

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN SPO₂ NON INVASIVE DILENGKAPI
ALARM UNTUK DIAGNOSA ABNORMAL
BERBASIS ARDUINO ATMEGA 328



OLEH
MOHAMAD IKHSAN DWIYONO
NIM. 20143010088

PROGRAM STUDI
D3 TEKNIK ELEKTROMEDIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2017

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN SPO₂ NON INVASIVE DILENGKAPI
ALARM UNTUK DIAGNOSA ABNORMAL
BERBASIS ARDUINO ATMEGA 328

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Sebagai Salah Satu
Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)
Program Studi D3 Teknik Elektromedik



Oleh
Mohamad Ikhsan Dwiyono
NIM. 20143010088

PROGRAM STUDI
D3 TEKNIK ELEKTROMEDIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2017

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SPO₂ NON INVASIVE DILENGKAPI
ALARM UNTUK DIAGNOSA ABNORMAL
BERBASIS ARDUINO ATMEGA 328**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**Mohamad Ikhsan Dwiyono
NIM. 20143010088**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Pengaji
Pada tanggal : 26 September 2017

Menyetujui,

Pembimbing I

Sigit Widadi, S.Kom.

NIK. 19730314201210 183 008

Pembimbing II

Aidatul Fitriyah, S.ST.

NIP. 199104212014042001

Mengetahui,

Ketua Program Studi D3 Teknik Elektromedik



Meilia Safitri, S.T., M.Eng.

NIK. 19900512201604 183 015

Tugas Akhir ini Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md.)
Tanggal : 26 September 2017

Susunan Dewan Pengaji

Nama Pengaji

1. Ketua Pengaji : Sigit Widadi, S.Kom.

2. Pengaji Utama : Wisnu Kartika, S.T., M.Eng.

3. Sekretaris Pengaji: Aidatul Fitriyah, S.ST.

Tanda Tangan



Yogyakarta, 26 September 2017

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

DIREKTUR VOKASI



PERNYATAAN

Penulis menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat Profesi Ahli Madya atau gelar kesarjanaan pada suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 26 September 2017

Yang menyatakan,



Mohamad Ikhsan Dwiyono

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun *SpO₂ Non Invasive* dilengkapi *Alarm* untuk Diagnosa Abnormal Berbasis Arduino ATmega 328”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan kelulusan dengan gelar Ahli Madya.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Shallallahu’alaihi Wassalam yang telah menunjukan jalan kebenaran berupa keislaman serta membawa kita dari zaman kebodohan ke zaman terang dan penuh ilmu pengetahuan.

Dalam pembuatan Tugas Akhir, penulis telah mendapatkan banyak dukungan moral dan bantuan dari berbagai pihak. Dengan segala hormat dan kerendahan hati, perkenankan penulis berterimakasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Dr. Bambang Jatmiko, S.E., M.Si. Selaku Direktur Program Vokasi yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menuntut ilmu, serta belajar sebanyak-banyaknya di Program Studi Teknik Elektromedik Program Vokasi.
2. Ibu Meilia Safitri, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektromedik yang memberikan izin kepada penulis untuk belajar dan selalu memberikan nasehat kepada penulis.
3. Bapak Sigit Widadi, S.Kom. dan Ibu Aidatul Fitriyah, S.ST. Selaku Dosen Pembimbing Kesatu dan Dosen Pembimbing Kedua, yang telah memberikan ilmu dan bimbingan terbaik dengan penuh kesabaran dan ketulusan kepada penulis.
4. Keluarga, terutama Kedua Orang tua penulis yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dukungan dan bimbingan yang tidak pernah kata lelah dan bosan.

5. Para Dosen Program Studi Teknik Elektromedik yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis.
6. Bapak/Ibu dosen penguji, yang telah berkenan menguji hasil penelitian dari penulis dan memberikan hal-hal terbaik bagi penulis, kritik, saran dan masukan agar penulis menjadi lebih baik untuk kedepanya.
7. Para Karyawan/wati Program Studi Teknik Elektromedik yang telah membantu penulis dalam proses belajar.
8. Seluruh teman-teman angkatan 2014 Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan masukan-masukan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua jenis saran, kritik dan masukan yang bersifat membangun penulis sangat harapkan. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan tambahan bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri.

Yogyakarta, 26 September 2017

Penulis

MOTTO

1. Berpegang teguh dengan Al-Qur'an dan As-Sunnah.
2. Sebaik-baiknya manusia yang dapat memberikan manfaat untuk orang lain
3. "*Hai orang-orang yang beriman, janganlah sekumpulan orang laki-laki merendahkan kumpulan yang lain, boleh jadi yang ditertawakan itu lebih baik dari mereka. Dan jangan pula sekumpulan perempuan merendahkan kumpulan lainnya, boleh jadi yang direndahkan itu lebih baik*". (QS. Al Hujurat : 11)
4. "*Dan berikanlah berita gembira kepada orang-orang yang sabar, (yaitu) orang-orang yang ketika ditimpa musibah mereka mengucapkan Sungguh kita semua ini milik Allah, dan Sungguh KepadaNya lah kita kembali*". (QS. Al-Baqarah : 155-156)
5. "*Sesungguhnya orang-orang yang berkecukupan adalah orang-orang yang hatinya selalu merasa cukup, sedangkan orang-orang fakir adalah orang-orang yang hatinya selalu merasa rakus.*" (HR. Ibnu Hibban)
6. "*Allahumma anta robbi laa ilaha illa anta, kholaqtani wa ana' abduka wa ana 'ala 'ahdika wa wa'dika mastatho'tu. A'udzu bika min syarri maa shona'tu, abuu-u laka bini'matika 'alayya, wa. abuu-u bi dzanbi, faghfirliy fainnahu laa yaghfirudz dzunuuba illa anta*". (HR. Bukhari no. 6306)
7. "*Isyhadu bi anna muslimun*"

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
INTISARI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Penelitian Terdahulu	3
2.2 Dasar Teori.....	3
2.2.1 Hemoglobin.....	3
2.2.2 Saturasi Oksigen	4
2.2.3 Metode Saturasi Oksigen	5
2.2.4 <i>Oxymeter</i> Sensor	6
2.3 Komponen Alat	7
2.3.1 Arduino Uno	7
2.3.2 <i>LCD 2x16</i>	11
2.3.3 <i>Oxymeter</i> Sensor <i>512F</i>	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Diagram Blok Sistem	14
3.2 Cara Kerja Diagram Blok Sistem.....	14
3.3 Diagram Alir Proses	15
3.4 Desain Alat.....	16
3.5 Alat dan Bahan.....	17
3.5.1 Alat.....	17
3.5.2 <i>Bahan</i>	17

3.6 Urutan Kegiatan	18
3.7 Variabel Penelitian.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Spesifikasi Alat	20
4.2 Pengujian dan Pengukuran Alat	20
4.3 Teknik Analisis Data.....	21
4.3.1 Rata-Rata	21
4.3.2 Simpangan	22
4.3.3 <i>Error</i>	22
4.4 Hasil Pengukuran dan Analisis	22
4.5 Analisis Keseluruhan Data	24
4.6 Rangkaian <i>Finger Sensor</i>	24
4.7 Rangkaian Filter	26
4.8 Rangkaian Keseluruhan.....	27
4.9 Analisis Umum.....	28
4.9.1 Program	28
4.9.2 Kelebihan Alat.....	30
4.9.3 Kekurangan Alat.....	30
4.9.4 SOP Penggunaan Alat	31
BAB V KESIMPULAN	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Fungsi Pin LCD	11
Tabel 3.1 Peralatan yang digunakan membuat Alat.....	17
Tabel 3.2 Bahan Komponen Alat.....	17
Tabel 4.1 Spesifikasi Alat	20
Tabel 4.2 Pengukuran SpO_2 pasien 1, pasien 2 dan pasien 3	23
Tabel 4.3 Pengukuran SpO_2 pasien 4 dan pasien 5	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Oksigen yang terikat molekul <i>hemoglobin</i>	4
Gambar 2.2 Penyerapan spektra Hb dan HbO ₂	5
Gambar 2.3 Transmisi cahaya melalui jari tangan.....	7
Gambar 2.4 Pin-pin pada Arduino	8
Gambar 2.5 Pin <i>mapping</i> ATMega 328	10
Gambar 2.6 Pin-pin <i>LCD</i>	11
Gambar 2.7 <i>Oxymeter</i> Sensor	13
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem	14
Gambar 3.2 Diagram Alir Proses	15
Gambar 3.3 Diagram Mekanis Sistem	16
Gambar 4.1 Alat Penulis	20
Gambar 4.2 Alat Kalibrator <i>SpO</i> ₂	23
Gambar 4.3 Rangkaian Sensor <i>SpO</i> ₂	25
Gambar 4.4 Rangkaian Penguatan <i>SpO</i> ₂	25
Gambar 4.5 Rangkaian Filter	26
Gambar 4.6 Rangkaian Keseluruhan.....	27

RANCANG BANGUN SPO₂ NON INVASIVE DILENGKAPI ALARM UNTUK DIAGNOSA ABNORMAL BERBASIS ARDUINO ATMEGA 328

Mohamad Ikhsan Dwiyono¹, Sigit Widadi², Aidatul Fitriyah³

Program Studi D3 Teknik Elektromedik Program Vokasi

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jalan Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183

Telp. (0274) 387656, Fax (0274) 387646

Email : mohamad.ikhsan.2014@vokasi.ums.ac.id

INTISARI

Pengukur saturasi oksigen (SpO_2) secara *non invasive* adalah alat yang berfungsi untuk menghitung saturasi oksigen dengan metode perubahan warna cahaya pada *LED* merah dan *infra* merah tanpa melukai jari dalam satuan persentase (%).

SpO_2 menggunakan panjang gelombang cahaya *infra* merah (910 nm) dan cahaya *LED* merah (650 nm) yang ditangkap oleh sensor deteksi (*photodiode*) setelah melewati pembuluh darah pada ujung jari tangan. Data dari *photodiode* dikirim ke mikrokontroler Arduino kemudian ditampilkan ke *LCD*. Di mikrokontroler Arduino, data tersebut diolah dan diproses untuk mendapatkan nilai saturasi oksigen. Keadaan normal nilai saturasi oksigen adalah antara 85 % sampai 100 % dan keadaan abnormal nilai saturasi oksigen adalah < 85 %.

Dalam pengujian alat, penulis menggunakan pengujian dengan membandingkan alat pembanding yang telah terkalibrasi agar dapat diketahui keakuratannya. Berdasarkan pengujian alat, diperoleh hasil bahwa alat pengukur saturasi oksigen (SpO_2) dilengkapi *alarm* untuk diagnosa abnormal bekerja dengan baik dan memiliki nilai *error* yaitu 2.69169 %.

Kata Kunci : SpO_2 , *Infra* merah, *LED* merah, *Photodiode*, Abnormal

THE DESIGN OF NON INVASIVE SPO₂ EQUIPPED WITH ALARM FOR ABNORMAL DIAGNOSE WITH ARDUINO ATMEGA 328 BASE

Mohamad Ikhsan Dwiyono¹, Sigit Widadi², Aidatul Fitriyah³

Study Program of D3 Electromedic Engineering of Vocational Program

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Lingkar Barat Road, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, 55183

Phone: (0274)387656, Fax (0274)387646

Email: mohamad.ikhsan.2014@vokasi.umy.ac.id

ABSTRACT

The measurement tool of oxygen saturation (SpO_2) in non-invasive way is a tool that functions to count the oxygen saturation with light colour changing method in red LED and infrared without hurting the fingers in percentage unit.

SpO_2 uses wavelength of infrared (910 nm) and red LED light (650 nm) captured by detection sensor (photodiode) after passing through blood vessel in the fingertip. The data from photodiode are delivered to micro controller of Arduino and then are shown on LCD. In Arduino micro controller, the data are managed and processed to obtain oxygen saturation value. The normal condition of oxygen saturation value is between 85 % until 100 % and the abnormal condition of oxygen saturation value is < 85 %.

In the tool testing, the researcher used the testing by comparing the comparison tools that have been calibrated so that the accuracy can be recognized. Based on the tool testing, the result was that the measurement tool of oxygen saturation (SpO_2) equipped with alarm for abnormal diagnose worked well and had error value of 2.69169 %.

Keywords : SpO_2 , Infrared, red LED, Photodiode, Abnormal

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alat diagnostik saturasi oksigen (SpO_2) adalah alat medis yang digunakan untuk mengetahui perbandingan antara *hemoglobin* yang mengikat oksigen dengan jumlah seluruh *hemoglobin* yang ada di dalam darah. Prinsip kerja alat diagnostik ini adalah menghitung saturasi oksigen dalam satuan persentase (%) dengan cara seberapa banyak cahaya yang diserap oleh jari pada *finger* sensor dan hasil serapan cahaya tersebut dikalkulasikan dengan rumus SpO_2 2.3. Dari hasil saturasi oksigen dalam darah tersebut dapat ditentukan seberapa banyak persentase oksigen yang mampu dibawa oleh *hemoglobin*. *Hemoglobin* merupakan molekul protein di dalam darah yang dapat mengikat oksigen, sehingga apabila kekurangan oksigen dapat beresiko pada kerusakan organ-organ penting di dalam tubuh.

SpO_2 merupakan metode pemeriksaan *non invasive* untuk mengukur saturasi oksigen, tanpa memasukan sensor ke dalam tubuh, mudah digunakan dan menunjukan hasil segera. SpO_2 digunakan sebagai standar pengukuran abnormal (*hipoksemia*) di unit rawat intensif untuk pedoman pemberian terapi oksigen, terutama pasien dengan kondisi kritis. Nilai kondisi normal SpO_2 yaitu antara 85 % sampai 100% dan nilai kondisi abnormal yaitu $< 85\%$.

Pada penelitian sebelumnya, telah dibuat alat mengukur SpO_2 oleh Andrey Arantra Putra dari jurusan Teknik Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya dengan judul “Rancang Bangun *Pulse Oximetry* Digital berbasis Mikrokontroller”[1]. Karena penelitian sebelumnya hanya mengukur saturasi oksigen dan tidak disertai *alarm* untuk diagnosa abnormal, sehingga penulis menambahkan *alarm* untuk diagnosa abnormal yang ditandai dengan bunyi *buzzer*. Pada kesimpulan untuk judul tugas akhir penulis adalah “Rancang Bangun SpO_2 Non Invasive dilengkapi *Alarm* untuk Diagnosa Abnormal Berbasis Arduino ATMega 328”.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana membuat alat pengukur saturasi oksigen dalam darah menggunakan metode *SpO₂ non invasive* yang dilengkapi *alarm* untuk diagnosa abnormal ?

1.3 Batasan Masalah

Agar dalam pembahasan alat ini tidak terjadi pelebaran masalah dalam penyajian, penulis membatasi pokok-pokok batasan yang akan dibahas :

1. Diagnosa *SpO₂* menggunakan *finger* sensor yang dipasang pada jari telunjuk.
2. Penggunaan *SpO₂* hanya untuk orang dewasa.
3. Saturasi oksigen normal adalah nilai *SpO₂* antara 85%-100% dan abnormal adalah nilai *SpO₂ < 85%*.
4. Tidak diperkenankan pada orang yang memakai cat kuku.

1.4 Tujuan Penelitian

Dapat membuat alat pengukur kadar oksigen dalam darah pasien dengan parameter *SpO₂* menggunakan *finger* sensor disertai *alarm* untuk diagnosa abnormal.

1.5 Manfaat Penelitian

Membantu perawat dan dokter untuk mengukur saturasi oksigen dalam darah pasien secara *non invasive* menggunakan sensor dengan indikator diagnosa normal dan abnormal. Indikator *alarm* tersebut sebagai tanda peringatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang saturasi oksigen pernah dilakukan oleh Andrey Arantra Putra dari Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya dengan judul “Rancang Bangun *Pulse Oximetry* Digital Berbasis Mikrokontroller” dan Rifky Yanuardi dari Program Studi Teknik Komputer Politeknik Telkom Bandung dengan judul “Rancang Bangun *Pulse Oximetry* Digital Berbasis Mikrokontroller ATMega16”. Penelitian dari Andrey Arantra Putra dan Rifky Yanuardi yaitu alat tersebut hanya mengukur nilai saturasi oksigen, namun belum dilengkapi dengan *alarm* diagnosa abnormal[1].

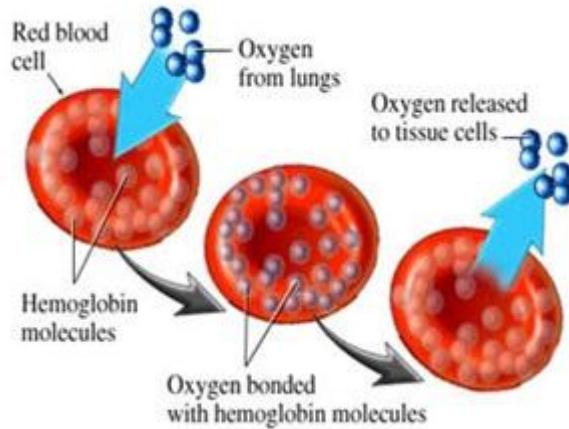
Berdasarkan penelitian terdahulu bahwa alat belum dilengkapi *alarm* untuk diagnosa abnormal, maka penulis ingin membuat alat *monitoring SpO₂* disertai diagnosa normal dan abnormal dengan *alarm*.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Hemoglobin

Hemoglobin merupakan salah satu jenis protein yang terdapat di dalam darah yang memiliki zat besi tinggi. *Hemoglobin* yaitu molekul darah yang terdiri dari zat *heme* (zat besi) dan rantai *polipeptida globin* (*alfa*, *beta* dan *delta*) yang berada di dalam sel darah merah sebagai pengangkut oksigen. *Hemoglobin* mampu menggabungkan antara oksigen satu dengan oksigen lainnya, kemudian membentuk *oxihemoglobin* di dalam darah. Hal inilah yang kemudian darah dapat membawa oksigen dan mendistribusikannya ke seluruh tubuh yang bermula dari paru-paru. Jadi fungsi sel darah merah adalah sebagai media pengangkut oksigen dan yang lebih berperan lebih lanjut adalah zat *hemoglobin*. Fungsi *hemoglobin* dalam sel darah merah sangat penting dan sangat vital bagi tubuh manusia. Hal ini dikarenakan, jika tubuh kekurangan *hemoglobin* maka tubuh menjadi lebih lemas, disebabkan tidak mendapatkan oksigen. Sedangkan jika terdapat

kelebihan *hemoglobin* akan membuat penyumbatan pada pembuluh darah sehingga dapat menyebabkan penyakit *stroke*[3].



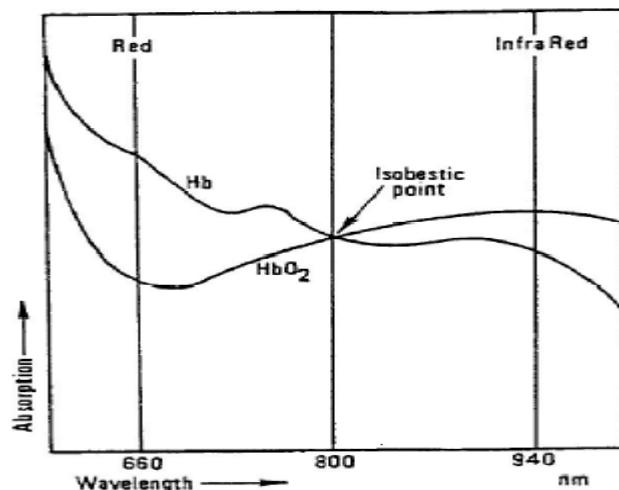
Gambar 2.1 Oksigen yang terikat molekul *hemoglobin*[3]

2.2.2 Saturasi Oksigen

Pulse oximetry (SpO_2) adalah suatu metode *non invasive* untuk mengukur jumlah saturasi oksigen dari *hemoglobin*. Sekarang ini, alat *pulse oximetry* banyak digunakan di tempat pelayanan kesehatan yang mencakup perawatan intensif, ruang penyembuhan rehabilitasi dan monitoring pasien yang *dianesthesia*. Alat *pulse oximetry* menggunakan dua panjang gelombang cahaya yang berbeda, yaitu panjang gelombang antara 590-620 nm (*LED merah*) dan panjang gelombang antara 2,5-50 μm (*infra merah*). Kedua panjang gelombang tersebut untuk menembus sekeliling bagian *peripheral* dari tubuh pasien menggunakan ujung jari atau daun telinga dan mengukur tiap panjang gelombang cahaya yang relatif berkang (ratio). Jaringan biologi yang sedang diukur terdiri dari banyak unsur mencakup *kapiler*, *arteri*, *vena*, kulit dan jaringan yang lainnya. Kecuali untuk pembuluh darah *arteri*, berkangnya cahaya oleh unsur jaringan lainnya adalah relatif tetap. Transmisi cahaya melalui *arteri* adalah denyutan yang diakibatkan pemompaan darah oleh jantung.

Saturasi oksigen adalah presentasi *hemoglobin* yang berikatan dengan oksigen dalam *arteri*, saturasi oksigen normal yaitu antara 85%-100%. Saturasi oksigen (SpO_2) untuk mengukur persentase oksigen yang diikat

oleh *hemoglobin* di dalam aliran darah. Pada tekanan parsial oksigen yang rendah, sebagian besar *hemoglobin terdeoksigenasi*, maksudnya adalah proses pendistribusian darah beroksi gen dari *arteri* ke jaringan tubuh. Pada sekitar 90% (nilai bervariasi sesuai dengan konteks klinis) saturasi oksigen meningkat menurut kurva disosiasi *hemoglobin*-oksigen dan pendekatan 100% pada tekanan parsial oksigen > 10 kPa. Sebuah *pulse oximetry* bergantung pada karakteristik penyerapan cahaya *hemoglobin* jenuh untuk memberikan indikasi kejemuhan oksigen[4].



Gambar 2.2 Penyerapan spektra *Hb* dan *HbO₂*

Titik pertemuan adalah panjang gelombang penyerapan dua hemoglobin yang sama[5].

2.2.3 Metode Saturasi Oksigen

Fungsi dari saturasi oksigen (SpO_2) digambarkan sebagai perbandingan HbO_2 dengan total jumlah Hb *arteri* yang tersedia untuk melepas oksigen. Ketika diukur menggunakan sinyal *oximetry*, perbandingan yaitu:

$$\boxed{SpO_2 = \frac{[HbO_2]}{[HbO_2] + [Hb]}} \quad (2.1)$$

Dimana tanda kurung menandakan konsentrasi dan “p” mewakili “pulse oximetry”. Warna merah pada darah dihasilkan dari relatifitas penyerapan yang kuat pada panjang gelombang cahaya yang pendek oleh molekul *Hb* dan *HbO₂*. Warna yang lebih gelap pada darah *vena* dibandingkan dengan banyaknya oksigen dalam darah *arteri* berkaitan dengan fakta bahwa *Hb* menyerap lebih merah dan lebih sedikit cahaya biru dibandingkan *HbO₂*. Perbedaan warna molekul *Hb* dan *HbO₂* adalah kunci dari *pulse oximetry*[6].

Dalam pembacaan kadar oksigen dalam darah didapatkan dengan menghitung rasio seperti rumus 2.2. Rasio penyerapan menjadi acuan untuk menentukan kadar oksigen. Rasio (*R*) adalah jumlah penyerapan cahaya *infra* merah dan *LED* merah dengan menghitung perbandingan antara rasio pada *LED* merah (*r*₁) dan rasio *infra* merah (*r*₂)[7].

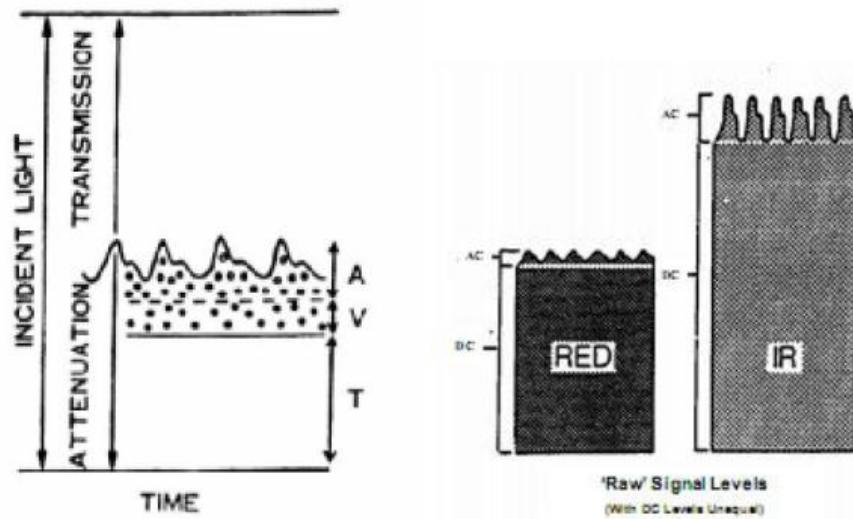
$$R = \frac{r_1}{r_2} \quad (2.2)$$

Nilai *SpO₂* dapat dihitung dengan memasukkan nilai *R* pada persamaan linier 2.3[8].

$$SpO_2 = 110 - 25 \times R \quad (2.3)$$

2.2.4 Oxymeter Sensor

Oxymeter sensor adalah sebuah sensor yang terdiri dari *LED* merah dan *infra* merah. *Hemoglobin* yang mengandung oksigen akan menyerap pada panjang gelombang cahaya sekitar 910 nm dan *hemoglobin* yang tidak mengikat oksigen akan menyerap pada panjang gelombang cahaya sekitar 650 nm sehingga *infra* merah dan *LED* merah digunakan sebagai komponen utama sensor, karena *LED* merah dan *infra* merah memiliki panjang gelombang cahaya sesuai kriteria [9].



Gambar.2.3 Transmisi Cahaya melalui jari Tangan [9].

2.3 Komponen Alat

2.3.1 Arduino ATMega 328

Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATMega 328. Arduino memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*, 6 analog *input*, *crystal osilator* 16 MHz, koneksi *USB*, *jack power*, kepala *ICSP*, dan tombol reset. Gambar pin-pin pada arduino dapat dilihat pada gambar 2.4.

Untuk 6 pin analog dapat juga difungsikan sebagai *output digital* jika diperlukan *output digital* tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi *output digital*, pin analog pada keterangan *board* 0-5 dapat diubah menjadi pin 14-19, sehingga pin analog 0-5 dapat juga berfungsi sebagai pin *output digital* 14-19.



Gambar 2.4 Pin-pin pada Arduino

Pada minimum sistem Arduino ada beberapa pin, berikut konfigurasi pin dalam Arduino Uno:

a. Pin *Power*

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi *USB* atau *power supply*. *Power supply* dapat menggunakan adaptor *DC* atau baterai. *Board* Arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* antara 6-20 volt. Namun tegangan pada *board* melalui *jack power* yang direkomendasikan antara 7 sampai 12 volt.

b. Pin *Vin*

Tegangan *input* ke *board* Arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (5 volt dari koneksi *USB* atau tegangan yang diregulasikan).

c. Pin 5V

Regulasi *power supply* digunakan untuk *power* mikrokontroler dan komponen lainnya pada *board*. 5 volt dapat melalui *Vin* menggunakan regulator pada *board* atau *supply* oleh *USB* atau regulasi 5 volt lainnya.

d. Pin 3V3

Supply 3.3 volt didapat oleh *FTDI chip* yang ada di *board*. Arus maksimumnya adalah 50 mA.

e. Pin *Ground*

Pin yang berfungsi sebagai jalur *ground* pada Arduino dan juga untuk rangkaian luar Arduino.

f. Pin Reset

Pin yang berfungsi sebagai tombol reset dengan menghubungkan ke *ground*.

g. IORef

Pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroler. Pin yang sering digunakan pada *board shield* untuk memperoleh tegangan yang sesuai 5 volt atau 3.3 volt.

Ada beberapa kelengkapan lain pada Arduino, yaitu :

1. Memori

ATMega328 memiliki 32 KB *flash* memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk *bootloader*. ATMega328 memiliki 2 KB untuk *SRAM* dan 1 KB untuk *EEPROM*. Pin *mapping* ATMega 328 dapat dilihat pada gambar 2.5.

2. *Input & Output*

Setiap 14 pin digital pada Arduino dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. *Input/output* dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki *internal pull-up* resistor (*disconnected* oleh *default*) 20-50K Ohm.

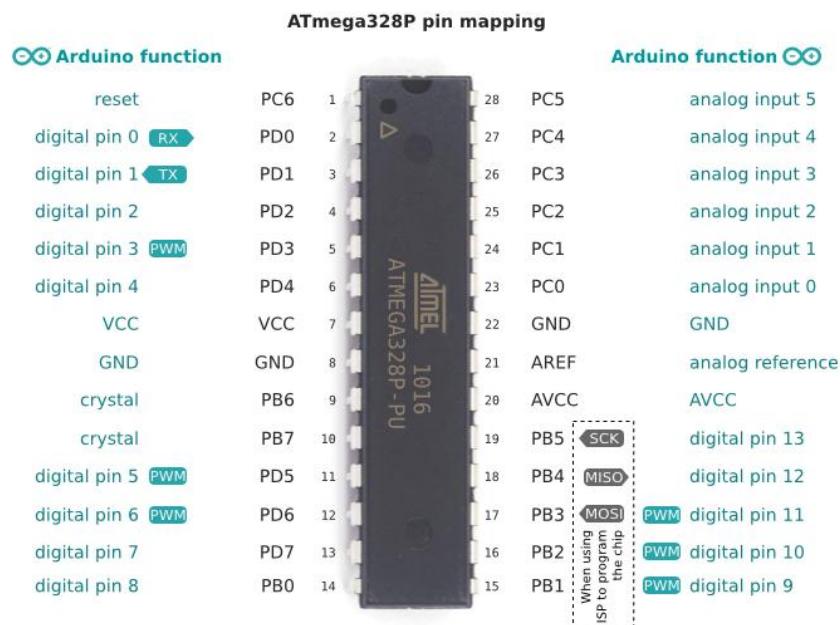
Beberapa pin Arduino memiliki fungsi sebagai berikut :

- a. *Serial* : 0 (*RX*) dan 1 (*TX*). Digunakan untuk menerima (*RX*) dan mengirim (*TX*) TTL data *serial*. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari *USB* ke *TTL chip serial*.
- b. *Interrupt eksternal* : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasikan untuk *trigger* sebuah *interap* pada *low value*, *rising* atau *falling edge* atau perubahan nilai.

- c. *PWM* : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit *output PWM* dengan fungsi *analogWrite()*.
- d. *SPI* : 10 (*SS*), 11 (*MOSI*), 12 (*MISO*), 13 (*SCK*). Pin ini mendukung komunikasi *SPI*, yang mana masih mendukung *hardware*, yang tidak termasuk pada bahasa Arduino.

3. Komunikasi

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATMega 328 menyediakan *UART TTL (5V)* komunikasi *serial* yang tersedia pada pin 0 (*RX*) dan 1 (*TX*). *Firmware arduino* menggunakan *USB driver standar COM* dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor *serial* yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. *RX* dan *TX LED* di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip USB to serial* dan koneksi ke komputer[10].

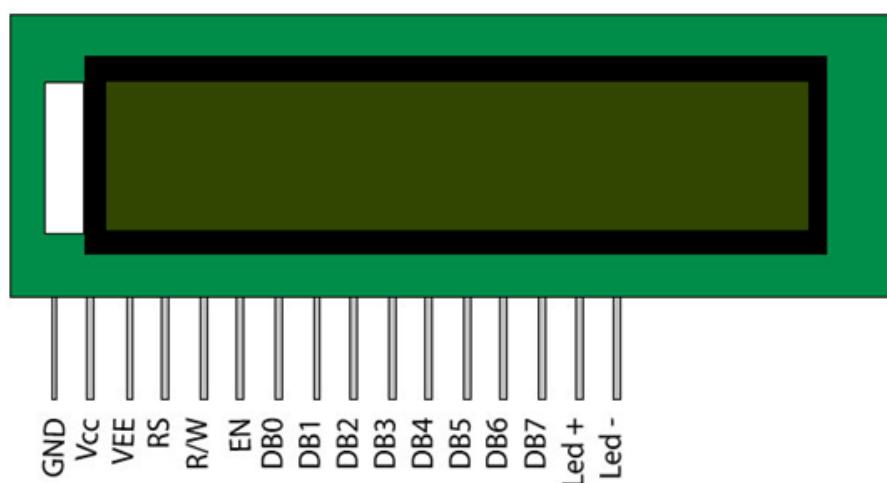


Gambar 2.5 Pin *mapping* ATmega 328

2.3.2 LCD 2 x 16

Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah *display* yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. *LCD* dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel *LCD* yang terdiri dari banyak *dot* atau titik *LCD* dan mikrokontroler yang menempel di bagian belakang panel *LCD* yang fungsinya untuk mengatur titik-titik *LCD* sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca.

Penulis menggunakan *LCD* yaitu M1632, yang mana digunakan untuk menampilkan hasil proses dari Arduino ATMega 328 yang diinginkan. *LCD* ini hanya memerlukan daya yang kecil dan tegangan yang dibutuhkan juga rendah +5V [11].



Gambar 2.6 Pin-pin *LCD*

Tabel 2.1. Tabel Fungsi Pin LCD [11].

NO	Simbol	Level	Keterangan
1	Vss	-	Dihubungkan ke ground
2	Vcc	-	Dihubungkan dengan tegangan suplai dengan toleransi $\pm 10\%$
3	Vee	-	Untuk meningkatkan tingkat kontras
4	RS	H/L	Bernilai logika '0' untuk intruksi dan bernilai '1' untuk <i>input</i> data

5	R/W	H/L	Bernilai logika ‘0’ untuk proses ‘write’ dan bernilai ‘1’ untuk ‘read’
6	E	H	Merupakan sinyal <i>enable</i> . Sinyal ini akan aktif pada <i>failing edge</i> dari logika ‘1’ ke logika ‘0’
7	DB0	H/L	Pin data D0
8	DB1	H/L	Pin data D1
9	DB2	H/L	Pin data D2
10	DB3	H/L	Pin data D3
11	DB4	H/L	Pin data D4
12	DB5	H/L	Pin data D5
13	DB6	H/L	Pin data D6
14	DB7	H/L	Pin data D7
15	D+BL	-	<i>Back light</i> pada <i>LCD</i> dihubungkan dengan tegangan 4 - 4,2 V dengan arus 50 – 200 mA
16	D-BL	-	<i>Back light</i> pada <i>LCD</i> dihubungkan dengan ground

2.3.3 *Oxymeter* Sensor 512F

Oxymeter sensor yang terdiri dari *LED* merah, *infra* merah, *photodiode* dan penguat sinyal. *Oxymeter* sensor berfungsi sebagai sensor untuk mengukur saturasi oksigen, dimana *LED* merah dan *infra* merah sebagai pancaran cahaya, *photodiode* sebagai detektor hasil penyerapan cahaya oleh darah yang dirubah menjadi arus menggunakan metode *non invasive* atau menggunakan perubahan cahaya.

Sensor ini memiliki penguatan internal sehingga *output* pada sensor sudah terjadi penguatan. Bentuk *oxymeter* sensor dapat dilihat pada gambar 2.6[12].



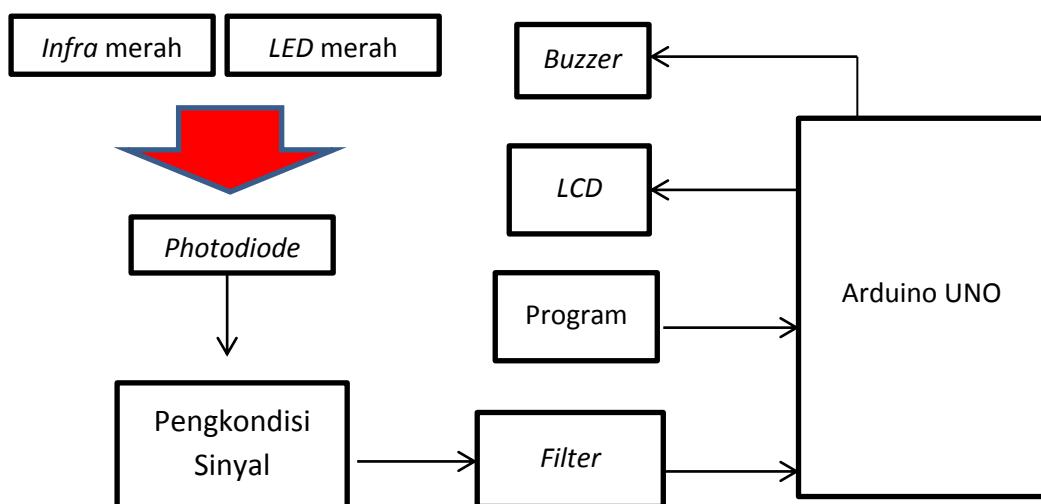
Gambar 2.7 *Oxymeter* Sensor

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Blok Sistem

Diagram blok cara kerja alat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Blok Diagram

3.2 Cara Kerja Diagram Blok Sistem

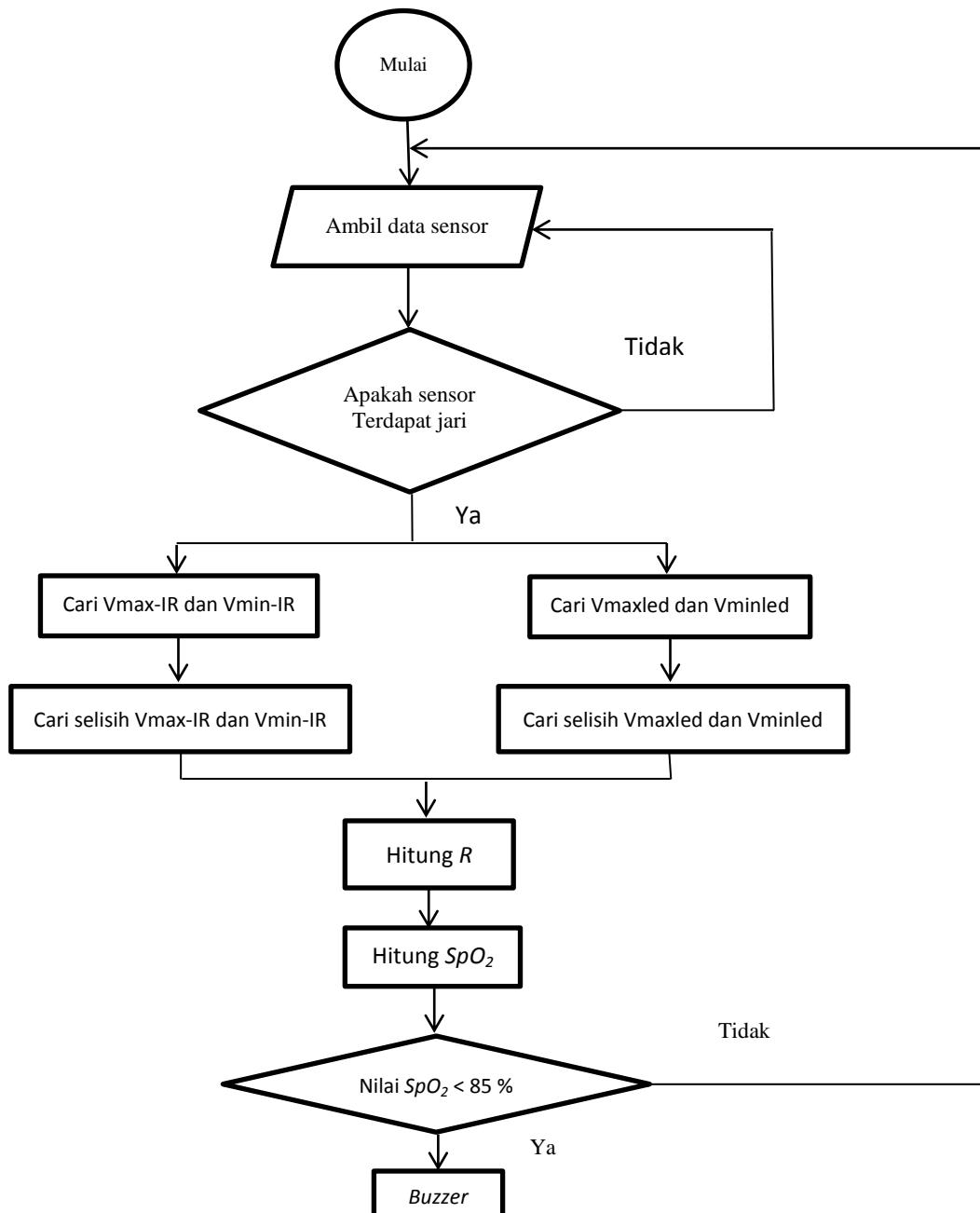
Saat ditekan tombol power *on* maka tegangan dari PLN akan masuk ke rangkaian *power supply*. *Power supply* sebagai *step down* tegangan untuk menurunkan tegangan dari 220 volt ke 12volt, arus listrik tersebut diberikan ke rangkaian minimum sistem Arduino, *finger* sensor dan rangkaian *LCD*. *Finger* sensor yang terdiri dari *infra merah*, *LED* merah dan *photodiode* yang dikontrol oleh Arduino Uno.

Infra merah dan *LED* merah memancarkan cahaya ke jari, cahaya yang diserap oleh jari diterima oleh *photodiode*. *Photodiode* berfungsi sebagai merubah dari cahaya menjadi sinyal. Sinyal tersebut dikuatkan oleh rangkaian penguatan untuk memberikan sinyal agar dapat terbaca oleh Aduino. Sinyal difilter untuk menghilangkan *noise* yang diakibatkan oleh sinyal denyut jantung, kemudian sinyal yang masih sinyal analog dirubah

menjadi sinyal digital dan diolah oleh Arduino untuk menampilkan ke *LCD*. *Buzzer* bekerja ketika nilai $SpO_2 < 85\%$ atau *error*.

3.3 Diagram Alir Proses

Diagram alir proses cara kerja alat dapat dilihat sebagai berikut:

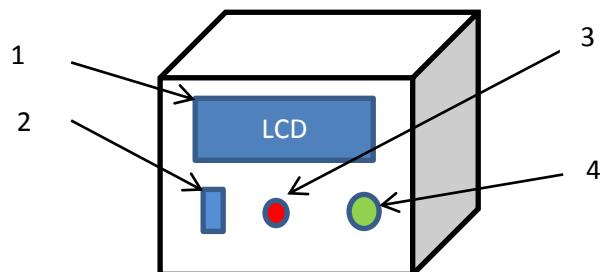


Gambar 3.2 Diagram Alir

Saat alat dioperasikan, Arduino memulai proses inisialisasi. Inisialisasi bertujuan agar program Arduino bekerja sesuai perintah. Ambil data yang dimaksud yaitu *LED* merah dan *infra* merah menyala secara bergantian. Sensor terdapat jari bertujuan untuk memasukan *input* ke Arduino dengan menempatkan jari pada sensor, sehingga cahaya diserap oleh jari mengakibatkan adanya sinyal. Apabila jari belum terpasang pada *finger* sensor, tampilan *LCD* menampilkan kalimat perintah “Masukan Jari” dan nilai SpO_2 tidak keluar pada *LCD*. Kemudian sinyal tersebut dikalkulasikan untuk mencari selisih antara nilai V_{max-IR} dengan V_{min-IR} dan selisih antara nilai V_{maxled} dengan V_{minled} . Setelah dikalkulasikan selisih nilai *IR* dan nilai *led*, nilai tersebut dikalkulasikan untuk mencari nilai rasio (R) yaitu selisih nilai *IR* dibagi selisih nilai *led*. Nilai SpO_2 didapat dengan mengkalkulasikan rumus 2.3 dan ditampilkan oleh *LCD*. *Buzzer* berbunyi ketika nilai $SpO_2 < 85\%$.

3.4 Desain Alat

Diagram mekanis sistem dapat dilihat sebagai berikut :



3.3 Diagram Mekanis Sistem

Bagian tampilan alat diantaranya :

1. Layar LCD 2 x 16
2. Tombol *ON/OFF*
3. LED indikator peringatan
4. Tombol reset

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat

Sebagai penunjang dalam melaksanakan pembuatan alat, pengukuran, pengamatan maupun pengujian digunakan beberapa peralatan. Peralatan-peralatan penunjang dalam pembuatan alat dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Peralatan yang digunakan membuat Alat

Alat ukur	Alat Elektrik	Alat bantu Mekanik
a. Multimeter b. Penggaris	a. Solder b. Bor <i>Acrylic</i> c. <i>Power supply</i>	a. Obeng b. Tang c. Gergaji besi d. <i>Tool set</i> e. <i>Attractor</i>

3.5.2 Bahan

Menyiapkan suatu bahan merupakan hal yang paling penting dalam menunjang keberhasilan pembuatan suatu rangkaian elektronika, yang perlu diperhatikan dalam kegiatan ini diantaranya adalah data teknis dan karakteristik komponen elektronika, harga maupun faktor ada tidaknya komponen di pasaran. Karena perlu dilakukan perhitungan yang cermat, survei lapangan maupun mempelajari data *sheet book* komponen-komponen yang akan dibutuhkan pada pembuatan alat.

Berikut ini merupakan bahan-bahan komponen yang diperlukan dalam pembuatan alat. Adapun daftar komponen pada tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Bahan Komponen Alat

Nama Komponen	Jumlah
<i>Finger Sensor</i>	1
<i>LED</i>	2
Jumper	Secukupnya
Kapasitor	5
Arduino Uno	1
Soket DB9	1

<i>Trimpot</i>	2
<i>Switch</i>	1
<i>Resistor</i>	2
<i>Diode</i>	1
<i>LCD 16x2</i>	1
<i>Push Button</i>	1
<i>Buzzer</i>	1
<i>IC 7812</i>	1
<i>TIP 3055</i>	1
<i>PCB</i>	Secukupnya
<i>Diode Bridge</i>	1
Timah	Secukupnya

3.6 Urutan Kegiatan

Dalam melakukan pembuatan alat tugas akhir ini penulis membuat rancangan jadwal pelaksanaan kegiatan, agar penulis mampu memaksimalkan waktu supaya lebih efisien dan efektif. Meliputi kegiatan yang tertulis dibawah ini :

1. Mempelajari *literature*.
2. Menentukan topik.
3. Menyusun latar belakang, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat.
4. Membuat diagram mekanis, diagram blok sistem dan diagram alir proses.
5. Menyusun proposal.
6. Menyiapkan bahan-bahan komponen dan peralatan untuk pembuatan alat.
7. Membuat jadwal kegiatan untuk mengatur waktu pembuatan alat.
8. Merancang rangkaian per blok.
 - 1) Rangkaian *Finger* sensor.
 - 2) Rangkaian *power supply*.

- 3) Rangkaian *LCD*, *LED* dan *push button*.
 - 4) Rangkaian minimum sistem Arduino Uno .
 - 5) Membuat program.
9. Menyatukan rangkaian-rangkaian membentuk sistem alat.
 10. Menguji sistem alat dengan alat yang sudah kalibrasi.
 11. Menghitung parameter kinerja sistem.
 12. Membuat ulasan mengenai hasil-hasil dari penelitian ini meliputi kelebihan dan kekurangan sistem.
 13. Menarik kesimpulan dan saran untuk perbaikan sistem.
 14. Menyusun laporan karya tulis ilmiah.

3.7 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini menggunakan intensitas cahaya dari *Infra* merah dan *LED* merah. Karena *Infra* merah dan *LED* merah mempengaruhi hasil monitoring saturasi oksigen. *Infra* merah dan *LED* merah tersebut dikontrol oleh Arduino ATMega 328.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesifikasi Alat

Dalam pembahasan spesifikasi alat, penulis mencantumkan spesifikasi alat pada tabel 4.1 tentang kapasitas tegangan yang dibutuhkan oleh alat agar bekerja dengan baik dan gambar alat penulis yang dibuat dapat dilihat gambar 4.1.

Tabel 4.1 Spesifikasi Alat

Fungsi Alat	Monitoring saturasi oksigen dalam darah
Tegangan <i>input</i> alat	220 volt AC
Tegangan <i>power supply</i>	12 volt DC
Arus Listrik	1 A



Gambar 4.1 Alat Penulis

4.2 Pengujian dan pengukuran Alat

Setelah membuat alat, langkah berikutnya melakukan pengukuran. Setelah melakukan pengukuran, dilakukan pendataan melalui beberapa tahap pengukuran dan pengujian. Tujuan pengukuran dan pengujian untuk memastikan fungsi masing-masing bagian (komponen).

Langkah-langkah pengukuran dan pengujian alat ini diuraikan dalam beberapa tahap, sebagai berikut:

1. Menyiapkan peralatan yang dibutuhkan, terutama alat pembanding.
2. Menyiapkan tabel untuk mencatat hasil pengukuran.
3. Menguji alat dengan melakukan pengukuran SpO_2 dengan SpO_2 terstandar sebagai pembanding alat.
4. Mencatat hasil pengukuran dan perhitungan dalam tabel yang telah disediakan.
5. Melakukan penghitungan terhadap hasil pengukuran untuk mengetahui tingkat rata-rata, simpangan dan *error*.

4.3 Teknik Analisis Data

Rangkaian SpO_2 menghasilkan *output* berupa sinyal penyerapan dari jaringan dalam darah pada jari pasien yang diukur. Dari sinyal tersebut nantinya dicari titik tertinggi dan titik terendah sinyal *adc* sehingga mendapatkan nilai tegangan maksimum dan minimum pada *infra* merah dan *LED* merah. Selisih Tegangan maksimum dan minimum pada *infra* merah atau *LED* merah dikalkulasikan dengan rumus 2.2. Untuk mendapatkan nilai SpO_2 , dikalkulasikan dengan rumus 2.3. Dari beberapa kali percobaan, hasil pengukuran dibandingkan dengan alat terstandar untuk dicari nilai rata-rata, simpangan dan nilai *error* dengan rumus sebagai berikut :

4.3.1 Rata-rata

Rata-rata adalah bilangan yang didapat dari hasil pembagian jumlah nilai data oleh banyaknya data dalam kumpulan tersebut.

Rumus rata-rata :

$$\text{Rata-rata } (X') = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad (4.1)$$

Dimana :

X' = Rata-rata

$X_1 \dots X_n$ = Nilai data

n = Banyak data

4.3.2 Simpangan

Simpangan adalah selisih dari rata-rata nilai harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Berikut rumus dari simpangan :

$$\boxed{\text{Simpangan} = Y - \bar{X}} \quad (4.2)$$

Dimana :

Y = alat pembanding

\bar{X} = rata-rata modul alat

4.3.3 Error

Nilai *error* (rata-rata simpangan) adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data. Rumus *error* adalah :

$$\boxed{\text{Error} = \frac{\bar{X}-X'}{X} X 100 \%} \quad (4.3)$$

Dimana :

X = data yang diukur

X' = rata-rata

4.4 Hasil Pengukuran dan Analisis

Pengukuran SpO_2 dilakukan dengan membandingkan hasil ukur kalibrator dengan alat hasil penelitian. Berikut alat kalibrator beserta spesifikasi alat:

Merek : *Pulse Oxymeter Mindray*

Type : PM-60

Tegangan : 5 volt DC



Gambar 4.2 Alat Kalibrator SpO_2

Data pada tabel 4.2 dan tabel 4.3 merupakan data yang diperoleh dari hasil pengukuran terhadap 5 orang pasien, dengan masing-masing pasien 5 kali pengukuran. Dalam proses pengambilan data pasien dikondisikan tenang tidak melakukan aktifitas yang berlebihan.

Tabel 4.2 Pengukuran SpO_2 pasien 1, pasien 2 dan pasien 3

Pengukuran Ke -	Pasien 1		Keadaan Buzzer	Pasien 2		Keadaan Buzzer	Pasien 3		Keadaan Buzzer
	A	B		A	B		A	B	
1	95	99	Mati	95	98	Mati	95	98	Mati
2	96	99	Mati	94	97	Mati	95	98	Mati
3	95	99	Mati	95	98	Mati	96	98	Mati
4	96	99	Mati	94	98	Mati	95	98	Mati
5	96	99	Mati	94	98	Mati	94	96	Mati
<i>Mean</i>	95.6	99		94.4	97.8		95	97.6	
Simpangan	3.4			3.4			2.6		
% Error	3.434343			3.476483			2.663934		

Keterangan :

A = alat yang dibuat penulis

B = alat pembanding yang sudah terstandar (laik pakai)

Tabel 4.3 Pengukuran SpO_2 pasien 4 dan pasien 5

Pengukuran Ke -	Pasien 4		Keadaan Buzzer	Pasien 5		Keadaan Buzzer
	A	B		A	B	
1	95	96	Mati	97	99	Mati
2	94	96	Mati	98	99	Mati
3	95	97	Mati	97	98	Mati
4	95	98	Mati	96	99	Mati
5	96	98	Mati	97	99	Mati
<i>Mean</i>	95	97		97	98.8	
Simpangan	2			1.8		
% Error	2.061856			1.821862		

Keterangan :

A = alat yang dibuat penulis

B = alat pembanding yang sudah terstandar (laik pakai)

Berdasarkan pengukuran dan pengujian alat, diperoleh *error* rata-rata adalah 2.691696 %.

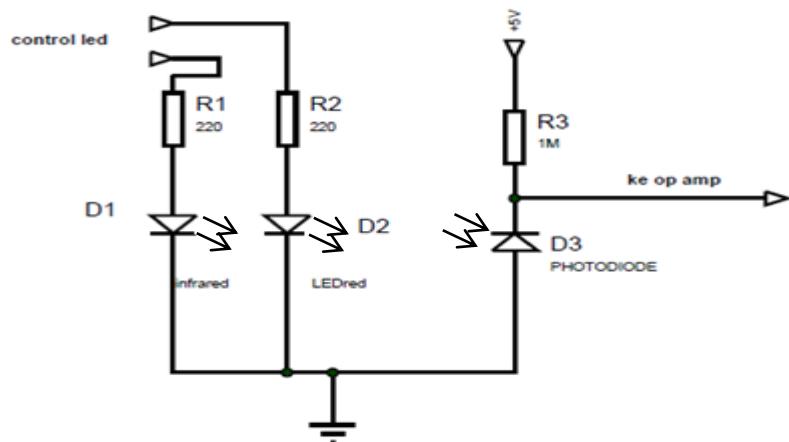
4.5 Analisis Keseluruhan Data Pengukuran

Dari hasil pengukuran SpO_2 dapat diambil kesimpulan bahwa hasil yang didapat sangat bervariasi, tetapi penulis berpendapat bahwa hasil yang diperoleh alat, tidak berbeda jauh dari hasil yang didapat melalui alat yang sudah terkalibrasi. Banyak faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran, diantaranya :

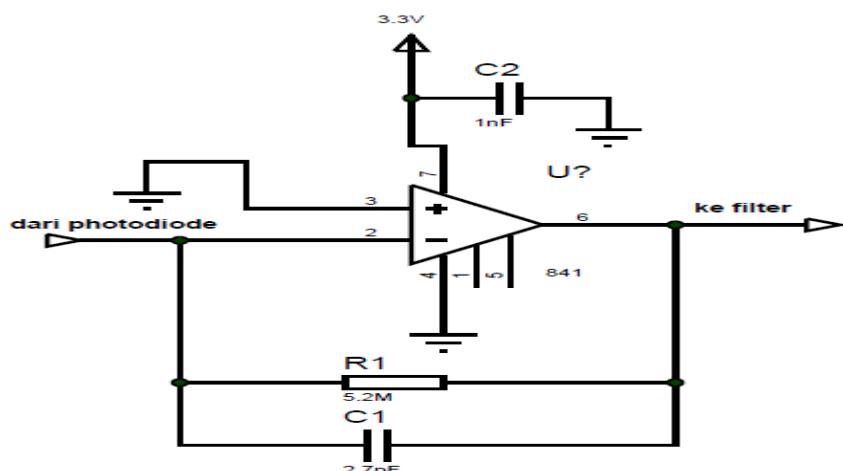
- Pasien tidak tenang dalam pengukuran.
- Peletakan sensor yang tidak tepat.
- Cat kuku pada jari.

4.6 Rangkaian Finger Sensor

Dalam pembuatan alat ini, penulis memberikan sedikit gambaran *layout* pada finger sensor yang terdiri dari *infra* merah dan *LED* merah sebagai sumber cahaya. *Photodiode* sebagai sensor penerima cahaya.

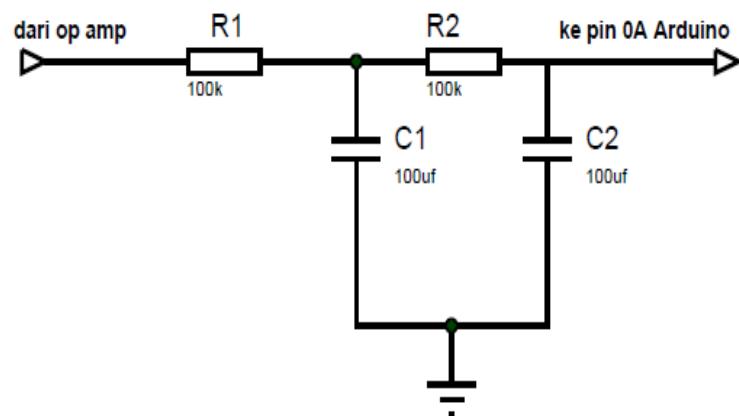
Gambar 4.3 Rangkaian Sensor SpO_2

Di dalam *finger* sensor terdapat pula penguatan. Penguatan ini berfungsi sebagai penguat arus yang lemah dari *photodiode*. Penyerapan cahaya yang melewati pembuluh darah akan diterima oleh *photodiode*. Perubahan cahaya berpengaruh pada jaringan pembuluh darah yang padat, semakin besar cahaya yang tembus semakin besar yang diterima *photodiode*. Penguatan ini menggunakan *op amp* 381. Berikut gambar rangkaian penguatan pada *finger* sensor.

Gambar 4.4 Penguatan SpO_2

4.7 Rangkaian Filter

Setelah melalui proses penguatan, sinyal tersebut difilter untuk menghilangkan *noise* yang diakibatkan oleh denyut jantung. Filter yang digunakan yaitu 2 tingkat. Filter 2 tingkat dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Filter *LPF* 2 tingkat

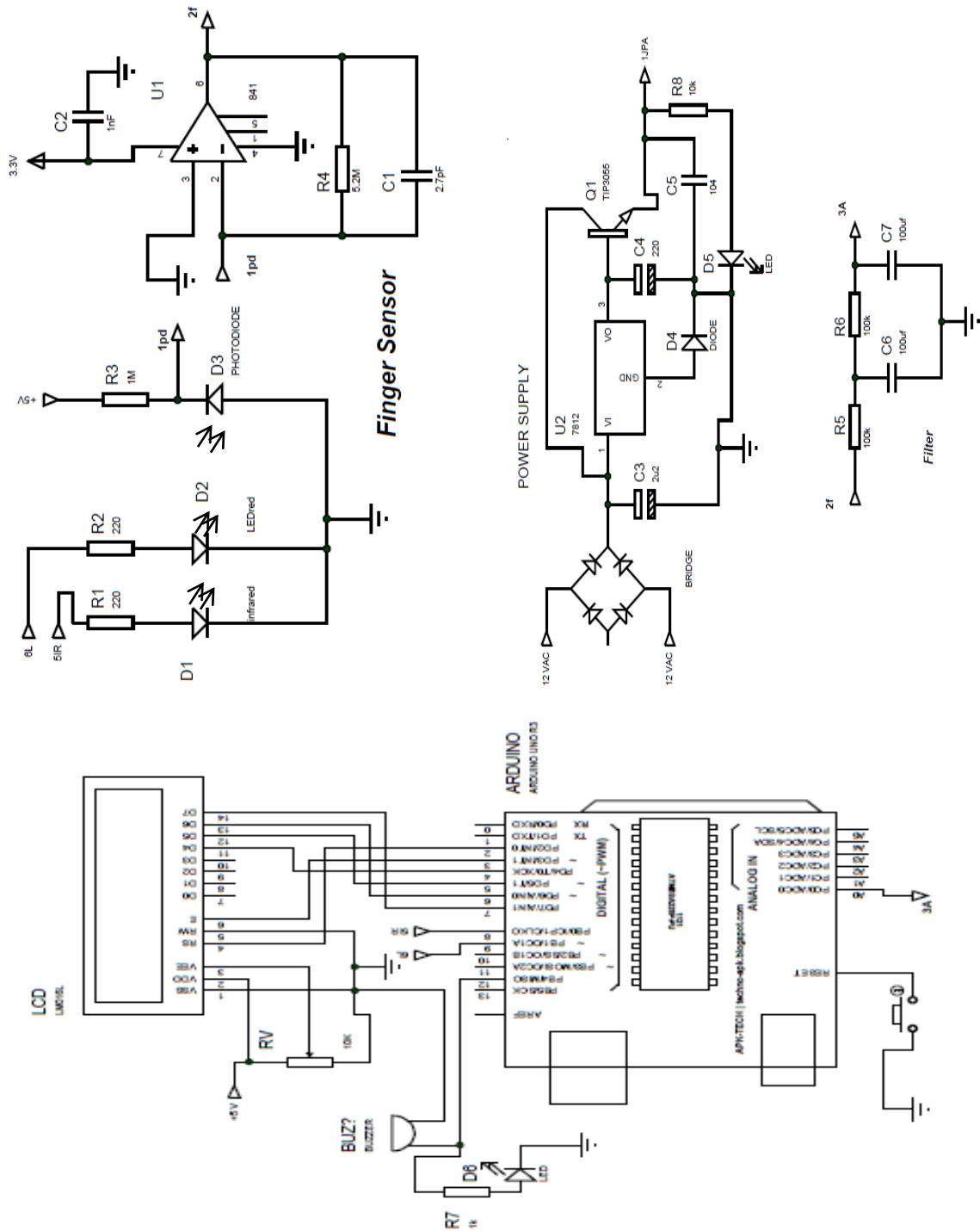
Filter dapat dihitung dengan persamaan rumus (4.3)

$$f_c = \frac{1}{2\mu\sqrt{(R_1.R_2.C_1.C_2)}} \quad (4.3)$$

$$\begin{aligned} f_c &= \frac{1}{2.3,14\sqrt{(100000.100000.0,0001.0,0001}}} \\ &= \frac{1}{6,28\sqrt{100}} \\ &= 0,0159 \text{ Hz} \end{aligned}$$

4.8 Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan alat *SpO₂* dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Rangkaian Keseluruhan

4.9 Analisis Umum

4.9.1 Program

Penulis menggunakan aplikasi Arduino. Berikut *listing* program *SpO₂*.

```
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7);
//konfigurasi pin lcd

#define photodiode      A0 // receiver
#define anode           8 // first transmiter IR
#define catode          9 // second transmiter led
#define buzzer          12 // buzzer

void setup() {
    lcd.begin(16, 2); //inialisasi lcd (kolom, baris)

    pinMode(anode,OUTPUT);
    // mengatur menyalanya infrared
    pinMode(catode,OUTPUT);
    pinMode(buzzer,OUTPUT);
    lcd.clear();
    // untuk mengahapus lcd
    lcd.setCursor(0,0);
    // tata letak huruf yang akan ditampilkan
    lcd.print("M.IKHSAN DWIYONO");
    // huruf/kalimat yang akan ditampilkan pada lcd
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("NIM: 20143010088");
    delay(5000);
    lcd.clear();}

//Tampilan awal pada alat
int ledhi=0;
```

```
int ledlo=1023;
int irhi=0;
int irlo=1023;
int adc,counter=0;

void loop() {
    ledhi=0;
    ledlo=1023;
    irhi=0;
    irlo=1023;
    digitalWrite(anode,LOW);
    digitalWrite(catode,LOW);
    delay(2000);

    for(int i=0;i<5;i++) {
        digitalWrite(anode,LOW);
        digitalWrite(catode,HIGH);
        adc=analogRead(photodiode);
        if(ledhi<adc) ledhi=adc;
        if(ledlo>adc) ledlo=adc;
        delay(40);
    }
    digitalWrite(anode,LOW);
    digitalWrite(catode,LOW);
    delay(500);

    for(int i=0;i<5;i++) {
        digitalWrite(anode,HIGH);
        digitalWrite(catode,LOW);
        adc=analogRead(photodiode);
        if(irhi<adc) irhi=adc;
        if(irlo>adc) irlo=adc;
        delay(40);
    }
}
```

```

        float r1=((float)ledhi/1023*5)-
        ((float)ledlo/1023*5);
        float r2=((float)irhi/1023*5)-
        ((float)irlo/1023*5);
        float r=r1/r2;      // rumus mencari r
        int spo2=110-25*r; // rumus SpO2

        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("SPO2");
        lcd.setCursor(0,1);
        if(adc<1000){
            if(spo2<0) || spo2>100){
                lcd.print("Error !");
            }
            else{
                lcd.print(SPO2);
                lcd.print(" % ");
                if(spo2<85) digitalWrite(buzzer,HIGH);
                else digitalWrite(buzzer,LOW);
            }
        }
        else{
            lcd.print("Masukan Jari!    ");
        }
    }
}

```

4.9.2 Kelebihan Alat

1. Adanya *alarm* yang menandakan abnormal.
2. Dalam penggunaan lama kinerja alat lebih stabil.

4.9.3 Kekurangan Alat

1. Box alat yang relatif besar.
2. Penggunaan alat hanya di tempat.

4.9.4 SOP penggunaan Alat

1. Hubungkan kabel *power* ke sumber listrik AC 220 volt.
2. Tekan tombol *on* untuk menghidupkan dan tombol *off* untuk mematikan alat.
3. Ikuti intruksi pada layar *LCD*.
4. Jika ada perintah masukan jari, maka jari telunjuk harus terpasang pada *finger sensor*.
5. Lihat hasil pengukuran SpO_2 pada *LCD*.
6. Jika hasil pengukuran sangat kecil, maka periksa jari pasien yang terpasang sensor.
7. Jika hasil pengukuran tidak sesuai atau *alarm* berbunyi dapat menekan tombol reset untuk mematikan *buzzer*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan proses pembuatan dan belajar dari literatur perencanaan, pengujian alat, dan pendataan, maka penulis dapat menyimpulkan beberapa hal:

1. Setelah dilakukan pengukuran dengan pemasangan jari yang tidak tepat, akurasi pembacaan *finger* sensor semakin rendah.
2. Setelah dilakukan pengukuran dengan alat pembanding yang sudah terkalibrasi didapatkan nilai *error* rata-rata pengukuran, yaitu sebesar 2.7 %.
3. *Alarm* mampu memberikan indikator normal dan abnormal seperti dalam rancangan penelitian.

5.2 Saran

Karena banyak faktor kendala, alat yang penulis buat jauh dari sempurna. Terutama bentuk fisik dan kinerja alat yang kurang maksimal. Adapun analisa kekurangan dari alat yang penulis buat ini adalah:

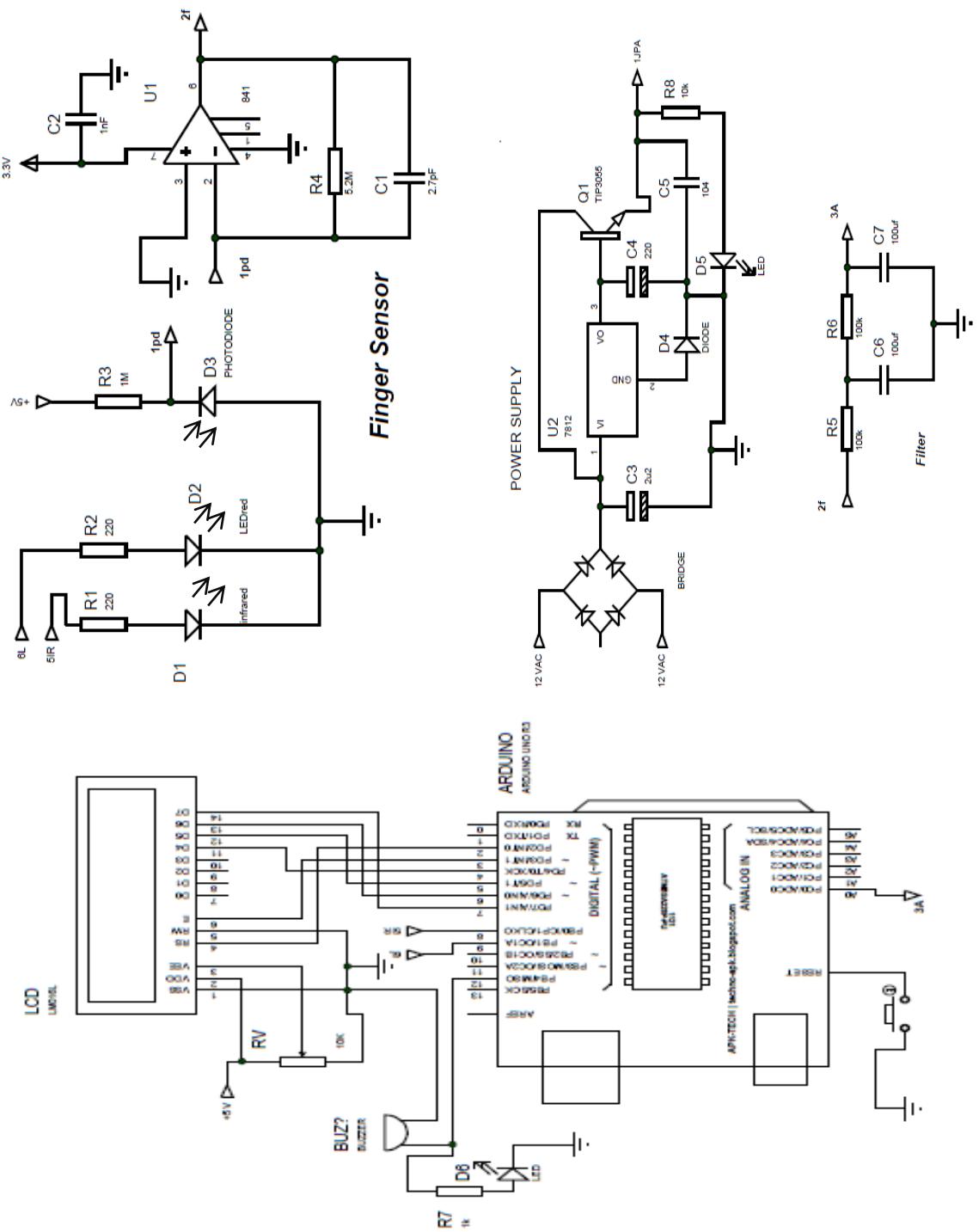
1. Alat ini hanya menggunakan *output LCD*. Jika ingin dikembangkan, *output* dapat menggunakan *interface PC* atau android.
2. Alat ini hanya memiliki 1 parameter saja, maka tidak menutup kemungkinan ditambahkan paramater seperti EKG, Respirasi, BPM dll.

DAFTAR PUSTAKA

- 32
- [1] Arantra Putra, Andrey. (2006). “Rancang Bangun Pulse Oximetry Digital Berbasis Mikrokontroler.” Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
 - [2] R. Yanuardi, (2015). “RANCANG BANGUN PULSE OXIMETRY DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16.” Politeknik Telkom Bandung.
 - [3] Y. Sari, “Fungsi pembentukan hemoglobin pada sel darah merah.” .
 - [4] Frank, “Saturasi oksigen,” pp. 1–11, 2010.
 - [5] N. Townsend, “*Pulse Oximetry*” *Medical electronik*. 2001.
 - [6] W. S. M., “Using a forehead reflectance Pulse Oximeter to detect changes in sympathetic tone.” Thayer School of Engineering Dartmouth College Hanover, 2004.
 - [7] H. Susilowati, “rancang bangun alat ukur detak jantung dan kadar oksigen dalam darah secara non invasiv.” Universitas Gadjah Mada, 2015.
 - [8] J. Webster, *Design of pulse oximeters*. Intitute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia Medical Science Series.
 - [9] G. Hariyanto, “Rancang Bangun Oksimeter Digital Berbasis Mikrokontroler AT Mega16.” Universitas Airlangga, Surabaya, 2012.
 - [10] “Board Arduino Uno.” (Online), diakses 25 Agustus 2017, dari <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno/>.
 - [11] Sumisjokokartono, “Elektronika Praktis.” .
 - [12] V. Markandey, “Pulse Oximeter Implementation on the TMS320C5515 DSP Medical Development Kit (MDK),” no. June, p. 7, 2010.

LAMPIRAN

RANGKAIAN KESELULURAHAN ALAT



PROGRAM ALAT

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7);
//konfigurasi pin lcd

#define photodiode      A0    // receiver
#define anode           8     // first transmiter IR
#define catode          9     // second transmiter led
#define buzzer          12    // buzzer

void setup() {
    lcd.begin(16, 2);      //inialisasi lcd (kolom, baris)

    pinMode(anode,OUTPUT);
    // mengatur menyalanya infrared
    pinMode(catode,OUTPUT);
    pinMode(buzzer,OUTPUT);
    lcd.clear();
    // untuk mengahapus lcd
    lcd.setCursor(0,0);
    // tata letak huruf yang akan ditampilkan
    lcd.print("M.IKHSAN DWIYONO");
    // huruf/kalimat yang akan ditampilkan pada lcd
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("NIM: 20143010088");
    delay(5000);
    lcd.clear();}

//Tampilan awal pada alat
int ledhi=0;
int ledlo=1023;
int irhi=0;
int irlo=1023;
```

```
int adc,counter=0;

void loop() {
    ledhi=0;
    ledlo=1023;
    irhi=0;
    irlo=1023;
    digitalWrite(anode,LOW);
    digitalWrite(catode,LOW);
    delay(2000);

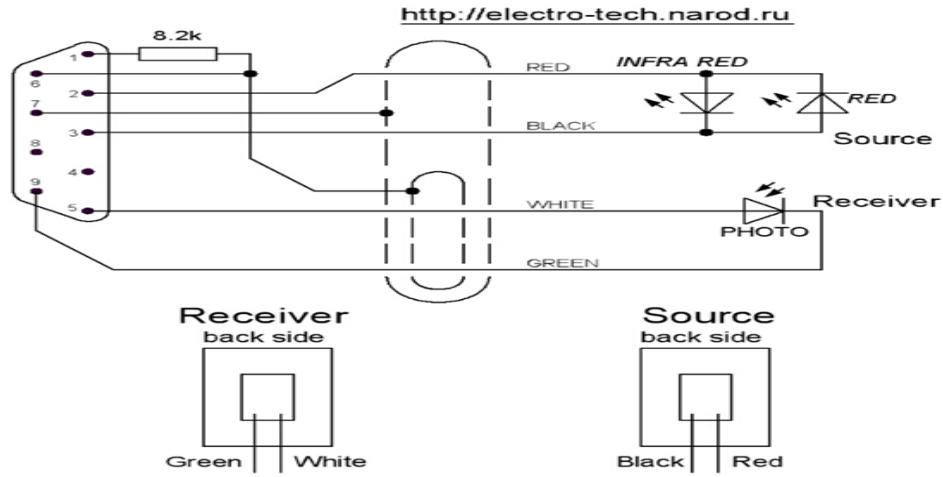
    for(int i=0;i<5;i++) {
        digitalWrite(anode,LOW);
        digitalWrite(catode,HIGH);
        adc=analogRead(photodiode);
        if(ledhi<adc) ledhi=adc;
        if(ledlo>adc) ledlo=adc;
        delay(40);
    }
    digitalWrite(anode,LOW);
    digitalWrite(catode,LOW);
    delay(500);

    for(int i=0;i<5;i++) {
        digitalWrite(anode,HIGH);
        digitalWrite(catode,LOW);
        adc=analogRead(photodiode);
        if(irhi<adc) irhi=adc;
        if(irlo>adc) irlo=adc;
        delay(40);
    }
    float r1=((float)ledhi/1023*5)-
    ((float)ledlo/1023*5);
    float r2=((float)irhi/1023*5)-((float)irlo/1023*5);
```

```
float r=r1/r2;      // rumus mencari r
int spo2=110-25*r; // rumus SpO2

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("SPO2");
lcd.setCursor(0,1);
if(adc<1000){
    if(spo2<0) || spo2>100) {
        lcd.print("Error !");
    }
    else{
        lcd.print(SPO2);          // menampilkan kalimat SPO2
        di layar lcd
        lcd.print(" % ");         // menampilkan tanda satuan
        persen (%) di lcd 2 x 16
        if(spo2<85)digitalWrite(buzzer,HIGH);
        else digitalWrite(buzzer,LOW);
    }
    }
    else{
        lcd.print("Masukan Jari!    "); // perintah ketika
        sensor tidak membaca jari
    }
}
```

Konfigurasi Pin Sensor



LED Drive

The DSP software on the C5515 EVM controls the On and Off switch of the *R* and *IR* LED. Figure 6 shows the LED switching control circuit diagram.

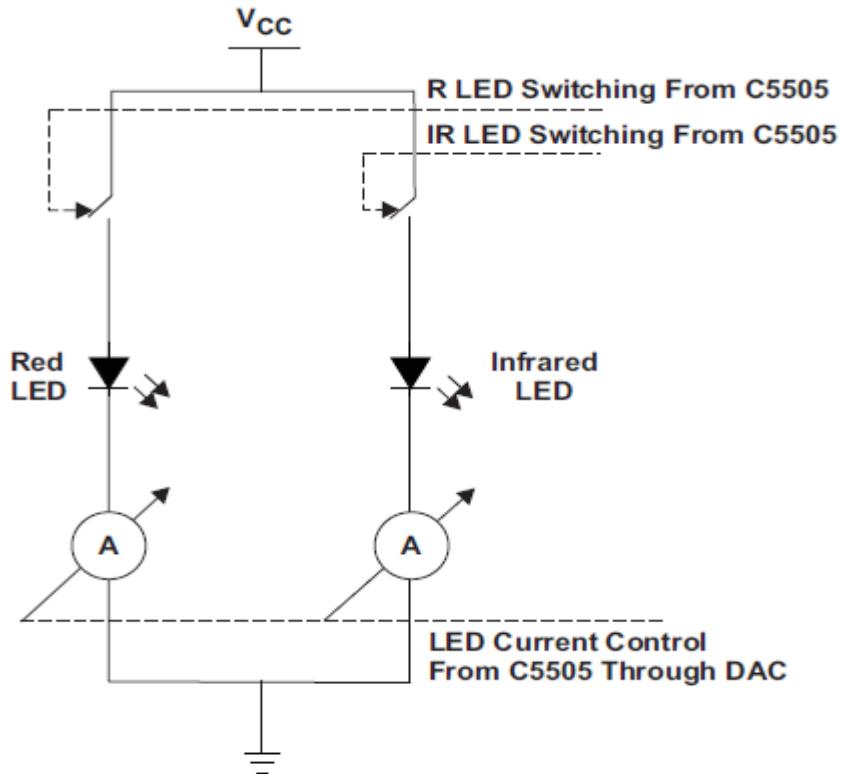


Figure 6. LED Switching Control

The LED current is controlled by the digital-to-analog converter (DAC) driven by the DSP C5515, depending on the R and IR intensity.

Signal Conditioning

The output from the photodiode of the finger probe is passed through a current-to-voltage converter (transimpedance amplifier). The raw voltage converted signal is amplified using a second stage amplifier whose gain is set to 5. The signals from these two stages are fed to two different channels of ADC.

Transimpedance Amplifier

The OPA381 is used as the trans-impedance amplifier. Low input bias current (50pA max), low input voltage noise, low input current noise and the wide bandwidth of OPA381 makes it the obvious choice for trans-impedance amplifier. Moreover this device has low power consumption and operates with a single low voltage supply (2.7 V~5.5 V).

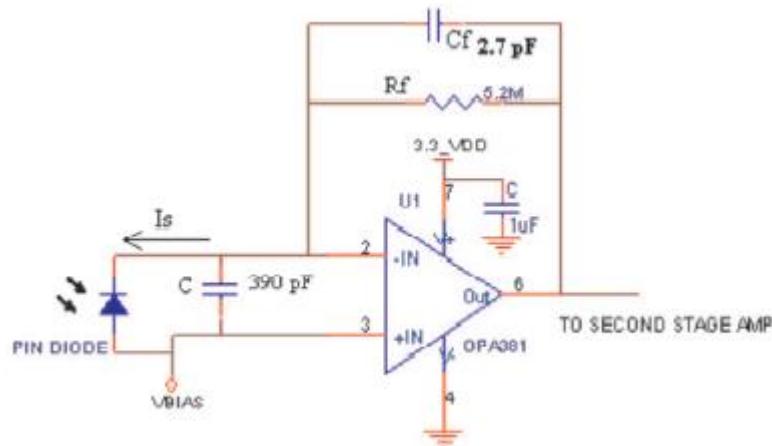


Figure 7. Transimpedance Amplifier

The OPA381 is used in inverting the configuration, where the non-inverting input is raised to a small voltage (0.3 V) for proper operation of the amplifier. At this stage, the level of the signal of the output is maintained within a preset limit by adjusting the intensity of the corresponding LED.

Wavelength (mm)		Effect on Plant Growth
Visible Spectrum	UV (ultraviolet)	280 Significantly reduces quantum yield and rate of photosynthesis.
	315~400	Promotes pigmentation, thickens plant leaves, and may be used to prevent harmful insects.
	440~470	Chlorophyll absorption peaks at 439mm and 469mm. The blue spectrum is the most efficiently absorbed spectrum, promoting mainly vegetative growth.
	510	Quantum absorption in the green spectrum. Little absorption is the yellow spectrum.
	610	No chlorophyll benefit. Efficiently absorbed by algae phycoerythrin and phycocyanin receptors.
	640~660	Chlorophyll absorption peaks at 642mm and 667mm. 660mm is the most vital wavelength for flowering. Speeds up seed germination and flower/bed onset.
	740	Emerson Enhancement Effect - quantum yield of red light and far red light, when shone simultaneously on a plant, increases the rate of photosynthesis.
	1000~1400	No plant activity detected at this wavelength. Heat generated.