember 2018.
- [4] Ria Hariri, Lutfi Hakim, Riaska Fita Lestari, “Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor AD8232 Berbasis Internet of Things”, InComTech (Jurnal Telekomunikasi dan Komputer, Vol 9, No 3, pp:164-172, 2019.
- [9] Anonym, “What is Android”, diakses daring pada : <https://www.android.com/what-is-android/> pada tanggal 23 September 2020.
- [10] Anonym., “Bluetooth Graphics”, diakses daring pada : <https://www.mobileaction.co/app/android/us/bluetooth-terminal-graphics/com.emrcn>, 2013 pada tanggal 03 September 2020.
- [11] Anonym., “Your Heart Rate”, British Heart Foundation, diakses daring pada : <https://www.bhf.org.uk/-/media/files/publications/medical-information-sheets/your-heart-rate-is23.pdf>, 2020 pada tanggal 08 September 2020.
- [12] Amal Jubran., “Pulse Oximetry”, Crit Care 19, 272 (2015). <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0984-8>, 2015