



Perancangan Alat Ukur Saturasi Oksigen dan Detak Jantung Berbasis Arduino dengan Menggunakan Sensor MAX30100 dan LCD

Sugiarto ¹, Rengga Herdiansyah ²

¹ Universitas Pamulang

² Universitas Pamulang

sugiartogiar@gmail.com¹, dosen01101@unpam.ac.id²

Kata kunci:

Arduino Uno, Pulse Oximeter, MAX30100, SpO₂, BPM

Abstrak

Detak jantung dan saturasi oksigen di dalam darah merupakan aspek yang penting bagi kesehatan tubuh manusia. Kekurangan atau kelebihan oksigen dalam darah dapat menimbulkan penyakit gangguan kerja tubuh. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui saturasi oksigen di dalam darah. Alat yang dapat mengukur saturasi oksigen dalam darah dan detak jantung adalah *oximeter*. Berdasarkan survei penulis, alat *oximeter* yang ada di pasaran kebanyakan menggunakan metode *PPG Transmittance*. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan merancang alat yang berupa *hardware* dan *software* untuk mengukur saturasi oksigen dan detak jantung manusia menggunakan metode *PPG Reflectance*. Alat ini dibuat menggunakan arduino uno dan sensor MAX30100 serta output melalui LCD I2C. Hasil pengukuran alat yang dibuat akan dibandingkan dengan alat ukur *oximeter* komersil yang sudah ada. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen (uji coba). Hasil dari penelitian ini telah berhasil merancang dan membuat alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung berbasis arduino dengan menggunakan sensor MAX30100 dan output LCD I2C. Perbandingan alat yang dibuat dengan alat yang sudah ada sebagai referensi mendapatkan nilai akurasi sebesar 98,38% untuk saturasi oksigen dalam darah (*SpO₂*) dan 98,29% untuk pengukuran detak jantung per menit (*BPM*).

Pendahuluan

Detak jantung dan saturasi oksigen di dalam darah merupakan aspek yang penting bagi kesehatan tubuh manusia. Aspek ini sangat efektif untuk mengetahui kesehatan pada tubuh manusia. Detak jantung yang normal (60-100 per menit) dapat membantu dalam mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Jika detak jantung tidak normal dapat menjadi tanda adanya masalah kesehatan. Saturasi oksigen dalam darah yang normal (95-100 persen) dapat membantu kinerja jantung sehingga tubuh manusia tidak mudah mengalami kelelahan. (Nurahman et al., 2021)

Menurut (Aditya & Wahyuni, 2020), kekurangan atau kelebihan oksigen dalam darah dapat menimbulkan penyakit gangguan kerja tubuh. Pada tingkat tertentu dapat menimbulkan resiko kematian. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui saturasi oksigen dalam darah.

Perkembangan teknologi informasi dan elektronika yang sedemikian pesat membuat dunia memasuki era baru yang lebih cepat, tidak terkecuali untuk bidang elektronika medis. Elektronika medis dibuat untuk berbagai keperluan medis, salah satunya adalah *monitoring instrument*. Contoh dari *monitoring instrument* adalah alat ukur saturasi oksigen (SpO₂).

Dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih, alat ukur saturasi oksigen (SpO₂) semakin banyak jenisnya. Salah satunya bahkan ada yang berbasis android dengan memanfaatkan flash pada smartphone untuk mendeteksi atau mengukur saturasi oksigen dalam darah. Namun, sensor untuk mengetahui saturasi oksigen haruslah inframerah, bukan sinar biasa dari sebuah smartphone.

Kemudian pada penelitian terdahulu, terdapat juga beberapa alat ukur saturasi oksigen dalam darah yang dibuat berbasis internet of things (IoT). Seperti pada penelitian (Anamisa, 2015), alat ukur saturasi oksigen dibuat dengan menggunakan modul LED dan infrared, kemudian diolah dengan rangkaian demultiplexer lalu diinterfacekan ke PC dengan menggunakan modul wifi ESP8232. Kekurangan dari penelitian ini menurut penulis adalah banyaknya perangkat yang digunakan dan pengoperasiannya membutuhkan koneksi internet.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dibuatlah penelitian yang berjudul “**Perancangan Alat Ukur Saturasi Oksigen dan Detak Jantung Berbasis Arduino Dengan Menggunakan Sensor MAX30100 dan LCD**”. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat alat ukur SpO₂ dan detak jantung berbasis Arduino dengan output melalui LCD (I2C) *Inter Integrated Circuit* dengan sensor MAX30100 yang menggunakan metode PPG *reflectance*, kemudian hasil pengukurannya akan dibandingkan dengan hasil pengukuran alat pulse oximeter yang dijual di pasaran yang menggunakan metode PPG *transmittance*.

Metode

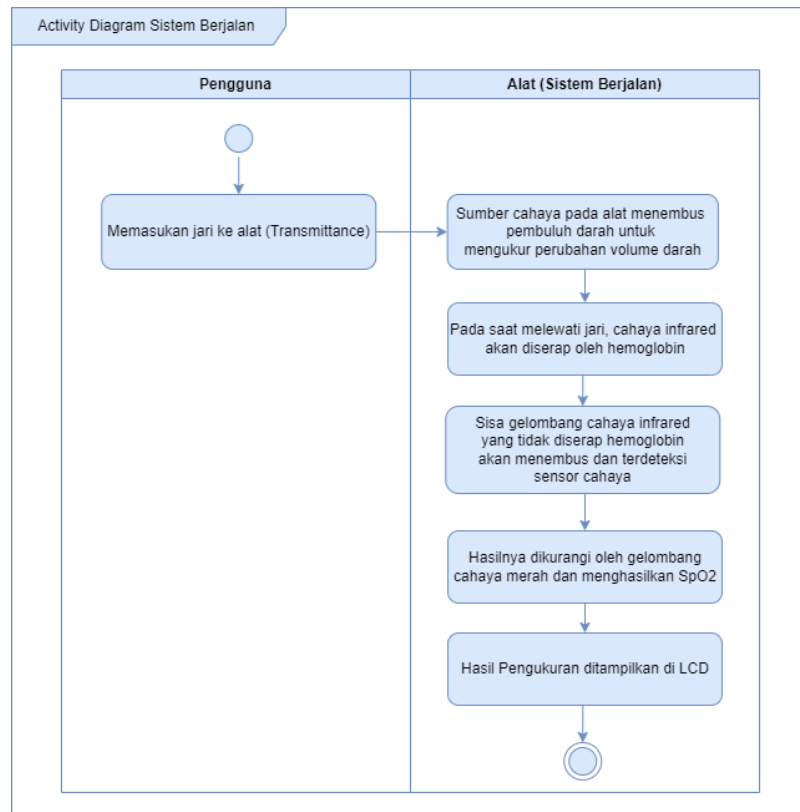
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian eksperimen (uji coba) dan *prototype*. Adapun metode yang digunakan penulis untuk pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Studi Literatur
Pada tahap ini penulis melakukan pengumpulan data referensi berupa jurnal, buku ataupun artikel yang diperlukan dalam penelitian. Tujuannya untuk memperoleh data dan informasi yang diperlukan sebanyak-banyaknya.
- b. Analisis dan Perancangan Sistem
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang berhubungan dengan penelitian ini, kemudian data tersebut dianalisis seperti contohnya *datasheet* dan cara kerja komponen yang digunakan dalam pembuatan alat, kemudian data saturasi oksigen dan denyut jantung normal pada manusia.
- c. Implementasi
Pada tahap ini pembuatan alat telah selesai dan program sudah ditambahkan ke dalam mikrokontroler Arduino Uno.
- d. Pengujian
Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap alat yang telah dibuat dengan scenario pengujian sesuai dengan batasan masalah yang telah dibuat.
- e. Analisis
Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengujian yang dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian, untuk selanjutnya dibuat dalam bentuk proposal skripsi.

Analisa dan Perancangan

Analisa Sistem Berjalan

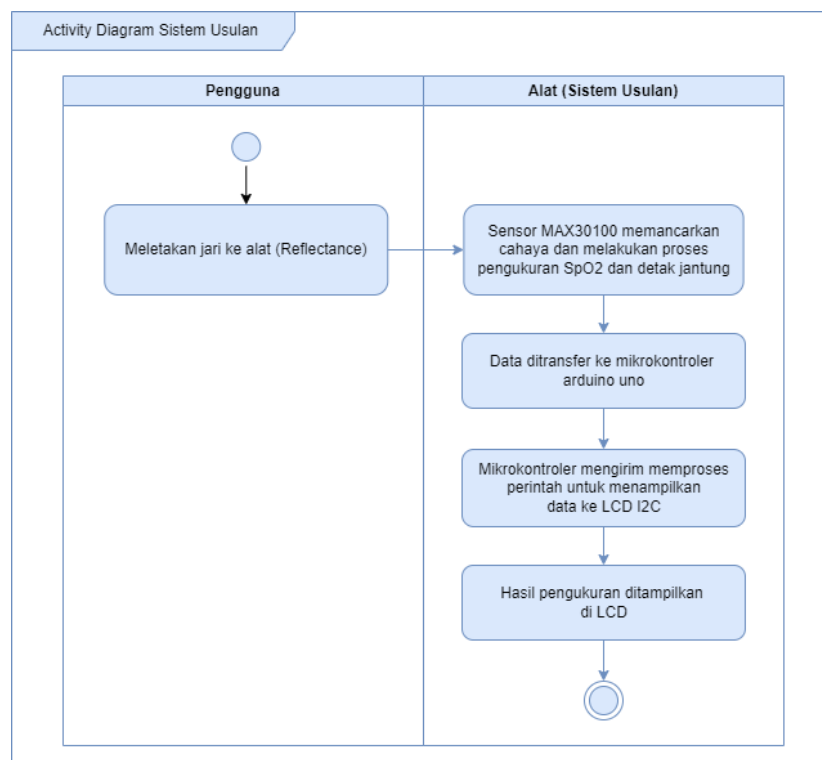
Untuk saat ini terdapat alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung yang dijual di pasaran menggunakan metode PPG *transmittance* yang mana memiliki kekurangan yaitu hanya dapat diaplikasikan pada bagian tubuh tertentu seperti jari tangan saja contohnya. Kemudian juga ukuran jari harus menyesuaikan jepitan pada alat.



Gambar 1. Activity Diagram Sistem Berjalan

Analisa Sistem Usulan

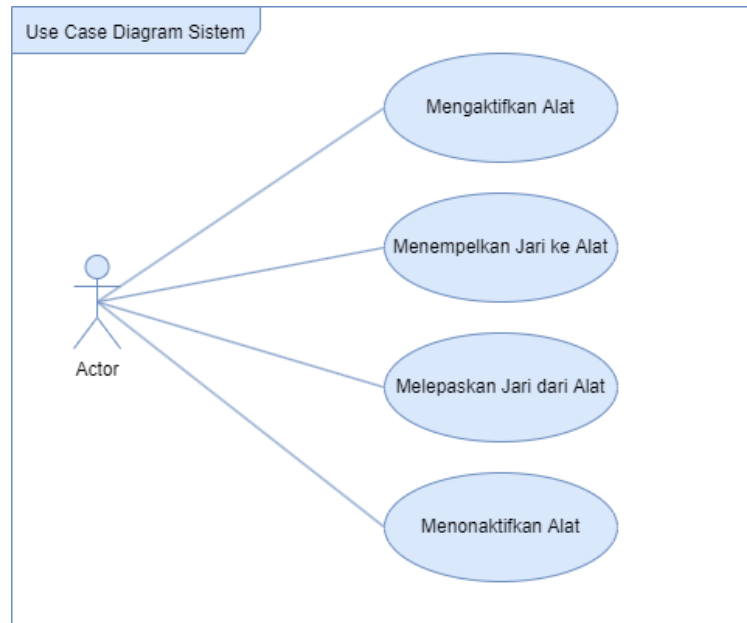
Perancangan alat dan sistem yang diusulkan adalah alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung berbasis Arduino dengan metode yang berbeda dengan alat yang sudah dijual di pasaran, yaitu metode PPG reflectance. Dengan metode ini pengukuran saturasi oksigen dan detak jantung dapat diaplikasikan pada seluruh bagian kulit tubuh yang terdapat pembuluh darah.



Gambar 2. Activity Diagram Sistem Usulan

Use Case Diagram

Use Case Diagram merupakan gambaran interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem yang akan dibuat untuk memahami fungsi yang ada di dalam sistem tersebut.



Gambar 3. Use Case Diagram

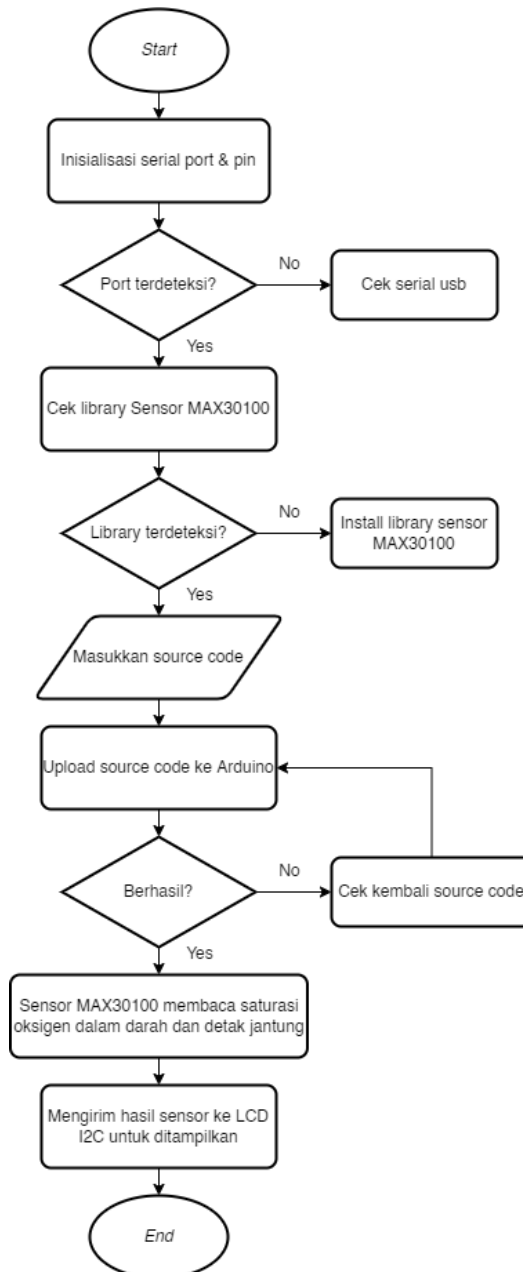
Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Untuk merancang *hardware* atau alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung, terdapat beberapa komponen utama yang dibutuhkan:

- Arduino Uno R3
Arduino Uno R3 sebagai komponen utama dalam perancangan ini. Arduino sebagai tempat pemrosesan utama, kemudian seluruh komponen lainnya akan dihubungkan ke papan Arduino ini.
- Sensor MAX30100
Komponen ini berguna untuk mengukur saturasi oksigen dalam darah dan detak jantung yang kemudian informasi tersebut akan dikirimkan ke *board* arduino.
- LCD I2C
LCD I2C sebagai tempat menampilkan data atau informasi saturasi oksigen dan detak jantung yang telah didapat dari sensor MAX30100.
- Breadboard / Project Board
Breadboard ini berguna sebagai penghubung atau media penghantar tanpa melakukan solder, kemudian juga sebagai tempat memasukkan kabel *jumper*.
- Kabel *Jumper male-to-male* dan *male-to-female*
Komponen ini sebagai komponen pendukung untuk menghubungkan satu komponen dengan komponen lain. Yang digunakan pada penelitian ini adalah kabel *male-to-male* dan *male-to-female*.

Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk membuat perancangan alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung adalah Arduino IDE di mana arduino uno adalah sebagai penerima hasil pembacaan sensor MAX30100. Arduino uno harus diinput program berupa *source code* untuk menghubungkan sensor MAX30100 dengan arduino uno yang programnya ditulis dengan bahasa C. Kemudian dilanjutkan dengan menghubungkan Arduino uno dengan LCD (I2C) untuk memberikan output berupa data hasil pengukuran saturasi oksigen dan detak jantung. Berikut ini adalah flowchart dari perancangan *software*:



Gambar 4. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

Hasil dan Pembahasan

Pengujian Sensor MAX30100

Pengujian sensor MAX30100 dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah sensor MAX30100 dapat berfungsi sebagaimana seharusnya: dapat membaca dan memberikan keluaran berupa nilai saturasi oksigen dalam darah (SpO2) dan detak jantung per menit.

Pengujian ini hanya melibatkan satu orang sebagai pengguna yang akan diambil sampel data SpO2 dan detak jantung per menit dalam rentang waktu 10 detik dan akan dilakukan sebanyak 5 percobaan pada alat yang dibuat dan alat komersil *fingertip pulse oxymeter* sebagai referensi. Cara pembacaan SpO2 dan detak jantung per menit adalah dengan meletakkan ujung jari telunjuk kanan pada masing-masing alat.

Pengujian sensor MAX30100 dilakukan dengan cara membandingkan hasil yang terbaca pada sensor MAX30100 dan kemudian dibandingkan dengan hasil ukur alat komersil *fingertip pulse*

oxymeter sebagai referensi. Kemudian hasil ukur tersebut dapat dibandingkan dan dari situ dapat dicari seberapa besar persentase error dan nilai akurasi sesuai dengan persamaan berikut:

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{\text{Hasil ukur alat komersil} - \text{hasil ukur sensor MAX30100}}{\text{hasil ukur alat komersil}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - \text{nilai error}$$

(Kemalasari & Rochmad, 2022)

a. Pengukuran SpO2

Tabel 1. Hasil Perbandingan Pengukuran SpO2

Pengujian ke-	Fingertip Pulse Oxymeter (%)	MAX30100 (%)
1	97	95
2	97	96
3	99	98
4	97	97
5	98	95
Jumlah	488	481
Error (%)	$\left \frac{488 - 481}{488} \right \times 100\% = 1,4\%$	
Akurasi (%)	100% - 1,4% = 98,6%	

b. Pengukuran Detak Jantung (BPM)

Tabel 2. Hasil Perbandingan Pengukuran BPM

Pengujian ke-	Fingertip Pulse Oxymeter	MAX30100
1	81	80,14
2	85	85,25
3	88	86,40
4	77	77,64
5	84	83,91
Jumlah	415	413,34
Error (%)	$\left \frac{415 - 413,34}{415} \right \times 100\% = 0,4\%$	
Akurasi (%)	100% - 0,4% = 99,6%	

Dapat dilihat pada Tabel 1, perbandingan hasil pembacaan nilai SpO2 alat yang dibuat dengan *fingertip pulse oxymeter* mendapatkan akurasi sebesar 98,6% dengan nilai *error* sebesar 1,4%. Hal ini menunjukkan bahwa akurasi alat yang dibuat dalam mengukur saturasi oksigen dalam darah lebih tinggi dari 95%.

Kemudian pada tabel 2 perbandingan hasil pengukuran *bpm* alat yang dibuat dengan *fingertip pulse oxymeter* mendapatkan akurasi sebesar 99,6% dengan nilai *error* sebesar 0,4%. Hal ini juga menunjukkan bahwa akurasi alat yang dibuat dalam mengukur detak jantung per menit (*bpm*) lebih tinggi dari 95%.

Hasil Pengujian Alat dengan Subjek

Sama dengan pengujian sensor MAX30100, pengujian alat ini dilakukan dengan mengukur saturasi oksigen dalam darah (SpO2) dan detak jantung. Lalu hasil yang didapat akan dibandingkan dengan alat ukur komersil yang sudah dijual di pasaran yaitu *fingertip pulse oxymeter*. Akan tetapi, bedanya pengujian ini dilakukan dengan subjek (orang).

Pengambilan data ini dilakukan dengan cara pengguna meletakkan jari nya pada alat ukur, kemudian setelah terbaca data SpO2 dan BPM, pengambilan data dilakukan dengan pengguna dalam keadaan duduk (istirahat) dan setelah rentang waktu 10 detik, berlaku untuk alat yang dibuat dan alat ukur komersil. Sehingga kemudian alat yang dibuat dapat dibandingkan dengan alat ukur komersil yang berperan sebagai referensi dengan menentukan nilai *error* dan akurasi alat seperti pada persamaan berikut:

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{\text{Hasil ukur alat komersil} - \text{hasil ukur alat yang dibuat}}{\text{hasil ukur alat komersil}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - \text{nilai error}$$

(Kemalasari & Rochmad, 2022)

Tabel 3. Hasil Pengujian Alat dengan Subjek

Subjek	Jenis Kelamin (L/P)	Umur (tahun)	Nilai saturasi oksigen dalam darah (%)			Nilai <i>heart rate</i> (bpm)		
			Alat yang dibuat (%)	Alat komersil (%)	Error (%)	Alat yang dibuat (bpm)	Alat komersil (bpm)	Error (%)
1	L	22	98	96	2,04	77,24	76	1,6
2	L	23	99	96	3,03	69,30	72	3,75
3	L	17	99	97	2,02	68,93	70	1,5
4	L	29	99	96	3,03	84,29	83	1,5
5	L	21	99	98	1,01	85,14	86	1
6	L	22	99	98	1,01	93,95	93	1,02
7	L	23	99	96	3,03	69,21	70	1,12
8	L	11	99	99	0	61,52	59	4,2
9	P	8	95	96	1,05	98,71	100	1,29
10	P	51	96	96	0	74,89	75	0,14

	Rata-rata error (%)	1,62	Rata-rata error (%)	1,71
	Akurasi (%)	98,38	Akurasi (%)	98,29

Hasil pengujian alat yang dibuat dengan alat ukur komersil *fingertip pulse oximeter* sebagai alat referensi dapat dilihat pada tabel 3 di atas. Pengujian dilakukan pada 10 orang yang berusia antara 8 sampai 51 tahun dan dilakukan dalam keadaan duduk (istirahat).

Dari tabel 3 diketahui untuk nilai rata-rata *error* dari pengukuran SpO2 sebesar 1,62% sehingga didapatkan akurasi sebesar 98,38%. Kemudian untuk nilai rata-rata *error* dari pengukuran detak jantung per menit sebesar 1,71% sehingga didapatkan akurasi sebesar 98,29%. Dari hasil pengukuran tersebut dapat disimpulkan bahwa akurasi alat yang dibuat sudah lebih tinggi dari 95%.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian alat saturasi oksigen yang telah dibuat, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Telah berhasil merancang dan membuat alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung berbasis arduino dengan menggunakan sensor max30100 dan output hasil melalui LCD. Sensor MAX30100 ini menggunakan metode PPG *reflectance* yang mana berbeda dengan alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung yang sudah ada yang menggunakan metode PPG *transmittance*.
- Dari perbandingan alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung yang dibuat dengan alat yang sudah ada sebagai referensi, didapat hasil persentase rata-rata *error* sebesar 1,62% untuk pengukuran nilai saturasi oksigen dalam darah (SpO2) dan mendapat nilai akurasi sebesar 98,38%. Kemudian untuk pengukuran detak jantung per menit (BPM) mendapat hasil persentase rata-rata *error* sebesar 1,71% dan nilai akurasi sebesar 98,29%. Berdasarkan pengukuran tersebut dapat disimpulkan bahwa akurasi alat yang dibuat sudah lebih tinggi dari 95%.

Daftar Pustaka

- Aditya, L., & Wahyuni, R. d. (2020). Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Oksigen Non Invasive Menggunakan Sensor Max30100. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 8(3), 62–69.
- Anamisa, D. R. (2015). Rancang Bangun Metode OTSU Untuk Deteksi Hemoglobin. *S@Cies*, 5(2), 106–110. <https://doi.org/10.31598/sacies.v5i2.64>
- Kemalasari, & Rochmad, M. (2022). DETEKSI KADAR SATURASI OKSIGEN DARAH (SpO2) DAN DETAK JANTUNG SECARA NON-INVASIF DENGAN SENSOR CHIP MAX30100. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT)*, 4(1), 35–50. <https://doi.org/10.22146/jntt.v4i1.4804>
- Nurahman, M. A., Irianto, A., & Situmeang, A. (2021). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Saturasi Oksigen dalam Darah Berbasis Arduino MEGA 2560file:///C:/Users/Sugiarto/Downloads/Documents/1358-3066-1-SM.pdf. *Jurnal Ilmiah Komputasi*, 20(1), 59–68. <https://doi.org/10.32409/jikstik.20.1.2691>