



**MONITORING KADAR OKSIGEN DALAM TUBUH MANUSIA
DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR SPO2**

TUGAS AKHIR

Program Studi

S1 Sistem Komputer

Oleh :

ADJIS MAHARTA YOGA PRATAMA

13.41020.0086

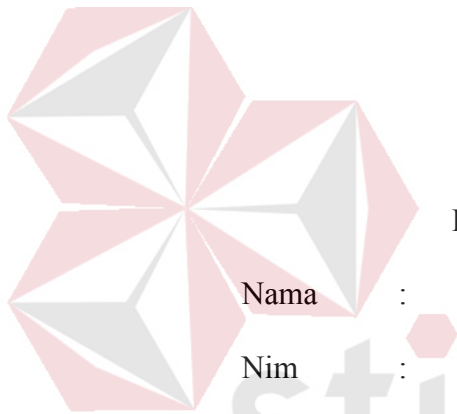
**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

2019

**MONITORING KADAR OKSIGEN DALAM TUBUH MANUSIA
DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR SPO2**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Komputer



Disusun Oleh: **INSTITUT BISNIS**

Nama : ADJIS MAHARTA YOGA PRATAMA
Nim : 13.41020.0086
Program : S1 (Strata Satu)
Fakultas : Teknologi dan Informatika
Jurusan : Sistem Komputer

stikom
SURABAYA

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

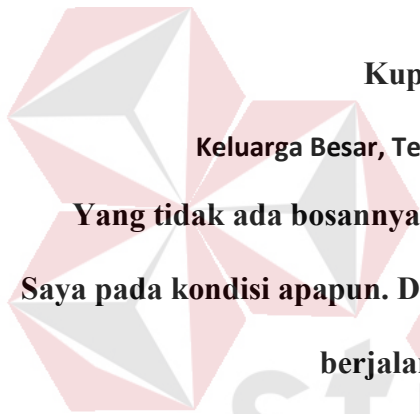
2019



“Jatuh Untuk Bangun, dan Jangan Sampai Bangun Untuk Terjatuh”

- Adjis Maharta Yoga Pratama -

INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA
stikom
SURABAYA



Kupersembahkan Kepada

Keluarga Besar, Terutama kepada Papa, Mama, dan Adik,

Yang tidak ada bosannya setiap saat mengingatkan serta memotivasi

**Saya pada kondisi apapun. Dan kawan-kawan yang membantu setiap proses
berjalannya waktu di manapun.**

ALLAH SWT Selalu disisi kita.

stikom
SURABAYA

Tugas Akhir

**MONITORING KADAR OKSIGEN DALAM TUBUH MANUSIA
DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR SPO2**

dipersiapkan dan disusun oleh

Adjis Maharta Yoga Pratama
NIM : 13410200086

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji
Pada : Januari 2019

Susunan Dewan Penguji

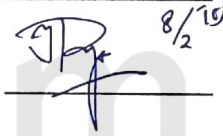
Pembimbing

- I. **Hariato, S. Kom., M. Eng.**
NIDN. 0722087701
- II. **Ira Puspasari, S.Si, M.T.**
NIDN. 0710078601

Penguji

- I. **Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT.**
NIDN. 0721047201


8/2 '19


8/2 '19


8/2 '19

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana



FAKULTAS TEKNOLOGI
DAN INFORMATIKA
stikom
SURABAYA

Dr. Jusak

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

8/2 '19

INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA

**SURAT PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA
ILMIAH**

Sebagai mahasiswa Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, saya :

Nama : Adjis Maharta Yoga Pratama
NIM : 13.41020.0086
Program Studi : S1 Sistem Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : **MONITORING KADAR OKSIGEN DALAM
TUBUH MANUSIA DENGAN MENGGUNAKAN
SENSOR SPO2**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialih mediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar keserjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Januari 2019



Adjis Maharta Yoga Pratama
NIM : 13.41020.0086

ABSTRAK

SpO2 merupakan metode untuk mengukur saturasi oksigen, tanpa memasukan sensor ke dalam tubuh, mudah digunakan dan menunjukkan hasil. *SpO2* digunakan sebagai standar pengukuran abnormal (*hipoksemia*) di unit rawat intensif untuk pedoman pemberian terapi oksigen, terutama seseorang dengan kondisi kritis. Nilai kondisi normal *SpO2* yaitu antara 85 % sampai 100% dan nilai kondisi abnormal yaitu $< 85\%$.

Dalam konsep ini, penulis ingin membuat *prototype* yang mampu mengukur kadar oksigen dalam darah pada saat melakukan aktifitas yaitu alat pengukur *SpO2* dengan menggunakan metode perhitungan dengan nilai *ratio SpO2* yang didapat yaitu dari masing-masing *output* tegangan AC dan DC pada tiap-tiap komponen *infrared* dan LED merah, serta dapat memfilter sinyal AC dan sinyal DC dengan menggunakan rangkaian kaskade

Dengan adanya alat *SpO2* ini diharapkan mampu untuk membantu manusia untuk selalu mengetahui kondisi tubuhnya sejak dini, sehingga tidak terjadi suatu hal yang tidak diinginkan terjadi pada tubuh.

Kata kunci: *SpO2*, oksigen, rangkaian Kaskade

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat limpahan Rahmat serta Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan persyaratan dalam menyelesaikan Program Studi Strata Satu Jurusan Sistem Komputer di Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya. Tugas Akhir ini berjudul “Monitoring Kadar Oksigen Dalam Tubuh Dengan Menggunakan Sensor SpO2”.

Pada kesempatan ini, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang memberikan kemudahan dan kelancaran kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Kedua Orang tua yang memberikan dukungan material dan spiritual kepada penulis dan motivasi – motivasi yang telah diberikan
3. Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi Sistem Komputer Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya yang telah membantu dan membimbing penulis selama masa kuliah
4. Harianto, S.Kom., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I, dan Ira Puspasari, S.Si. M.T., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT., sebagai Dosen Pembahas Tugas Akhir ini yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir ini dengan baik.

6. Segenap Dosen Pengajar Program Studi S1 Sistem Komputer yang telah banyak memberikan ilmu, motivasi, serta dukungan selama masa kuliah.
7. Teman–teman seperjuangan angkatan 2013 Jurusan S1 Sistem Komputer yang telah mendukung dan membantu penulis selama masa perkuliahan dan penyusunan buku Tugas Akhir.
8. Teman–teman Himpunan Mahasiswa S1 Sistem Komputer Institut Bisnis dan Informatika Surabaya
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu yang telah membantu serta memberi inspirasi penulis secara langsung maupun tidak langsung.

Banyak hal dalam laporan Tugas Akhir ini yang masih perlu diperbaiki lagi. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak agar dapat menyempurnakan penulisan ini kedepannya. Penulis juga meminta maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kata-kata yang salah serta menyinggung perasaan pembaca. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih kepada para pembaca, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pembacanya.

Surabaya, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Sensor <i>SpO2</i>	6
2.2 Prinsip Dasar <i>Pulse Oxymetri</i>	7
2.3 Arduino	10
2.4 Software Arduino IDE	15
2.5 Bahasa Pemrograman Arduino	16
2.6 Modul LCD Nokia 5510	17
2.6.1 Fitur Modul LCD Nokia 5510	18
2.6.2 Pins Out Modul LCD Nokia 5510	18

2.7 Amplifier.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Metode Penelitian	22
3.2 Perancangan <i>Hardware</i>	24
3.2.1 Rangkaian Keseluruhan.....	25
3.2.2 Rangkaian Kaskade	26
3.2.3 Rangkaian <i>Stepdown</i>	27
3.2.4 Rangkaian Mikrokontroler	28
3.3 Perancangan <i>Software</i>	29
3.3.1 Proses Inisialisasi Program.....	30
3.3.2 Proses Menampilkan Data Pada Penyimpanan.....	31
3.3.3 Proses Pendeteksi Tangan	32
3.3.4 Proses <i>SpO2</i>	33
3.4 Desain Alat	35
3.4.1 Desain Alat Tampak Depan.....	36
3.4.2 Desain Alat Tampak Samping.....	37
BAB IV HASIL DAN PNGAMATAN	38
4.1 Pengujian Rangkaian Kaskade	38
4.1.1 Tujuan Pengujian Rangkaian Kaskade	38
4.1.2 Alat yang Digunakan Pada Pengujian Rangkaian Kaskade	38
4.1.3 Prosedur Pengujian Rangkaian Kaskade	39
4.1.4 Hasil Pengujian Rangkaian Kaskade.....	39
4.2 Pengujian <i>SpO2</i> Posisi Duduk.....	40

4.2.1 Tujuan Pengujian <i>SpO2</i> Posisi Duduk	40
4.2.2 Alat yang Digunakan Pada Pengujian <i>SpO2</i> Posisi Duduk.....	40
4.2.3 Prosedur Pengujian <i>SpO2</i> Posisi Duduk.....	41
4.2.4 Hasil Pengujian <i>SpO2</i> Posisi Duduk	42
4.3 Pengujian SPO2 Kondisi Beraktifitas.....	44
4.3.1 Tujuan Pengujian <i>SpO2</i> Kondisi Beraktifitas.....	45
4.3.2 Alat yang Digunakan Pada Pengujian <i>SpO2</i> Kondisi Beraktifitas ...	45
4.3.3 Prosedur Pengujian <i>SpO2</i> Kondisi Beraktifitas.....	45
4.3.4 Hasil Pengujian <i>SpO2</i> Kondisi Beraktifitas.....	46
BAB V PENUTUP	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	86
BIODATA PENULIS	92

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>Pulse Oxymetri</i>	6
2.2 Transmisi Cahaya Melalui Jari Tangan	8
2.3 Grafik Perbedaan Hemoglobin Menyerap Cahaya	9
2.4 Arduino UNO	11
2.5 Power Arduino	12
2.6 Tampilan <i>Software</i> Arduino IDE	16
2.7 Modul Nokia 5110	19
2.8 Nokia Arduino	20
2.9 Rangkaian Kaskade	21
3.1 Blok Diagram.....	22
3.2 Sensor <i>SpO2</i>	24
3.3 Rangkaian Keseluruhan Sensor	25
3.4 Rangkaian Kaskade	26
3.5 Rangkaian <i>Stepdown</i>	27
3.6 Rangkaian Mikrokontroler	28
3.7 Flowchart <i>Software</i>	29
3.8 Inisialisasi Program	31
3.9 Program <i>Menu History</i>	32
3.10 Program Pendeteksi Tangan	33
3.11 Program <i>SpO2</i>	34

3.12 Desain Alat	35
3.13 Desain Alat Tampak Depan.....	36
3.14 Desain Alat Tampak Samping.....	37
4.1 Pengujian Rangkaian Kaskade	39
4.2 Hasil Grafik Pengujian <i>SpO2</i> dan Oksimeter Duduk	44
4.3 Grafik Akfi Ke-1.....	49
4.4 Grafik Akfi Ke-2.....	50
4.5 Grafik Akfi Ke-3.....	50
4.6 Grafik Akfi Ke-4.....	51
4.7 Grafik Akfi Ke-5.....	52
4.8 Grafik Akfi Ke-6.....	53
4.9 Grafik Akfi Ke-7.....	53
4.10 Grafik Akfi Ke-8.....	54
4.11 Grafik Akfi Ke-9.....	54
4.12 Grafik Akfi Ke-10.....	55
4.13 Grafik Alam Ke-1	56
4.14 Grafik Alam Ke-2	56
4.15 Grafik Alam Ke-3	57
4.16 Grafik Alam Ke-4	58
4.17 Grafik Alam Ke-5	58
4.18 Grafik Alam Ke-6	59
4.19 Grafik Alam Ke-7	60
4.20 Grafik Alam Ke-8	60

4.21 Grafik Alam Ke-9	61
4.22 Grafik Alam Ke-10	62
4.23 Grafik Arief Ke-1	62
4.24 Grafik Arief Ke-2	63
4.25 Grafik Arief Ke-3	64
4.26 Grafik Arief Ke-4	64
4.27 Grafik Arief Ke-5	65
4.28 Grafik Arief Ke-6	66
4.29 Grafik Arief Ke-7	66
4.30 Grafik Arief Ke-8	67
4.31 Grafik Arief Ke-9	68
4.32 Grafik Arief Ke-10	68
4.33 Grafik Adrian Ke-1	69
4.34 Grafik Adrian Ke-2	70
4.35 Grafik Adrian Ke-3	70
4.36 Grafik Adrian Ke-4	71
4.37 Grafik Adrian Ke-5	72
4.38 Grafik Adrian Ke-6	72
4.39 Grafik Adrian Ke-7	73
4.40 Grafik Adrian Ke-8	74
4.41 Grafik Adrian Ke-9	74
4.42 Grafik Adrian Ke-10	75
4.43 Grafik Yoga Ke-1	76

4.44 Grafik Yoga Ke-2	76
4.45 Grafik Yoga Ke-3	77
4.46 Grafik Yoga Ke-4	78
4.47 Grafik Yoga Ke-5	78
4.48 Grafik Yoga Ke-6	79
4.49 Grafik Yoga Ke-7	80
4.50 Grafik Yoga Ke-8	80
4.51 Grafik Yoga Ke-9	81
4.52 Grafik Yoga Ke-10	82



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tabel Ringkasan Spesifikasi Arduino Uno.....	11
2.2 Tabel Keterangan Pin Out Nokia 5110.....	19
4.1 Pengujian Nilai Oksimeter Untuk Posisi Duduk	42
4.2 Pengujian Nilai <i>SpO2</i> Untuk Posisi Duduk.....	42
4.3 Pengujian Nilai <i>SpO2</i> Dan Oksimeter Untuk Posisi Duduk.....	43
4.4 Kondisi Fisik Dari Setiap Sampel	46
4.5 Pengujian Nilai <i>SpO2</i> Waktu Ke-1	46
4.6 Pengujian Nilai <i>SpO2</i> Waktu Ke-2.....	47
4.7 Pengujian Nilai <i>SpO2</i> Waktu Ke-3.....	47
4.8 Pengujian Nilai <i>SpO2</i> Waktu Ke-4.....	47
4.9 Pengujian Nilai <i>SpO2</i> Waktu Ke-5.....	48
4.10 Pengujian Nilai <i>SpO2</i> Waktu Ke-6.....	48
4.11 Pengujian Nilai <i>SpO2</i> Waktu Ke-7.....	48
4.12 Pengujian Nilai <i>SpO2</i> Waktu Ke-8.....	48
4.13 Pengujian Nilai <i>SpO2</i> Waktu Ke-9.....	49
4.14 Pengujian Nilai <i>SpO 2</i> Waktu Ke-10.....	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi elektronika saat ini telah berkembang pesat hingga merambat ke bidang elektronika medis. Oksimeter merupakan salah satu metode penggunaan alat untuk memonitor keadaan saturasi oksigen dalam darah (arteri) seseorang, untuk membantu pengkajian fisik, tanpa harus melalui analisa tes darah. Saturasi adalah persentase daripada hemoglobin yang mengikat oksigen dibandingkan dengan jumlah total hemoglobin yang ada di dalam darah (Andrey, 2005).

Kelelahan merupakan dampak yang pertama kali akan dirasakan oleh tubuh ketika kekurangan oksigen. Saat seseorang berolahraga berat, darah yang mengalir dalam tubuh keluar dari berbagai organ yang tidak terlibat secara aktif dalam proses itu, seperti hati, ginjal, lambung, dan usus. Namun, darah diarahkan ke otot kerja, termasuk jantung dan kaki. Selama pengalihan aliran darah, sebagian atau seluruh tubuh yang tidak terlibat dalam olahraga akan mengalami kekurangan oksigen secara tiba-tiba. Otot yang jelas terlibat dalam olahraga sekalipun mungkin akan sedikit kekurangan oksigen, terutama pada saat olahraga tersebut mencapai batas kelelahan.

Seluruh bagian tubuh kita memerlukan oksigen. Jika darah tidak bisa memberikan suplai oksigen yang sesuai kebutuhan seluruh anggota tubuh, maka tubuh akan merasa kekurangan energi sehingga rasa lelah akan dirasakan.

Salah satu indikator yang sangat penting dalam *supply* oksigen didalam tubuh adalah saturasi oksigen (SpO_2). Karena saturasi oksigen dapat menunjukkan hemoglobin dapat mengikat oksigen atau tidak, sehingga kekurangan oksigen dapat beresiko kelelahan pada seseorang dan yang lebih parahnya dapat mengakibatkan kerusakan organ-organ penting didalam tubuh.

SpO_2 merupakan metode 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 seseorang dengan kondisi kritis. Nilai kondisi normal SpO_2 yaitu antara 85 % sampai 100% dan nilai kondisi abnormal yaitu $< 85\%$.

Pada penelitian sebelumnya mengenai alat ukur saturasi oksigen dengan metode *non-invasive* pernah dibuat oleh Andrey Arantra Putra dari jurusan Teknik Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya dengan judul “Rancang Bangun Pulse Oximetry Digital Berbasis Mikrokontroller” ini menggunakan oxisensor D-25 yang terdiri dari LED dan *Infrared* sebagai transmitter dan LDR sebagai receiver kemudian menggunakan rangkaian penguat *cascade* (bertingkat). Kelemahan dari penelitian ini adalah menggunakan receiver berupa LDR, LDR lebih rentan terhadap noise karena tidak hanya menerima sinar *infrared* dan LED merah, melainkan menerima seluruh cahaya yang ada (Dian, 2015). Dan ditinjau dari blok diagram, penelitian ini memiliki kelemahan pada blok rangkaian pengkondisian sinyal berupa dua keluaran yaitu arus AC dari *infrared*+LED merah dan arus DC adalah dari *infrared*+LED merah. Hal ini menyebabkan tidak

dapat diketahui secara pasti nilai AC dan DC pada tiap-tiap komponen *infrared* dan LED merah.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Pricilia Yelana Mallo, dkk. dari jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UNSRAT, Manado dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Hemoglobin dan Oksigen Dalam Darah dengan Sensor Oximeter Secara Non-Invasive” menggunakan oxisensor dengan receiver berupa *photodiode* dan menggunakan pengkondisian sinyal berupa filter AC dan DC dari *infrared* dan LED merah. Kelemahan dari penelitian ini adalah rangkaian filter yang digunakan untuk mengoutputkan arus DC tidak diketahui batas frekuensi *cut-off* nya dan tidak menggunakan *capasitor*. Dari hal ini perlu dipasang kapasitor sebagai filter (*smoothing*) sehingga dapat meloloskan tegangan berfrekuensi rendah yang merupakan tegangan DC (Usep, 2015).

Selanjutnya alat tersebut dikembangkan kembali oleh Teguh Pratomo pada tahun 2016 dengan judul “Finger Pulse Oxymeter Tampil PC” pada alat tersebut masih belum *portable*, kemudian *display* tampilan sinyal dan numerik dari *SpO2* tampil pada PC sehingga terpisah dengan alat yang menyebabkan alat kurang praktis.

Sehubungan dengan kajian-kajian tersebut, maka penulis merencanakan dan ingin merancang alat dengan judul “Monitoring Kadar Oksigen Dalam Tubuh Manusia Dengan Menggunakan Sensor *SpO2*” yang merupakan penyempurnaan dari alat yang telah dibuat sebelumnya dan dari kajian-kajian jurnal yang telah dibaca. Penyempurnaan alat yang akan penulis buat yaitu dengan menggunakan metode perhitungan dengan nilai *ratio SpO2* yang didapat yaitu dari masing-masing

output tegangan AC dan DC pada tiap-tiap komponen *infrared* dan LED merah dan dibuat lebih praktis.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, dapat ditarik beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat untuk mendeteksi kadar oksigen?
2. Bagaimana membuat rangkaian penguat dan filter untuk memisahkan sinyal AC dan DC?

1.3 Batasan Masalah

1. Sensor yang digunakan menggunakan sensor *SpO2*.
2. Mikrokontroler yang digunakan menggunakan Arduino Uno.
3. Sensor *SpO2* yang digunakan hanya untuk pengujian orang dewasa.
4. Sensor *SpO2* digunakan hanya untuk pengukuran kadar oksigen.
5. Sensor *SpO2* digunakan hanya pada telunjuk tangan.

1.4 Tujuan

1. Merancang sistem pendeteksi kadar oksigen dengan menggunakan sensor *SpO2*.
2. Membuat sistem pendeteksi kadar oksigen dengan rangkaian kaskade untuk pemfilteran sinyal AC dan DC.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini ditulis dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penulisan laporan Tugas Akhir, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini membahas tentang berbagai teori yang mendukung tugas akhir ini. Hal tersebut meliputi sensor *SpO2*, Arduino, Arduino UNO, *Software Arduino IDE*, Kadar Oksigen dalam tubuh.

BAB III : METODE PENELITIAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang metode penelitian serta alasan penggunaan metode tersebut dalam penelitian. Pada bab ini dijelaskan pula tentang desain perangkat keras (*hardware*) dengan menggabungkan perangkat lunak (*software*) sebagai pengolah data pengukuran kadar oksigen.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Bab ini berisi tentang pengujian secara keseluruhan. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian aktifitas melakukan lari-lari ringan pada lapangan futsal sebanyak 5 kali putaran.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan penelitian serta saran untuk pengembanganpeneliti.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sensor *SpO2*

Pulse Oximetry berfungsi mengamati saturasi oksigen darah. Hal ini dilakukan untuk menjamin kadar oksigen cukup pada pembuluh. Biasanya dipakai pada pasien yang mengalami *under anesthesia* (Stoll, 2007), pasien yang mengalami kondisi buruk (*critically*). Alat ini menampilkan frekuensi saturasi oksigen, parameter yang menjadi andalan dan sangat berguna untuk mengetahui kondisi pasien saat pemeriksaan. Oksimeter termasuk alat medis *non invasive* dan portabel. Proses penggunaan probe sensor dengan menjepit bagian ujung jari seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Pulse Oxymeter*

Sensor dibangun dengan menggunakan LED (*Light Emitting Diode*) berwarna merah dan LED *infrared*. Perlu diketahui hemoglobin yang mengandung oksigen akan menyerap panjang gelombang cahaya 910 nm dan

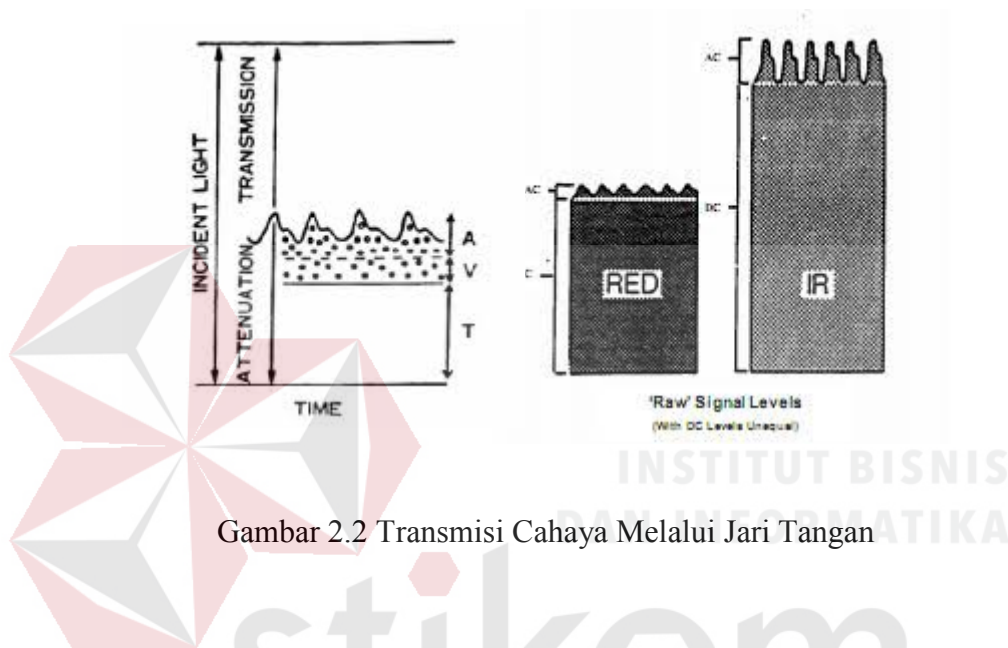
hemoglobin yang tidak mengikat oksigen menyerap panjang gelombang cahaya 650 nm sehingga hal inilah yang mengapa LED merah dan inframerah digunakan sebagai komponen utama pembangun sensor karena kedua LED ini memiliki panjang gelombang yang sesuai kriteria.

2.2 Prinsip Dasar *Pulse Oximetry*

Sensor *pulse oximetry* menggunakan cahaya dalam analisis spektral untuk pengukuran saturasi oksigen, yaitu deteksi dan kuantifikasi komponen (hemoglobin) dalam larutan. Saturasi oksigen adalah persentase total hemoglobin yang membawa atau mengandung oksigen. Oksimeter pulsa menggabungkan dua teknologi spektrofotometri dan *plethysmography* optik (mengukur denyut perubahan volume darah di arteri). Sensor *Pulse Oximetry* dibangun dari dua LED, yang masing-masing memancarkan panjang gelombang cahaya. Probe umumnya ditempatkan jari atau daun telinga. Sebuah fotodetektor pada sisi lain mengukur intensitas cahaya yang berasal dari transmisi sumber cahaya yang menembus jari. Transmisi cahaya melalui arteri adalah denyutan yang diakibatkan pemompaan darah oleh jantung (Hill *et al*, 2006)

Alat oksimeter menggunakan LED merah dan inframerah bersama-sama dengan fotosensor untuk mengatur arus di dalam rangkaian relatif terintegrasi untuk penyerapan cahaya yang melalui jari. Pengurangan cahaya dapat dilihat seperti gambar 2.2 dan dapat dibagi dalam tiga bagian besar pengurangan cahaya akibat darah arteri, pengurangan cahaya akibat darah vena, dan pengurangan darah akibat jaringan. Pengurangan cahaya akibat darah vena dapat

menyebabkan beberapa sinyal akibat perubahan di dalam aliran darah dan juga perubahan akibat level oksigen darah. Pengurangan cahaya yang disebabkan aliran darah vena dan jaringan menciptakan suatu sinyal yang relatif stabil dan sinyal ini disebut dengan komponen DC.

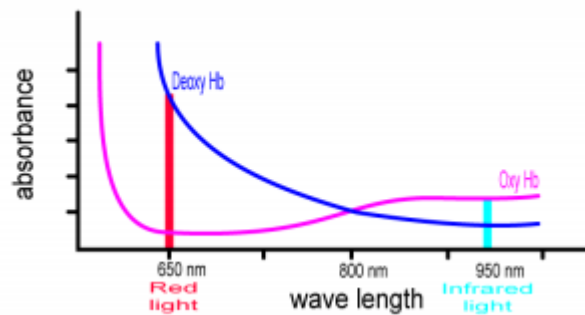


Gambar 2.2 Transmisi Cahaya Melalui Jari Tangan

Semakin relevan komponen pengurangan cahaya di dalam oksimeter adalah sinyal AC yang ditimbulkan oleh aliran denyut dari darah arteri. Penyerapan lebih dari spektrum cahaya inframerah relatif ke spektrum cahaya merah adalah indikasi dari oksigen saturasi yang tinggi dan penyerapan lebih dari spektrum cahaya merah relatif ke spektrum cahaya inframerah adalah indikasi dari oksigen saturasi yang rendah.

Hemoglobin memiliki karakteristik menyerap cahaya. Jumlah cahaya yang diserap bergantung pada tiga hal, yaitu konsentrasi zat, panjang lintasan transmisi cahaya, dan penyerapan cahaya oleh Hb.

Terdapat dua jenis Hb berdasarkan kandungan oksigen didalamnya, diantaranya *oxyhemoglobin* yaitu hemoglobin yang mengikat oksigen dan *deoxyhemoglobin* adalah hemoglobin yang tidak mengandung oksigen.



Gambar 2.3 Grafik Perbedaan Hemoglobin Menyerap Cahaya

Dari Gambar 2.3 dapat dianalisis bahwa cahaya LED merah lebih banyak diserap oleh *deoxyhemoglobin* dan cahaya LED Inframerah lebih banyak diserap *oxyhemoglobin*. Rasio perbedaan penyerapan cahaya tersebut menjadi acuan untuk menentukan saturasi oksigen. Rasio (R) adalah jumlah perbandingan penyerapan cahaya infrared dan cahaya merah. Nilai rasio dapat dihitung dengan rumus.

$$R = \frac{AC_{red} / DC_{red}}{AC_{ired} / DC_{ired}}$$

Nilai SpO_2 dapat dihitung dengan memasukkan nilai R pada persamaan linier

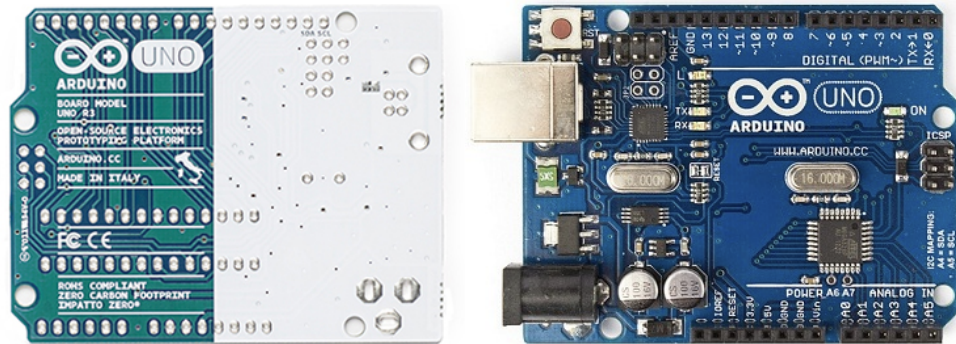
$$SpO_2 = 110 - 25 \times R$$

2.3 Arduino

Arduino adalah *prototype platform* elektronik *open source* yang terdiri mikrokontroler, bahasa pemrograman, dan IDE. Arduino adalah alat untuk membuat aplikasi interaktif, yang dirancang untuk mempermudah proyek bagi pemula, tapi masih fleksibel bagi para ahli untuk mengembangkan proyek–proyek yang kompleks (Banzi, 2009).

Arduino UNO

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. Uno memiliki 14 pin digital *input / output* (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 *input* analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header* ICSP, dan tombol reset. Uno dibangun berdasarkan apa yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, sumber daya bisa menggunakan power USB (jika terhubung ke komputer dengan kabel USB) dan juga dengan adaptor atau baterai. Arduino Uno seperti terlihat pada Gambar 2.3, berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal tidak menggunakan FTDI chip driver USB-to-serial. Sebaliknya, fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai versi R2) diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Revisi 2 dari Uno memiliki resistor pulling 8U2 HWB yang terhubung ke tanah, sehingga lebih mudah untuk menggunakan mode DFU. Ringkasan spesifikasi Arduino Uno ditunjukkan pada Tabel 2.1.



Gambar 2.4 Arduino UNO Sisi Depan (Kanan) dan Belakang (Kiri)
Sumber : (arduino.cc)

Tabel 2.1. Ringkasan Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328
Operasi tegangan	5Volt
Input tegangan	disarankan 7-11 Volt
Input tegangan batas	6-20Volt
Pin I/O digital	14 (6 bisa untuk PWM)
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50Ma
Arus DC ketika 3.3V	50Ma
Memori flash	32 KB (ATmega328) dan 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Kecepatan clock	16 MHz

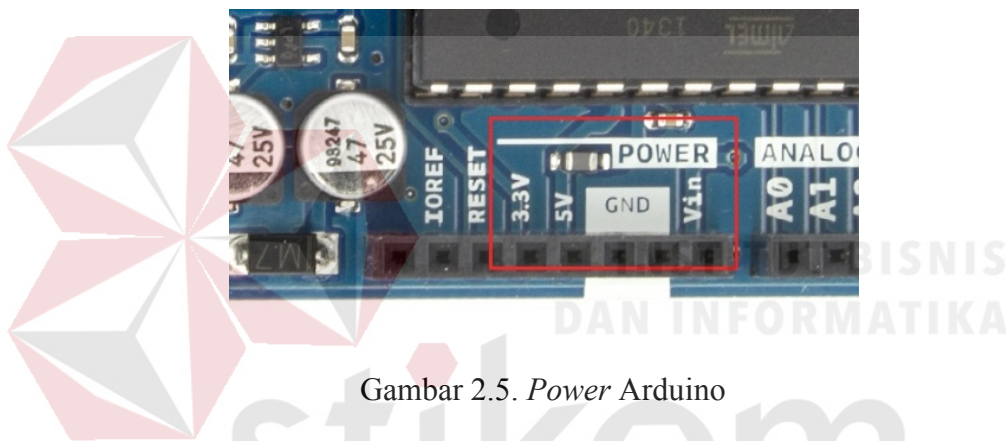
Power

Arduino UNO ini dapat menggunakan tegangan pada koneksi USB atau catu daya eksternal yang pilihan *power* secara otomatis berfungsi tanpa saklar. Catu daya eksternal (non - USB) dapat berasal baik dari adaptor AC - DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan 2.1mm jack DC ke

colokan listrik *board*. Baterai dapat dimasukkan dalam Gnd dan Vin *pin header* dari konektor daya seperti terlihat pada Gambar 2.5.

Board

Board dapat beroperasi pada pasokan eksternal 6 sampai 20 volt. Jika tegangan dengan kurang 7 Volt, tegangan pada *board* kemungkinan akan tidak stabil. Jika menggunakan lebih 12 Volt, regulator tegangan bisa panas (*overheat*) dan merusak *board*. Kisaran yang disarankan adalah 7 sampai 12 Volt.



Gambar 2.5. Power Arduino

Penjelasan *Power PIN*:

1. Vin: *Pin* tegangan Inputan ke board arduino saat menggunakan sumber catu daya eksternal (adaptor USB 5 Volt atau adaptor yang lainnya 7-12 volt), dengan menghubungkannya dengan pin Vin ini atau langsung ke *jack power* 5 Volt. DC *power jack* (7-12 Volt), Kabel konektor USB (5 Volt) atau catu daya lainnya (7-12 Volt).
2. 3V3: *Pin* tegangan 3.3 volt catu daya umum langsung ke *board*. Maksimal arus yang diperbolehkan adalah 50 mA.

3. 5 Volt: *Pin* ini merupakan *output* 5 Volt yang telah diatur oleh regulator papan Arduino. *Board* dapat diaktifkan dengan daya, baik dari colokan listrik DC (7 – 12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN board (7-12 Volt). Dengan memasukan tegangan melalui pin 5 Volt atau 3.3 Volt secara langsung (tanpa melewati regulator) dapat merusak papan Arduino.

4. GND: *Pin Ground*.

5. IOREF: *Pin* ini penyedia referensi tegangan agar mikrokontroler beroperasi dengan baik. Memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan pada *output* untuk bekerja dengan 5 Volt atau 3.3 Volt. (arduino.cc)

Memori

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*). ATmega328 juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan *library* EEPROM). (arduino.cc)

Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital Uno dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Mereka beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal (terputus secara *default*) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi spesial:

1. Serial: pin 0 (RX) dan 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pin ini terhubung dengan pin ATmega8U2 USB-to-Serial TTL.

2. Eksternal Interupsi: *Pin* 2 dan 3 dapat dikonfigurasi untuk memicu *interrupt* pada nilai yang rendah (*low value*), *rising* atau *falling edge*, atau perubahan nilai. Lihat fungsi `attachInterrupt()` untuk rinciannya.
3. PWM: *Pin* 3, 5, 6, 9, 10, dan 11, menyediakan 8-bit PWM dengan fungsi `analogWrite()`
4. SPI: *pin* 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan *library* SPI
5. LED: *pin* 13. *Built-in* LED terhubung ke *pin* digital 13. LED akan bekerja ketika diberi nilai *HIGH*.

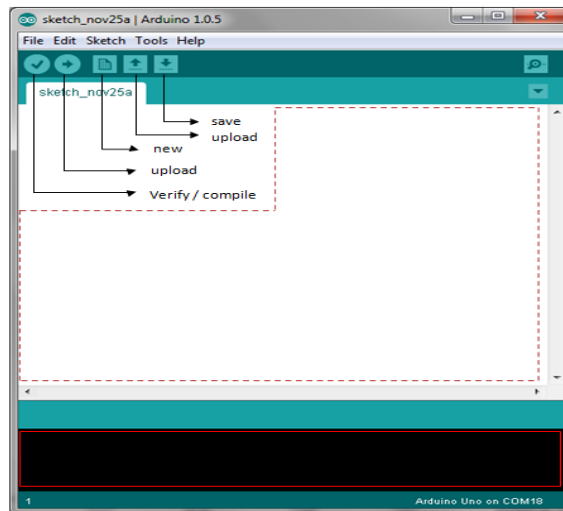
Arduino Uno memiliki 6 *input* analog, berlabel A0 sampai A5, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara *default* mereka mengukur dari ground sampai 5 volt, perubahan tegangan maksimal menggunakan *pin* AREF dan fungsi `analogReference()`. Selain itu, beberapa *pin* tersebut memiliki spesialisasi fungsi, yaitu TWI: *pin* A4 dan A5 mendukung komunikasi TWI menggunakan *library* *Wire*. Ada beberapa *pin* lainnya yang tertulis di *board*:

- a. AREF. Tegangan referensi untuk *input* analog. Dapat digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
- b. *Reset*. Gunakan *LOW* untuk me-*reset* mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset*

2.4 Software Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang ditulis menggunakan java dan berdasarkan pengolahan seperti, avr-gcc, dan perangkat lunak *open source* lainnya (Djuandi, 2011). Arduino IDE terdiri dari:

1. Editor program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
2. *Verify / Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*, yang dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori mikrokontroler di dalam papan arduino.
4. Pada Gambar 2.5 terdapat *menu bar*, kemudian *toolbar* dibawahnya, dan sebuah area putih untuk *editing sketch*, area hitam dapat disebut sebagai *progress area*, dan paling bawah dapat disebut sebagai “*status bar*”.



Gambar 2.6. Tampilan *Software* Arduino IDE
Sumber: (Arduino, 2015)

2.5 Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino ini bisa dijalankan di komputer dengan berbagai macam *platform* karena didukung atau berbasis Java. *Source* program yang dibuat untuk aplikasi mikrokontroler adalah bahasa C/C++ dan dapat digabungkan dengan *assembly*.
(arduino.cc)

1. Struktur

Setiap program Arduino (biasa disebut *sketch*) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada (arduino.cc). Antara lain:

a) `void setup() { }`

Semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program Arduino dijalankan untuk pertama kalinya.

b) `void loop() { }`

Fungsi ini akan dijalankan setelah *setup* (fungsi *void setup*) selesai. Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan lagi, dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (*power*) dilepaskan.

2. Serial

Serial digunakan untuk komunikasi antara *arduino board*, komputer atau perangkat lainnya. *Arduino board* memiliki minimal satu *port* serial yang berkomunikasi melalui *pin* 0 (RX) dan 1 (TX) serta dengan komputer melalui USB. Jika menggunakan fungsi–fungsi ini, *pin* 0 dan tidak dapat digunakan untuk *input* digital atau *output* digital (*arduino.cc*). Terdapat beberapa fungsi serial pada *arduino*, antara lain:

- a. *Syntax* adalah elemen bahasa C yang dibutuhkan untuk format penulisan. (*arduino.cc*)
- b. Variabel

Sebuah program secara garis besar dapat didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. Variabel inilah yang digunakan untuk memindahkannya. (*arduino.cc*)

2.6 Modul LCD Nokia 5510

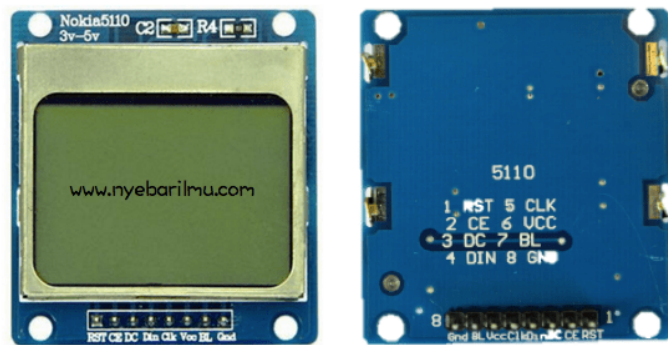
Modul LCD Nokia 5510 merupakan modul LCD yang digunakan Handphone Nokia era 2000-an tetapi dapat digunakan juga untuk *Arduino*. Resolution untuk LCD ini adalah 84×84 pixels. Pada modul ini menggunakan driver PCD8544 dan untuk mengaksesnya menggunakan komunikasi antarmuka SPI. Tegangan operasi normal untuk dapat mengakses yaitu 3,3 Volt.

2.6.1 Fitur yang Dimiliki dari Modul LCD Nokia 5510

- Memiliki ukuran 84 x 84 dot matrix LCD dan terdiri dari 4 baris karakter.
- Mendukung berbagai jenis MCU, seperti Arduino, AVR, S PI, MCS51 dan sebagainya.
- Kecepatan transfer rate hingga 4Mbps, bisa penuh menampilkan data kecepatan tulis tanpa menunggu waktu.
- Dapat menggunakan lem untuk menghubungkan modul dengan papan dicetak, tanpa menghubungkan kabel.
- Pengait logam yang terdapat pada modul untuk memperbaiki modul pada papan cetak, mudah untuk diinstal dan diganti.
- LCD controller chip atau driver telah terikat pada chip LCD.
- Konsumsi daya rendah, arus bekerja dalam situasi yang normal lebih rendah dari 200uA, dan memiliki mode power-down.

2.6.2 Pins Out Modul LCD Nokia 5510

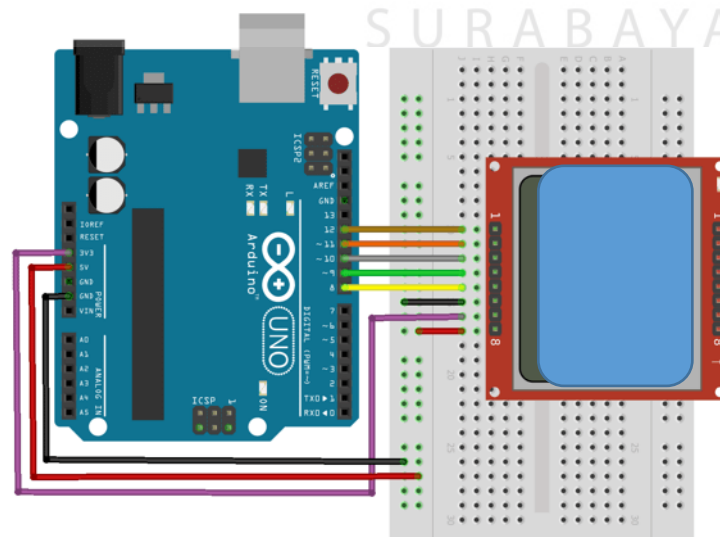
Untuk antarmuka mengakses modul LCD ini, terdapat dua lubang pin yang berjumlah 8-pin header atas dan di bawahnya. Pada saat modul dibalik, akan menemukan label untuk masing-masing pin seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.7 Modul Nokia 5110

Tabel 2.2 Keterangan Pin Out

Pin Label	Pin Function	Notes
VCC	Power Supply (+)	Range 2.7 Vdc – 3.3 Vdc
GND	Ground	
SCE	Chip Select	Active Low
RST	Reset	Active Low
D/C	Mode Select	Command mode (low) dan data mode (high)
DN (MOSI)	Serial Data In	–
SCLK	Serial Clock	–
LED	Led Backlight	Max Input tegangan 3.3Vdc



Gambar 2.8. Nokia Arduino

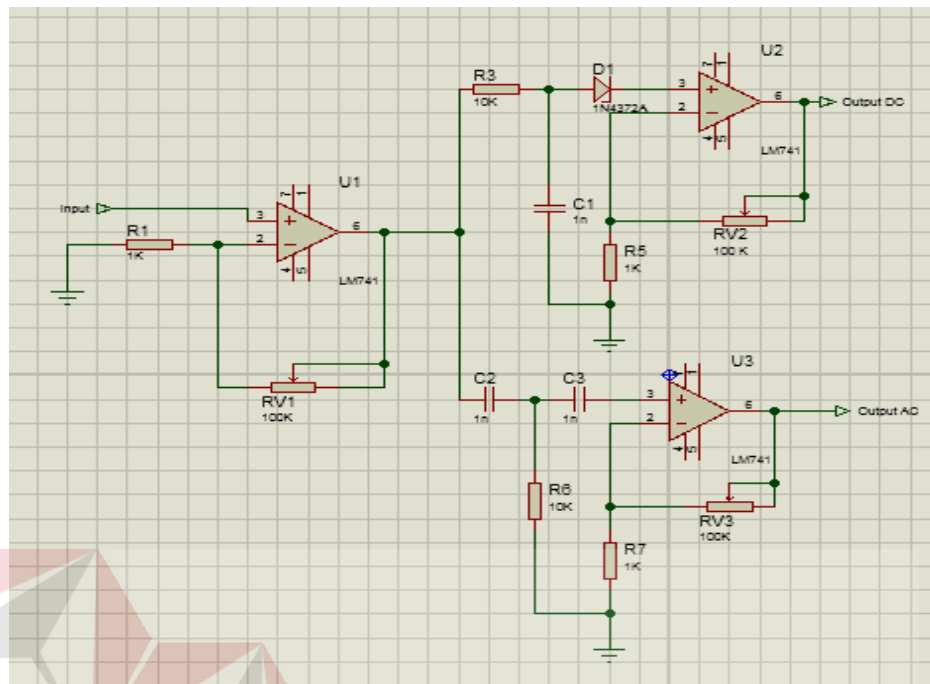
Keterangan :

LCD 5110 Arduino Uno

VCC	5V
GND	GND
BL	3.3V
RST	12
CE	11
DC	10
DIN	9
CLK	8

2.7 Amplifier

Penguat operasional atau OpAmp adalah suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa konfigurasi penguat diferensial. Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran serta memiliki penguatan DC yang cukup tinggi. Agar dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan tegangan catu (V_{dc}) yang simetris yaitu tegangan positif ($+V$) dan tegangan negative ($-V$) terhadap tanah (ground). Pada gambar 2.8 adalah simbol dari penguat operasional. Dalam perancangan, digunakan penguat kaskade (bertingkat) agar didapatkan penguatan yang cukup sekaligus memisahkan antara sinyal AC dengan sinyal DC dimana pada penguat ketiga, dikopling dengan kapasitor karena kapasitor akan memblok sinyal DC dan hanya melewatkan sinyal AC saja. Sedangkan pada penguat kedua, dikopling dengan resistor agar hanya sinyal DC saja yang dikeluarkan. Penguat kaskade ini menggunakan jenis penguat *Non-inverting* sehingga sinyal outputnya masih sefase dengan sinyal inputnya.



Gambar 2.9. Rangkaian Kaskade

Rumus

$$Gain = 1 + R_V/R_1$$

INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

stikom
SURABAYA

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini penulis menguraikan dan menjelaskan beberapa hasil pengujian dari hasil penelitian ini. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian perangkat lunak (*software*) dan kinerja keseluruhan sistem, serta analisis hasil data dari sensor SpO2.

4.1 Pengujian Rangkaian Kaskade

Pengujian menggunakan rangkaian kaskade dan menggunakan *ocilloscope* untuk tampilan sinyal.

4.1.1 Tujuan Pengujian Rangkaian Kaskade

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan nilai dari sinyal AC dan sinyal DC. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.1.2 Alat Yang Digunakan Pada Pengujian Rangkaian Kaskade

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Rangkaian Kaskade (hardware)
- b. *Ocilloscope*
- c. *Probe*
- d. Laptop / Komputer

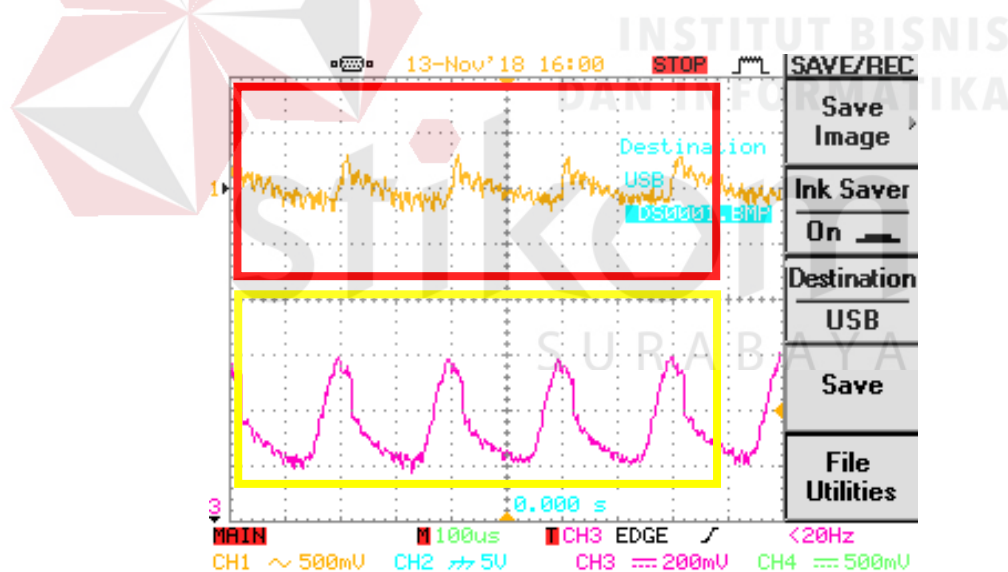
e. Power Supply

4.1.3 Prosedur Pengujian Rangkaian Kaskade

Prosedur pengujian alat:

- Menghubungkan *Probe* dengan *Ocilloscope*.
- Menghubungkan *Probe* dengan rangkaian kaskade.
- Memberi tegangan pada rangkaian kaskade (IC) dengan power supply.
- Pengamatan nilai sinyal dilakukan pada *Ocilloscope*.

4.1.4 Hasil Pengujian Rangkaian Kaskade



Gambar 4.1 Pengujian Rangkaian Kaskade

Berdasarkan hasil gambar 4.1. dapat dilihat bahwa kotak yang berwarna merah adalah nilai dari sinyal AC, lalu kotak yang berwarna kuning adalah nilai dari sinyal DC. Dengan menggunakan rumus $F = 1/T$ bisa mendapatkan nilai frekuensi dari kedua gelombang sinyal pada gambar 4.1. Dengan $T = (Time/DIV) \times DIV$

- Frekuensi AC (Ungu) = $1/(50 \text{ ms} \times 2 \text{ DIV})$

$$\text{Frekuensi AC (Ungu)} = 1/100 \text{ ms} = 1/0.1 \text{ s} \text{ (Konversi ke detik)}$$

$$\text{Frekuensi AC (Ungu)} = 10 \text{ Hz}$$

- Frekuensi DC (Orange) = $1/(50 \text{ ms} \times 2 \text{ DIV})$

$$\text{Frekuensi DC (Orange)} = 1/100 \text{ ms} = 1/0.1 \text{ s} \text{ (Konversi ke detik)}$$

$$\text{Frekuensi DC (Orange)} = 10 \text{ Hz}$$

4.2 Pengujian *SpO2* Posisi Duduk

Pengujian nilai *SpO2* untuk posisi duduk dan perbandingan data dengan Oksimeter.

4.2.1 Tujuan Pengujian *SpO2* Posisi Duduk

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai data dan nilai error dari *SpO2* dan Oksimeter pada posisi duduk. Sehingga saat digunakan dapat membantu sistem berjalan dengan baik.

4.2.2 Alat Yang Digunakan Pada Pengujian *SpO2* Posisi Duduk

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software* Arduino IDE
- c. Sensor *SpO2*
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB
- g. Hardware *SpO2*
- h. Oksimeter

4.2.3 Prosedur Pengujian *SpO2* Posisi Duduk

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Hardware* dengan sensor *SpO2*.
- b. Menghubungkan Arduino dengan *hardware*.
- c. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB
- d. Memasukkan program *SpO2* pada Arduino IDE
- e. Jika program selesai dimasukkan lalu menekan serial monitor dipojok kanan pada *Software* Arduino IDE
- f. Pengamatan data dilakukan pada LCD *SpO2*
- i. Pengamatan data dilakukan pada tampilan Oksimeter

4.2.4 Hasil Pengujian

Pengujian data dilakukan selama 10 menit. Data yang diambil adalah hasil dari rata-rata data setiap 1 menit. Penulisan data ialah per 12 detik.

Tabel 4.1. Pengujian Nilai Oksimeter Untuk Posisi Duduk

Menit ke	Data yang ditampilkan (%)					Rata-Rata	Desimal
1	97	96	95	96	95	95,83	96
2	95	96	95	95	95	95,2	95
3	96	96	96	96	96	96	96
4	96	96	96	96	96	96	96
5	96	97	96	96	96	96,2	96
6	96	96	96	96	96	96	96
7	96	96	96	96	96	96	96
8	96	96	96	96	96	96	96
9	96	95	96	97	96	96	96
10	96	95	95	95	95	95,2	95

Tabel 4.1 menunjukkan hasil *output* dari sensor Oksimeter dengan waktu selama 10 menit. Dari tabel di atas dapat diketahui nilai terendah Oksimeter adalah 95% (merah) dan nilai tertinggi adalah 97% (kuning)

Tabel 4.2 Pengujian Nilai *SpO2* Untuk Posisi Duduk

Menit ke	Data yang ditampilkan (%)					Rata-Rata	Desimal
1	95	96	92	96	93	94,4	94
2	96	95	94	94	98	95,4	95
3	95	96	94	94	93	94,4	94
4	96	95	95	95	95	95,2	95
5	97	94	95	94	94	95	95
6	96	95	95	95	95	95,25	95
7	97	98	95	94	94	96	96
8	94	95	94	93	93	93,8	94
9	96	95	95	97	97	96	96
10	94	97	97	97	97	96,4	96

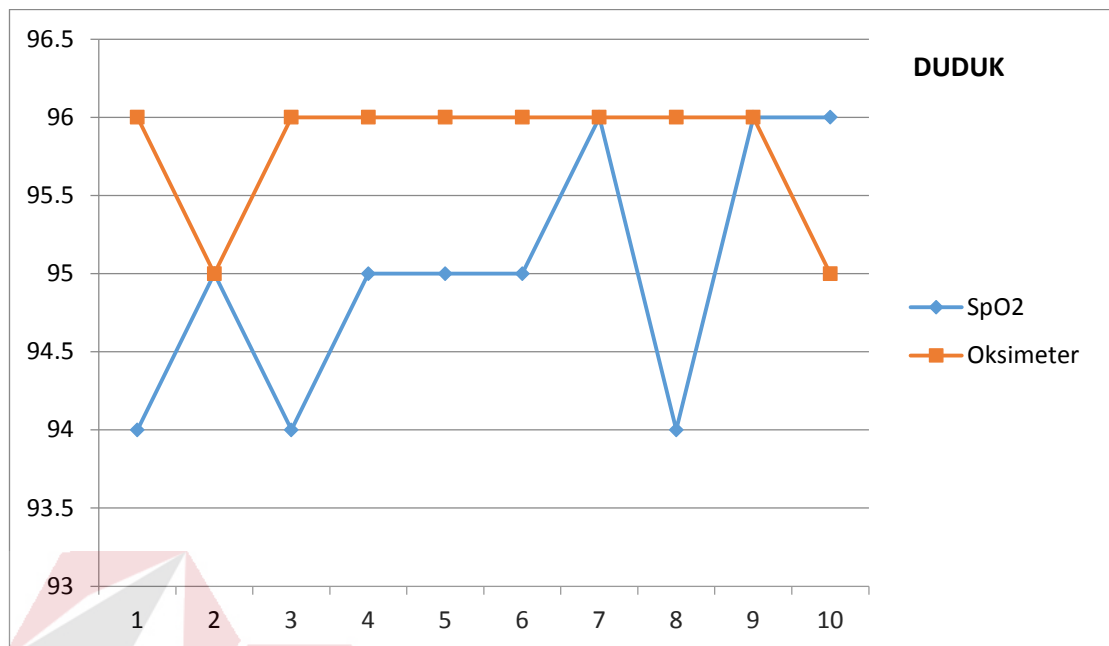
Tabel 4.2 menunjukkan hasil *output* dari sensor *SpO2* dengan waktu selama 10 menit. Dari tabel di atas dapat diketahui nilai terendah *SpO2* adalah 92% (merah) dan nilai 98% (kuning).

Tabel 4.3. Pengujian Nilai *SpO2* Dan Oksimeter Untuk Posisi Duduk

No	<i>SpO2</i> (%)	Oksimeter (%)	Error (%)
1	94	96	0,02
2	95	95	0
3	94	96	0,02
4	95	96	0,01
5	95	96	0,01
6	95	96	0,01
7	96	96	0
8	94	96	0,02
9	96	96	0
10	96	95	0,01
Rata-rata	95	95,8	0,01

Tabel 4.3 menunjukkan hasil rata-rata selama 10 menit dari sensor *SpO2* dan Oksimeter. Untuk dapat menentukan perhitungan nilai *error* menggunakan rumus: $error(\%) = \frac{Oksimeter - SpO2}{Oksimeter}$. Rata-rata nilai *error* yang didapatkan dari tabel 4.6 adalah 0,01%.

Sedangkan hasil grafik dari nilai *SpO2* dan Oksimeter ditunjukkan oleh Gambar 4.2:



Gambar 4.2 Hasil Grafik Pengujian *SpO2* dan Oksimeter Duduk

Berdasarkan hasil gambar 4.2. Nilai tertinggi *SpO2* adalah 96% dan nilai Oksimeter adalah 96%. Sedangkan nilai terendah *SpO2* adalah 94% dan nilai Oksimeter adalah 95% dengan dilakukan pengambilan data dalam waktu 10 menit lalu diambil rata-rata setiap 1 menit.

4.2 Pengujian *SpO2* Kondisi Beraktifitas

Pengujian nilai *SpO2* untuk mengetahui nilai kadar oksigen dalam tubuh manusia ketika melakukan aktifitas.

4.2.1 Tujuan Pengujian *SpO2* Kondisi Beraktifitas

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai data dari *SpO2* untuk Monitoring kadar oksigen dari waktu ke-1 sampai waktu ke-10, sehingga saat digunakan dapat membuat kesimpulan dari pengecekan kadar oksigen.

4.2.2 Alat Yang Digunakan Pengujian *SpO2* Pada Kondisi Beraktifitas

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain:

- a. Arduino UNO
- b. *Software* Arduino IDE
- c. Sensor *SpO2*
- d. Laptop / Komputer
- e. *Microsoft Office Excel*
- f. Kabel USB
- g. Hardware *SpO2*

4.2.3 Prosedur Pengujian *SpO2* Kondisi Beraktifitas

Prosedur pengujian alat:

- a. Menghubungkan *Hardware* dengan sensor *SpO2*.
- b. Menghubungkan Arduino dengan *hardware*.
- c. Menghubungkan Arduino dengan Laptop melalui kabel USB
- d. Memasukkan program *SpO2* pada Arduino IDE

- e. Jika program selesai dimasukkan lalu menekan serial monitor dipojok kanan pada Software Arduino IDE
- f. Pengamatan data dilakukan pada LCD *SpO2*.

4.2.4 Hasil Pengujian *SpO2* Kondisi Beraktifitas

Pengujian dilakukan dengan melakukan aktifitas lari-lari ringan dalam 5 kali putaran lapangan Futsal yang harus diselesaikan selama 4 menit. Pengambilan data dilakukan setiap 30 detik.

Kondisi fisik dari setiap sampel yaitu:

Tabel 4.4. Kondisi Fisik Dari Setiap Sampel

Nama	Usia (tahun)	Tinggi Badan (cm)	Berat Badan (kg)
Akfi	24	164	85
Alam	25	165	70
Arief	24	168	83
Adrian	22	165	70
Yoga	24	165	80

Tabel 4.5. Pengujian Nilai *SpO2* Untuk Waktu Ke-1

Nama	Data <i>SpO2</i> (%)								Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Akfi	93	95	93	90	92	93	90	87	92
Alam	99	95	95	95	94	90	90	90	94
Arief	94	93	92	92	90	90	89	87	91
Adrian	97	97	96	95	93	93	91	91	94
Yoga	96	95	94	95	92	94	92	90	94

Tabel 4.6. Pengujian Nilai *SpO2* Untuk Waktu Ke-2

Nama	Data <i>SpO2</i> (%)								Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Akfi	93	92	93	92	94	92	90	87	92
Alam	96	95	95	95	94	91	90	89	93
Arief	95	94	93	92	90	91	89	88	92
Adrian	96	95	96	94	92	91	90	90	93
Yoga	95	93	95	94	93	91	92	88	93

Tabel 4.7. Pengujian Nilai *SpO2* Untuk Waktu Ke-3

Nama	Data <i>SpO2</i> (%)								Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Akfi	93	92	93	90	93	93	90	89	92
Alam	96	95	94	95	93	90	90	89	93
Arief	94	93	93	92	91	90	91	89	92
Adrian	95	95	93	95	93	91	90	89	93
Yoga	95	95	95	95	93	94	92	89	94

Tabel 4.8. Pengujian Nilai *SpO2* Untuk Waktu Ke-4

Nama	Data <i>SpO2</i> (%)								Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Akfi	95	92	93	92	93	91	90	88	92
Alam	96	95	94	95	93	92	90	90	93
Arief	94	93	92	92	92	90	91	89	92
Adrian	96	95	96	95	93	91	90	90	94
Yoga	95	95	93	93	94	94	92	89	93

Tabel 4.9. Pengujian Nilai *SpO2* Untuk Waktu Ke-5

Nama	Data <i>SpO2</i> (%)								Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Akfi	93	92	93	92	93	91	90	87	91
Alam	96	94	93	92	92	90	90	89	92
Arief	94	93	92	92	90	90	91	88	91
Adrian	94	95	94	95	93	91	92	90	93
Yoga	95	95	93	93	94	94	92	89	93

Tabel 4.10. Pengujian Nilai *SpO2* Untuk Waktu Ke-6

Nama	Data <i>SpO2</i> (%)								Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Akfi	93	91	93	92	93	91	90	88	91
Alam	96	94	93	92	93	90	91	89	92
Arief	94	93	93	91	92	90	89	87	91
Adrian	97	95	96	94	91	93	91	90	93
Yoga	94	95	93	95	94	93	92	88	93

Tabel 4.11. Pengujian Nilai *SpO2* Untuk Waktu Ke-7

Nama	Data <i>SpO2</i> (%)								Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Akfi	93	92	93	92	93	91	90	87	91
Alam	96	94	95	95	93	92	91	90	93
Arief	94	93	92	92	91	90	91	89	92
Adrian	96	94	96	95	93	91	90	90	93
Yoga	95	94	93	93	94	91	92	89	92

Tabel 4.12. Pengujian Nilai *SpO2* Untuk Waktu Ke-8

Nama	Data <i>SpO2</i> (%)								Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Akfi	93	92	93	92	93	91	89	88	91
Alam	96	94	93	92	93	90	91	89	92
Arief	94	93	92	92	90	90	91	89	91
Adrian	96	96	96	95	93	91	90	90	93
Yoga	95	95	94	93	94	94	92	89	93

Tabel 4.12. Pengujian Nilai SpO_2 Untuk Waktu Ke-9

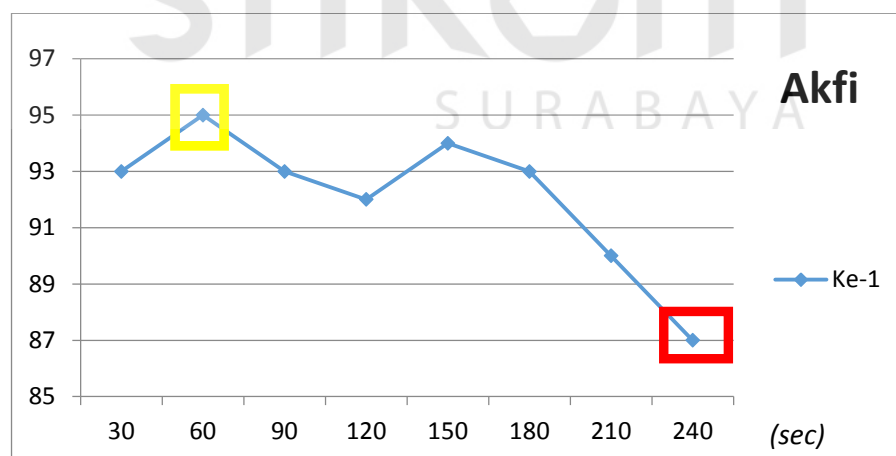
Nama	Data SpO_2 (%)								Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Akfi	93	92	93	92	90	91	88	88	91
Alam	95	94	93	92	93	91	90	90	92
Arief	94	93	92	92	90	91	91	89	92
Adrian	96	95	93	92	93	91	90	90	93
Yoga	95	93	92	93	92	91	90	89	92

Tabel 4.13. Pengujian Nilai SpO_2 Untuk Waktu Ke-10

Nama	Data SpO_2 (%)								Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Akfi	94	92	92	93	91	90	89	87	91
Alam	97	95	94	94	93	93	92	90	94
Arief	95	93	92	94	90	91	91	89	92
Adrian	95	95	94	92	90	91	91	89	92
Yoga	95	93	94	93	92	92	91	90	93

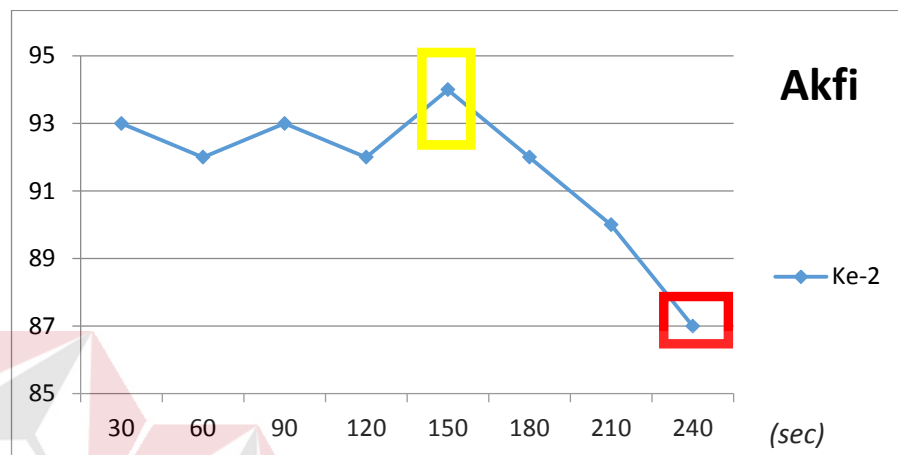
GRAFIK DARI HASIL SAMPEL PER WAKTU

Grafik Sampel Akfi



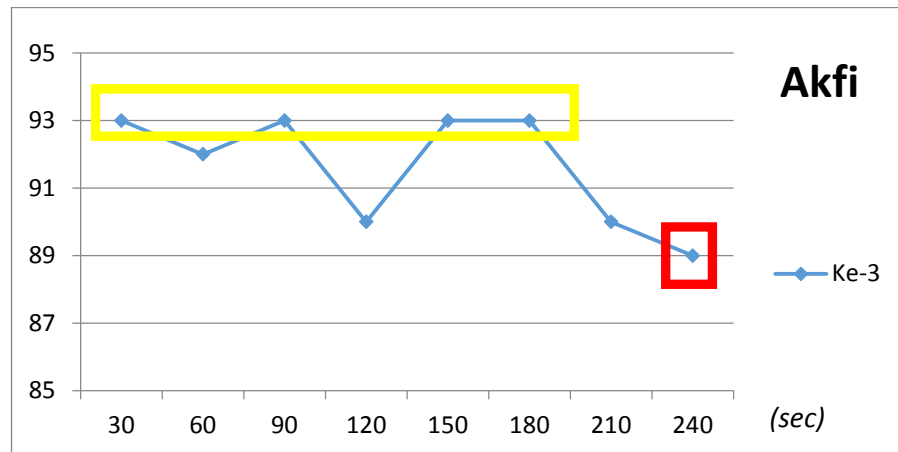
Gambar 4.3 Grafik Akfi Ke-1

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 87% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 8%.



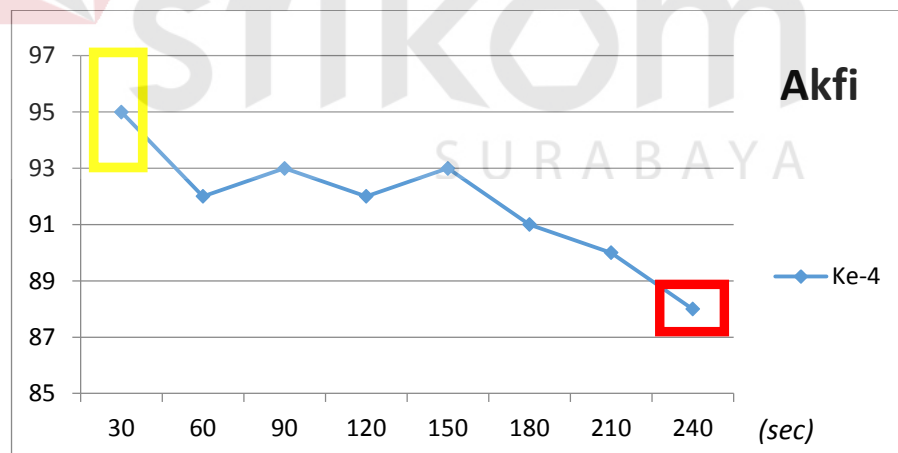
Gambar 4.4 Grafik Akfi Ke-2

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 94% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 87% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



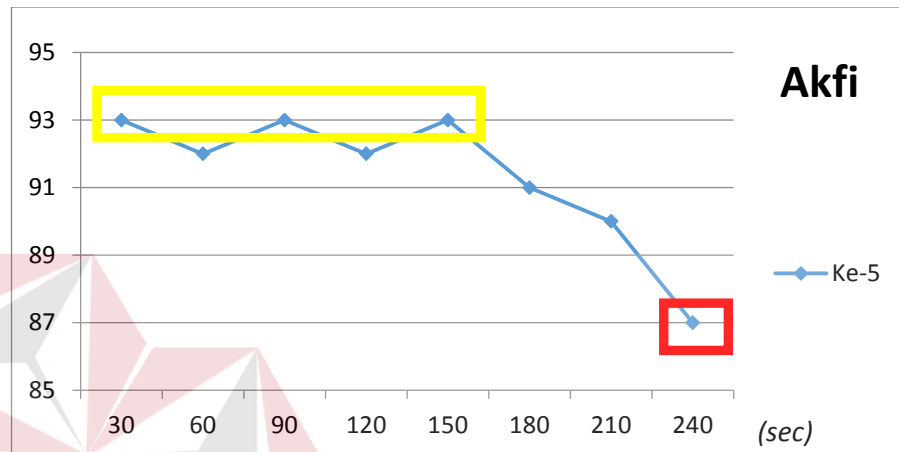
Gambar 4.5 Grafik Akfi Ke-3

Dari gambar 4.5 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 93% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 4%.



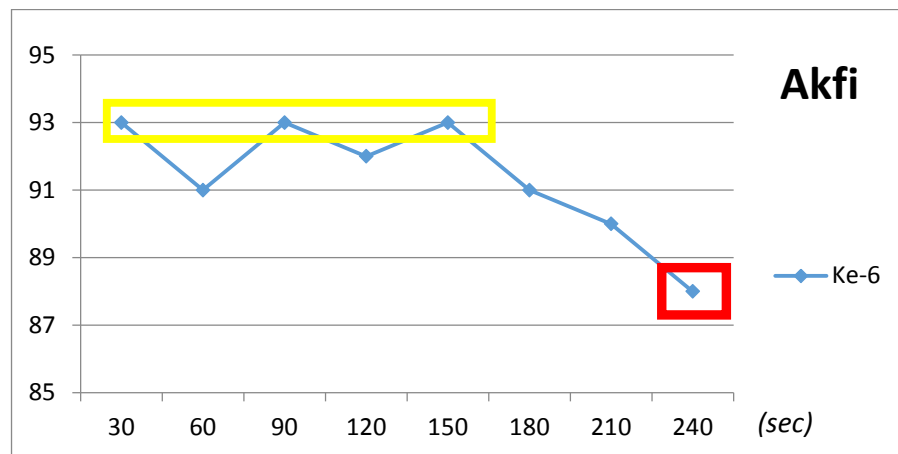
Gambar 4.6 Grafik Akfi Ke-4

Dari gambar 4.6 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 88% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



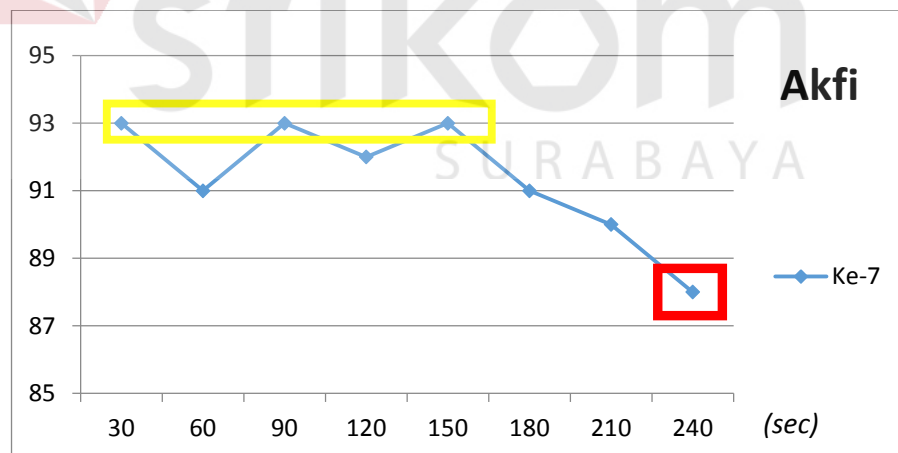
Gambar 4.7 Grafik Akfi Ke-5

Dari gambar 4.7 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 93% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 87% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



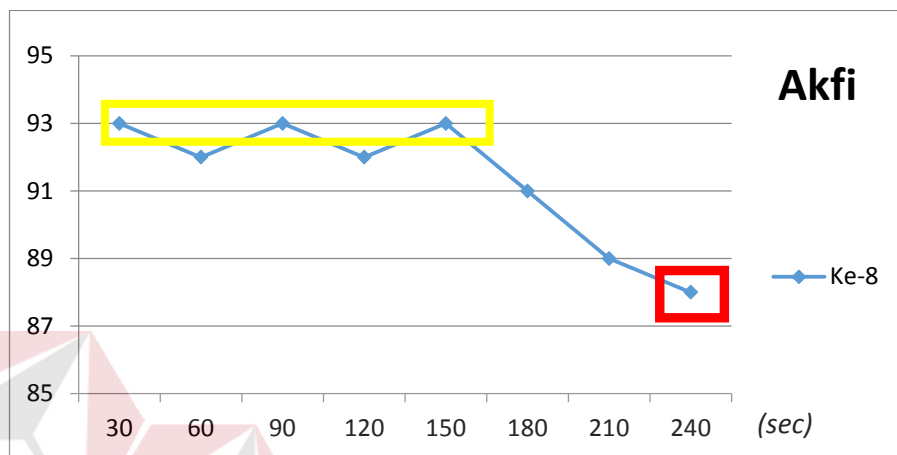
Gambar 4.8 Grafik Akfi Ke-6

Dari gambar 4.8 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 93% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 88% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 5%.



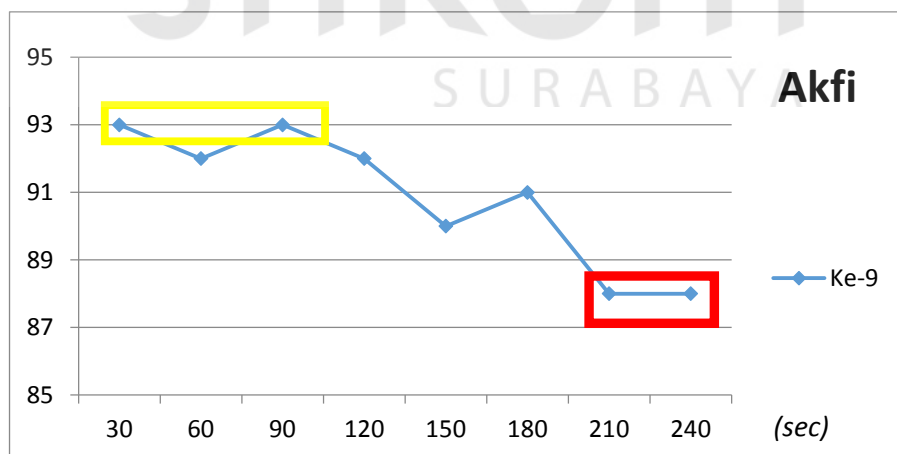
Gambar 4.9 Grafik Akfi Ke-7

Dari gambar 4.9 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 93% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 88% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 5%.



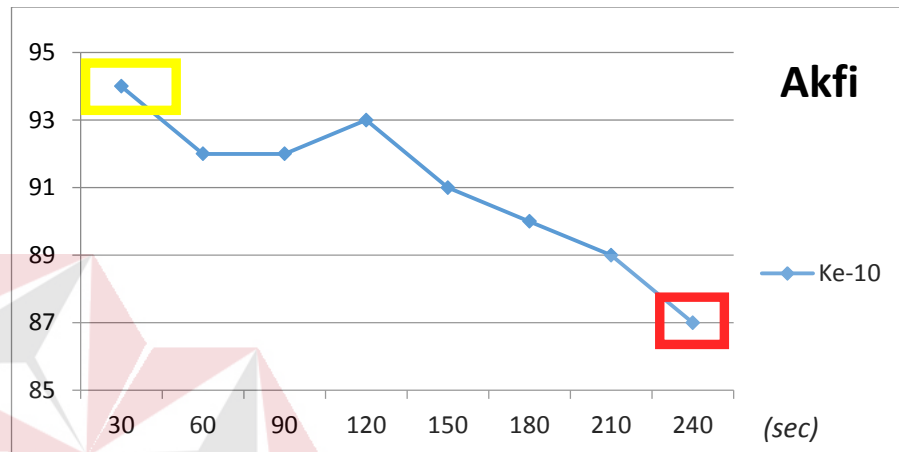
Gambar 4.10 Grafik Akfi Ke-8

Dari gambar 4.10 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 93% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 88% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 5%.



Gambar 4.11 Grafik Akfi Ke-9

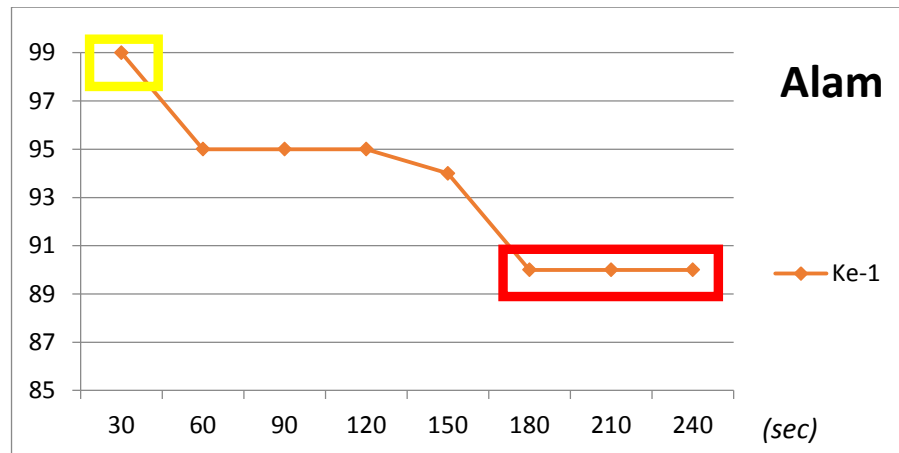
Dari gambar 4.11 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 93% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 88% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 5%.



Gambar 4.12 Grafik Akfi Ke-10

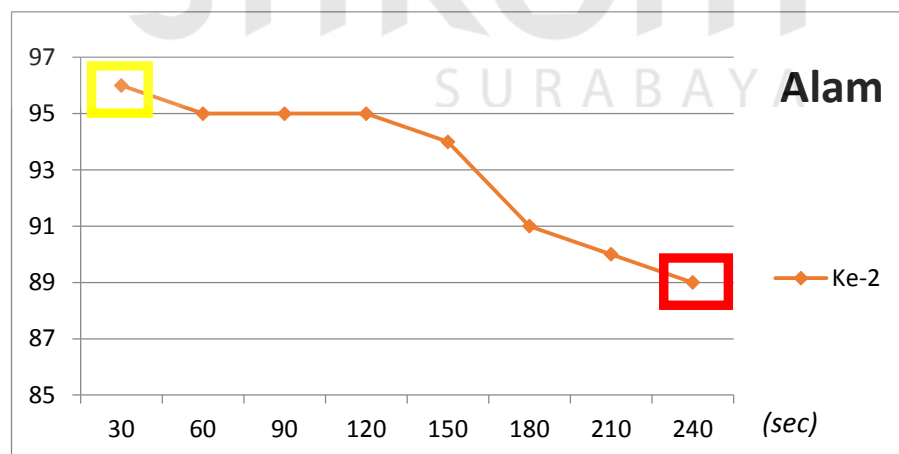
Dari gambar 4.12 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 94% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 87% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.

Grafik Sampel Alam



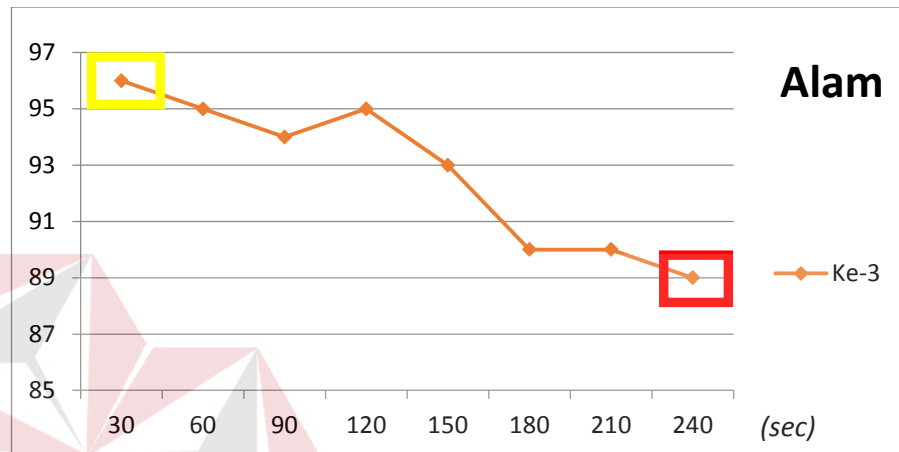
Gambar 4.13 Grafik Alam Ke-1

Dari gambar 4.13 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 99% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 9%.



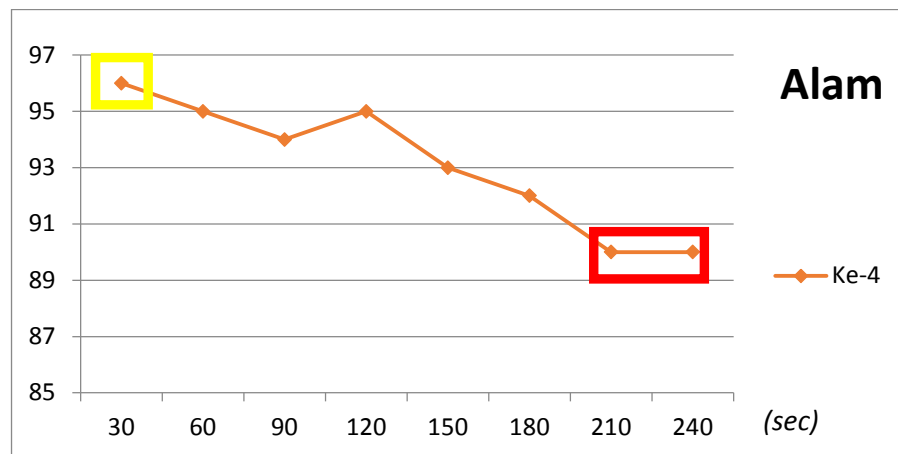
Gambar 4.14 Grafik Alam Ke-2

Dari gambar 4.14 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



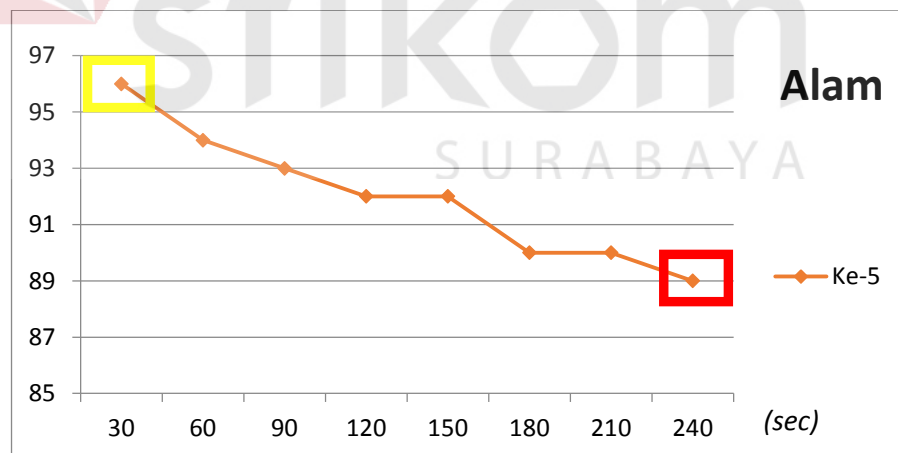
Gambar 4.15 Grafik Alam ke-3

Dari gambar 4.15 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



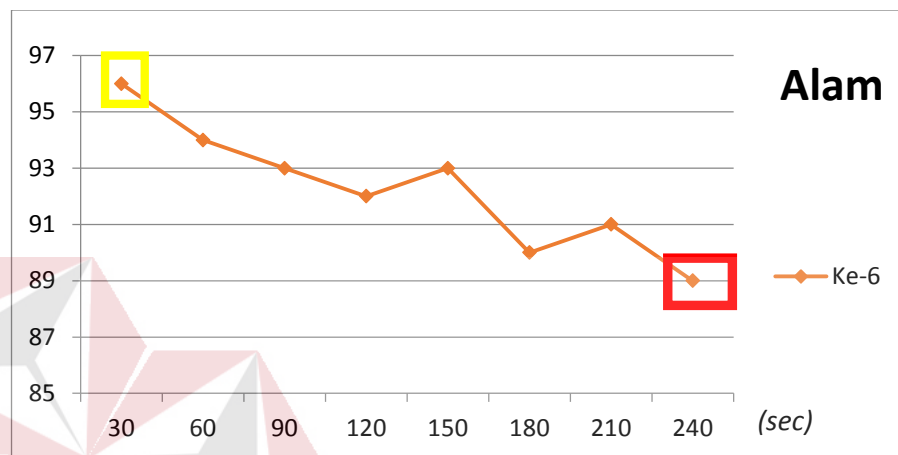
Gambar 4.16 Grafik Alam Ke-4

Dari gambar 4.16 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



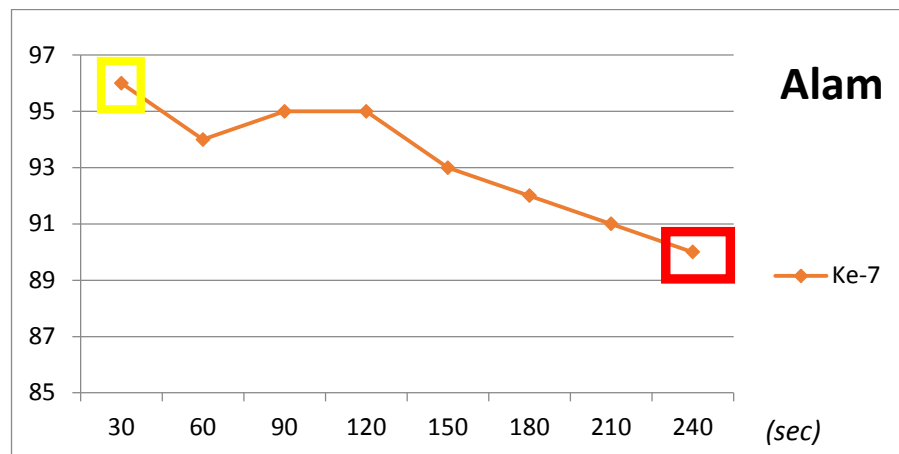
Gambar 4.17 Grafik Alam Ke-5

Dari gambar 4.17 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



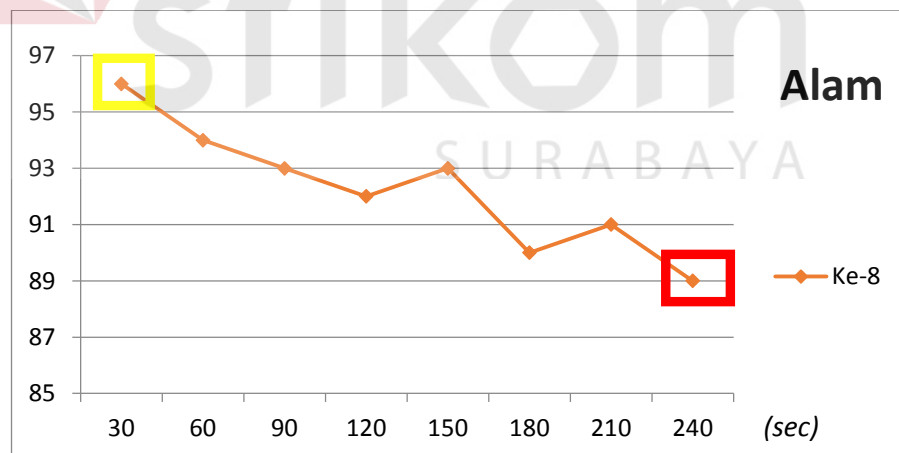
Gambar 4.18 Grafik Alam Ke-6

Dari gambar 4.18 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



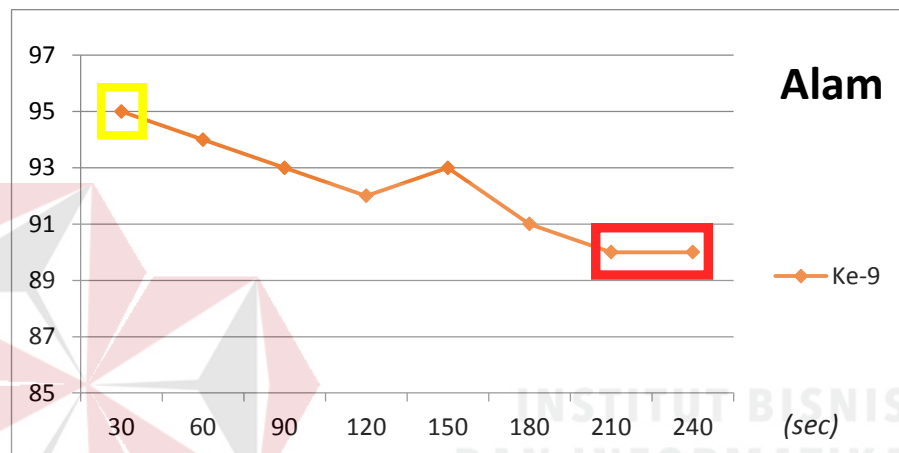
Gambar 4.19 Grafik Alam Ke-7

Dari gambar 4.19 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



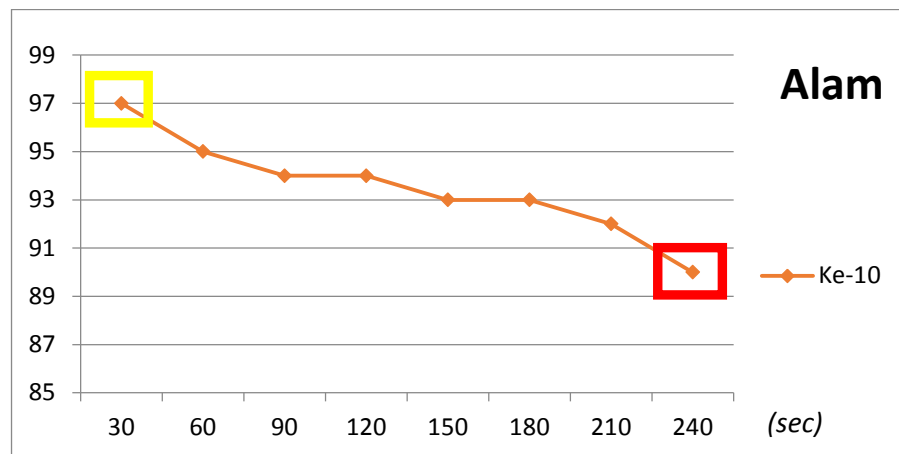
Gambar 4.20 Grafik Alam Ke-8

Dari gambar 4.20 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



Gambar 4.21 Grafik Alam Ke-9

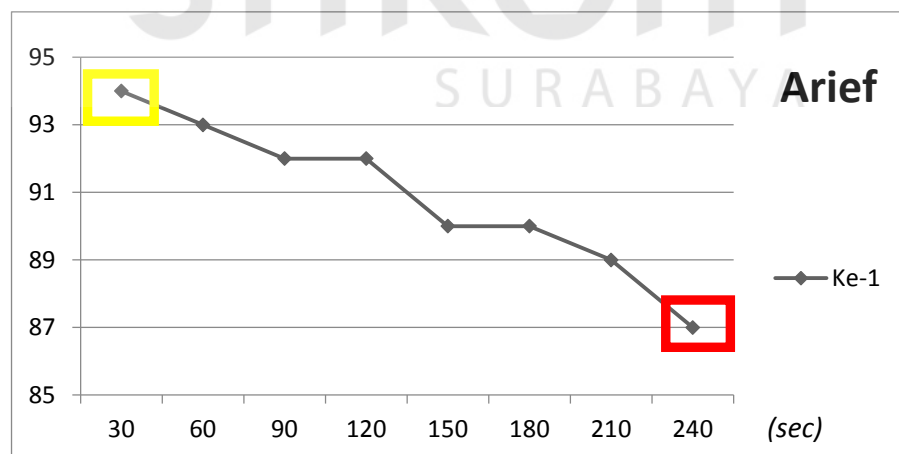
Dari gambar 4.21 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 5%.



Gambar 4.22 Grafik Alam Ke-10

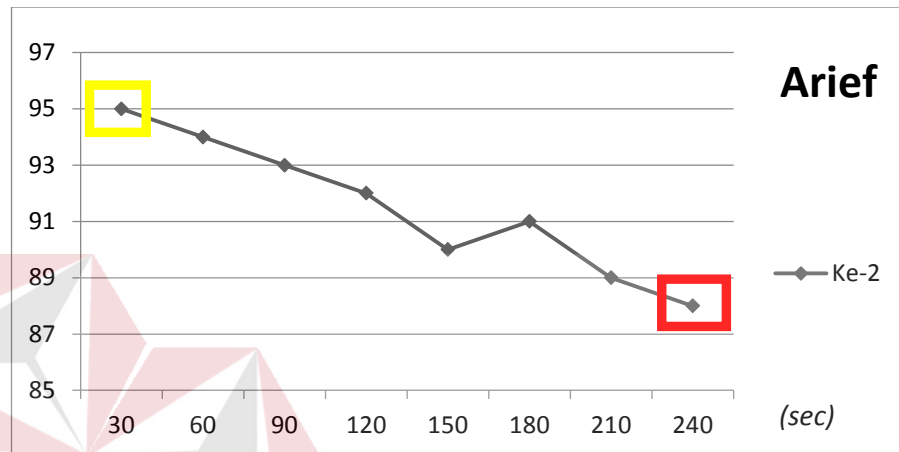
Dari gambar 4.22 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 97% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.

Grafik Sampel Arief



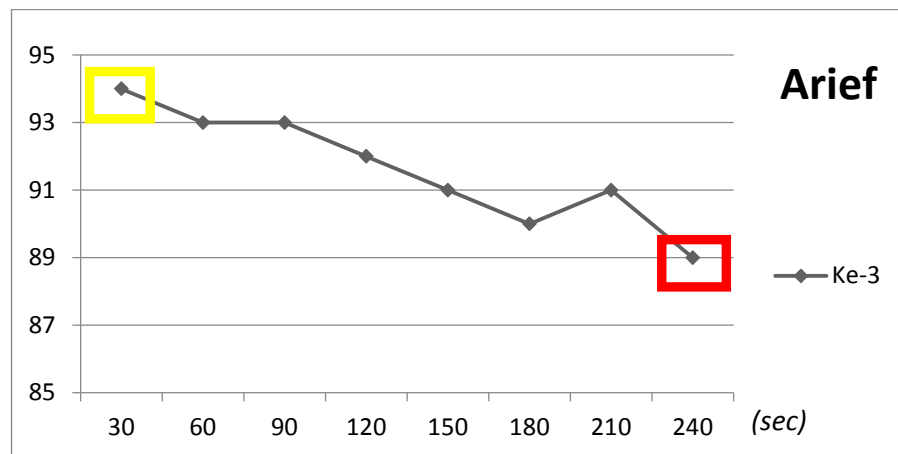
Gambar 4.23 Grafik Arief Ke-1

Dari gambar 4.23 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 94% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 87% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



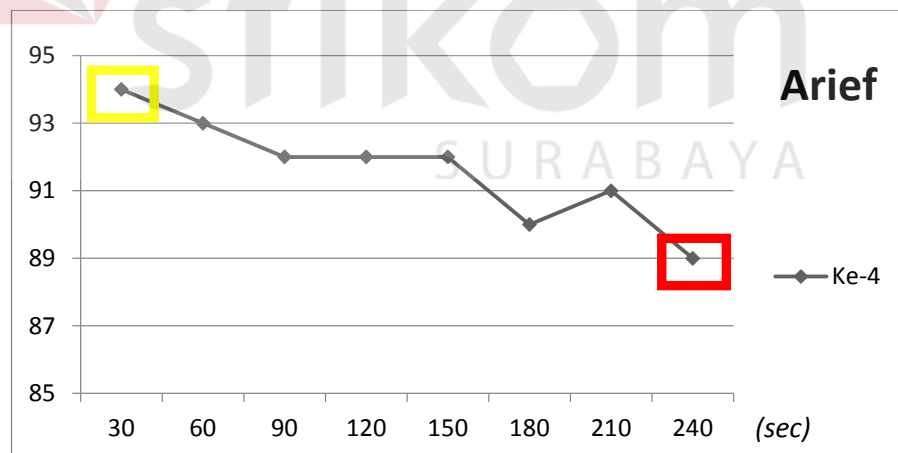
Gambar 4.24 Grafik Arief Ke-2

Dari gambar 4.24 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 88% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



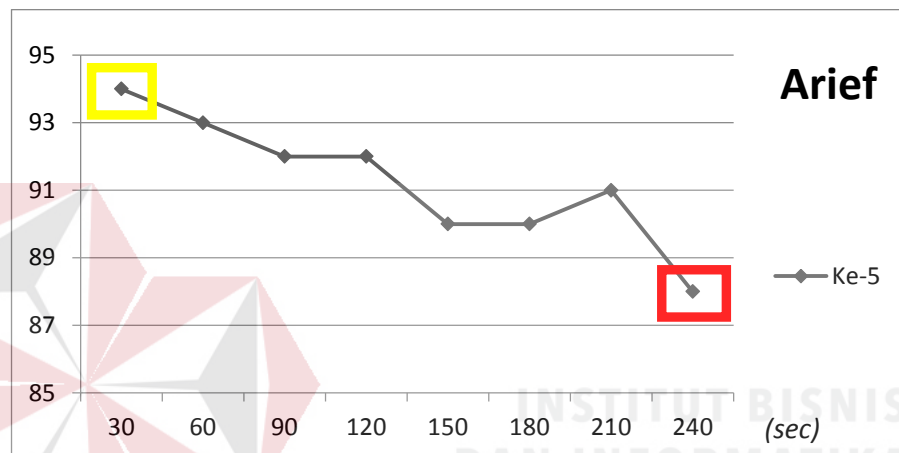
Gambar 4.25 Grafik Arief Ke-3

Dari gambar 4.25 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 94% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



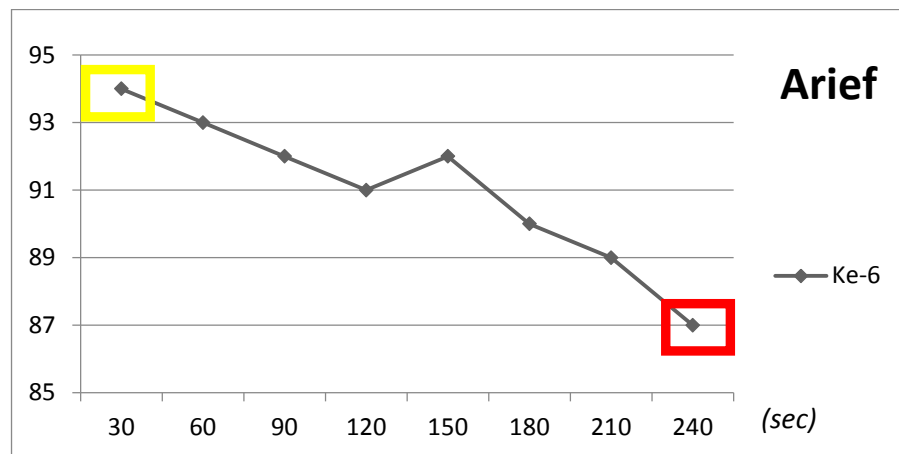
Gambar 4.26 Grafik Alam Ke-4

Dari gambar 4.26 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 94% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



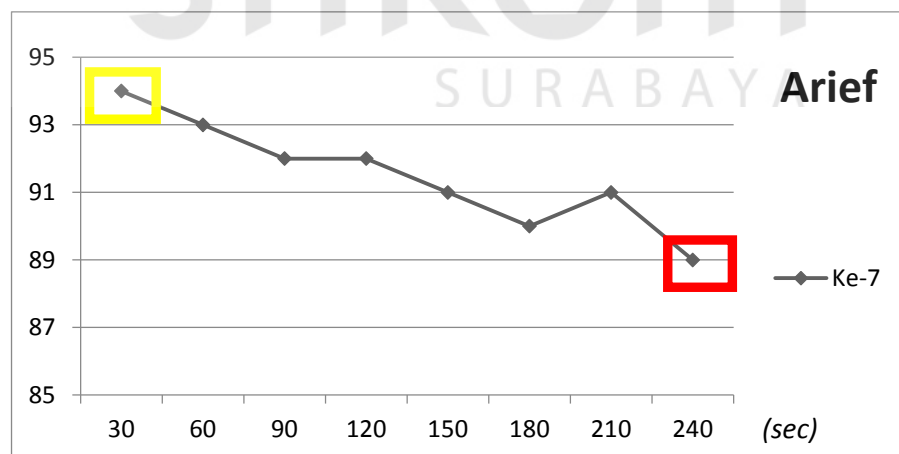
Gambar 4.27 Grafik Arief Ke-5

Dari gambar 4.27 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 94% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 88% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



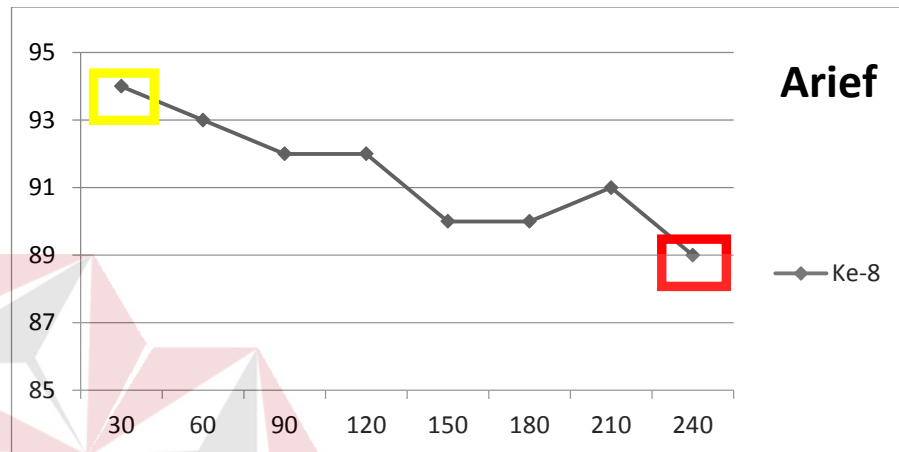
Gambar 4.28 Grafik Arief ke-6

Dari gambar 4.28 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 94% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 87% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



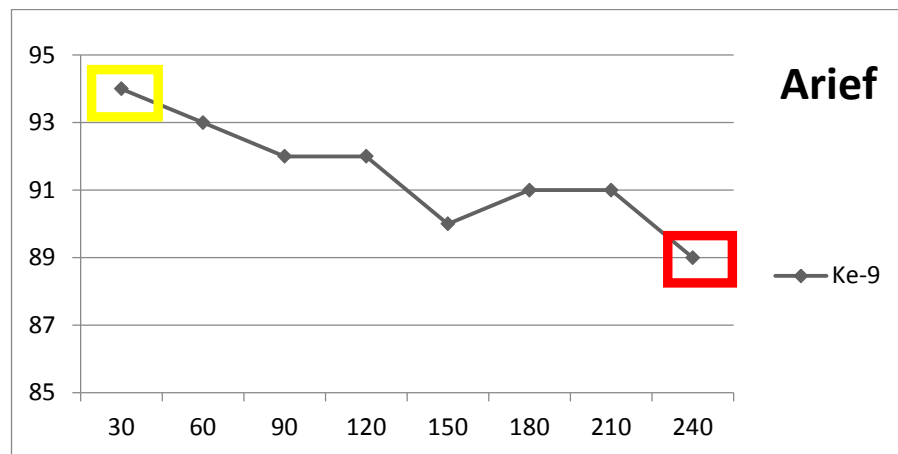
Gambar 4.29 Grafik Arief Ke-7

Dari gambar 4.29 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 94% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 5%.



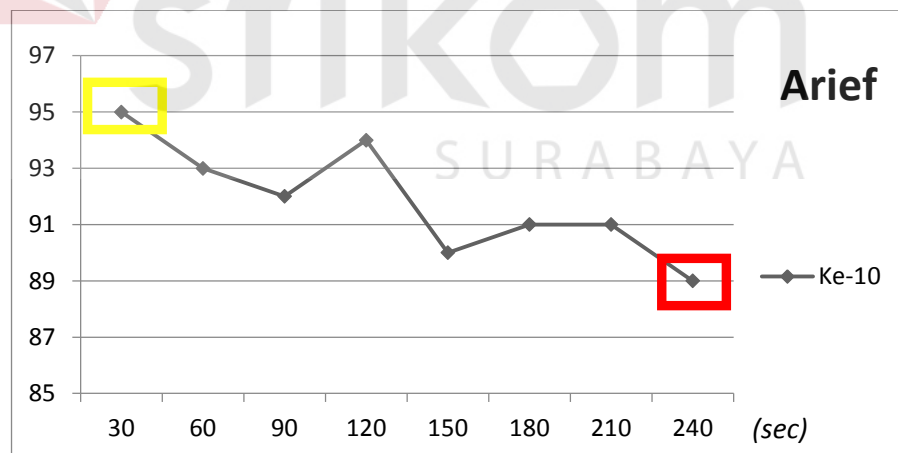
Gambar 4.30 Grafik Arief Ke-8

Dari gambar 4.30 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 94% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 5%.



Gambar 4.31 Grafik Arief Ke-9

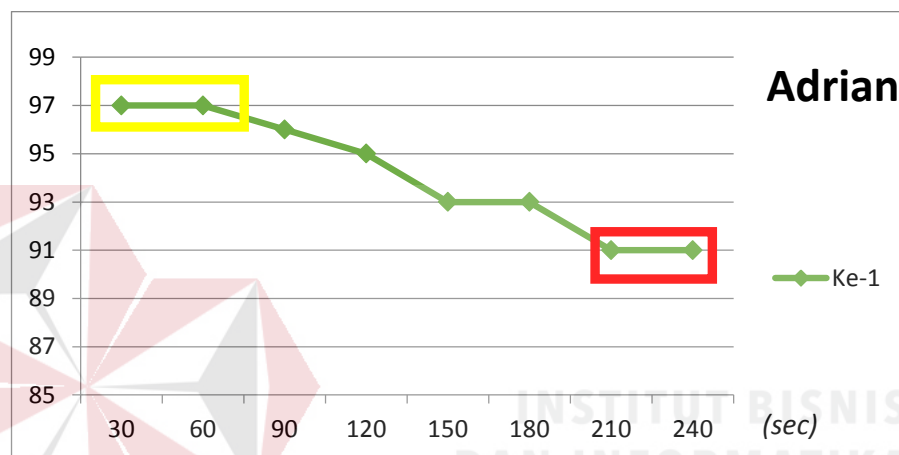
Dari gambar 4.31 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 94% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 5%.



Gambar 4.32 Grafik Arief Ke-10

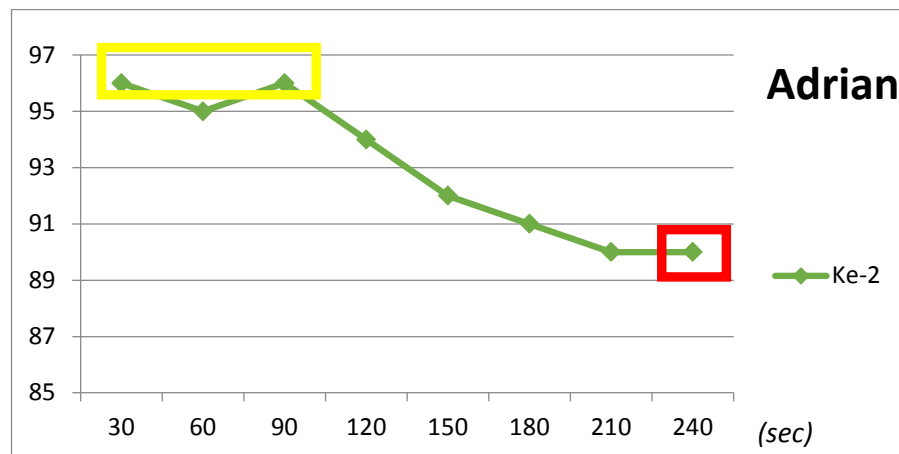
Dari gambar 4.32 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SPO2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.

Grafik Sampel Adrian



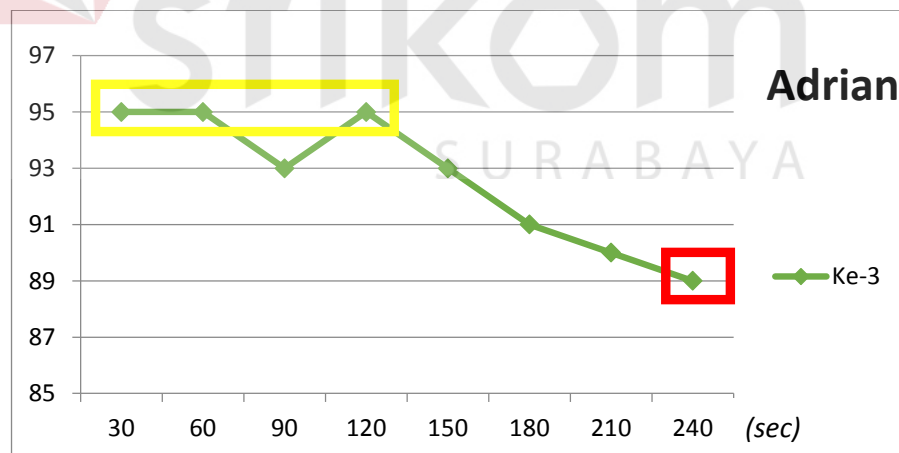
Gambar 4.33 Grafik Adrian Ke-1

Dari gambar 4.33 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi *SpO2* adalah 97% pada kotak kuning dan nilai terendah dari *SpO2* adalah 91% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



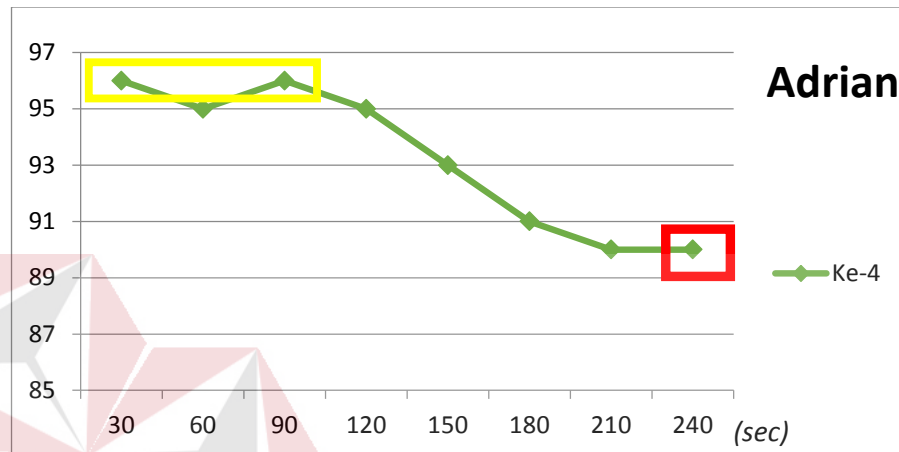
Gambar 4.34 Grafik Adrian Ke-2

Dari gambar 4.34 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



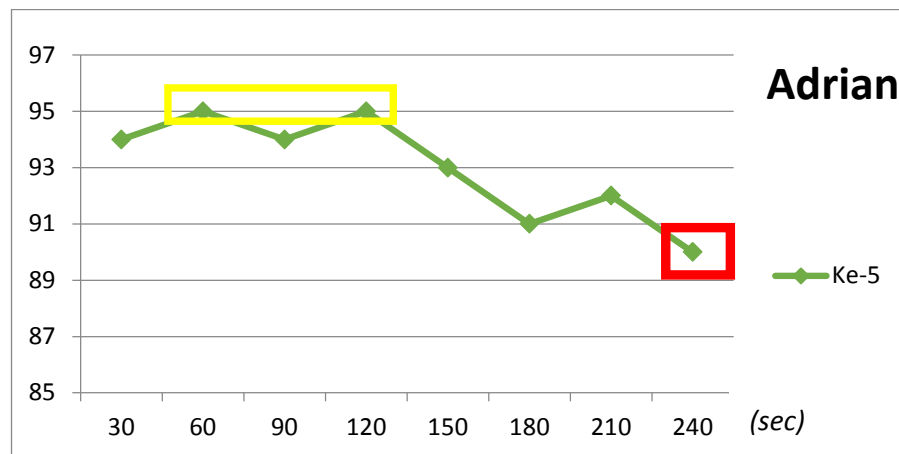
Gambar 4.35 Grafik Adrian Ke-3

Dari gambar 4.35 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



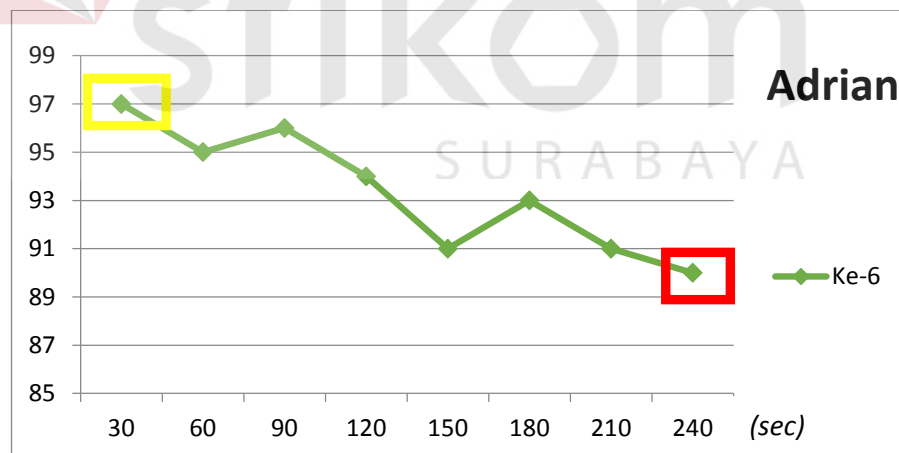
Gambar 4.36 Grafik Adrian Ke-4

Dari gambar 4.36 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



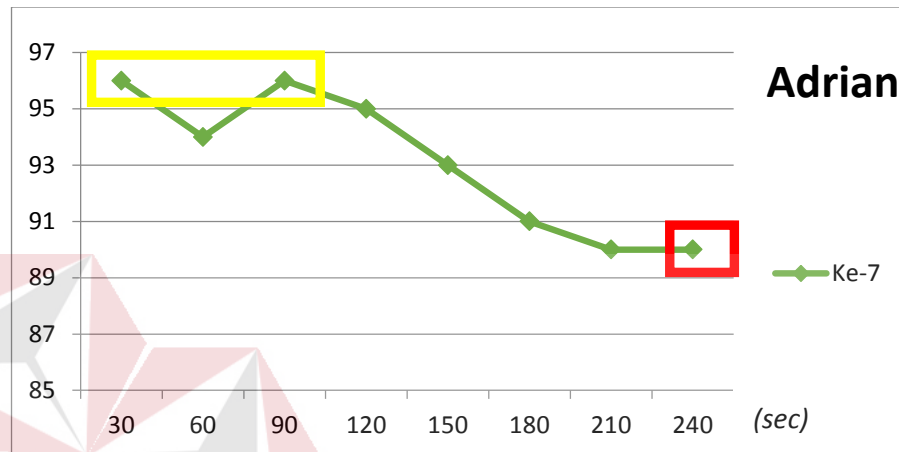
Gambar 4.37 Grafik Adrian Ke-5

Dari gambar 4.37 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



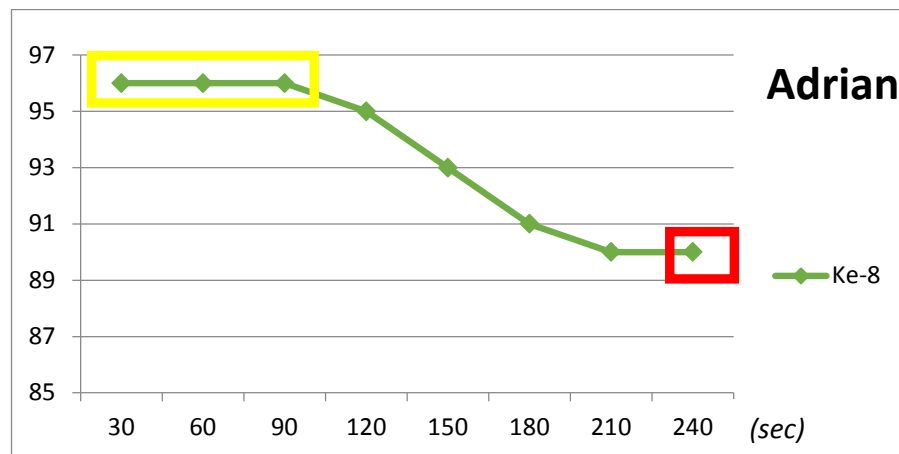
Gambar 4.38 Grafik Adrian Ke-6

Dari gambar 4.38 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 97% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



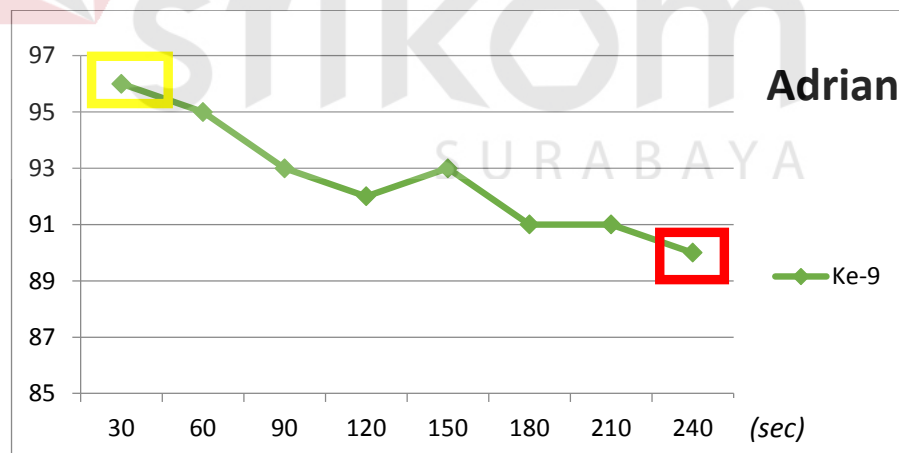
Gambar 4.39 Grafik Adrian Ke-7

Dari gambar 4.39 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



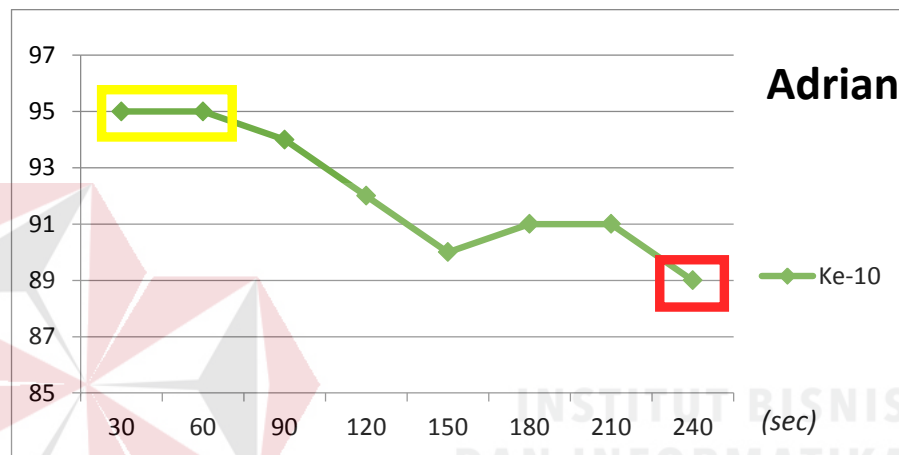
Gambar 4.40 Grafik Adrian Ke-8

Dari gambar 4.40 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



Gambar 4.41 Grafik Adrian Ke-9

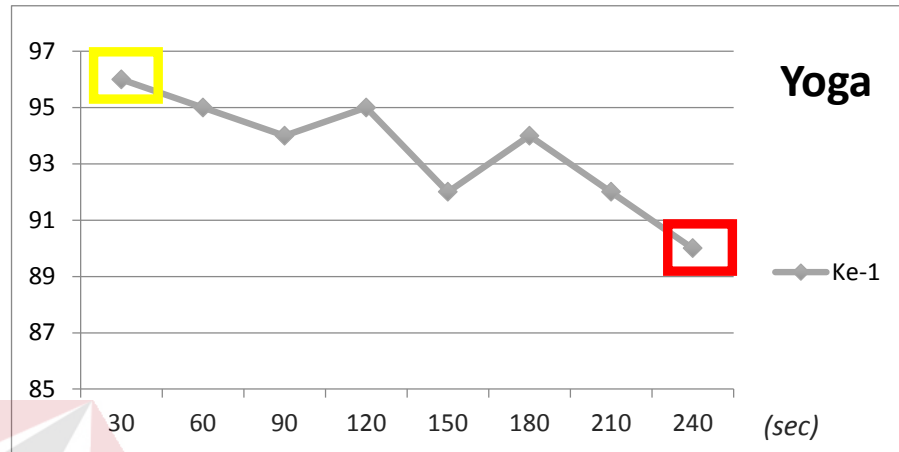
Dari gambar 4.41 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



Gambar 4.42 Grafik Adrian Ke-10

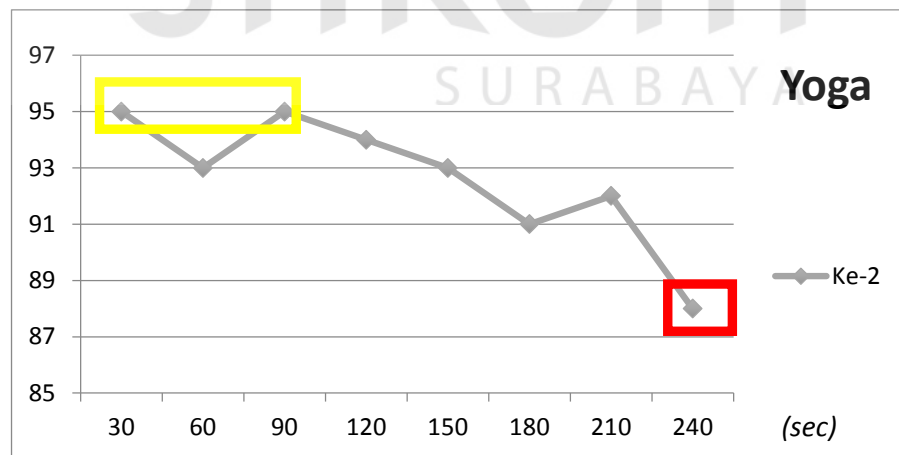
Dari gambar 4.42 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.

Grafik Sampel Yoga



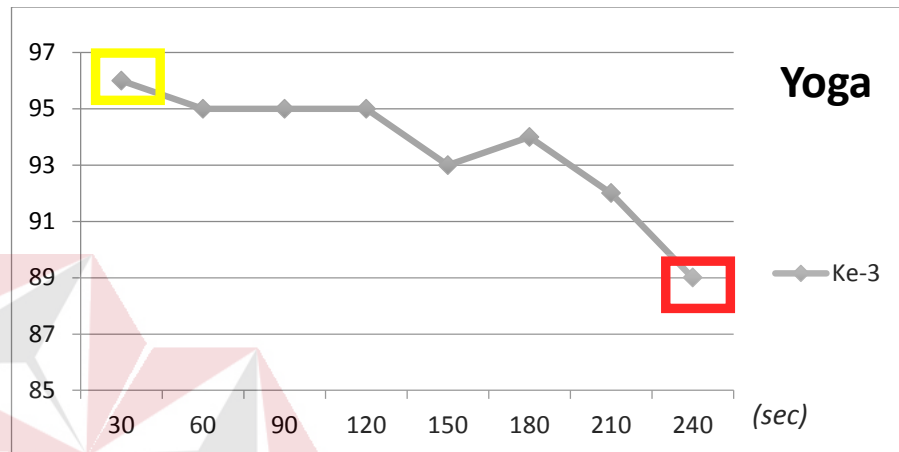
Gambar 4.43 Grafik Yoga Ke-1

Dari gambar 4.43 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



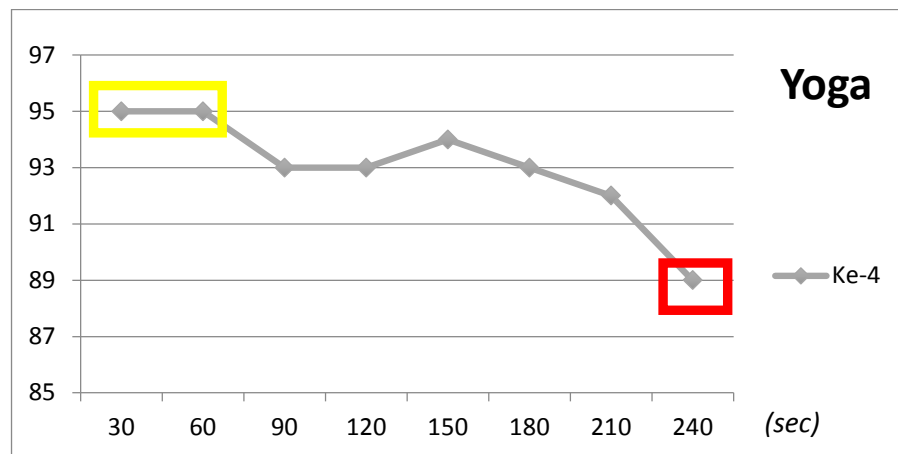
Gambar 4.44 Grafik Yoga Ke-2

Dari gambar 4.44 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 5%.



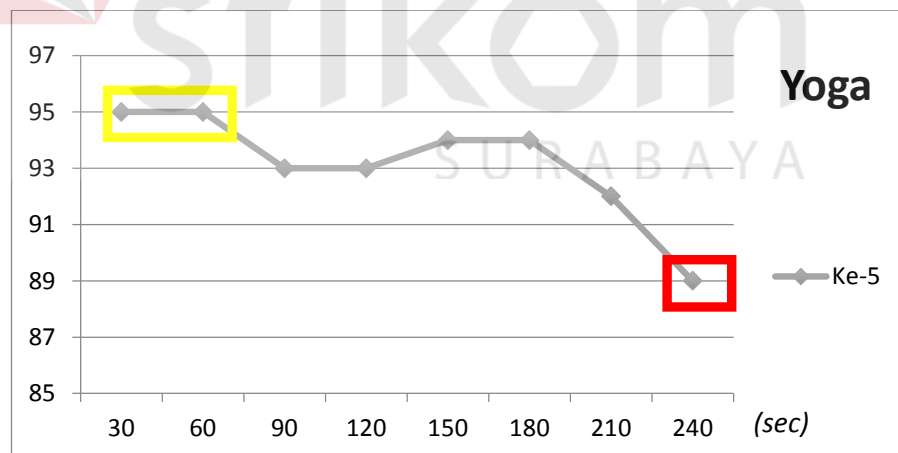
Gambar 4.45 Grafik Yoga Ke-3

Dari gambar 4.45 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



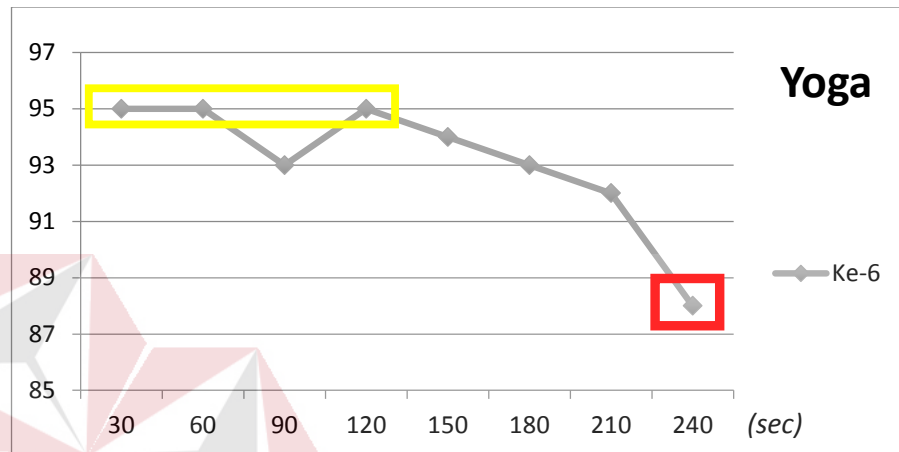
Gambar 4.46 Grafik Yoga Ke-4

Dari gambar 4.46 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



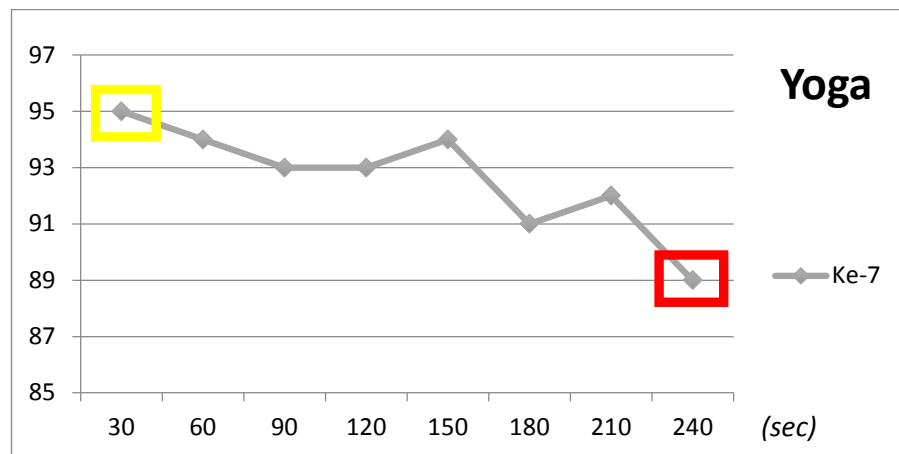
Gambar 4.47 Grafik Yoga Ke-5

Dari gambar 4.47 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



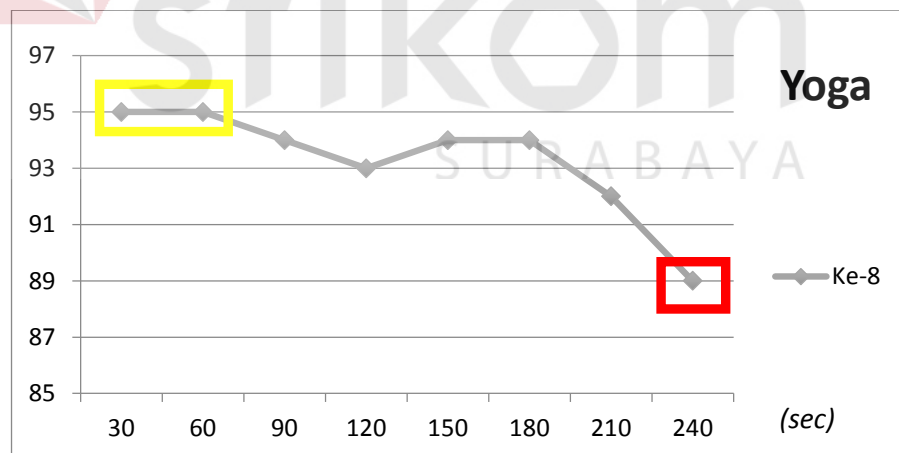
Gambar 4.48 Grafik Yoga Ke-6

Dari gambar 4.48 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 88% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 7%.



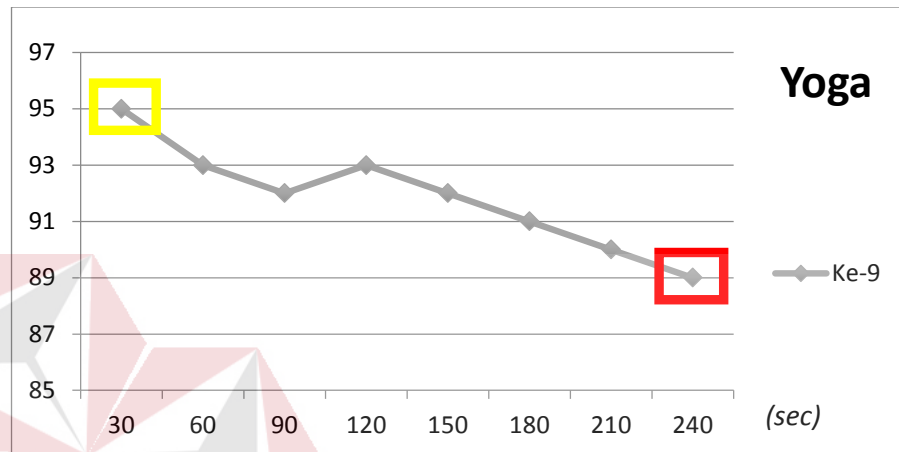
Gambar 4.49 Grafik Yoga Ke-7

Dari gambar 4.40 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



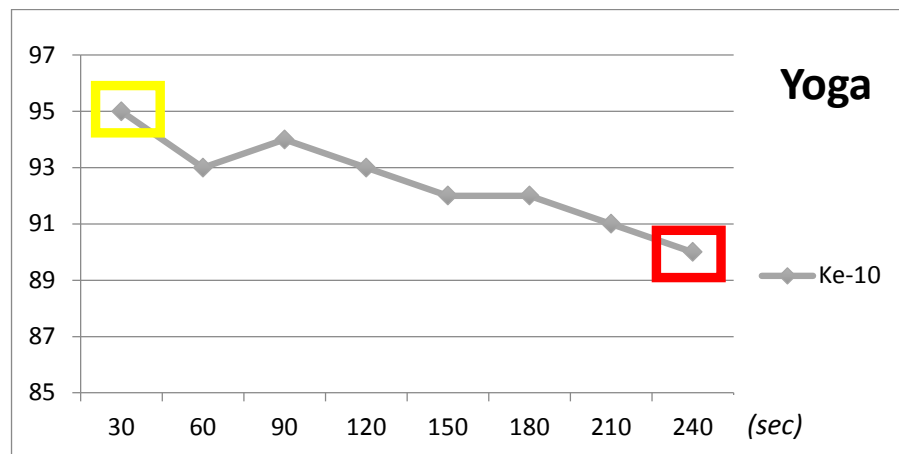
Gambar 4.50 Grafik Yoga Ke-8

Dari gambar 4.50 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 89% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



Gambar 4.51 Grafik Yoga Ke-9

Dari gambar 4.51 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 96% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 6%.



Gambar 4.52 Grafik Yoga ke-10

Dari gambar 4.52 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi SpO_2 adalah 95% pada kotak kuning dan nilai terendah dari SpO_2 adalah 90% pada kotak merah. Kondisi penurunan kadar oksigen mencapai 5%.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan mengukur kadar oksigen dalam tubuh manusia maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dilakukan pengujian untuk 5 orang yang sedang melakukan aktivitas lari-lari ringan selama 5 kali putaran selama 4 menit yang berada pada lapangan futsal. dan dilakukan selama 10 waktu. Rata-rata terjadi penurunan kadar oksigen sebesar 7% pada setiap sampel.
2. Alat pendeteksi kadar oksigen dalam tubuh manusia dapat bekerja cukup baik. Setelah dilakukan penelitian didapatkan perbandingan nilai *error* terbesar adalah 0,02 %.
3. Rangkaian kaskade yang digunakan dapat memisahkan sinyal AC dan sinyal DC didapatkan data dengan akurasi terbaik

5.2 Saran

Dari kesimpulan yang telah dibuat, maka agar alat pendeteksi jatuh dapat berjalan dengan baik, maka hal yang perlu dipertimbangkan adalah:

1. Perlu adanya perhitungan rumus untuk mendapatkan nilai hasil yang lebih maksimal.

2. Pembacaan sensor yang sensitif terhadap gerakan sehingga desain alat harus lebih di perhatikan.
3. Desain alat harus lebih diperhatikan karena ukurannya terlalu besar sehingga perlu diperkecil lagi.



Daftar Pustaka

- Ayada. (2012). *How Equipment Works*. Retrieved 06 2018, 24, from How Equipment Works:
(http://www.howequipmentworks.com/pulse_oximeter/)
- Dasar, E. (n.d.). *LCD (Liquid Crystal Display)*. Retrieved 06 2018, 25, from
(<http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>)
- Echo, D. (n.d.). *Arduino Mega 2560*. Retrieved 06 25, 2018, from
(https://www.academia.edu/14716220/Arduino_Mega2560?auto=download)
- Kabir. (2015). Retrieved 06 25, 2018, from <http://documents.tips/documents/spo2-referat.html>
- Mallo, P. Y. (2012). *Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Hemoglobin dan Oksigen Dalam Darah dengan Sensor Oximeter Secara Non-Invasive*. Manado: UNSRAT.
- Prataomo, T. (2016). *Fingertip Pulse Oxymeter Tampil PC*. Surabaya: Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya.
- Purwaningsih, R. (2005). *Penilaian Teknologi dengan Metode Teknometrik di PT. INDO ACIDATAMA CHEMICAL INDUSTRY SOLO*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Putra, A. A. (2006). *Rancang Bangun Pulse Oximeter Berbasis Mikrokontroler*. Surabaya: PENS.
- Universitas Sumatra Utara. (n.d.). Retrieved 06 24, 2018, from Universitas Sumatra Utara:
<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20481/4/Chapter%20II.pdf>
- Yanuardhi, R. (2015). *Rancang Bangun Pulse Oximetry Digital Berbasis Mikrokontoler Atmega 16*. Bandung : Politeknik Telkom.
- Zahidi, S. (2014). *Analisis SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats)*. Retrieved 06 28, 2018, from
<http://izzaucon.blogspot.co.id/2014/06/analisis-swot-strengths-weaknesses.html>