



TUGAS AKHIR – DP 184838

**DESAIN *MONITORING* PERNAFASAN BERBASIS SERAT
OPTIK DENGAN KONSEP *COMPACT* DAN *PORTABLE***

**ARIANI NUR RIZKIYA SAFITRI
0831144000044**

**DOSEN PEMBIMBING
ELLYA ZULAIKHA,ST,M.SN., PH.D
NIP. 19751014 200312 2 001**

**DEPARTEMEN DESAIN PRODUK INDUSTRI
FAKULTAS ARSITEKTUR DESAIN DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2019**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



TUGAS AKHIR – DP 184838

**DESAIN *MONITORING* PERNAFASAN BERBASIS SERAT
OPTIK DENGAN KONSEP *COMPACT* DAN *PORTABLE***

**ARIANI NUR RIZKIYA SAFITRI
0831144000044**

**DOSEN PEMBIMBING
ELLYA ZULAIKHA,ST,M.SN., PH.D
NIP. 19751014 200312 2 001**

**DEPARTEMEN DESAIN PRODUK INDUSTRI
FAKULTAS ARSITEKTUR DESAIN DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2019**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN MONITORING PERNAFASAN BERBASIS SERAT OPTIK
DENGAN KONSEP *COMPACT* DAN *PORTABLE***

TUGAS AKHIR (DP 184838)

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Desain (S.Ds)

Pada

Program Studi S-1 Departemen Desain Produk
Fakultas Arsitektur, Desain, dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Ariani Nur Rizkiya Safitri

NRP. 08311440000044

Surabaya, 28 Januari 2019

Periode Wisuda 119 (Maret 2019)

Mengetahui,

Kepala Departemen Desain Produk



Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D.

NIP. 19751014 200312 2001

Disetujui,

Dosen Pembimbing

Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D.

NIP. 19751014 200312 2001

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya mahasiswa Bidang Studi Desain Produk Industri, Department Desain Produk Industri, Fakultas Arsitektur Desain dan Perancangan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya,

Nama Mahasiswa : Ariani Nur Rizkiya Safitri

NRP : 08311440000044

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Laporan Tugas Akhir yang saya buat dengan judul **"Desain Monitoring Pernafasan Berbasis Serat Optik Dengan Konsep Compact Dan Portable"** adalah :

- 1) Orisinil dan bukan merupakan duplikasi karya tulis maupun karya gambar atau sketsa yang pernah dibuat atau dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan atau tugas- tugas kuliah lain baik dilingkungan ITS, Universitas lain ataupun lembaga- lembaga lain, kecuali pada bagian sumber- sumber informasi yang dicantumkan sebagai kutipan atau referensi atau acuan dengan cara yang smestinya.
- 2) Laporan yang berisi karya tulis dan karya gambar atau sketsa yang dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan data hasil pelaksanaan riset.

Demikian pernyataan ini saya buat dan jika terbukti tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan di atas, maka saya bersedia laporan tugas akhir ini dibatalkan.

Surabaya, 28 Januari 2019

Yang membuat


Ariani Nur Rizkiya Safitri

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan pertolongan-Nya lah saya dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir saya dengan judul ”Desain *Monitoring* Pernafasan Berbasis Serat Optik Dengan Konsep *Compact* dan *Portable*” dengan lancar dan penuh pertolongan-Nya.

Tugas Akhir ini saya susun berdasarkan riset yang saya lakukan secara nyata dan berkala serta didukung berbagai sumber yang dapat dipertanggung jawabkan. Namun saya sangat menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih harus disempurnakan kembali, oleh karena itu saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi memperbaiki Tugas Akhir ini.

Terselesainya tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan doa dari berbagai pihak yang sangat membantu saya. Pada kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak M. Arifin dan Almh. Ibu Musahara, dan adik saya Syabania Ridha Arfianda atas segala doa, kasih sayang, dan dukungan yang telah diberikan.
2. Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D., selaku ketua Departemen Desain Produk Industri FADP ITS dan dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan dan dukungan.
3. Arie Kurniawan, ST., M.Ds dan Dr. Tri Hediando, SpTHTKL selaku dosen Penguji yang telah memberikan saran, melakukan review pada penelitian serta membimbing dalam proses revisi.
4. Sahabat – sahabat seperjuangan (Desi, Ega, Latifa, One, dan Ulin) untuk semua keceriaan, persahabatan, kebersamaan dan semua pelajaran hidup.
5. Adam Maulana yang telah memberi motivasi, menjadi tempat untuk berbagi cerita dan keluh kesah, serta yang sangat suportif mendukung penulis menjadi pribadi yang lebih baik hingga dapat menyelesaikan purwarupa ini.
6. Keluarga Besar S1 Desain Produk Industri angkatan 2014 untuk semua kebersamaan dan dukungan.

7. Teman seperjuangan Ruang TA despro yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu yang saling mendukung dan membuat proses TA menjadi lebih menyenangkan.
8. Departemen Teknik Fisika terutama Bapak Agus M. Hatta, ST., MSi., PhD. Dan mbak rinda yang telah menjadi mitra dalam purwarupa ini.
9. Seluruh dosen yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama belajar di Despro , semoga Allah membalas kebaikan beliau dengan kebaikan-Nya.
10. Dan semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu, Atas kerjasama dan dukngan yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata semoga laporan ini bermanfaat bagi berbagai pihak, khususnya bagi dunia pendidikan desain produk industri.

Surabaya, 28 Januari 2019

Yang membuat pernyataan,

(Ariani Nur Rizkiya Safitri)

Desain *Monitoring Pernafasan Berbasis Serat Optik Dengan Konsep Compact dan Portable*

Nama : Ariani Nur Rizkiya Safitri
NRP : 08311440000044
Departmen : Desain Produk Industri FADP- ITS
Pembimbing : Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D.

ABSTRAK

Dalam upaya pencegahan prevalensi angka morbiditas dan mortalitas penyakit pernafasan yang tinggi, dibutuhkan alat yang mampu melakukan deteksi dini pada penafasan secara berkala. Pada sarana pelayanan kesehatan tingkat 1, jumlah, kapasitas, dan kemampuan alat masih terbatas, sehingga muncul peluang dan kebutuhan untuk mendesain spirometer berbasis serat optik yang lebih ringkas, ekonomis, dan mudah dalam segi pengoperasian maupun saat dibawa. Spirometer ini dapat digunakan sebagai perbekalan kesehatan rumah tangga (PKRT), maupun bagi puskesmas perawatan dan non perawatan, puskesmas keliling, pengecekan kesehatan di wilayah pedalaman, dan praktek dokter perorangan. Pengembangan dilakukan dengan melakukan *shadowing* dan observasi, *Reverse Engineering*, serta *Usability Test* pada pengguna, baik tenaga medis maupun pasien. Hasil yang didapatkan menjadi bahan pertimbangan terhadap desain dan bentuk spirometer, dengan mengangkat konsep *portable* dan *compact*.

Kata Kunci : Penyakit Pernafasan, Alat Deteksi Pernafasan, Spirometer, Serat Optik

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Respiratory Monitoring Design Based on Optical Fiber With Compact and Portable Concept

Nama : Ariani Nur Rizkiya Safitri
NRP : 08311440000044
Departmen : Desain Produk Industri FADP- ITS
Pembimbing : Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D.

ABSTRACT

To preventing the prevalence of high rates of morbidity and mortality of respiratory diseases, what we need are tools that capable to detect early and therapy on the breathing periodically. At health facility level 1, the number, capacity, and ability of equipment is still limited, so the opportunity and the needed to design a handheld spirometer based on fiber optic in more compact and economical way appears. Spirometer can be used as household health supplies (PKRT), as well as for health care and non-nursing clinics, mobile health centers, health checks in rural areas, and individual medical practice. The development done by implementing shadowing and observation, reverse engineering, and usability test users on both medical workers and patients. The results become the consideration to design forming with the concept of portable and compact.

Keyword : *Respiratory Disease, Detection Tool, Spirometer, Fiber Optic*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	ix
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
Daftar Singkatan Dan Istilah Yang Digunakan	xxiii
BAB 1.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB 2.....	5
2.1 Sistem Pernafasan	5
2.1.1 Tingkat pernapasan normal	5
2.1.2 Pentingnya tingkat pernapasan yang normal	5
2.2 Anatomi dan Fisiologi Pernafasan Manusia	6
2.3 Volume dan Kapasitas Paru-paru.....	7
2.4 Penyakit Pernafasan	9
2.5 Jenis Alat Pemeriksaan Fungsi Pernafasan	10
2.6 Macam-macam Masker Oksigen	11
2.7 Serat Optik	14
2.8 User Interface Desain	18
2.9 Senapas	21
2.10 Desain Eksisting Spirometer.....	27
2.11 Referensi Desain Spirometer	27
BAB 3.....	29
3.1 Skema Penelitian	29
3.2 Metode Pengumpulan Data	31

3.3	Hasil Diskusi dan Interview dengan Tenaga Medis / Tenaga Ahli	32
BAB 4.....		35
4.1	Studi Target Konsumen Pasar dan Persona	35
4.2	Analisa Ketersediaan Spirometer	38
4.3	Analisa Pasar dan Perbandingan Fitur Produk.....	40
4.3.1	Analisa MSCA.....	40
4.3.2	Segmentasi Produk.....	41
4.3.3	Positioning Produk.....	41
4.4	Reverse Engineering dan Analisa Komponen Penyusun Produk	42
4.4.1	Spirometer dengan Masker Oksigen.....	42
4.4.2	Spirometer dengan Mouthpiece	44
4.5	Analisa Perangkat Saluran Pernafasan	46
4.5.1	Mouthpiece	46
4.5.2	Masker Oksigen	46
4.5.3	Masker Jackson Rees	47
4.6	Studi Aktivitas dan Alur Pengoperasian Spirometer.....	48
4.6.1	Standard Operasional Spirometer Rumah Sakit Universitas Airlangga	48
4.6.2	Alur Pengoperasian Spirometer Departemen Teknik Fisika	50
4.3		50
4.7	Affinity Diagram	52
4.8	Fish Bone Diagram.....	53
4.9	Square Idea Board	54
4.10	Mood Board	55
4.11	Studi Ergonomi dan Anthropometri	56
4.12	Analisa Sistem Konfigurasi Komponen	60
4.13	Analisa Bentuk dan Interface	61
4.14	Studi Material dan Warna	62
4.15	Desain Requirement and Objective (DR&O)	63
4.16	Analisa Produksi	64
BAB 5.....		65
5.1	Studi Konsep	65
4.1.1	Standarisasi.....	65
4.1.2	Objective Tree	65

4.1.3	User Interaction.....	66
5.2	Studi Bentuk dan Proses Ideasi	66
5.3	Alternatif Desain	68
5.3.1	Box Prosesor.....	68
5.3.2	Masker Oksigen	69
5.3.3	Mouthpiece	69
5.4	Final Desain Spirometer dengan Masker	70
5.5	Final Desain Spirometer dengan Mouthpiece	72
BAB 6		75
6.1	Kesimpulan	75
6.2	Saran	75
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN		79
BIODATA PENULIS		87

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Grafik Distribusi Penyebab Kematian menurut kelompok penyakit di Indonesia tahun 1995-2007.....	1
Gambar 2 Grafik Tingkat kefatalan (CFR) PTM Prioritas Pada Pasien Rumah Sakit Tahun 2009-2010.....	2
Gambar 3 Grafik Volume dan Kapasitas Paru-paru.....	9
Gambar 4 Nasal Cannula.....	11
Gambar 5 Maker Oksigen Sederhana.....	12
Gambar 6 Masker Rebreathing	13
Gambar 7 Masker Re-breathing.....	13
Gambar 8 Flow Meter dan Humidifier	14
Gambar 9 Struktur Serat Optik	14
Gambar 10 Bending	15
Gambar 11 Lintasan Cahaya dalam Serat.....	16
Gambar 12 Proses Melakukan UI	18
Gambar 13 Konfigurasi sensor pernafasan berbasis serat optik plastik yang diletakkan di hidung atau masker oksigen	21
Gambar 14 Sistem Monitoring Pernafasan.....	22
Gambar 15 Perbandingan Hasil Monitoring Pernafasan Pada Sensor Dengan Perlakuan Pengupasan dan Tanpa Pengupasan.....	22
Gambar 16 Tampilan Perangkat Lunak Sistem Monitoring.....	23
Gambar 17 Setup Sistem Monitoring Pernafasan	23
Gambar 18 Skema Metode Monitoring Pernafasan Berbasis Serat Optik Berstruktur SMS	24
Gambar 19 Skema Serat Optik Berstruktur SMS sebagai Sensor Pernafasan	25
Gambar 20 Hasil Monitor Berbagai Pola Pernafasan.....	25
Gambar 21 Skema Penelitian.....	29
Gambar 22 Persona Petugas Kesehatan	37
Gambar 23 Persona penderita PPOK / User Lansia	37
Gambar 24 Sarana Kesehatan dan Laboratorium Tahun 2013	38
Gambar 25 Spirometer Eksisting RS Semen Tuban	39
Gambar 26 Spirometer Eksisting RSUA.....	39
Gambar 27 UID pada spirometer eksisting RSUA	40
Gambar 28 Positioning Produk.....	41
Gambar 29 Mouthpiece pada spirometer.....	46
Gambar 30 Masker Jackson Rees	47
Gambar 31 Alur Operasional Spirometer Berdasarkan Aktifitas.....	50
Gambar 32 Affinity Diagram.....	52
Gambar 33 Fish Bone Diagram	53
Gambar 34 Square Idea Board.....	54
Gambar 35 Mood Board.....	55
Gambar 36 Ergonomi Duduk Tegak	56
Gambar 37 Ergonomi Kursi pengguna umum	57
Gambar 38 Ergonomi area pemeriksaan	57
Gambar 39 Pola Pergerakan Tangan	58
Gambar 40 Jangkauan Tangan.....	58
Gambar 41 Dimensi Kepala Pria	59

Gambar 42 Arah Pergerakan Kepala	59
Gambar 43 Alternatif Konfigurasi Rangkaian	61
Gambar 44 Analisa User dengan bentuk dan Interface	61
Gambar 45 User Interface pada tombol	62
Gambar 46 Analisa Material (Kayu, Plastik, Silver)	63
Gambar 47 Variasi Warna	63
Gambar 48 Syarat Alat Kesehatan	65
Gambar 49 Objective Tree	65
Gambar 50 User Interaction	66
Gambar 51 Proses Ideasi Inhaler dan Canister	67
Gambar 52 Proses Ideasi Masker Oksigen	67
Gambar 53 Studi Bentuk Masker	67
Gambar 54 Assembly box prosesor	68
Gambar 55 Alternative box prosesor	68
Gambar 56 Alternative masker 1	69
Gambar 57 Alternative masker 2	69
Gambar 58 Gambar tampak alternatif mouthpiece	69
Gambar 59 Gambar perspektif alternative mouthpiece	70
Gambar 60 Set perangkat spirometer dengan masker	70
Gambar 61 Gambar Assmbly Box Prosesor	71
Gambar 62 Material Penyusun Final Desain	71
Gambar 63 Set Komponen Spirometer Mouthpiece	72
Gambar 64 Gambar Pespektif	73
Gambar 65 Varian Lining Part	73
Gambar 66 Varian Warna	74
Gambar 67 Packaging Spirometer dengan mouthpiece	74

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Karakteristik UI	18
Tabel 2 Desain Eksisting Spirometer	27
Tabel 3 Referensi Desain	28
Tabel 4 Deep Interview Peneliti	31
Tabel 5 Deep Interview Laboratorium	31
Tabel 6 Target Konsumen	35
Tabel 7 Target User	35
Tabel 8 Analisa MSCA	40
Tabel 9 Reverse Engineering Spirometer	42
Tabel 10 Reverse Engineering spirometer mouthpiece	44
Tabel 11 Prosedural Menggunakan Masker Oksigen	46
Tabel 12 Mekanisme Spirometer RSUA	48
Tabel 13 Ukuran Percentile Ergonomi Duduk Tegak	56
Tabel 14 Ergonomi Area Pemeriksaan	57
Tabel 15 Jangkauan Tangan	58
Tabel 16 Dimensi Kepala Pria	59
Tabel 17 Tabel Spesifikasi Produk	75

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Daftar Singkatan Dan Istilah Yang Digunakan

WHO	World Health Organization
PTM	Penyakit Tidak Menular
PKRT	Perbekalan Kesehatan Rumah Tangga
APD	Alat Pelindung Diri
ISPA	Infeksi Saluran Pernafasan Akut
PPOK	Penyakit Paru Obstruktif Kronis
FPK	Fasilitas Pelayanan Kesehatan
PK	Petugas Kesehatan
PFR	Peak Flow Rate
TV	Tidal Volume
IRV	Inspiratory Reserve Volume
ERV	Expiratory Reserve Volume
RV	Residual Volume
VC	Vital Capacity
FVC	Forced Vital Capacity
SVC	Slow Vital Capacity
MVV	Maximum Voluntary Ventilation
FEV	Forced Expired Volume
IC	Inspiratory Capacity
FRC	Fungsional Residu Capacity
TLC	Total Lung Capacity

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

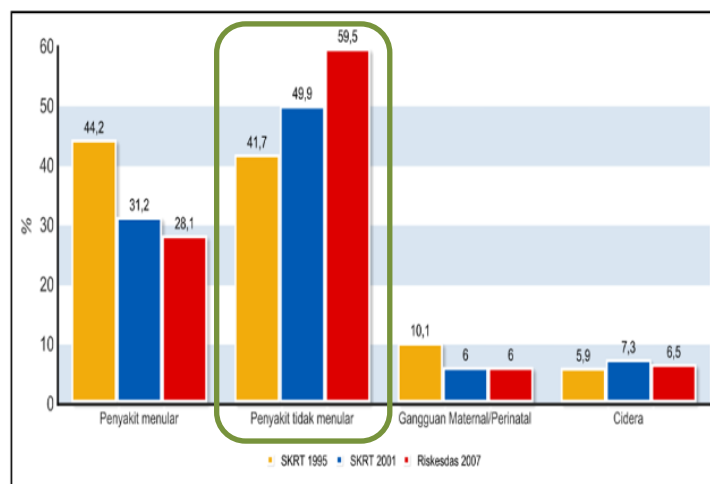
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit tidak menular (PTM) merupakan penyakit yang bukan disebabkan oleh kuman atau virus dan tidak dapat ditularkan kepada orang lain. Penyakit ini menjadi penyebab utama kematian secara global. Menurut WHO, kematian akibat PTM diperkirakan akan terus meningkat di seluruh dunia dan pada tahun 2030 diprediksi akan ada 52 juta jiwa kematian per tahun karena penyakit tersebut. Sementara kematian akibat penyakit menular seperti malaria, TBC atau penyakit infeksi lainnya akan menurun, dari 18 juta jiwa menjadi 16,5 juta jiwa (Pusat Data dan Kementerian RI, 2009)

Data WHO juga menunjukkan bahwa peningkatan terbesar akan terjadi di negara-negara dengan tingkat ekonomi rendah dan menengah. Dari 57 juta kematian yang terjadi di dunia pada tahun 2008, sebanyak 36 juta atau lebih dari dua pertiga (70%) populasi global akan meninggal akibat PTM seperti kardiovaskular, stroke, penyakit paru obstruktif kronis dan kanker.

Indonesia merupakan salah satu dari negara yang mengalami peningkatan angka kematian yang drastis akibat PTM. Menurut hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2007 dan Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) tahun 1995 dan 2001, tampak bahwa dalam kurun waktu 12 tahun (1995-2007) transisi epidemiologi yang signifikan terjadi, dan persentase kematian akibat PTM meningkat dari 41,7% menjadi 59,5%.

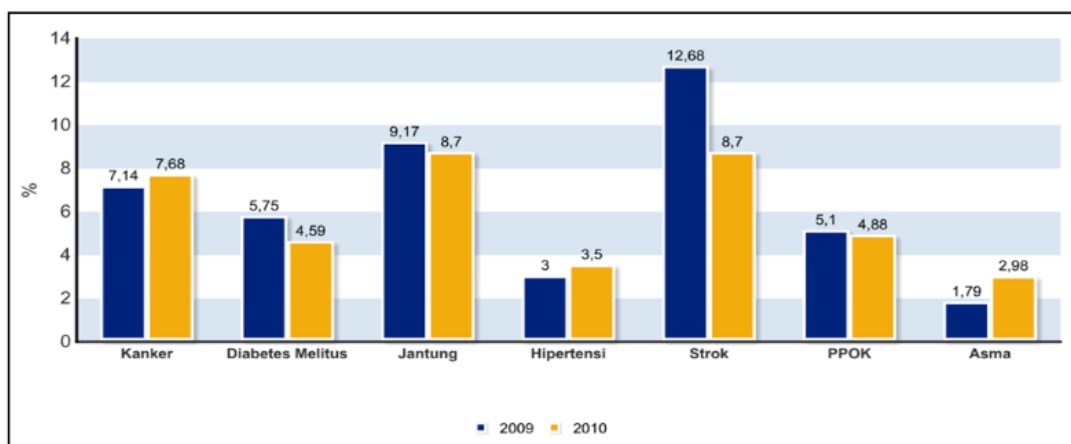


Gambar 1 Grafik Distribusi Penyebab Kematian menurut kelompok penyakit di Indonesia tahun 1995-2007

(Riskesdas, 2007)

Salah satu jenis PTM yang memiliki tingkat kefatalan dan menyebabkan kematian berdasarkan *Case Fatality Rate* (CFR) Direktorat Pengendalian Penyakit Tidak menular tahun 2009-2010 adalah Beberapa penyakit pernafasan seperti asma, emfisema, pneumonia, dan juga ISPA.

Penyakit ini mengalami peningkatan dari tahun 2009 hingga 2010 sebanyak 1.2%. Sedangkan penyakit lain seperti Strok, Jantung, Diabetes Melitus persentasenya relatif menurun. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Matondang, derajat penyakit asma di daerah rural (4,3%) cenderung lebih rendah daripada di daerah urban (6,5%) dan yang tertinggi adalah di kota besar seperti Jakarta (16,4%).



Gambar 2 Grafik Tingkat kefatalan (CFR) PTM Prioritas Pada Pasien Rumah Sakit Tahun 2009-2010
(Sistem Informasi Rumah Sakit, 2010)

Prevalensi angka morbiditas dan mortalitas akibat penyakit pernafasan yang tinggi ini tidak diimbangi dengan pengetahuan dan kewaspadaan masyarakat, sehingga yang terjadi adalah munculnya pola pikir dan asumsi bahwa gejala seperti batuk, mengi, maupun sesak nafas hanya penyakit ringan saja. Padahal, apabila gejala ini dibiarkan terus-menerus, efek yang ditimbulkan berlangsung dalam waktu yang cukup lama dan dapat menyebabkan komplikasi serta kematian.

Untuk mencegah efek samping berkelanjutan dari penyakit pernafasan, diperlukan pendeteksian dini dan penanganan secara berkala. Kegiatan ini mendapat dukungan penuh dari Direktorat Pengendalian Penyakit Tidak Menular dan P2PL Kementerian Kesehatan RI. Pemerintah juga mengeluarkan beberapa kebijakan terkait pemerataan dan kualitas peralatan deteksi pernafasan di beberapa fasilitas kesehatan di Indonesia (Ekowati, 2011)

Namun pada praktiknya, alat deteksi pernafasan yang ada di sarana pelayanan kesehatan masih sangat konvensional. Dimensinya yang cukup besar, bobot yang cukup berat dan statis membuat perangkat ini sulit untuk dipindahkan dan dibawa untuk

keperluan pemeriksaan. Proses diagnosa yang dilakukan pun membutuhkan biaya yang mahal.

Berangkat dari latar belakang ini, ide untuk mengembangkan material serat optik sebagai alat deteksi pernafasan yang *portable* sedang dilakukan. Terutama pada proses interaksi alat tersebut dengan *user*, sehingga mudah dioperasikan oleh tenaga medis maupun non medis sebagai PKRT. (Hatta, 2017)

Penulis juga melihat peluang untuk mendesain sebuah alat deteksi pernafasan yang *compact*, *portable* dan lebih ekonomis bagi puskesmas perawatan dan non perawatan, puskesmas keliling, pengecekan kesehatan di wilayah pedalaman, maupun praktek dokter perorangan. Produk yang dikembangkan berupa dua series spirometer, yakni spirometer dengan mouthpiece (produk eksisting) dan spirometer dengan masker oksigen (sedang dikembangkan oleh departemen tehnik fisika ITS).

1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah permasalahan yang perlu diselesaikan untuk menghasilkan alat deteksi pernafasan yang *portable* dan *compact*

1. Penggunaan perangkat spirometer sebagai alat deteksi pernafasan memiliki tingkat kesulitan yang tinggi pada pengoperasian alat dan pembacaan data hanya dapat dilakukan oleh dokter spesialis.
2. Dimensi perangkat deteksi pernafasan cenderung besar, memiliki bobot yang berat, serta statis.
3. Material serat optik yang digunakan pada sistem perangkat sangat sensitif dan mudah patah
4. Hasil data pada perangkat spirometer yang sedang dikembangkan dapat dibaca dan dianalisis oleh tenaga medis maupun non medis, namun tingkat keakuratan masih rendah, data yang ditampilkan juga kurang tersusun dengan baik pada layar.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah untuk menyelesaikan masalah yang telah dijabarkan sebagai berikut :

1. Dimensi dan bentuk produk spirometer disesuaikan dengan sistem konfigurasi sensornya.
2. Produk yang dihasilkan berupa dua series, yakni menggunakan alat penghubung pernafasan masker oksigen dan mouthpiece dengan menggunakan sensor serat optik, dan tampilan UI pada aplikasi smart phone.

3. Perangkat lunak/aplikasi untuk melakukan pengujian/monitoring menggunakan software yang telah tersedia.
4. Menggunakan serat optik dengan sistem singlemode-multimode-singlemode (SMS).
5. Segmentasi konsumen adalah menengah.
6. Produk digunakan oleh penderita PPOK pada khususnya dan untuk keperluan *screening* pada umumnya.

1.4 Tujuan

1. Menghasilkan desain alat deteksi pernafasan yang memberikan kemudahan operasional oleh tenaga medis maupun non medis dan *delivery* data.
2. Merancang alat pernafasan yang berdimensi kecil, *compact*, dan ringan.
3. Mengolah dan mengatur material serat optik pada sistem perangkat sehingga tidak mudah patah.
4. Menghasilkan desain alat yang memiliki tingkat keakuratan tinggi, namun dikonversikan dalam visual yang lebih sederhana dan *understandable*.

1.5 Manfaat

1. Bagi Lembaga Kesehatan :
 - Meningkatkan produksi alat kesehatan dalam negeri.
 - Sebagai solusi dalam pengadaan alat kesehatan dengan harga yang jauh lebih murah dan terstandarisasi.
2. Bagi Dokter/Perawat :
 - Memajukan pelayanan medis dengan alat kesehatan dalam negeri yang berkualitas baik dan harga ekonomis.
 - Sebagai alat yang *compact* dan ekonomis untuk praktek dokter rumah, dokter keluarga, maupun tenaga medis keliling.
 - Membantu memudahkan rekam medis dan penanganan pasien di daerah pedalaman.
 - Memudahkan tenaga medis untuk membawa perangkat saat melakukan puskesmas keliling.
3. Bagi Masyarakat :
 - Menjangkau masyarakat Indonesia di daerah pedalaman untuk dapat memeriksakan kesehatan paru-paru dan penyakit pernafasan lainnya.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pernafasan

Dikutip dari jurnal Unang, 2015, fungsi dari sistem pernapasan merupakan hal yang sangat penting dalam fungsi dasar tubuh manusia. Proses ini seperti yang kita semua tahu disebut respirasi. Walaupun tampaknya sangat sederhana, proses ini dapat mencerminkan keadaan tubuh manusia. Tingkat pernapasan adalah salah satu parameter dari proses yang dapat mengungkapkan banyak fakta tentang keseluruhan kerja tubuh.

Tingkat pernapasan, didefinisikan sebagai jumlah nafas (dari mulai menghirup sampai menghembuskan nafas) dari makhluk hidup yang membutuhkan satuan waktu, biasanya dalam satu menit. Hal ini dihitung dari menghitung berapa kali dada seseorang mengembang dan berkontraksi dalam satu menit. Untuk satuan kecepatan pernapasan ini sendiri adalah nafas per menit. Angka kecepatan ini dapat berkisar mulai dari yang terendah yaitu 12 nafas per menit saat orang dewasa beristirahat dan tidur sampai yang tertinggi yaitu 75 nafas per menit saat dimana seorang atlet melakukan pekerjaan yang sangat berat seperti berlari dengan kecepatan tinggi contohnya.

2.1.1 Tingkat pernapasan normal

Tingkat pernapasan normal dapat didefinisikan sebagai kecepatan pernapasan seseorang saat beristirahat. Angka ini bervariasi dengan banyak faktor yaitu usia, jenis kelamin, atau kondisi medis seperti asma, kejang, bronkitis, kelahiran, prematur, penyakit asam refluks, dll. Angka tingkat pernafasan ini memiliki kecenderungan menurun menurut usia.

Berikut tingkat pernafasan menurut rentang usia :

- Bayi baru lahir : 44 nafas per menit (antara 30 - 60 napas per menit)
- Bayi (sampai 6 bulan) : 20-40 nafas per menit
- Anak prasekolah : 20-30 nafas per menit
- Anak-anak : 16-25 nafas per menit
- Dewasa : 12-20 nafas per menit

2.1.2 Pentingnya tingkat pernapasan yang normal

Mengetahui tingkat pernapasan normal sangat penting manfaatnya. Jika kita mengetahui jika kecepatan nya terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menjadi indikasi dari berbagai masalah kesehatan. Kondisi dengan tingkat kecepatan pernapasan tinggi dikenal sebagai tachypnea dan jika kecepatannya lebih rendah dari normal biasanya ini dikenal sebagai bradypnea.

Tachypnea: Kondisi dimana tingkat pernapasan lebih cepat dari biasanya dapat dikaitkan dengan penyakit seperti flu atau pilek pada anak-anak. Pada orang dewasa, penyebab takipnea biasanya termasuk asma, infeksi paru-paru seperti pneumonia, Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK), atau emboli paru.

Bradypnea: Ini penurunan kecepatan pada tingkat pernapasan normal dianggap sebagai sebab dari gejala gangguan metabolisme atau beberapa jenis tumor. Bradypnea juga dapat terjadi saat seseorang sedang tidur dan dapat disebabkan dari penggunaan narkotika, minuman beralkohol, benzodiazepin atau bahkan morfin.

2.2 Anatomi dan Fisiologi Pernafasan Manusia

Menurut Syaifudin, 1997, Pernafasan (respirasi) adalah peristiwa menghirup udara dari luar yang mengandung oksigen kedalam tubuh serta menghembuskan udara yang banyak mengandung CO₂ sebagai sisa dari oksidasi keluar dari tubuh. Sistem pernapasan secara umum terbagi atas:

- Bagian konduksi, yang terdiri atas : Rongga hidung, nasofaring, laring, trakea, Bronkus, dan bronkiolus.
- Bagian respirasi, yang terdiri dari alveoli, dan struktur yang berhubungan. Pertukaran gas antara udara dan darah terjadi dalam alveoli

1. Rongga hidung

Hidung merupakan saluran pernapasan udara yang pertama, mempunyai 2 (dua) lubang (*kavum nasi*), dipisahkan oleh sekat hidung (*septum nasi*). Rongga hidung ini dilapisi oleh selaput lendir yang sangat kaya akan pembuluh darah dan bersambung dengan lapisan faring dan dengan semua selaput lendir semua sinus yang mempunyai lubang masuk ke dalam rongga hidung. Fungsi hidung terdiri dari:

- Bekerja sebagai saluran udara pernapasan
- Sebagai penyaring udara pernapasan yang dilakukan oleh bulu-bulu hidung
- Dapat menghangatkan udara pernapasan oleh mukosa

2. Faring atau tekak

Faring atau tekak merupakan tempat persimpangan antara jalan pernapasan dan jalan makanan (Syaifuddin, 1997:102). Faring atau tekak terdapat di bawah dasar tengkorak, di belakang rongga hidung dan mulut sebelah depan ruas tulang leher.

Hubungan faring dengan organ-organ lain: faring ke atas berhubungan dengan rongga hidung, dengan perantara lubang yang bernama koana.

3. Laring

Laring merupakan saluran udara dan bertindak sebagai pembentukan suara yang terletak di depan bagian faring sampai ketinggian vertebra servikalis dan masuk ke

dalam trakea dibawahnya. Pangkal tenggorokan itu dapat ditutup oleh sebuah empang tenggorok yang disebut epiglottis, yang terdiri dari tulang-tulang rawan yang berfungsi pada waktu kita menelan makanan menutupi laring.

4. Batang tenggorok (trakea)

Batang tenggorok atau trakea merupakan lanjutan dari laring yang dibentuk oleh 16 sampai dengan 20 cincin terdiri dari tulang rawan yang berbentuk seperti kaki kuda (huruf C). Sebelah dalam trakea diliputi oleh selaput lendir yang berbulu getar yang disebut sel bersilia, hanya bergerak ke arah luar.

5. Cabang tenggorok (bronkus)

Cabang tenggorok merupakan lanjutan dari trakea, ada 2 (dua) buah yang terdapat pada ketinggian vertebra torakalis ke-4 dan ke-5. Bronkus mempunyai struktur serupa dengan trakea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama.

6. Paru – Paru

Paru merupakan sebuah alat tubuh yang sebagian besar terdiri dari gelembung (gelembung hawa atau alveoli). Gelembung-gelembung ini terdiri dari sel-sel epitel dan endotel. Paru jika dibentangkan luas permukaan lebih kurang 90 meter persegi. Pada lapisan inilah terjadi pertukaran udara, oksigen masuk ke dalam darah dan karbondioksida di keluarkan dari darah.

2.3 Volume dan Kapasitas Paru-paru

Volume Paru-paru

Menurut Jurnal yang ditulis Santoso, 2004, Volume udara respirasi pada setiap orang berbeda-beda, tergantung pada ukuran paru-paru, kekuatan bernapas, dan cara bernapas. Pada orang dewasa, volume paru-paru berkisar antara 5 – 6 liter yang terdiri dari:

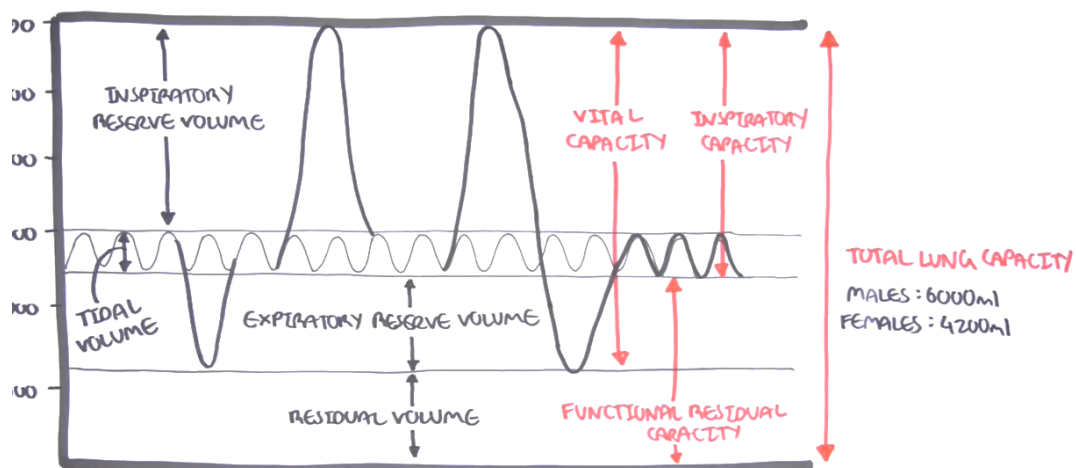
1. *Tidal Volume (TV)*. Volume udara tidal adalah volume udara hasil inspirasi atau ekspirasi pada setiap kali bernapas normal. Volume udara tidal bervariasi tergantung pada tingkat kegiatan seseorang.
2. *Inspiratory Reserve Volume (IRV)* adalah volume udara yang dapat dihisap dengan kekuatan inspirasi yang lebih kuat setelah volume tidal dilakukan, pada keadaan normal sebanyak kira-kira 3000 mililiter.
3. *Ekspiratory Reserve Volume (ERV)* adalah volume udara ekstra yang dapat dikeluarkan (dihembuskan) dengan ekspirasi kuat pada akhir ekspirasi normal, pada keadaan normal sebanyak kira-kira 1000 mililiter.

4. *Residual Volume (RV)* yaitu volume udara yang masih tetap berada dalam paru-paru setelah ekspirasi kuat, kira-kira sebanyak 1500 mililiter.

Kapasitas Paru-paru

Kapasitas paru-paru adalah volume udara yang dapat dicapai masuk dan keluar paru-paru pada penarikan napas paling kuat (Pearce, 2011 : 267). Kemudian Suyono (1995), menyatakan kapasitas paru-paru adalah kesanggupan paru-paru dalam menampung udara didalamnya.

1. *Inspiratory Capacity (IC)* sama dengan volume tidal ditambah dengan volume cadangan inspirasi. Kapasitas inspirasi merupakan jumlah udara yang dapat dihirup oleh seseorang mulai ekspirasi normal dan mengembangkan paru-parunya sampai jumlahnya maksimum (kira-kira 3500 ml).
2. *Functional Residual Capacity (FRC)* sama dengan volume cadangan ekspirasi ditambah dengan volume residu. Besarnya kapasitas residu fungsional adalah udara yang tersisa dalam paru-paru pada akhir ekspirasi normal (kira-kira 2500 ml).
3. *Vital Capacity (VC)* sama dengan volume cadangan inspirasi ditambah dengan volume tidal dan volume cadangan ekspirasi. Kapasitas vital ini adalah jumlah udara maksimum yang dapat dikeluarkan dari paru-paru seseorang setelah terlebih dahulu mengisi paru-paru secara maksimum dan kemudian mengeluarkan sebanyak-banyaknya (kira-kira 4500 ml).
4. *Forced Vital Capacity (FVC)* yaitu volume udara maksimum yang dapat dihembuskan secara paksa, yang dapat kita ketahui kapasitas vital paksa dari seseorang. Umumnya dicapai dalam 3 detik. Nilai normalnya 4 liter.
5. *Forced Expired Volume in one second (FEV-1)* yaitu volume udara yang dapat dihembuskan paksa pada satu detik pertama. Nilai normalnya 3,2 liter. Orang sehat dapat menghembuskan 75-80% atau lebih FVC dalam satu detik. Rasio $FEV-1/FVC = 75-80\%$
6. *Total Lung Capacity (TLC)* adalah volume maksimum dimana paru-paru dapat dikembangkan sebesar mungkin dengan inspirasi paksa atau sama dengan kapasitas vital ditambah dengan volume residu (kira-kira 6000 ml).



Gambar 3 Grafik Volume dan Kapasitas Paru-paru

2.4 Penyakit Pernafasan

Penyakit karena infeksi dan bakteri

Menurut Jurnal Manajemen keselamatan dan kesehatan kerja tahun 2004, Berikut adalah beberapa penyakit pernafasan yang disebabkan oleh infeksi maupun bakteri, yaitu:

1. Faringitis merupakan peradangan pada faring sehingga timbul rasa nyeri pada waktu menelan makanan ataupun kerongkongan terasa kering. Gangguan ini disebabkan oleh infeksi bakteri atau virus dan dapat juga disebabkan banyak merokok
2. PPOK adalah penyakit yang ditandai adanya hambatan aliran pernafasan yang berhubungan dengan respon inflamasi abnormal dari paru terhadap paparan partikel atau gas berbahaya. (Global Obstructive Lung Disease 2003). Faktor risiko pencetus terjadinya PPOK adalah perokok aktif/pasif, debu dan bahan kimia, polusi udara di dalam atau di luar ruangan, infeksi
3. Difteri merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Corynebacterium diptherial* yang dapat menimbulkan penyumbatan pada rongga faring (faringitis) maupun laring (laringitis) oleh lendir yang dihasilkan bakteri tersebut.
4. Asma adalah gangguan pada sistem pernapasan dengan gejala sukar bernapas ditandai dengan kontraksi yang kaku dari bronkiolus menyebabkan kesukaran bernapas. Asma biasanya disebabkan oleh hipersensitivitas bronkiolus (disebut asma bronkiale) terhadap benda-benda asing di udara.
5. Tuberkulosis (TBC) Merupakan penyakit spesifik yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini dapat menyerang semua organ tubuh, tetapi yang paling sering adalah paru-paru dan tulang.
6. Bronkitis adalah radang selaput lendir pada trakea dan saluran bronkial. Gejalanya adalah batuk-batuk, demam, sakit di bagian dada.

7. Emfisema adalah suatu kondisi dimana alveoli menjadi luas secara berlebihan, mengakibatkan penggelembungan paru-paru yang berlebihan sehingga terdapat udara yang berlebihan di dalam paru-paru.
8. Pneumonia adalah peradangan paru-paru dimana alveolus biasanya berisi cairan dan eritrosit yang berlebihan. Jenis pneumonia yang umum adalah pneumonia bakteri. Penyakit ini dimulai dengan infeksi dalam alveolus, yaitu membran paru-paru mengalami peradangan dan berlubang-lubang.

Penyakit Paru Kerja

Berbagai penyakit dapat timbul dalam lingkungan pekerjaan yang mengandung debu industri, terutama pada kadar yang cukup tinggi, antara lain pneumokoniosis, silikosis, asbestosis, hemosiderosis, bisinosis, bronkitis, asma kerja, kanker paru, dll. (Darmawan, 2013) Penyakit paru kerja terbagi 3 bagian yaitu:

- a) Akibat debu organik, misalnya debu kapas (Bissinosis), debu padi-padian (Grain worker's disease), debu kayu
- b) Akibat debu anorganik (pneumokoniosis) misalnya debu silika (Silikosis), debu asbes (asbestosis), debu timah (Stannosis).
- c) Penyakit paru kerja akibat gas iritan, 3 polutan yang paling banyak mempengaruhi kesehatan paru adalah sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂) dan ozon (O₃) Bila penyakit paru akibat kerja telah terjadi, umumnya tidak ada pengobatan yang spesifik dan efektif untuk menyembuhkannya.

2.5 Jenis Alat Pemeriksaan Fungsi Pernafasan

Ini adalah beberapa alat yang berfungsi untuk diagnosa dan monitoring fungsi pernafasan. Kegunaan pemeriksaan fungsi paru adalah: (1) untuk mengidentifikasi penyakit respiratorius sesak nafas, (2) untuk mengidentifikasi jenis gangguan fungsi pernafasan sebagai alat diagnosis, (3) untuk menentukan derajat kelainan paru. (Santoso, 2004)

1. Radiografi Dada

Radiografi dada adalah film posteranterior berukuran penuh dengan jarak standar, yang diambil dan diproses sesuai anjuran ILO, berperan penting dalam pencegahan dan deteksi dini penyakit akibat kerja pada alveoli paru. Meskipun secara teoritis mudah, namun sulit untuk dapat konsisten dalam menghasilkan film sinar X dengan kualitas standar yang baik, juga karena langkanya radiografer yang ahli.

2. Spirometer

Spirometer ada dua jenis yaitu spirometer resister dan spirometer hutchinson. Alat ini dapat digunakan untuk melakukan berbagai uji tetapi yang paling bermanfaat dan dapat diulang adalah ekspirasi paksa dalam satu detik dan FCV1 dan kapasitas vital paksa (FVC) dimana volume udara yang dapat dihembuskan secara kuat dari paru setelah pernafasan maksimal. Meskipun demikian, umur, tinggi badan, dan terutama kebiasaan merokok sangat mempengaruhi.

3. Peak Flow Rate (PFR)

Kecepatan aliran puncak (PFR=peak flow-rate) adalah kecepatan maksimum aliran ekspirasi selama ekshalasi paksa. Pemeriksaan ini adalah pengganti uji FEV1 yang bermanfaat bila diperlukan pembacaan serial yang sering. Korelasi antara hasil pengukuran aliran puncak dan nilai FEV1 sangat tinggi, tetapi perlu dikoreksi terhadap tinggi badan, umur dan kebiasaan merokok.

4. Pengukuran Transfegas

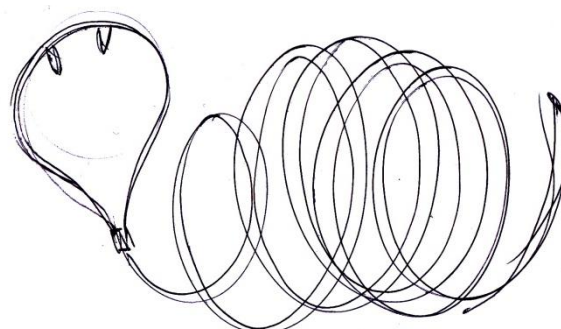
Pengukuran transfer gas memerlukan peralatan yang lebih mahal dan lebih daripada pengukuran spirometer sederhana dan PFR. Uji untuk pengukuran transfer gas biasanya dilakukan dengan tarikan nafas tunggal menggunakan 0,25-0,30% karbon monoksida dan 2-12% helium, serta mengukur volume paru-paru. Hasil pengukuran ini harus dikoreksi terhadap usia, tinggi badan dan kebiasaan merokok (Suyono, 1995:217).

2.6 Macam-macam Masker Oksigen

Dikutip dari skripsi Siti, 2006, Masker berguna untuk melindungi debu atau partikel-partikel yang lebih besar yang masuk dalam pernafasan, dapat terbuat dari kain dengan ukuran pori-pori tertentu. Macam-macam masker di bedakan atas:

1. Nasal Cannula

- Nasal kanula untuk mengalirkan oksigen dengan aliran ringan atau rendah, biasanya hanya 2-3 L/menit.
- Membutuhkan pernapasan hidung
- Tidak dapat mengalirkan oksigen dengan konsentrasi >40 %



Gambar 4 Nasal Cannula

2. Masker Oksigen

Pemberian oksigen kepada klien dengan menggunakan masker yang dialiri oksigen dengan posisi menutupi hidung dan mulut klien. Masker oksigen umumnya berwarna bening dan mempunyai tali sehingga dapat mengikat kuat mengelilingi wajah klien. Bentuk dari face mask bermacam-macam. Perbedaan antara rebreathing dan non-rebreathing mask terletak pada adanya vulve yang mencegah udara ekspirasi terinhalasi kembali. (Aryani, 2009:54). Macam – Macam Bentuk Masker Oksigen :

a) Masker Sederhana (Simple Mask)

Simple face mask mengalirkan oksigen konsentrasi oksigen 40-60% dengan kecepatan aliran 5-8 liter/menit.

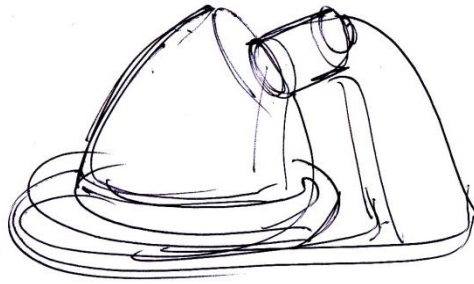


Gambar 5 Masker Oksigen Sederhana

b) Masker Rebreathing

Rebreathing mask mengalirkan oksigen konsentrasi oksigen 60-80% dengan kecepatan aliran 8-12 liter/menit. Memiliki kantong yang terus mengembang baik, saat inspirasi maupun ekspirasi. Pada saat inspirasi, oksigen masuk dari sungkup melalui lubang antara sungkup dan kantung reservoir, ditambah oksigen dari kamar yang masuk dalam lubang ekspirasi pada kantong. Udara inspirasi sebagian tercampur dengan udara ekspirasi sehingga konsentrasi CO₂ lebih tinggi daripada simple face mask. (Tarwoto&Wartanah, 2010:37)

Indikasi : klien dengan kadar tekanan CO₂ yang rendah. (Asmadi, 2009:33)

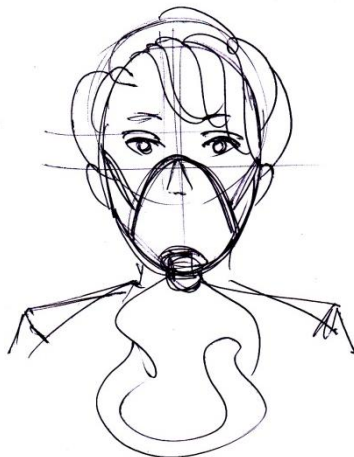


Gambar 6 Masker Rebreathing

c) Masker Non-Rebreathing

Non rebreathing mask mengalirkan oksigen konsentrasi oksigen sampai 80-100% dengan kecepatan aliran 10-12 liter/menit. Pada prinsipnya, udara inspirasi tidak bercampur dengan udara ekspirasi karena mempunyai 2 katup, 1 katup terbuka pada saat inspirasi dan tertutup saat pada saat ekspirasi, dan 1 katup yang fungsinya mencegah udara kamar masuk pada saat inspirasi dan akan membuka pada saat ekspirasi. (Tarwoto&Wartonah, 2010:37).

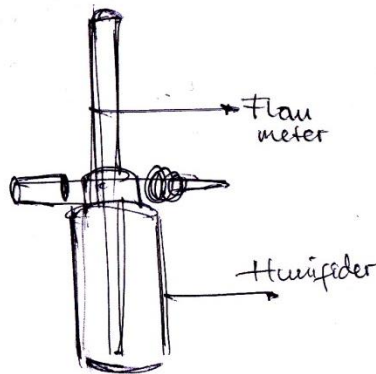
Indikasi : klien dengan kadar tekanan CO₂ yang tinggi. (Asmadi, 2009:34)



Gambar 7 Masker Re-breathing

3. Flow Meter dan Humidifier

Flowmeter adalah tekanan kompensasi flowmeter yang memberikan aliran yang ditentukan akurat kepada pengguna akhir dari sumber udara medis. Hal ini diindikasikan untuk penggunaan pengiriman udara medis jika klien tidak harus menerima pengobatan mereka didukung oleh dokter / perawat supaya dapat menilai sumber udara yang paling tepat untuk digunakan.

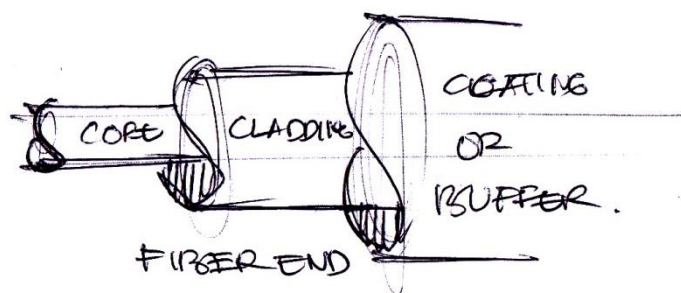


Gambar 8 Flow Meter dan Humidifier

2.7 Serat Optik

Serat optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Cahaya yang ada di dalam serat optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi. Serat optik umumnya digunakan dalam sistem telekomunikasi serta dalam pencahayaan, sensor, dan optik pencitraan. Efisiensi dari serat optik ditentukan oleh kemurnian dari bahan penyusun gelas. Semakin murni bahan gelas, semakin sedikit cahaya yang diserap oleh serat optik. (Hatta, 2017)

Struktur Dasar Serat Optik



Gambar 9 Struktur Serat Optik

Struktur dasar dari sebuah serat optik yang terdiri dari 3 bagian : core (inti) , cladding (kulit), dan coating (mantel) atau buffer (pelindung). Inti adalah sebuah batang silinder terbuat dari bahan dielektrik (bahan silika (SiO_2)).

Inti di selubungi oleh lapisan material, disebut kulit, yang terbuat dari bahan dielektrik (silika tanpa atau sedikit doping), kulit memiliki jari-jari sekitar 125 – 400 μm indeks bias-nya n_2 , besarnya sedikit lebih rendah dari n_1 .

Walaupun cahaya merambat sepanjang inti serat tanpa lapisan material kulit, namun kulit memiliki beberapa fungsi :

- Mengurangi loss hamburan pada permukaan inti.
- Melindungi serat dari kontaminasi penyerapan permukaan.
- Mengurangi cahaya yang loss dari inti ke udara sekitar.
- Menambah kekuatan mekanis.

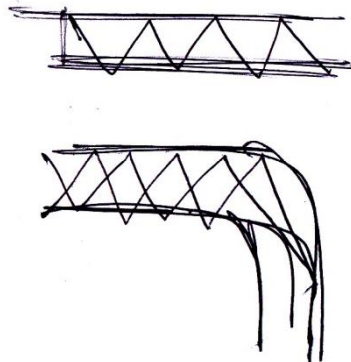
Karakteristik Mekanis

1. Fiber Bending (tekukan Serat)

Tekukan serat yang berlebihan (terlalu kecil) dapat mengakibatkan bertambahnya optikal loss.

2. Cable Bending (tekukan Kabel)

Tekukan kabel pada saat instalasi harus dijaga agar tidak terlalu kecil, karena hal ini dapat merusak serat sehingga menambah optikal loss.



Gambar 10 Bending

3. Tensile Strength

Tensile strength yang berlebihan dapat merusakkan kabel atau serat.

4. Crush

Crush atau tekanan yang berlebihan dapat mengakibatkan serat retak/ patah, sehingga dapat menaikkan optikal loss.

5. Impact

Impact adalah beban dengan berat tertentu yang dijatuhkan dan mengenai kabel optik. Berat beban yang berlebihan dapat mengakibatkan serat retak/ patah, sehingga dapat menaikkan optikal loss.

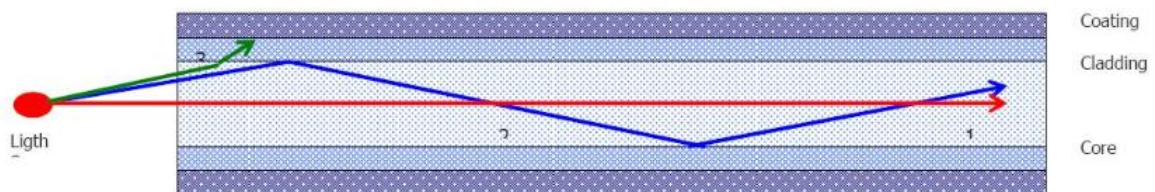
6. Cable Torsion

Torsi yang diberikan kepada kabel dapat merusak selubung kabel dan serat.

Cara Kerja Serat Optik

Serat optik mengirimkan data dengan media cahaya yang merambat melalui serat-serat kaca.

- Prinsip Perambatan Cahaya Dalam Serat optik



Gambar 11 Lintasan Cahaya dalam Serat

Mode Perambatan Cahaya :

- a) Cahaya dapat merambat dalam serat optik melalui sejumlah lintasan yang berbeda.
- b) Lintasan cahaya yang berbeda-beda ini disebut Mode dari suatu serat optik.
- c) Ukuran diameter core, besarnya sudut datang dan indeks bias menentukan jumlah mode yang ada dalam suatu serat optik.
- d) Serat optik yang memiliki lebih dari satu mode disebut serat optik multimode.
- e) Serat optik yang hanya memiliki satu mode saja disebut Serat Optik Single Mode, serat optik single mode memiliki ukuran core yang lebih kecil.

Keuntungan Sistem Serat Optik

Sistem serat optik dikatakan merevolusi dunia telekomunikasi karena memiliki :

- Less expensive – Beberapa mil kabel optik dapat dibuat lebih murah dari kabel tembaga dengan panjang yang sama.
- Thinner – Serat optik dapat dibuat dengan diameter lebih kecil (ukuran diameter kulit dari serat sekitar 100 μm dan total diameter ditambah dengan jaket pelindung sekitar 1 – 2 mm) daripada kabel tembaga, dan juga karena serat optik membawa light (cahaya) maka tentunya memiliki light weight (berat yang ringan). Maka kabel serat optik mengambil tempat yang lebih kecil di dalam tanah.
- Higher carrying capacity – Karena serat optik lebih tipis dari kabel tembaga maka kebanyakan serat optik dapat dibundel ke dalam sebuah kabel dengan diameter tertentu maka beberapa jalur telepon dapat berada pada kabel yang sama atau lebih banyak saluran televisi pada TV cable dapat melalui kabel. Serat optik juga memiliki bandwidth yang besar (1 dan 100 GHz, untuk multimode dan single-mode sepanjang 1 Km).
- Less signal degradation – Sinyal yang loss pada serat optik lebih kecil (kurang dari 1 dB/km pada rentang panjang gelombang yang lebar) dibandingkan dengan kabel tembaga.
- Light signals – Tidak seperti sinyal listrik pada kabel tembaga, sinyal cahaya dari satu serat optik tidak berinterferensi dengan sinyal cahaya pada serat optik yang lainnya di dalam kabel yang sama, juga tidak ada interferensi elektromagnetik. Ini berarti meningkatkan kualitas percakapan telepon atau penerimaan TV.
- Low Power – Karena sinyal pada serat optik mengalami loss yang rendah, transmitter dengan daya yang rendah dapat digunakan dibandingkan dengan sistem kabel tembaga yang membutuhkan tegangan listrik yang tinggi, hal ini jelas dapat mengurangi biaya yang dibutuhkan.
- Digital signals – Serat optik secara ideal cocok untuk membawa informasi digital dimana berguna secara khusus pada jaringan komputer.
- Non-flammable – Karena tidak ada arus listrik yang melalui serat optik, maka tidak ada resiko bahaya api.
- Flexible – Karena serat optik sangat fleksibel dan dapat mengirim dan menerima cahaya, maka digunakan pada kebanyakan kamera digital fleksibel untuk tujuan :
 - a) Medical Imaging – pada bronchoscopes, endoscopes, laparoscope, colonofiberscope (dapat dimasukkan ke dalam tubuh manusia (misal usus) sehingga citranya dapat dilihat langsung dari luar tubuh).

- b) Mechanical imaging – memeriksa pengelasan didalam pipa dan mesin
- c) Plumbing – memeriksa sewer lines.

2.8 User Interface Desain

Tujuan dari UID adalah merancang interface yang efektif untuk sistem perangkat lunak. Efektif artinya siap digunakan, dan hasilnya sesuai dengan kebutuhan. Kebutuhan disini adalah kebutuhan penggunaanya. (Sommerville, 2001)

Saat ini interface yang banyak digunakan dalam software adalah GUI (Graphical User Interface). GUI memberikan keuntungan seperti:

1. Mudah dipelajari oleh pengguna yang pengalaman dalam menggunakan komputer cukup minim
2. Berpindah dari satu layar ke layar yang lain tanpa kehilangan informasi dimungkinkan

Tabel 1 Karakteristik UI

Karakteristik	Deskripsi
Window	Beberapa window bisa tampilkan informasi - informasi berbeda sekaligus pada layar
Icon	Mewakili informasi yang berbeda seperti icon untuk file, icon folder, atau icon untuk program tertentu
Menu	Menawarkan perintah – perintah yang disusun dalam menu tanpa harus mengetik
Pointing	Alat penunjuk seperti mouse untuk memilih pilihan pada layar
Grafis	Gambar yang bisa dicampur dengan teks pada display yang sama untuk menyajikan informasi

Desain harus bersifat user-centered, artinya pengguna sangat terlibat dalam proses desain. Karena itu ada proses evaluasi yang dilakukan oleh pengguna terhadap hasil desain.

Prinsip –prinsip dalam merancang user interface adalah sebagai berikut :

- User familiarity / Mudah dikenali : gunakan istilah, konsep dan kebiasaan user bukan computer (misal: sistem perkantoran gunakan istilah letters, documents, folders bukan directories, file, identifiers. -- jenis document open office
- Consistency/ “selalu begitu” : Konsisten dalam operasi dan istilah di seluruh sistem sehingga tidak membingungkan. -- layout menu di open office mirip dengan layout menu di MS office.

- Minimal surprise / Tidak buat kaget user : Operasi bisa diduga prosesnya berdasarkan perintah yang disediakan.
- Recoverability/pemulihan : Recoverability ada dua macam: Confirmation of destructive action (konfirmasi terhadap aksi yang merusak) dan ketersediaan fasilitas pembatalan (undo)
- User guidance/ bantuan : Sistem manual online, menu help, caption pada icon khusus tersedia
- User diversity/keberagaman : Fasilitas interaksi untuk tipe user yang berbeda disediakan. Misalnya ukuran huruf bisa diperbesar

User Interaction (Interaksi pengguna)

Perancang sistem menghadapi dua masalah penting yaitu:

- Bagaimana informasi dari user bisa disediakan untuk sistem komputer – misalnya pada saat input data
- Bagaimana informasi dari sistem komputer ditampilkan untuk user – hasil dari pemrosesan data

User interface yang baik harus menyatukan interaksi pengguna (user interaction) dan penyajian informasi (information presentation). Ada 5 tipe utama interaksi untuk user interaction:

1. Direct manipulation – pengoperasian secara langsung: interaksi langsung dengan objek pada layar. Misalnya delete file dengan memasukkannya ke trash. Contoh: Video games.
 - Kelebihan: Waktu pembelajaran user sangat singkat, feedback langsung diberikan pada tiap aksi sehingga kesalahan terdeteksi dan diperbaiki dengan cepat
 - Kekurangan : Interface tipe ini rumit dan memerlukan banyak fasilitas pada sistem komputer, cocok untuk penggambaran secara visual untuk satu operasi atau objek
2. Menu selection – pilihan berbentuk menu: Memilih perintah dari daftar yang disediakan. Misalnya saat click kanan dan memilih aksi yang dikehendaki.
 - Kelebihan : User tidak perlu ingat nama perintah. Pengetikan minimal. Kesalahan rendah.
 - Kekurangan : Tidak ada logika AND atau OR. Perlu ada struktur menu jika banyak pilihan. Menu dianggap lambat oleh expert user dibanding command language.
3. Form fill-in – pengisian form : Mengisi area-area pada form. Contoh: Stock control.

- Kelebihan : Masukan data yang sederhana. Mudah dipelajari
 - Kekurangan : Memerlukan banyak tempat di layar. Harus menyesuaikan dengan form manual dan kebiasaan user.
4. Command language – perintah tertulis: Menuliskan perintah yang sudah ditentukan pada program. Contoh: operating system.
- Kelebihan : Perintah diketikan langsung pada system. Misal UNIX, DOS command. Bisa diterapkan pada terminal yang murah. Kombinasi perintah bisa dilakukan. Misal copy file dan rename nama file.
 - Kekurangan: Perintah harus dipelajari dan diingat cara penggunaannya – tidak cocok untuk user biasa. Kesalahan pakai perintah sering terjadi. Perlu ada sistem pemulihan kesalahan. Kemampuan mengetik perlu.
5. Natural language – perintah dengan bahasa alami: Gunakan bahasa alami untuk mendapatkan hasil. Contoh: search engine di Internet.
- Kelebihan: Perintah dalam bentuk bahasa alami, dengan kosa kata yang terbatas (singkat) – misalnya kata kunci yang kita tentukan untuk dicari oleh search engine. Ada kebebasan menggunakan kata-kata.
 - Kekurangan: Tidak semua sistem cocok gunakan ini. Jika digunakan maka akan memerlukan banyak pengetikan.

Penggunaan Warna pada desain Interface

- Warna menambah dimensi ekstra pada suatu interface dan membantu user memahami struktur yang kompleks
- Bisa dipakai untuk mewarnai-terang (highlight) hal-hal khusus
- Kesalahan umum dalam penggunaan warna pada desain UI:
 - Menggunakan warna untuk mengkomunikasikan arti-- merah bisa jadi peringatan atau ada kesalahan
 - Terlalu banyak gunakan macam warna

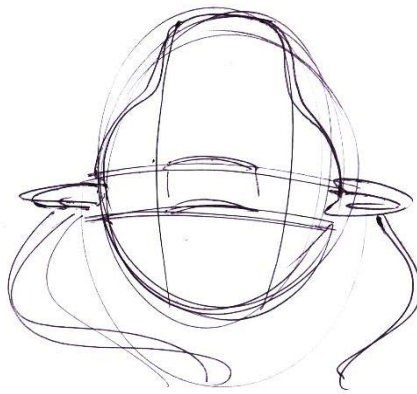
Dalam menggunakan warna pada desain interface ada beberapa petunjuk yang dapat diikuti seperti berikut ini:

1. Hindari penggunaan terlalu banyak warna
2. Gunakan kode warna untuk mendukung operasi
3. Pengguna bisa kendalikan warna untuk kode
4. Desain monochrome kemudian tambahkan warna
5. Gunakan warna kode secara konsisten
6. Hindari pasangan warna yang tidak cocok/norak
7. Gunakan warna untuk menunjukkan perubahan status

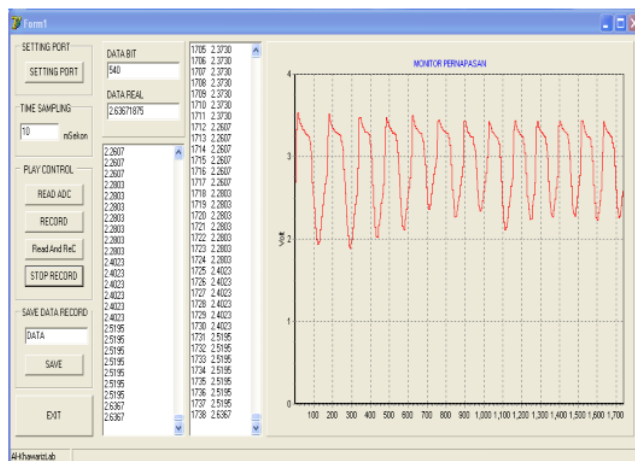
2.9 Senapas

1. **Respirometer berbasis sensor serat optik plastik (tahun 2012).**

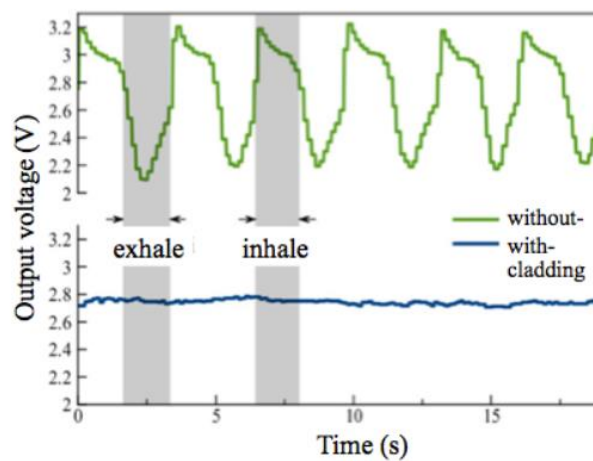
Berdasarkan proposal yang ditulis oleh Hatta, 2017, Sistem ini berhasil mendeteksi ragam pernafasan menggunakan sensor serat optik plastik. Sensor serat optik plastik dikupas bagian claddingnya sehingga sensitif terhadap perubahan pola pernafasan. Kelemahannya adalah sensor serat optik plastik memiliki geometri yang cukup besar (2,2 mm), rugi daya yang tinggi sehingga tidak dapat digunakan pada jarak yang jauh. Konfigurasi sensor dan hasil monitoring ditampilkan pada Gambar 16



Gambar 13 Konfigurasi sensor pernafasan berbasis serat optik plastik yang diletakkan di hidung atau masker oksigen



Gambar 14 Sistem Monitoring Pernafasan

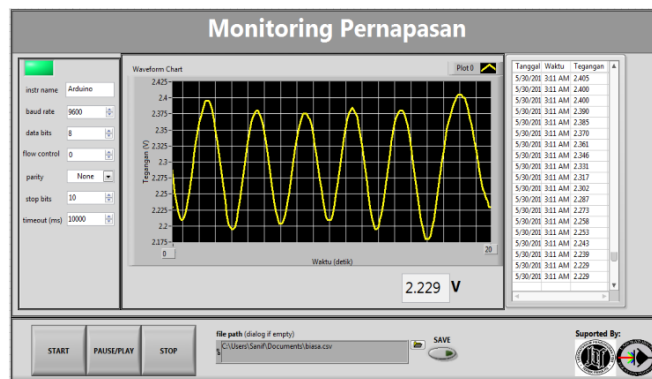


Gambar 15 Perbandingan Hasil Monitoring Pernafasan Pada Sensor Dengan Perlakuan Pengupasan dan Tanpa Pengupasan

(Sumber : Proposal LPPM ITS 2017)

2. **Respirometer menggunakan sensor serat optik singlemode-multimode-singlemode (SMS) (tahun 2016)**

Baru-baru ini, kami berhasil mengembangkan sistem monitoring pernafasan menggunakan sensor serat optik SMS. Konfirguasi sensor ini telah dapat memonitor ragam pernafasan. Sensor ini memiliki kelebihan yaitu berukuran kecil (lebih kecil dari serat optik polimer) sehingga sangat portable, dan memiliki rugi daya yang sangat rendah sehingga dapat beroperasi pada jarak yang jauh. Sistem ini masih berupa prototipe yang menggunakan komputer sebagai penampil data.



Gambar 16 Tampilan Perangkat Lunak Sistem Monitoring



Gambar 17 Setup Sistem Monitoring Pernapasan

(Sumber : Proposal LPPM ITS 2017)

Sistem dan Inovasi yang Dikembangkan

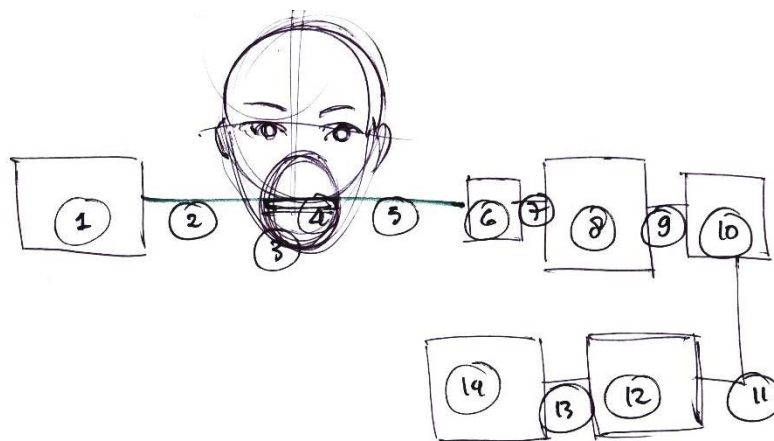
Produk respirometer yang dikembangkan ini berhubungan dengan suatu metode untuk mengadakan pemantauan sinyal pernapasan pada manusia secara optik, yang mencakup komponen: Laser Diode (LD) dengan panjang gelombang 1550 nm sebagai sumber cahaya, serat optik berstruktur SMS dengan menggunakan multimode coreless untuk memandu cahaya dari sumber cahaya, dan sebuah fotodetektor untuk menangkap sinyal optik.

Sensor SMS mendeteksi perubahan indeks bias akibat perubahan suhu, kelembaban, dan tekanan dinamik antara udara inspirasi dan ekspirasi. Perubahan parameter tersebut akan secara langsung menyebabkan perubahan penjalaran cahaya didalam sensor SMS yang kemudian diteksi oleh foto detektor. Metoda ini menawarkan pemantauan pernapasan yang praktis, cepat, akurat dan ekonomis.

Ini adalah skema metoda monitoring pernapasan yang dikembangkan :

1. Sebuah sumber cahaya yang berupa laser dengan panjang gelombang 1550 nm dihubungkan dengan serat optik singlemode

2. Kemudian terhubung ke serat optik multimode coreless dengan panjang 22,30 mm yang terletak didalam masker
3. Ujung lain dari multimode coreless terhubung ke serat optik singlemode, struktur serat optik tersebut merupakan struktur SMS.
4. Fotodetektor menangkap sinyal optik keluaran dari sensor SMS yang kemudian dirubah kedalam sinyal listrik.
5. Selanjutnya sinyal listrik tersebut disambungkan dengan kabel listrik ke penguat sinyal untuk memperkuat keluaran sinyal listrik.
6. Kemudian sinyal listrik yang telah dikuatkan disambungkan dengan kabel listrik, ke rangkaian low pass filter untuk mendapatkan sinyal yang sesuai.
7. Selanjutnya sinyal listrik hasil low pass filter disambungkan dengan kabel listrik ke mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut.
8. Sinyal hasil pemrosesan mikrokontroler disambungkan dengan kabel USB ke komputer yang telah terinstal perangkat lunak labVIEW 14.



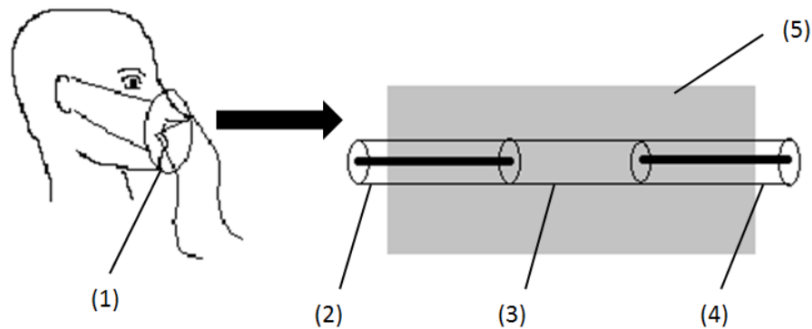
Gambar 18 Skema Metode Monitoring Pernafasan Berbasis Serat Optik Berstruktur SMS

Bagian 1 menunjukan sensor SMS yang telah dimasukkan secara melintang didalam masker pasien. Bagian 2 adalah serat optik singlemode, bagian 3 merupakan serat optik multimode coreless dengan panjang 22,30 mm yang telah dihilangkan lapisan pelindungnya. Bagian 4 merupakan serat optik singlemode. Kemudian bagian 5 merupakan penampang yang terbuat dari akrilik yang berfungsi meluruskan sensor ketika berada didalam masker. Pada bagian 3, Dengan menggunakan multimode coreless pada SMS akan dapat mengindera perubahan indeks bias disekelilingnya.

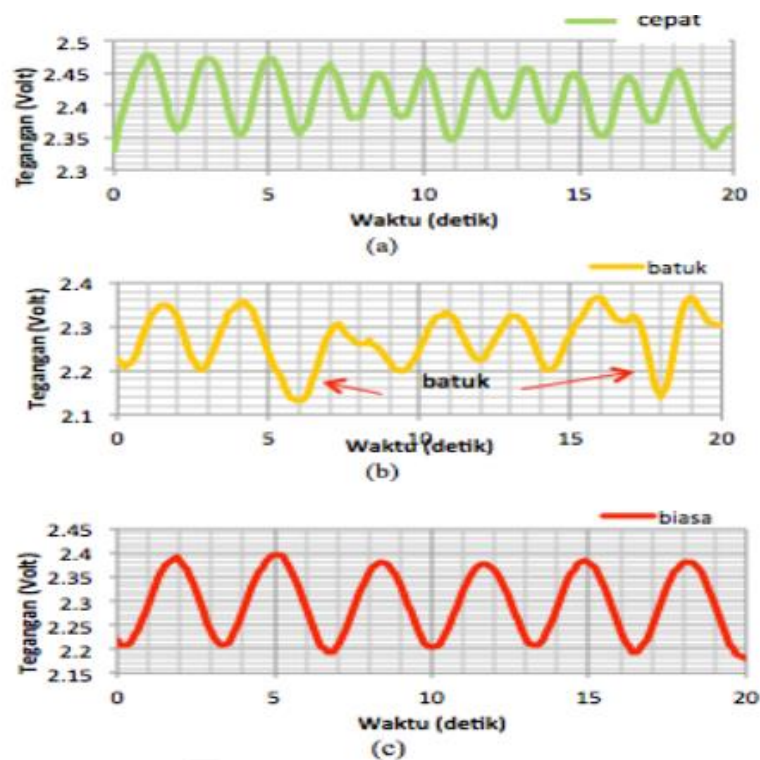
Fenomena ini dapat dimanfaatkan untuk mengetahui pengaruh perubahan indeks bias pada udara pernapasan. Parameter-parameter yang berubah dalam pernapasan yang meliputi suhu, tekanan dinamik, dan kelembaban. Sesuai persamaan edlen yang telah memperhatikan faktor suhu, kelembaban, dan tekanan menyatakan bahwa indeks bias

dipengaruhi oleh suhu, tekanan, dan komposisi. Sistem ini telah berhasil memonitor berbagai pola pernafasan, yaitu

- i) pernafasan biasa,
- ii) pernafasan cepat (karena aktivitas fisik berat),
- iii) pernafasan disertai batuk.



Gambar 19 Skema Serat Optik Berstruktur SMS sebagai Sensor Pernafasan



Gambar 20 Hasil Monitor Berbagai Pola Pernafasan

- (a) bernafas cepat, (b) bernafas dengan disertai batuk, (c) bernafas biasa

Keunggulan Produk berbasis SMS

Hatta, 2017 pada proposalnya menuturkan bahwa dalam bidang medis telah banyak dilakukan monitoring tingkat pernapasan pada manusia, seperti menggunakan alat respiR8, belt dan kapnograph yang dapat memberikan informasi tingkat pernapasan yang cukup baik. Namun pada aplikasi tertentu seperti pemantauan kondisi pasien pada MRI (Magnetic Resonance Imaging) alat yang menggunakan sensor berjenis perangkat elektronik/logam tidak diperkenankan, karena akan merusak proses pencitraan yang dilakukan. Ada juga metoda konvensional yang menggunakan perhitungan manual menggunakan jam tangan untuk mengukur tingkat pernapasan, sehingga bisa disimpulkan metode ini kurang praktis dan rentan akan kesalahan perhitungan.

Serat optik telah banyak dikembangkan sebagai sensor dalam berbagai bidang, dalam bidang industri serat optik telah dikembangkan untuk menggantikan sensor tradisional seperti sensor pengukuran rotasi, percepatan, elektrik dan medan magnet, suhu, tekanan, akustik, vibrasi, dan lainnya. Tentunya penggunaan sensor serat optik ini memiliki kelebihan dari pada sensor tradisional, yaitu sensor serat optik berukuran kecil, sensitivitas tinggi dan tahan terhadap interferensi medan listrik dan medan magnet, dan konsumsi daya yang rendah.

Invensi ini menawarkan metoda monitoring pernapasan menggunakan serat optik berstruktur SMS. Serat optik memiliki kelebihan antara lain kebal terhadap interferensi medan elektromagnetik, ringan dan berukuran kecil. Penggunaan invensi ini dapat membuat proses monitoring pernapasan lebih sederhana karena hanya menggunakan masker yang telah dipasang sensor SMS, serta cepat, akurat, dan aman.

Fitur Keunggulan Produk Yang dikembangkan :

- Probe sensor berbasis serat optik, sehingga memiliki keunggulan ukuran sensor kecil ringan dan bebas interferensi gelombang elektromagnetik
- Probe sensor dapat dibuat dengan mudah, membutuhkan 2 buah jenis serat optik (singlemode dan multimode) dan dapat dibuat dengan cara penyambungan standar serat optik.
- Sensor ini sangat murah, sehingga bisa digunakan sebagai disposable sensor atau sensor sekali pakai. Mengingat, proses pernafasan dapat menularkan penyakit.
- Sistem monitoring dibuat portable berbasis mikroprosesor.
- Kebutuhan alat respirometer ini sangatlah tinggi mengingat jumlah rumah sakit dan klinik kesehatan di Indonesia yang sangat banyak. Selain itu, dengan adanya usulan ini dapat didirikannya perusahaan di bidang teknologi medis yang dapat digunakan oleh mahasiswa dan dosen untuk menerapkan ilmu dan teknologi.
- Produk ini dapat meningkatkan daya saing terhadap kualitas pelayanan di rumah sakit. Sehingga, kualitas kesehatan masyarakat dapat terjamin.

2.10 Desain Eksisting Spirometer

Ini adalah beberapa desain eksisting dari spirometer handheld dengan desain yang compact dan juga mudah dioperasikan.

Tabel 2 Desain Eksisting Spirometer

Produk	Kelebihan	Kekurangan
 Microloop Spirometer	- Compact - Easy use - Handy - Minimalis - Futuristic	Harganya sangat mahal Belum diperjual belikan di Indonesia
 Carefusion Microlab MK8	- Ringan - Data yang disimpan mencapai 2000+ pasien - Minimalis	Harganya mahal Bentuknya kurang menarik karena terlalu flat user interfacenya
 Spirolab MRI	- Minimalis - Compact - Warna yang digunakan menarik - Touch screen	Harganya cukup mahal Membutuhkan kemasan sekunder untuk membawanya

2.11 Referensi Desain Spirometer

Beberapa desainer membuat spirometer menjadi sebuah alat kesehatan yang lebih menarik dari segi desain dan juga konsepnya yang *compact* dan *pocketable*. Ini adalah beberapa karya desainer yang menginspirasi penulis dalam proses pembuatan produk sejenis.

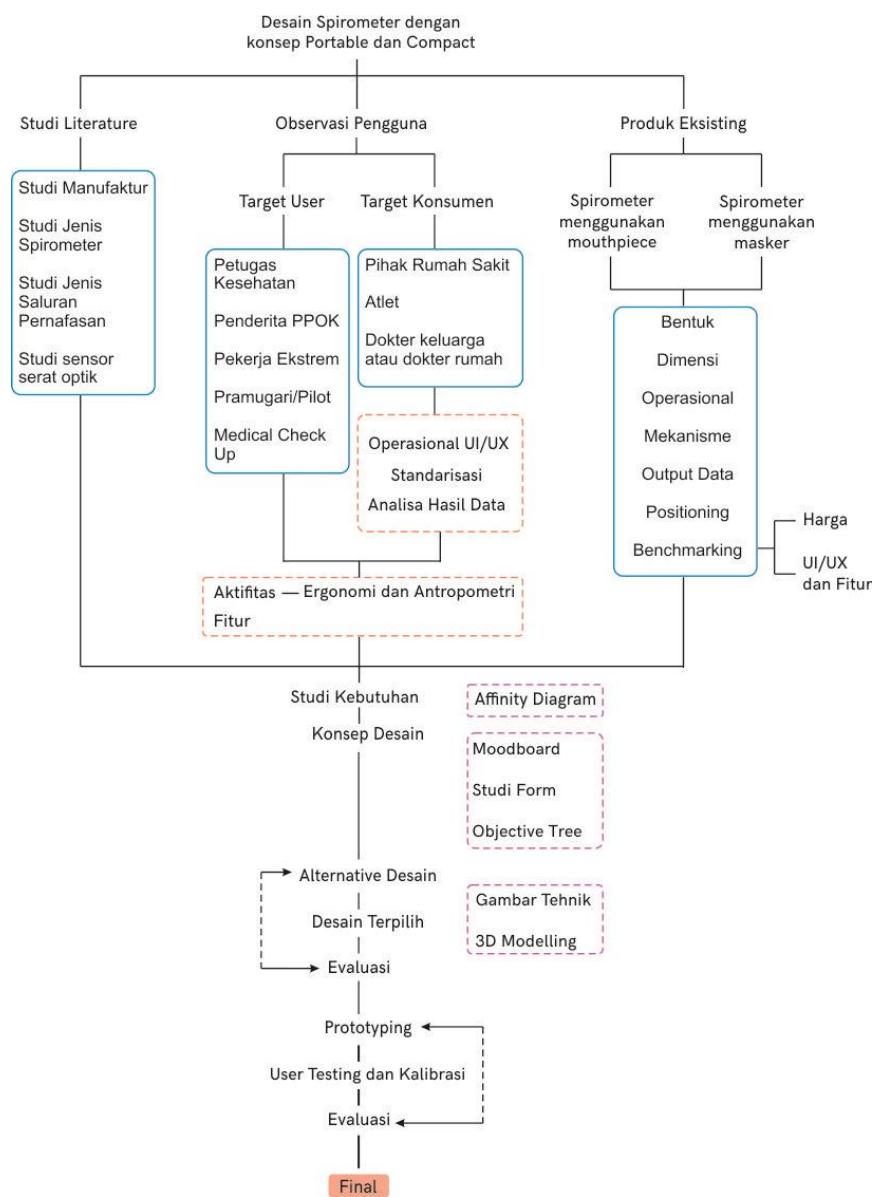
Tabel 3 Referensi Desain

Produk	Brand	Aspek Desain	Kelebihan
	Amun – Beatriz	Aspek Ergonomis dan Tata Letak	Tata letak komponennya sangat compact dan ringkas, beratnya juga ringan sehingga <i>handy</i>
	Vortech – Karolina	Aspek Desain dan Ergonomisnya	Desain yang <i>compact</i> , Handle sangat ergonomis, dan minimalis
	Aer – Abidur Cowdury	Aspek Desain dan	Desain spirometer dan inhaler yang <i>compact, easy use, understandable</i>

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Skema Penelitian

Dalam melakukan perancangan tidak dapat lepas dari metode-metode khusus yang disesuaikan dengan kebutuhan subjek maupun objek perancangannya. Hal tersebut bertujuan untuk efektifitas dan efisiensi dalam mengumpulkan data yang dibutuhkan. Berikut skema metode perancangan yang dijadikan sebagai landasan perancangan :



Gambar 21 Skema Penelitian

Berikut adalah penjelasan tentang skema penelitian yang telah disusun:

1. Studi Produk Spirometer

A. Benchmarking

Dalam proses desainnya perlu memperhatikan dan menganalisa produk sejenis sehingga ditemukan solusi dan kebutuhan dari permasalahan yang ada, namun tetap tidak melupakan hal-hal mendasar yang harus tetap ada dalam produk sejenis tersebut.

B. MSCA

MSCA digunakan untuk membandingkan beberapa fitur dan atribut yang ada pada produk sejenis. Bisa dilihat dari parameter harga, spesifikasi dan juga diferensiasi. Perbandingan yang didapatkan kemudian akan diolah dan diambil sebagai referensi alternatif sistem produk maupun dalam penerapan teknologi yang akan dipilih untuk menunjang konsep desain.

C. Reverse Engineering

Reverse engineering dilakukan dengan membedah dan membongkar produk yang sudah ada hingga ke komponen terkecilnya, sehingga dapat ditentukan standard ukuran dan bentuk bagian dalam produk.

D. Positioning dan Targeting

Positioning digunakan untuk mengetahui posisi dari brand produk yang akan di desain dengan cara meletakkannya pada sebuah diagram bersama produk benchmarking dengan menggunakan tolak ukur sebagai parameternya.

E. Studi Alur Pengoperasian Produk

Studi ini dilakukan untuk mendapatkan alur standar untuk mengoperasikan produk saat di laboratorium, sehingga produk yang akan dihasilkan akan menjadi produk yang memiliki standarisasi untuk diaplikasikan dan penggunaannya aman.

F. Objective Tree

Metode ini digunakan untuk mengetahui tolak ukur secara objektif produk yang akan dihasilkan dengan mengolah data dari studi aktifitas dan affinity diagram.

2. Studi User

a) Studi Target Pasar

Terdapat dua target pasar pada perancangan kali ini, yakni targer konsumen dan target user. Target konsumen adalah berperan untuk membeli, dalam kasus ini target

konsumen belum tentu menggunakan langsung. Sedangkan target user berperan dalam penggunaan produk.

b) Affinity Diagram

Ini digunakan untuk mengidentifikasi poin-poin permasalahan, untuk selanjutnya dijadikan sebagai solusi dan konsep desain. Lalu isu-isu yang telah disortir tersebut akan dikelompokkan dan dijadikan sebuah konsep desain.

3.2 Metode Pengumpulan Data

1. Data Literatur

Pengumpulan data dengan cara mengumpulkan beberapa artikel yang sesuai dan terkait dengan perancangan. Artikel ini berisi tentang data-data yang menunjang riset tentang medical tools, dan juga sistem kerjanya.

2. Data Stakeholder

a) Deep Interview

Setelah mendapatkan beberapa referensi dan teori terkait, maka dilakukan deep interview terhadap user untuk membuktikan dan menganalisa mengenai subjek perancangan. Untuk mendalami tentang produk dan mengerti bagaimana user merasakan dan memberi kesan pada produk secara mendalam.

Tabel 4 Deep Interview Peneliti

Subjek	Hatta (Peneliti dari Teknik Fisika ITS)
Lokasi	Ruang Tata Usaha
Waktu	14 Februari 2018, Pukul 16.00 WIB
Metode	- Breakdown mengenai proyek terkait yang telah dikembangkan sistemnya oleh teknik fisika untuk disempurnakan secara desain oleh mahasiswa desain produk - Penjelasan singkat mengenai alat, material, serta teori terkait
Instrument	Camera dan Google Drive (File)

Tabel 5 Deep Interview Laboratorium

Subjek	Ninik dan Rinda (Mahasiswa S2 Teknik Fisika)
Lokasi	Laboratorium Rekayasa Fotonika ITS
Waktu	23 Februari 2018, Pukul 14.00
Metode	- Survey dan analisa prototype sementara yang telah dibuat oleh mahasiswa teknik fisika - Cara kerja respirometer dan penggunaan serat optik sebagai sensor utamanya
Instrument	Camera dan Google Drive (File)

b) Observasi

Metode observasi digunakan untuk mengetahui, mendapatkan, serta mengumpulkan data dengan mendatangi sumber secara langsung. Adapun hasil yang didapatkan yaitu berupa foto, rekaman suara/gambar (voice recorder atau video recorder), catatan, dsb. Metode ini diperlukan guna memperoleh data mengenai sarana dan prasarana yang tersedia, kondisi kerja/ruang praktek calon pengguna produk (dokter), aktivitas atau alur pemeriksaan, pola interaksi dengan pasien dsb.

3.3 Hasil Diskusi dan Interview dengan Tenaga Medis / Tenaga Ahli

Penulis melakukan beberapa wawancara dengan dokter dan juga tenaga medis yang bersangkutan, diantaranya adalah :

1. Interview dengan Dr. Dzul Arsyilana (Dokter RS Semen Tuban) Pada hari Minggu, 18 Maret 2018 Pukul 09.00 WIB

Menjelaskan tentang fungsi spirometer, selain untuk mendiagnosa dan mengetahui fungsi kerja paru-paru, apakah statusnya normal, restriksi, obstruksi, atau campuran, ada beberapa variabel juga seperti VEP, Volume Tidal, Volume Cadangan Inspirasi dan Ekspirasi, Kapasitas Paru-paru Total, dan sebagainya. Jadi, untuk proses diagnostiknya lengkap dan akurat. Namun dimensi spirometer yang dimiliki di RS Semen Masih sangat besar seukuran kulkas dua pintu.

2. Deep Interview dengan Nur Rahmalia (Bidan) pada hari Senin, 19 Maret 2018 Pukul 20.00 WIB

Proses persalinan tidak membutuhkan alat diagnosa, karena pada saat proses persalinan, tenaga medis langsung menggunakan tabung oksigen sebagai upaya pengendalian/penanganan ibu dan bayi. Jadi tidak perlu dilakukan diagnosa terlebih dahulu. Kalaupun perlu dilakukan diagnosa, maka hanya menggunakan stetoskop saja. Dan tabung oksigen biasanya diberikan saat kondisi ketubannya sedikit atau hampir habis, kemudian saat ibu mengeluarkan nafas pendek dan hampir kekurangan oksigen, mengalami hipertensi, serta saat bayi di dalam kandungan terlilit tali pusar dari ibunya. Jadi oksigen diberikan sesuai dengan kondisi darurat dari pasiennya sendiri.

3. Interview dengan Dr. Tri (Dokter Spesialis) pada hari Kamis, 4 Maret 2018 Pukul 14.00 WIB

Bahwa saat manusia bernafas, indera yang paling efektif yang digunakan adalah hidung, namun beberapa produk untuk medis untuk monitoring pernafasan seperti spirometer menggunakan mouthpiece pada prakteknya. Dan juga untuk pemeriksaan pasien asma, saat kondisinya normal maka diagnosanya akan sama seperti orang normal sehingga tidak memerlukan diagnosa terlebih dahulu.

4. Reverse Engineering dan Simulasi Pengoperasian Spirometer dengan Mbak Hana selaku tenaga ahli sektor paru-paru di RSUD pada hari Senin, 22 Oktober 2018 Pukul 13.00 WIB

Untuk Spirometer di RSUD sendiri menggunakan merk schiller. Ada beberapa tipe tes pada spirometer, yakni FVC, SVC, dan MVV. Untuk SVC dan MVV merupakan tes yang tidak wajib (*optional*) tergantung dari keinginan pasiennya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

STUDI DAN ANALISA

4.1 Studi Target Konsumen Pasar dan Persona

Tabel 6 Target Buyer

Target	Deskripsi
Pihak rumah sakit dan laboratorium yang berperan sebagai penyuplai peralatan medis	Membutuhkan sebuah peralatan yang aman dan efektif dari segi operasional, mudah dibersihkan, dan terstandarisasi.
Pelatih atau atlet dalam bidang tertentu	Pada bidang seperti lari, dan olahraga berat lainnya yang berhubungan dengan pola pernafasan, membutuhkan sebuah produk untuk dapat memantau/ memonitoring kesehatan atletnya.
Dokter keluarga dan dokter yang membuka praktik di rumah	Membutuhkan peralatan yang ringkas dan praktis dari segi pengoperasiannya dan juga dimensinya. Juga kemudahan untuk dibawa berpindah dari satu lokasi ke lokasi yang lainnya.
Masyarakat Umum	Dapat dijadikan sebuah pola gaya hidup sehat, dimana masyarakat umum (tidak memiliki penyakit kronis) dapat menggunakan juga.

Tabel 7 Target User

Target	Deskripsi	Peran
Petugas Kesehatan	Para profesional (dokter, perawat, fisioterapis, pekerja sosial, apoteker, konsultan spiritual, dll.) yang terlibat dalam memberikan pelayanan yang terkoordinasi dan menyeluruh	Subjek, Tugasnya adalah memantau pasien, mengoperasikan produk, dan membaca hasil tes
Penderita PPOK	Penderita PPOK ini didominasi oleh kalangan lansia. Untuk pengecekan diperlukan waktu 6 bulan sekali (tingkat ringan) maupun 1 minggu sekali (tingkat berat)	Objek, Pengguna potensial produk
Pekerja Pabrik atau Pekerja berat (Ekstrem) Tes pekerja dan saat menjadi pekerja	Perlunya pengecekan pernafasan berkala setidaknya 6 bulan sekali pada pekerja berat pada setiap perusahaan	Objek, Pengguna produk

	mendapat perhatian dari pemerintah Indonesia, berdasarkan Surat Keputusan Presiden Nomor 22 tahun 1993 Jenis partikel yang bisa menyebabkan penyakit paru yaitu partikel organik dan anorganik. Selain itu gas dan bahan aerosol lain seperti gas dari hidrokarbon, bahan kimiawi insektisida, serta gas dari pabrik plastik dan hasil pembakaran plastik.	
Puskesmas Keliling (User : Masyarakat Pedalaman dan Dataran Tinggi)	Ada kecenderungan orang-orang yang tinggal di dataran tinggi memiliki lingkaran dada dan paru-paru yang lebih besar dari pada orang-orang yang tinggal di dataran rendah. Dan juga akses menuju pedalaman masih sulit untuk pengobatan atau pengujian, sehingga dibutuhkan perangkat yang ringkas dan praktis	Objek, Pengguna produk
Atlet	Karena aktifitas yang berat seperti berlari maupun latihan didalam ruangan, kondisi kesehatan atlet harus sering dipantau agar mengetahui kapasitas dan fungsi paru nya.	Objek, Pengguna produk
Pramugari dan Pilot	Sebelum menjadi pramugari dan pilot dilakukan tes spirometri untuk memastikan calon pelamar memiliki ketahanan saat berada di atas udara nanti.	Objek, Pengguna produk
Program Skrining dan Medical Check Up (MCU)	Beberapa masyarakat rutin untuk melakukan check up kesehatan untuk memastikan fungsi paru mereka tetap normal dan sehat.	Objek, Pengguna produk

Studi ini juga dilengkapi dengan metode *secondary persona*, dimana masing-masing kelompok diwakilkan dengan satu persona yang sesuai. Dari persona tersebut kita dapat melihat personaliti dan kebutuhan dari usernya.



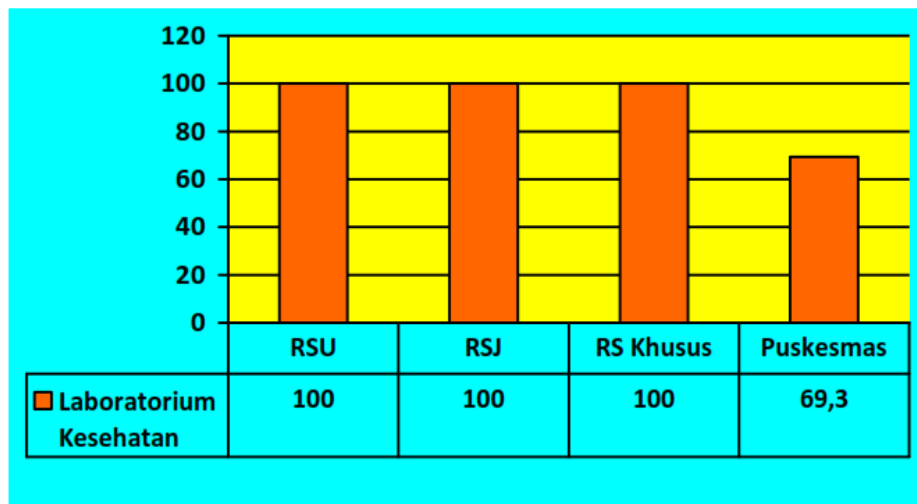
Gambar 22 Persona Petugas Kesehatan



Gambar 23 Persona penderita PPOK / User Lansia

4.2 Analisa Ketersediaan Spirometer

Sarana kesehatan harus mempunyai kemampuan untuk melaksanakan pelayanan laboratorium kesehatan sesuai standar dan dapat diakses oleh masyarakat dalam waktu tertentu. Ini adalah upaya pelayanan penunjang untuk mendukung pelayanan medis dan diagnosis dokter di rumah sakit.



Gambar 24 Sarana Kesehatan dan Laboratorium Tahun 2013

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa ketersediaan laboratorium dan fasilitas kesehatan pada puskesmas masih sangat terbatas dibandingkan dengan RSUD, RSJ, dan RS Khusus. Kurangnya ketersediaan alat kesehatan terutama alat deteksi dan monitoring pernafasan ini harus diimbangi dengan :

- Pengendalian manajerial (misalnya, ketersediaan staf dan persediaan yang memadai, pendidikan petugas kesehatan, pasien, dan pengunjung) serta pengendalian teknis dan lingkungan untuk menghasilkan pelayanan kesehatan yang seaman mungkin.
- Pengendalian administratif. Ini meliputi pembangunan prasarana dan kegiatan pencegahan dan pengendalian infeksi yang berkelanjutan, kebijakan dan sosialisasi mengenai pengenalan dini terhadap penyakit pernafasan.

Spirometer Eksisting di Rumah Sakit Semen Tuban



Gambar 25 Spirometer Eksisting RS Semen Tuban

Pada Rumah sakit Semen Tuban, spirometer yang digunakan masih sangat konvensional dengan menggunakan monitor dan berukuran setara dengan lemari es dua pintu.

Spirometer Eksisting di RSUD



Gambar 26 Spirometer Eksisting RSUD



Gambar 27 UID pada spirometer eksisting RSUA

RSUA menggunakan spirometer yang lebih ringan dan kecil dimensinya daripada fasilitas kesehatan di rumah sakit. Beberapa UID yang penting pada spirometer ditunjukkan pada gambar 27.

Hasil Analisa : Saat ini pemerintah telah melakukan pemerataan penyediaan alat kesehatan termasuk spirometer. Permasalahannya terletak pada UID dan mekanisme yang berbeda-beda, sehingga kerap menyulitkan tenaga medis yang mengoperasikan.

4.3 Analisa Pasar dan Perbandingan Fitur Produk

4.3.1 Analisa MSCA

Tabel 8 Analisa MSCA

Parameter	MicroLoop Handheld Spirometer	Schiller Spirometer	MIR Microlab Spirometer
			
Storage	2.000+ patient tests	Up to 100 patient	10.000 patient
Sumber	Rechargeable lithium 3.7 V 1,600 mAh	Listrik	Rechargeable battery and mains power
Dimensi	123 x 81 x 23 mm	205 x 285 x 70 mm	220 x 210 x 51 mm
Berat	250 g	2000 g	1450 g

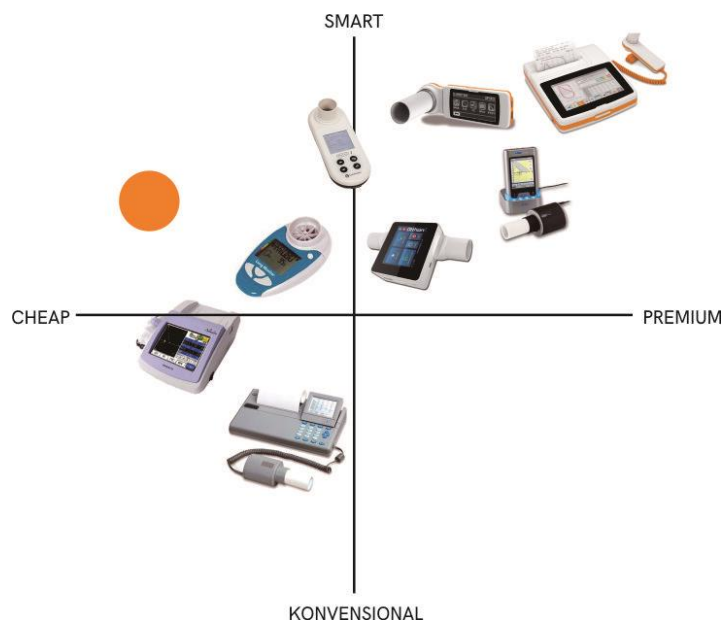
Pengguna	Di rumah sakit, maupun di rumah	Di rumah sakit	Di rumah sakit
Harga	Rp 29.330.000, -	Rp 37.500.000 -	Rp 62.364.499

4.3.2 Segmentasi Produk

Metode ini dilakukan untuk menentukan dimana letak produk rancangan akan ditempatkan dan menentukan segmentasi yang sesuai bagi produk.

- Usia : Segmentasi yang dituju adalah usia 25 tahun hingga 60 tahun. Hal ini didasarkan pada psikografis target konsumen yang merupakan generasi milenial dan sangat mengikuti perkembangan teknologi, sehingga menyukai perangkat yang ringkas dan praktis. Juga sebagai kebutuhan untuk penderita PPOK yang didominasi oleh kalangan lansia.
- Kelas sosial : Kelas sosial yang dipilih yaitu golongan menengah. Kondisi yang cukup mampu untuk membeli peralatan yang *compact* dan aman untuk digunakan.

4.3.3 Positioning Produk



Gambar 28 Positioning Produk

Hasil Analisa : Berdasarkan analisa pasar dan fitur dari produk, harga spirometer dengan konsep smart masih berkisar 30 juta hingga 65 juta rupiah. Positioning untuk rancangan spirometer ini adalah ekonomis namun tetap *smart* dengan mengambil segmen menengah. Untuk target HPP dari produk dan sistemnya berkisar antara Rp 5.000.000, - hingga Rp 8.000.000, -

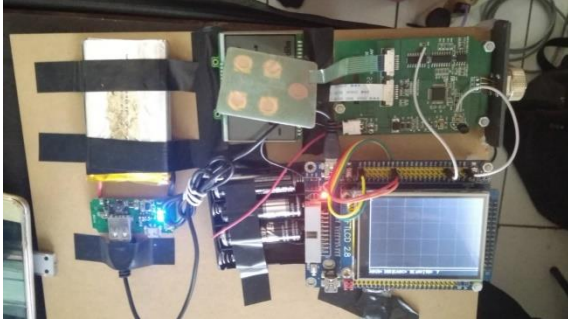
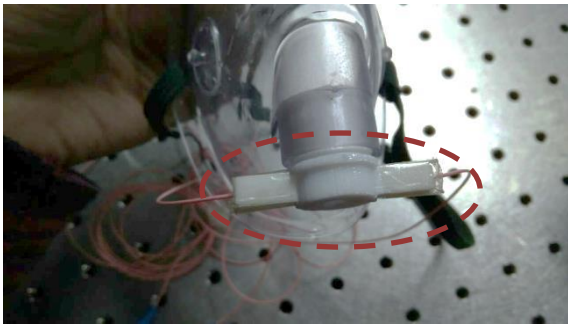
4.4 Reverse Engineering dan Analisa Komponen Penyusun Produk

4.4.1 Spirometer dengan Masker Oksigen

Studi *reverse engineering* dilakukan dengan mengamati user interface desain maupun *archetype* dan visual dari produk spirometer. Ini adalah *reverse engineering* pada produk spirometer yang dikembangkan oleh departement tehnik fisika ITS

Tabel 9 Reverse Engineering Spirometer

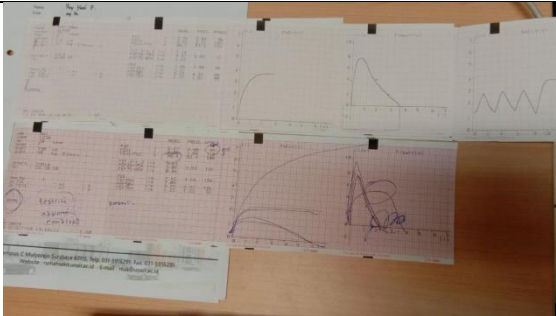
Gambar	Keterangan
	Ini merupakan box prosesor pada perangkat yang dilengkapi LCD dan 3 button pada bagian atas yang terdiri dari button start, stop dan reset.
	Terdapat dua buah port USB yang dapat disambungkan dengan perangkat keras seperti laptop, PC, smartphone dsb untuk penyimpanan data.
	Pada bagian kiri box, terdapat switch on/off untuk mengaktifkan sistem pada spirometer. Kemudian terdapat dua lubang yang merupakan port sambungan untuk <i>pigtail</i> yang terdapat pada masker

	Ini adalah sistem dan rangkaian sirkuit pada spirometer yang sedang di kembangkan. Terdapat empat komponen utama yang menyusun produk, yakni LCD, baterai, power meter, dan light source.
	Pada masker oksigen, terdapat tambahan komponen yang dibuat dengan 3d printing sebagai tempat untuk meletakkan sensor serat optik.
	Tampak bawah dari masker, dimana pada lingkaran yang bertanda merah, terdapat serat optik tipis dengan tipe SMS.
	Saat perangkaian selesai dilakukan. Dimana tiap komponen disatukan. Pada lingkaran warna merah dapat dilihat bahwa <i>pigtail</i> menghubungkan sensor pada masker dengan box (main body).

4.4.2 Spirometer dengan Mouthpiece

Tabel 10 Reverse Engineering spirometer mouthpiece

Gambar	Keterangan
	Alat khusus yang digunakan untuk melakukan kalibrasi. Biasanya proses kalibrasi dilakukan minimal seminggu sekali.
	Box prosesor dan UI penyusunnya. Pada bagian kiri atas terdapat bagian untuk mencetak hasil data pengujian.
	Merupakan filter yang diletakkan pada bagian tengah spirometer. Diganti secara rutin agar tetap terjaga ke higienisannya.

	Mouthpiece dan tube penyusunnya. Terdiri dari dua sisi, yakni untuk tempat tube dan satu sisinya untuk kalibrasi.
	Saat produk mouthpiece dihubungkan dengan tube. Tube ini sekali pakai, sehingga pasien tetap terjaga kehygienisannya.
	Output dari pengujian yakni grafik yang hasilnya langsung dicetak dan dianalisa oleh dokter spesialis.

Setelah melakukan *reverse engineering*, didapatkan kesimpulan mengenai bagian-bagian utama penyusun spirometer dengan masker adalah box prosesor, charger, masker oksigen, dan kabel sensor serat optik (terhubung dengan konektor masker).

Untuk spirometer dengan mouthpiece memiliki beberapa komponen penyusun yang berbeda, yakni menggunakan tube, mouthpiece, noseclip (optional). Perangkat

penyusun spirometer ini masih terpisah satu sama lain, sehingga perlu dibuat desain yang lebih terintegrasi dan compact

4.5 Analisa Perangkat Saluran Pernafasan

4.5.1 Mouthpiece

Mouthpiece adalah perangkat saluran pernafasan yang merupakan *archetype* dari produk spirometer sendiri. desain dari mouthpiece ini seperti pipa dengan diameter sekitar 60 mm dan penggunaannya sekali pakai (untuk menjaga higienisan). Dimana dibantu dengan *tube*, mouthpiece dapat disambungkan dengan mudah dan di ganti saat uji pasien yang berbeda.



Gambar 29 Mouthpiece pada spirometer

4.5.2 Masker Oksigen

Pada hampir 95% produk spirometer, menggunakan mouthpiece sebagai penyaluran udaranya. Namun pada rancangan kali ini, masker digunakan sebagai saluran pernafasan dengan mempertimbangkan kesesuaian sensor yang sedang dikembangkan.

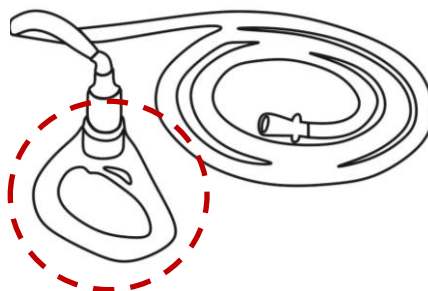
Tabel 11 Prosedural Menggunakan Masker Oksigen

1		Genggamlah masker dengan satu tangan, posisikan sisi depan bagian hidung pada ujung jari-jari Anda, biarkan tali pengikat menjuntai bebas di bawah tangan Anda.
---	---	---

2		Posisikan masker di bawah dagu anda dan sisi untuk hidung berada di atas.
3		Letakkan jari-jari kedua tangan anda di atas bagian hidung yang terbuat dari logam. Tekan sisi logam tersebut mengikuti bentuk hidung anda.
4		Tutup bagian depan masker dengan kedua tangan, dan hati-hati agar posisi masker tidak berubah.
5		Melepaskan dari belakang

4.5.3 Masker Jackson Rees

Jackson Rees adalah alat yang terdiri dari kantong elastis yang dikembangkan dengan aliran oksigen 10 – 12 lpm. Keuntungan menggunakan perangkat ini adalah kadar oksigen inspirasi yang diberikan 100%, yang berarti struktur masker ini tidak bocor dan sangat sesuai dengan konsep pengembangan spirometer ini.



Gambar 30 Masker Jackson Rees

Selain karena faktor kerapatannya, segi ergonomisnya juga sesuai. Dimana terdapat bantalan khusus dan terdapat ‘C shape’ yang menggunakan material karet dan berfungsi sebagai handle tangan sehingga lebih maksimal. Pemilihan material karet difungsikan juga sebagai antiselip dan menghindari kebocoran.

Hasil Analisa : Hasil akhir perancangan adalah dua series produk spirometer, yakni spirometer dengan menggunakan mouthpiece (seperti produk eksisting) dan spirometer dengan menggunakan masker (yang sedang dikembangkan).

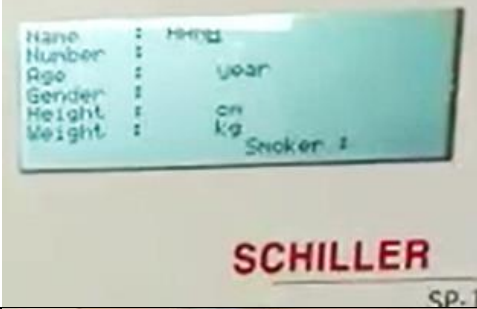
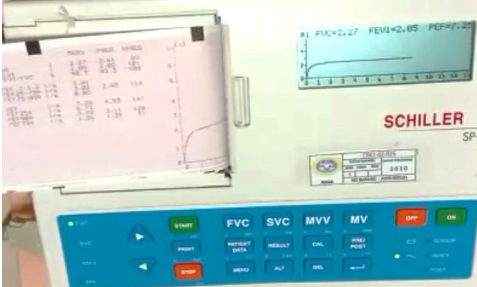
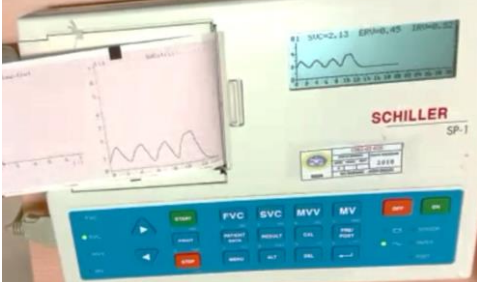
4.6 Studi Aktivitas dan Alur Pengoperasian Spirometer

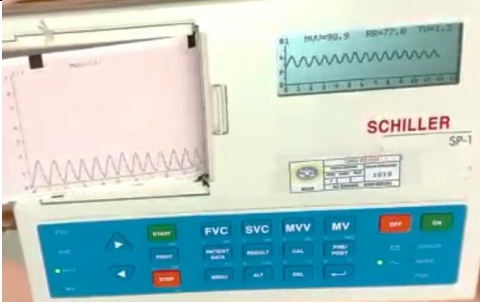
4.6.1 Standard Operasional Spirometer Rumah Sakit Universitas Airlangga

Spirometer yang digunakan oleh RSUD adalah spirometer schiller. Ini merupakan spirometer konvensional, dimana cara yang diperlukan untuk melakukan tes adalah dengan menghubungkan detektor dengan Prosesor. Hasilnya pun perlu dicetak dan dikonsultasikan pada dokter spesialis paru-paru.

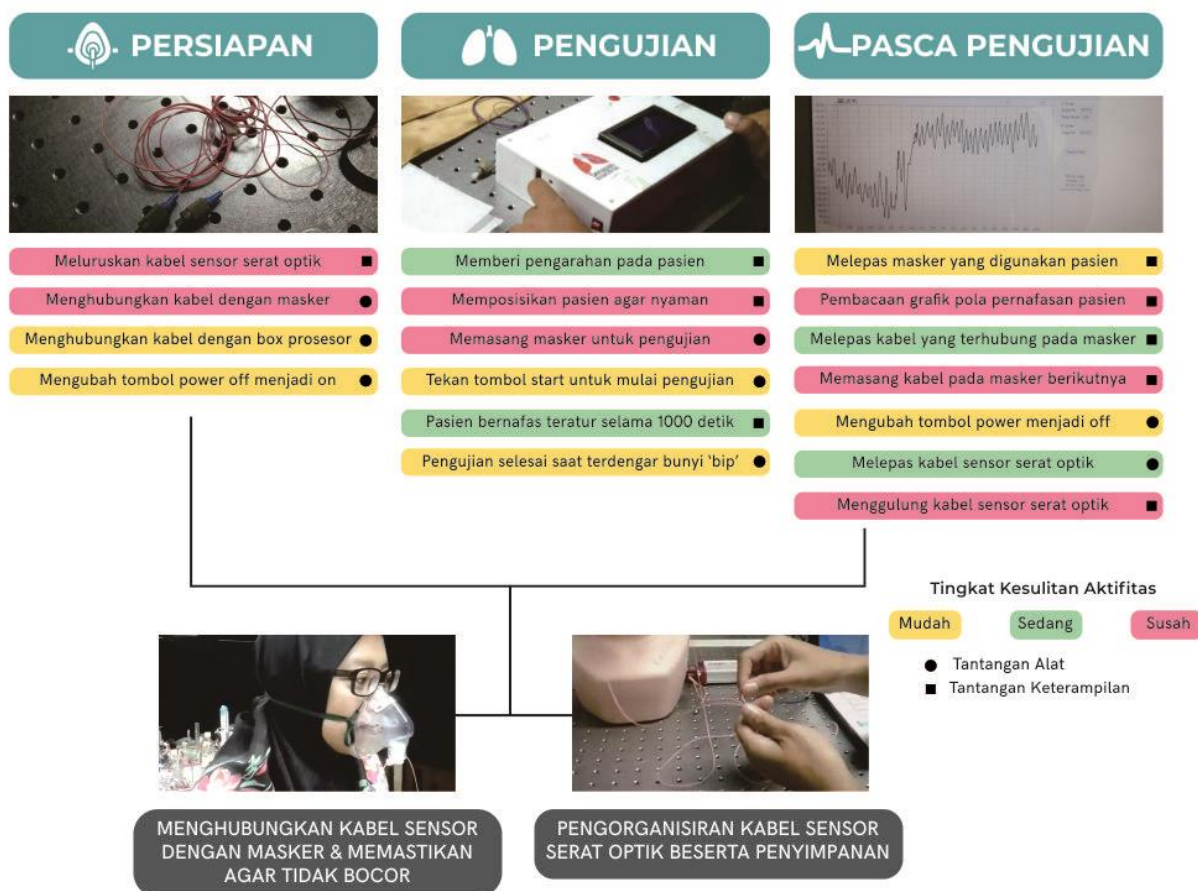
Tabel 12 Mekanisme Spirometer RSUD

1		Tahap pertama adalah kalibrasi. Proses ini dilakukan dengan menggunakan alat khusus yg dapat terhubung dengan salah satu sisi mouthpiece yang akan digunakan. Dilakukan sebanyak 2 kali pompa.
2		Setelah kalibrasi dinyatakan sukses, mouthpiece dipisahkan dari alat tsb dan sudah siap untuk digunakan.
3		Pemasangan tube (sekali pakai) pada mouthpiece.

4		Melakukan pengisian data diri, diantaranya adalah nama, umur, jenis kelamin, tinggi badan, dan berat badan. Semua faktor ini mempengaruhi hasil dari tes spirometer.
5		Ada 3 jenis pengujian pada spirometer, yakni FVC, SVC, dan MVV. Yang pertama dan tes wajib yang dilakukan adalah FVC. Pengujian dilakukan dengan cara menarik nafas panjang dan menghembuskan melalui mulut hingga semua udara di paru-paru habis.
6		Ini adalah hasil grafik dari tes FVC, hasil akan otomatis dicetak sebelum melalui tes tahap dua.
7		Tes yang kedua adalah SVC, tes ini bersifat opsional. Pengujian dilakukan dengan cara bernafas secara perlahan sebanyak 3 kali, kemudian menarik nafas panjang dan menghembuskan secara perlahan.
8		Ini adalah hasil grafik dari tes SVC, hasil juga otomatis langsung dicetak.

9		Tes yang terakhir adalah MVV, tes ini bersifat opsional. Pengujian dilakukan dengan cara bernafas secara cepat selama 12 detik.
10		Ini adalah hasil grafik dari tes MVV, hasilnya berupa pola pernafasan cepat. Seluruh hasil tes nantinya akan didiskusikan kembali dengan dokter spesialis khusus paru-paru.

4.6.2 Alur Pengoperasian Spirometer Departemen Teknik Fisika



Gambar 31 Alur Operasional Spirometer Berdasarkan Aktivitas

Ada beberapa perbedaan pada prosedural spirometer yang sedang dikembangkan oleh departemen teknik fisika dikarenakan perangkat saluran pernafasan yang digunakan adalah masker. Rangkaian dan sensor yang digunakan juga berbeda.

Berdasarkan studi yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan mengenai kegiatan-kegiatan yang berpengaruh terkait aktifitas, prosedur dan alur pengoperasian.

Hasil Analisa : Untuk prosedural, hendaknya disamakan dengan standard yang telah ada sehingga akan memudahkan tenaga medis dalam hal pengoperasiannya. Perihal variabel sistem dan perangkat tambahan yang digunakan, mekanisme, UID, dan juga outputnya perlu disederhanakan.

4.7 Affinity Diagram

AFFINITY DIAGRAM

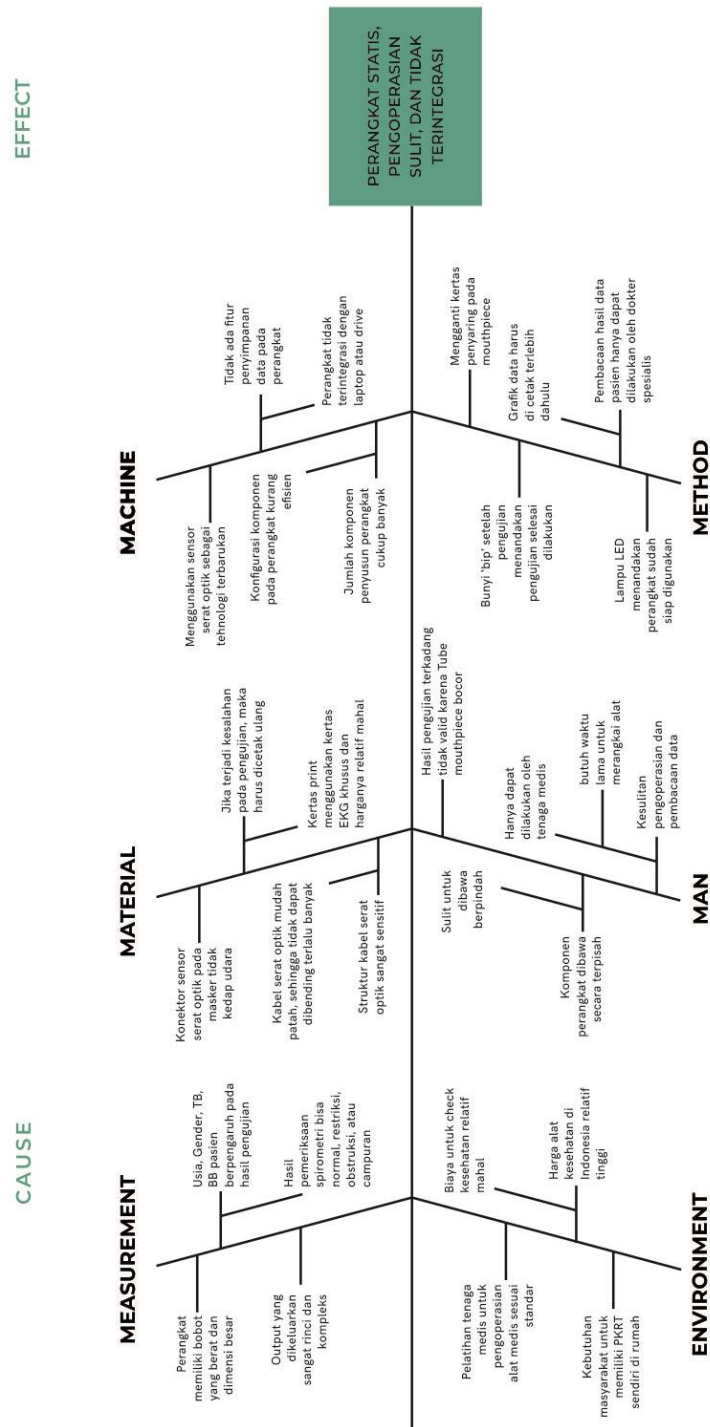
METODE 5M + 1E

ENVIRONMENT			MEASUREMENT			MATERIAL			MAN			METHOD			MACHINE		
Banyak masyarakat belum memahami pentingnya check up kesehatan	Beberapa alat kesehatan belum terjangkau daerah pedalaman	Perangkat memiliki bobot yang berat	Usia, Gender, TB, BB pasien berpengaruh pada hasil pengujian	Struktur kabel serat optik sangat sensitif	Anjuran check up kesehatan bagi penderita PPOK minimal 6 bulan sekali	Pekerja, pramugari, maupun atlet diwajibkan melakukan check up kesehatan	Pasien memilih posisi terbaik saat melakukan tes (duduk atau berdiri)	Grafik data pengujian harus dicetak dulu sebelum dilakukan konsultasi	Masih menggunakan teknologi yang konvensional	Jumlah komponen penyusun perangkat cukup banyak							
Pelatihan tenaga medis untuk pengoperasian alat medis sesuai standar	Hanya lab dan rumah sakit tertentu yang memiliki	Dimensi produk besar	Spirometer yang sedang dikembangkan, hanya mampu melakukan monitoring	Kabel serat optik mudah patah, sehingga tidak dapat dibending terlalu banyak	Sulit untuk dibersihkan dan dibawa berpindah	Desain mouthpiece kurang ergonomis saat digunakan (digenggam)	Pembacaan hasil data pasien hanya dapat dilakukan oleh dokter spesialis	melakukan kalibrasi untuk menjaga akurasi data dan sensor	Tidak ada fitur penyimpanan data pada perangkat	Waktu charge optimal baterai tidak terdefinisi							
Kebutuhan masyarakat untuk memiliki PKRT sendiri di rumah	Untuk alat kesehatan khusus PKRT memerlukan sosialisasi	Sulit untuk mengetahui status baterai pada alat	Menggunakan masker sebagai perangkat untuk memantau pola pernafasan	Jika terjadi kesalahan pada pengujian, maka harus dicetak ulang (tidak efisien material)	Komponen perangkat dibawa secara terpisah (Tidak ada wadah khusus)	Masker oksigen sering digunakan berulang-ulang saat pengujian	Perangkat harus terus terhubung dengan listrik, karena tidak ada tanda saat baterai habis	Proses pengulangan kabel serat optik cukup sulit	Perangkat tidak terintegrasi dengan laptop atau drive	Konfigurasi komponen pada perangkat kurang efisien							
Harga alat kesehatan di Indonesia relatif tinggi	Biaya untuk check kesehatan relatif mahal	Hasil pemeriksaan spirometri bisa normal, restriksi, obstruksi, atau campuran	Output yang dikeluarkan sangat rinci dan kompleks	Kertas print menggunakan kertas EKG khusus dan harganya relatif mahal	Perangkat hanya bisa dioperasikan oleh tenaga medis	Pengoperasian UI sangat kompleks	Bunyi 'bip' setelah pengujian menandakan pengujian selesai dilakukan	Material plastik di produksi dengan tehnik molding	Menggunakan sensor serat optik sebagai teknologi terbaru, harganya juga murah								
			Menggunakan mouthpiece sebagai perangkat untuk mengukur volume paru-paru	Konektor sensor serat optik pada masker tidak kedap udara (bocor)	Hasil pengujian terkadang tidak valid karena Tube mouthpiece bocor	Membutuhkan waktu yang cukup lama untuk merangkai alat	Lampu LED menandakan perangkat sudah on dapat digunakan										
				Material harus tahan air, higienis dan mudah dalam perawatan serta penyimpanan	Orang awam tidak dapat membaca data pengujian	Posisi pasien saat pengujian kurang nyaman	Mengganti kertas penyangkai pada mouthpiece setelah 2-3 kali pengujian										

Gambar 32 Affinity Diagram

Affinity diagram diperoleh dari hasil studi aktivitas. Metode ini dilakukan dengan mengelompokkan poin-poin dengan metode 5M + 1E yaitu Machine, Method, Man, Material, Measurement, dan Environment.

4.8 Fish Bone Diagram



Gambar 33 Fish Bone Diagram

Fish bone diagram merupakan metode lanjutan dari affinity diagram, untuk mempersempit intepretasi isu berdasarkan sebab akibat dengan metode 5M + 1 E. Fish bone yang didapat berdasarkan gambar 33 adalah perangkat yang statis, pengoperasian sulit, dan tidak terintegrasi

4.9 Square Idea Board

Kata kunci didapatkan dari isu yang diangkat pada affnity diagram dan fish bone diagram hingga ditemui kesimpulan intepretasi kebutuhan pada design requirement and objectives. Berikut delapan kata kunci yang digunakan akan dijelaskan pada gambar 34.



Gambar 34 Square Idea Board

4.10 Mood Board

Metode Moodboard dilakukan untuk merepresentasikan konsep desain yang di pilih pada rancangan dalam segi styling dan memudahkan dalam menentukan karakteristik bentuk yang dibuat. Konsep pada moodboard adalah

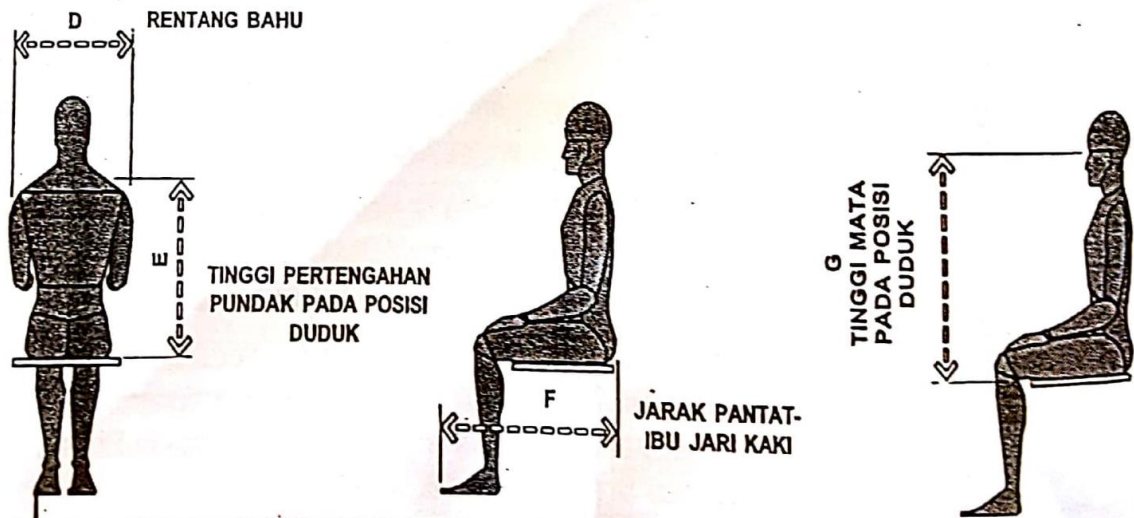
1. Minimalis : Bentuk yang sederhana namun memenuhi kebutuhan dan tidak mengurangi fungsi dai produk yang dirancang
2. Compact : Ringkas dan praktis dalam konfigurasi dan pengorganisiran komponen pada produk
3. Curvy : Tidak banyak memakai sudut-sudut tajam



Gambar 35 Mood Board

4.11 Studi Ergonomi dan Anthropometri

Posisi Duduk Tegak saat Pengujian

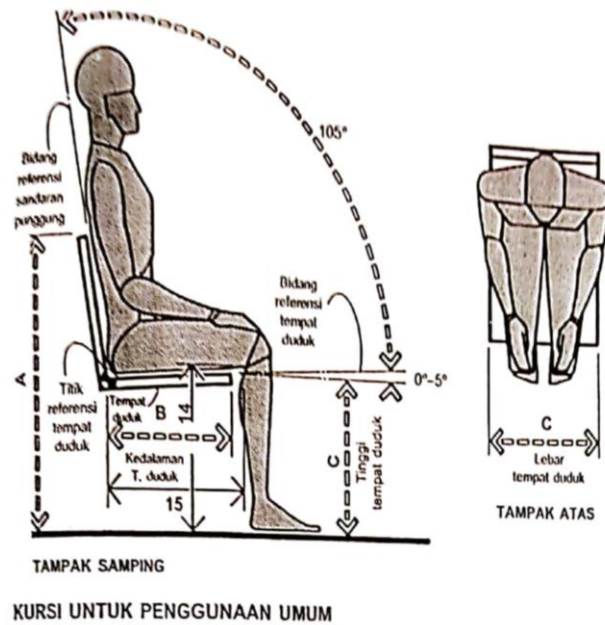


Gambar 36 Ergonomi Duduk Tegak

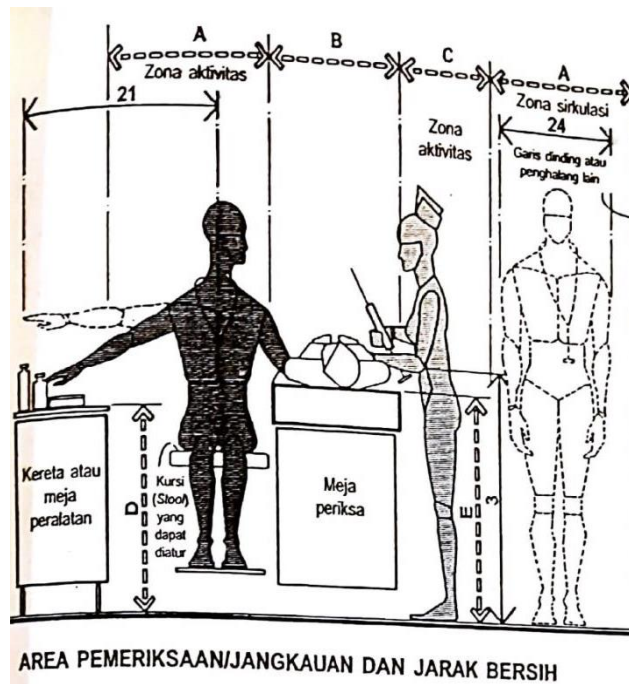
Tabel 13 Ukuran Percentile Ergonomi Duduk Tegak

In cm		D	E	F	G
95 %tile	Pria	52.6	69.3	94.0	86.1
	Wanita	43.2	62.5	94.0	80.5
5 %tile	Pria	44.2	60.2	81.3	76.2
	Wanita	37.8	53.8	68.6	71.4

Pada posisi duduk tegak yang nyaman mengacu pada 95%tile laki-laki dimana tinggi pertengahan pundak pada posisi duduk adalah 69.3 cm.



Gambar 37 Ergonomi Kursi pengguna umum

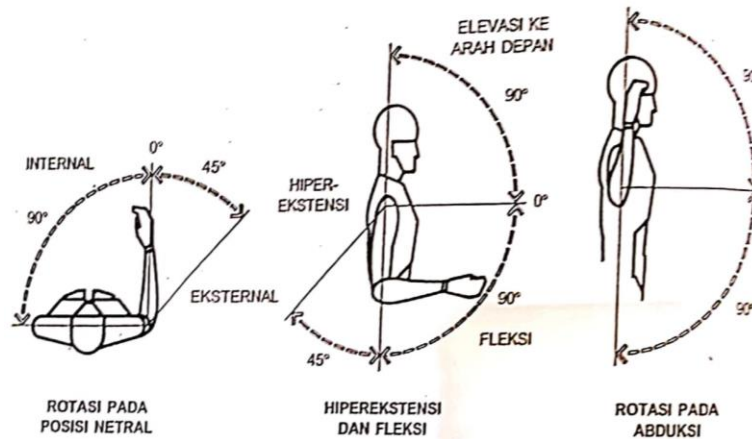


Gambar 38 Ergonomi area pemeriksaan

Tabel 14 Ergonomi Area Pemeriksaan

in cm	A	B	C	D	E
	76.2	61.0	45.7	76.2 – 91.4	86.4 – 96.5

Posisi Tangan dan Jangkauan



Gambar 39 Pola Pergerakan Tangan



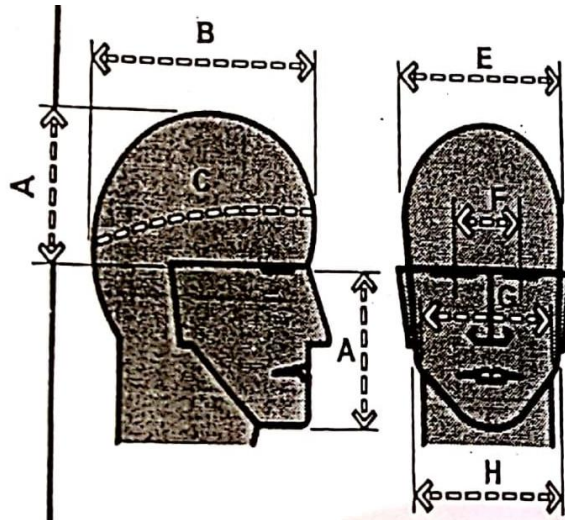
Tabel 15 Jangkauan Tangan

Gambar 40 Jangkauan Tangan

In cm		A
95 %tile	Pria	97.3
	Wanita	92.2
5 %tile	Pria	82.3
	Wanita	75.9

Pada praktik pengujian, pola pergerakan tangan dan jangkauan tangan terhadap alat perlu diperhatikan. Dimana mengacu pada 5% wanita yakni 75.9 cm

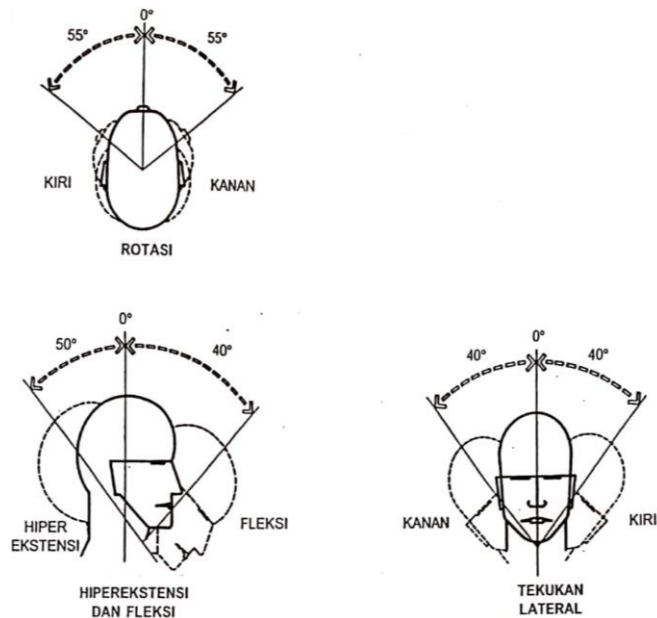
Arah Gerak Kepala



Gambar 41 Dimensi Kepala Pria

Tabel 16 Dimensi Kepala Pria

In cm		A	B	E	H
Pria	95 %tile	12.7	16.5	21.0	15.2
	5 %tile	10.4	14.7	18.8	13.4

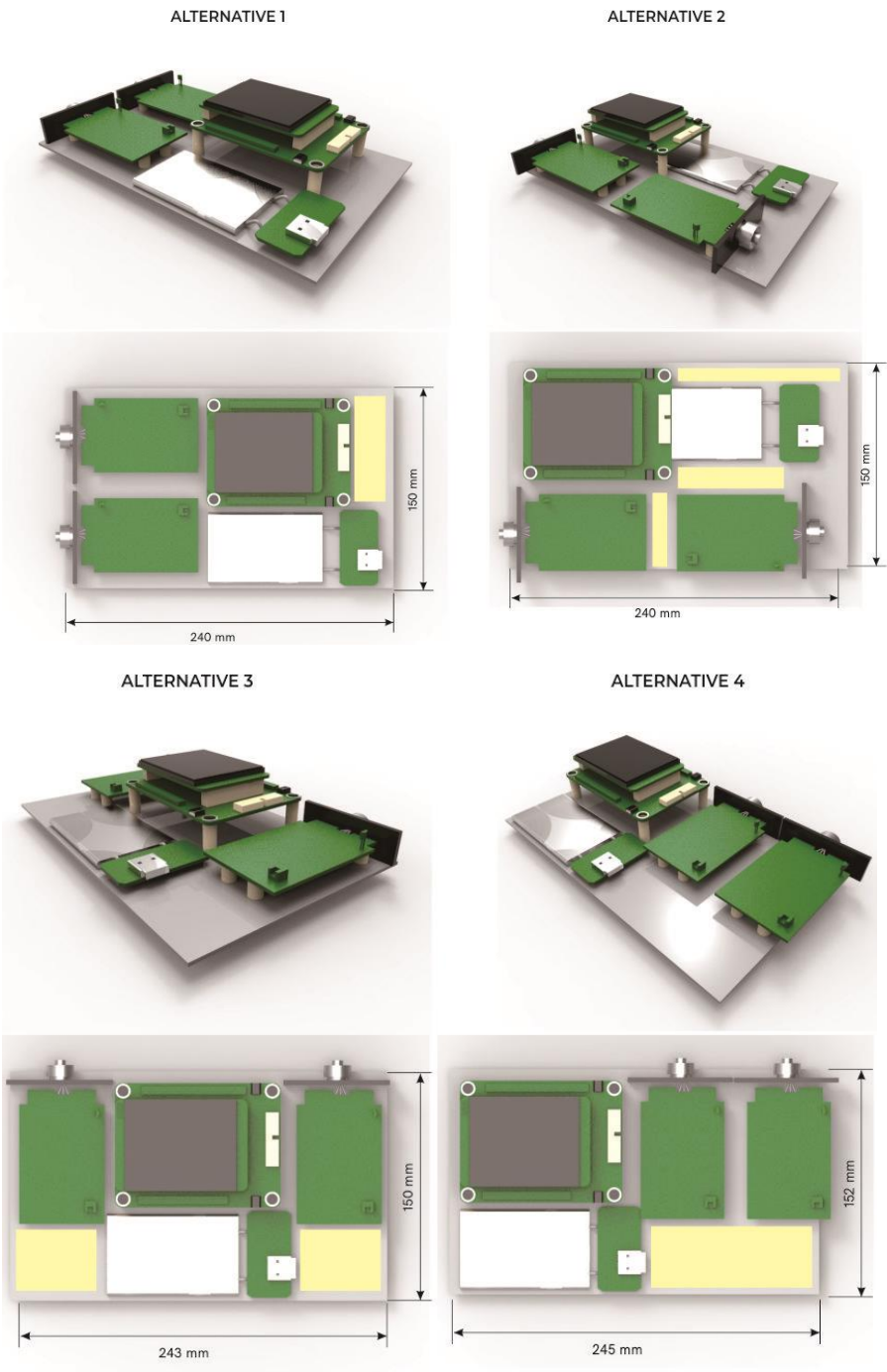


Gambar 42 Arah Pergerakan Kepala

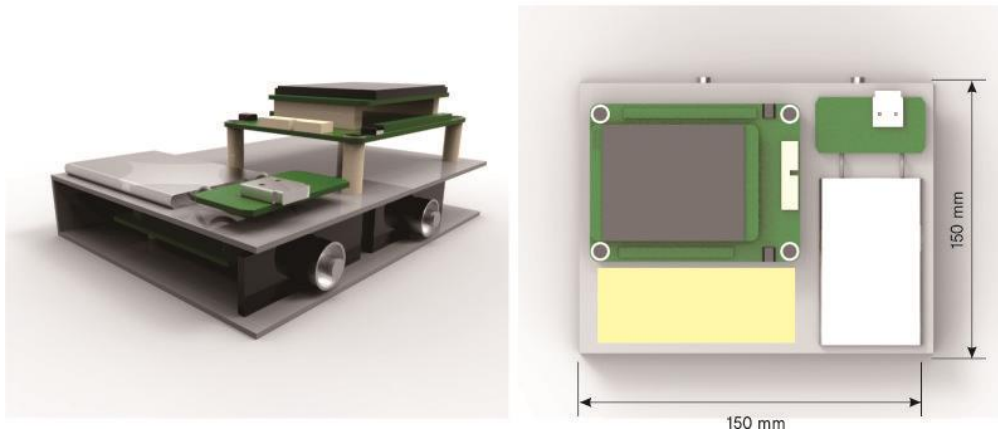
Pada ergonomi bagian kepala diperlukan untuk mengetahui ukuran masker yang dan nyaman untuk usernya. Disini memacu pada 5%tile pria pada ukuran A 10.4 cm dan H yakni 13.4 cm

4.12 Analisa Sistem Konfigurasi Komponen

Komponen yang tersusun berupa LCD, baterai, light source serta power meter harus sesuai dan memberikan sesedikit mungkin ruang agar dapat memiliki bentuk yang compact.



ALTERNATIVE 5



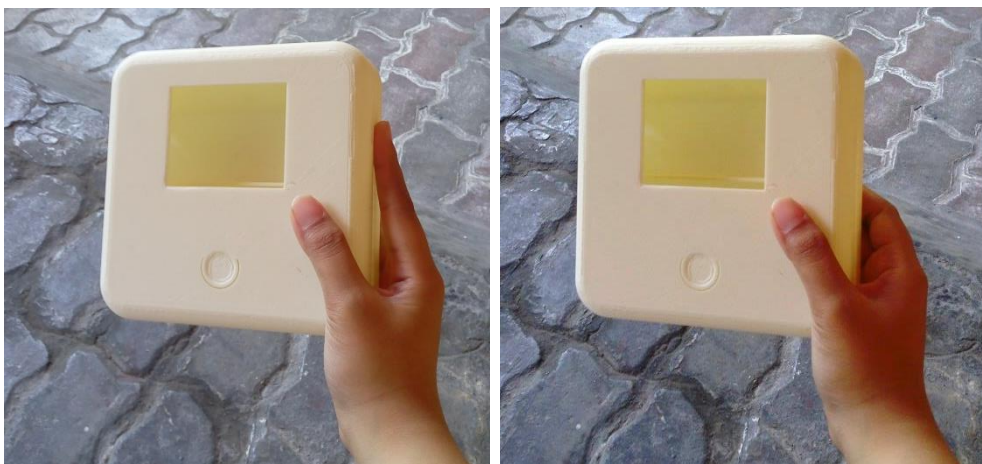
Gambar 43 Alternatif Konfigurasi Rangkaian

Pada beberapa alternatif yang telah disajikan diatas, terdapat beberapa pertimbangan untuk menyusun komponen tersebut dengan sedemikian rupa. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan adalah dimensi, pengaturan kabel, dan komposisi lubang port.

Hasil Analisa : Konfigurasi rangkaian yang dipilih adalah alternative 5, karena dimensi lebih kecil, dan juga komponen penyusun didalamnya terlihat lebih rapi.

4.13 Analisa Bentuk dan Interface

Untuk mendapatkan hasil rancangan yang sesuai dengan kebutuhan usernya, dilakukan studi interface dengan menerapkan metode *mapping* dan *cognitive ergonomic*. Metode mapping sendiri berfokus pada studi aktifitas yang berhubungan langsung dengan produk. Sementara metode *cognitive ergonomic* sendiri berdasarkan pada kaidah-kaidan interface yang sesuai dengan ergonomi pengguna.



Gambar 44 Analisa User dengan bentuk dan Interface

Saat user mengangkat produk, bagian samping box prosesor tidak boleh terdapat sudut yang tajam dan juga pada gambar 44 dapat dilihat bahwa ada dua cara memegang box prosesor, yang pertama yakni meletakkan telunjuk di bagian samping, dan juga yang kedua adalah meletakkan seluruh jari kebelakang. Dari aktifitas inilah, bentuk box prosesor diberi sedikit cekungan pada bagian tengah agar posisi jari telunjuk dapat menumpu dengan nyaman.



Gambar 45 User Interface pada tombol

Kemudian, untuk penerapan tombol juga diperhatikan oleh penulis pada rancangan produk spirometer ini. Untuk ukuran buttonnya disesuaikan dengan jempol yang merupakan bagian jari terbesar. Ini disesuaikan dengan antropometri dari user nya.

4.14 Studi Material dan Warna

Studi ini dilakukan sehubungan pentingnya material penyusun pada produk kesehatan. Menurut Gakeslab Indonesia, beberapa ketentuan material penyusun dan kemasannya adalah sebagai berikut:

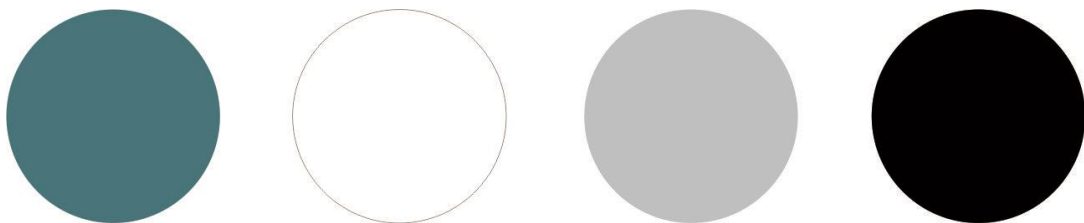
1. Memastikan bahwa bahan tersebut tidak mengandung toxic atau menghasilkan respon biologis pada tubuh.
2. Informasi produk dicantumkan dalam bentuk cetakan, tulisan atau grafik yang melekat pada kemasan primer maupun sekunder.
3. Jika secara fisik tidak memungkinkan untuk menyertakan contoh dari penandaan informasi, maka cukup diberikan contoh dengan menggunakan metode alternatif seperti foto, buku manual, atau brosur dengan spesifikasi teknis yang diperlukan
4. Petunjuk penggunaan umumnya merujuk pada buku panduan dokter, panduan pengguna, panduan operator, dan panduan rujukan.

Beberapa material yang digunakan pada produk kesehatan haruslah higienis dan juga steril. Hampir 60% dari produk kesehatan menggunakan material silver atau metal lainnya. Namun pada prototyping produk, menggunakan material plastik.



Gambar 46 Analisa Material (Kayu, Plastik, Silver)

Untuk pemilihan warna, alat kesehatan didominasi oleh warna putih yang mengandung filosofi clean, higienis, dan steril. Warna biru juga melambangkan air atau udara yang sangat erat kaitannya dengan nafas yang kita hirup dan melambangkan kebebasan serta ketenangan. Dan Ini adalah beberapa warna untuk diterapkan pada produk yang dikembangkan.



Gambar 47 Variasi Warna

4.15 Desain Requirement and Objective (DR&O)

Studi ini berfungsi untuk mengetahui spesifikasi dan anatomi spirometer yang didesain, dimana mengacu pada analisa user, mekanisme, komponen, marketing, dan sebagainya. Berikut adalah *Design Requirement and Objective* pada spirometer :

1. Desain spirometer mampu menyimpan data dalam bentuk drive pada perangkat, tidak perlu dicetak/diprint
2. Output rancangan spirometer berupa dua series, yakni spirometer dengan masker oksigen dan spirometer dengan mouthpiece
3. Desain handle pada mouthpiece disesuaikan dengan genggamannya pria 95%tile
4. Dimensi spirometer disesuaikan dengan konfigurasi rangkaian

5. User Interface Design pada perangkat disesuaikan dengan standar UID spirometer yang sudah ada, dan dapat dikonversikan lebih sederhana
6. Output diagnosa berupa grafik yang dapat dianalisa oleh tenaga medis maupun non medis

4.16 Analisa Produksi

Penentuan harga pokok produksi merupakan tahapan yang penting dalam proses penjualan sebuah produk. Harga pokok produksi ditentukan dari berapa banyak bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan produk (bisa satuan atau masal). Pada tabel 17 dijabarkan beberapa bahan baku dan jasa yang menjadi pertimbangan dalam menentukan harga pokok produksi.

Tabel 17 Harga Pokok Produksi

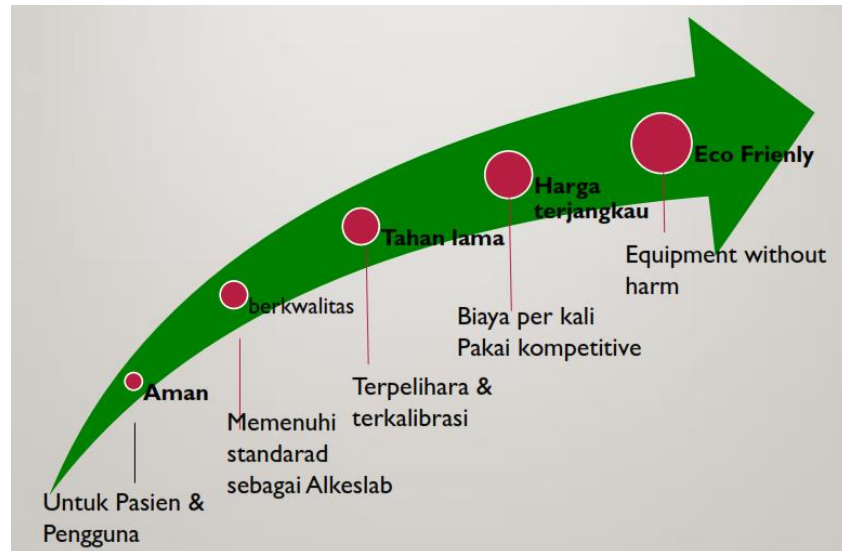
Harga Produksi 1 Produk			
Rangkaian			
Bahan Baku	Harga	Quantity	Total Harga
Opm jw3208	Rp 970.000	1	Rp 970.000
Ols jw3109	Rp 850.000	1	Rp 850.000
Board stm32f103cz	Rp 550.000	1	Rp 550.000
Powerbank	Rp 150.000	1	Rp 150.000
Usb-Regulator	Rp 30.000	1	Rp 30.000
Serat optik pigtail	Rp 35.000	2	Rp 70.000
20 cm kabel serat optik	Rp 15.000	1	Rp 15.000
Adaptor + Charger	Rp 70.000	1	Rp 70.000
Total Biaya			Rp 2.705.000
Packaging dan Masker			
Printing Konektor	Rp 10.000	1	Rp 10.000
Printing Box Prosesor	Rp 300.000	1	Rp 300.000
Masker Oksigen	Rp 20.000	1	Rp 20.000
Packaging Kardus	Rp 25.000	1	Rp 25.000
Total Biaya			Rp 355.000
Biaya Tenaga Kerja			
Pekerjaan	Jam Kerja		Total Harga
Assembling	1 jam		Rp 30.000
Packaging	1 jam		Rp 30.000
Total Biaya			Rp 60.000
Total Biaya Produksi			Rp 3.100.000

BAB 5

KONSEP DAN IMPLEMENTASI DESAIN

5.1 Studi Konsep

4.1.1 Standarisasi



Gambar 48 Syarat Alat Kesehatan

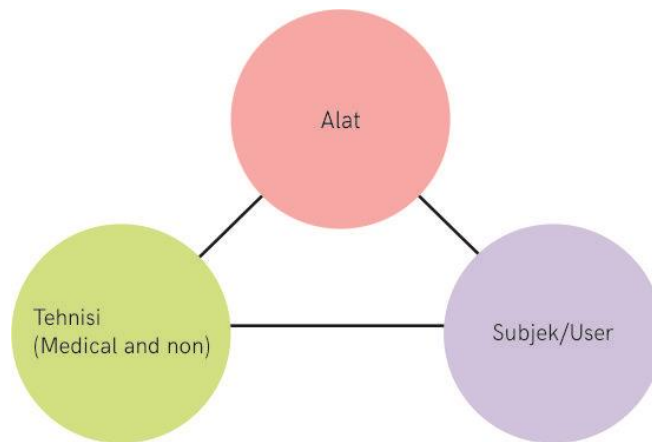
Ini adalah persyaratan alat kesehatan yang baik menurut Gakeslab Indonesia, dimana menurut standard nya alat kesehatan yang baik adalah yang aman, berkualitas, durable, eco friendly, dan juga ekonomis.

4.1.2 Objective Tree



Gambar 49 Objective Tree

4.1.3 User Interaction



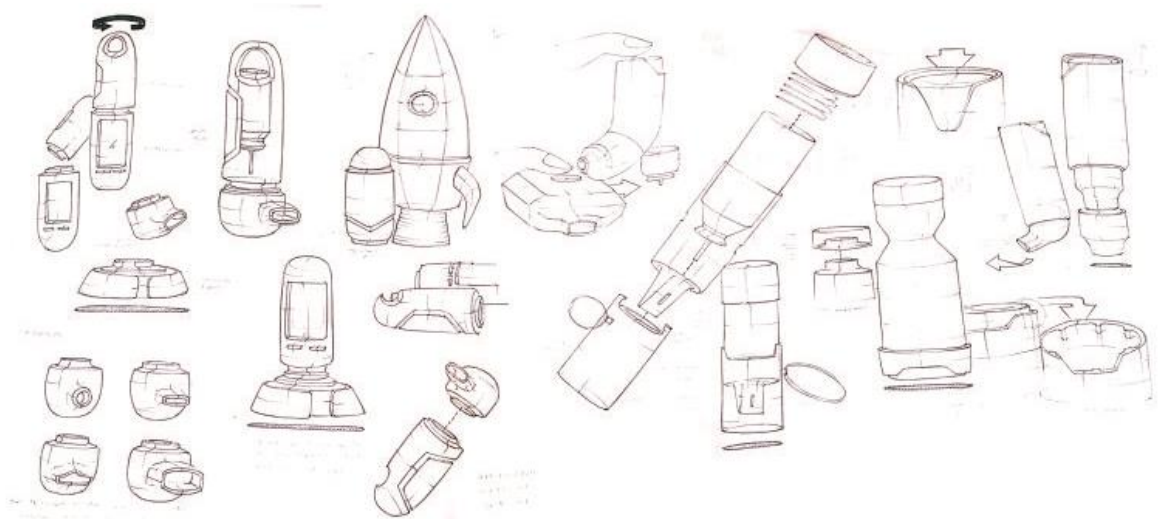
Gambar 50 User Interaction

Ketiga aspek ini merupakan poin penting pada output dari desain spirometer yang dikembangkan. Dimana alat disini harus memenuhi standarisasi dan dikalibrasi minimal seminggu sekali. Untuk tehniisi terutama medis, harus terlatih, mengerti tujuan, dan dapat membaca hasil data pasien. Dan subjek/user dalam pengujiannya diharapkan dapat mengerti tujuan pemeriksaan, bebas rokok minimal 2 jam, tidak makan terlalu kenyang, dan berpakaian terlalu ketat.

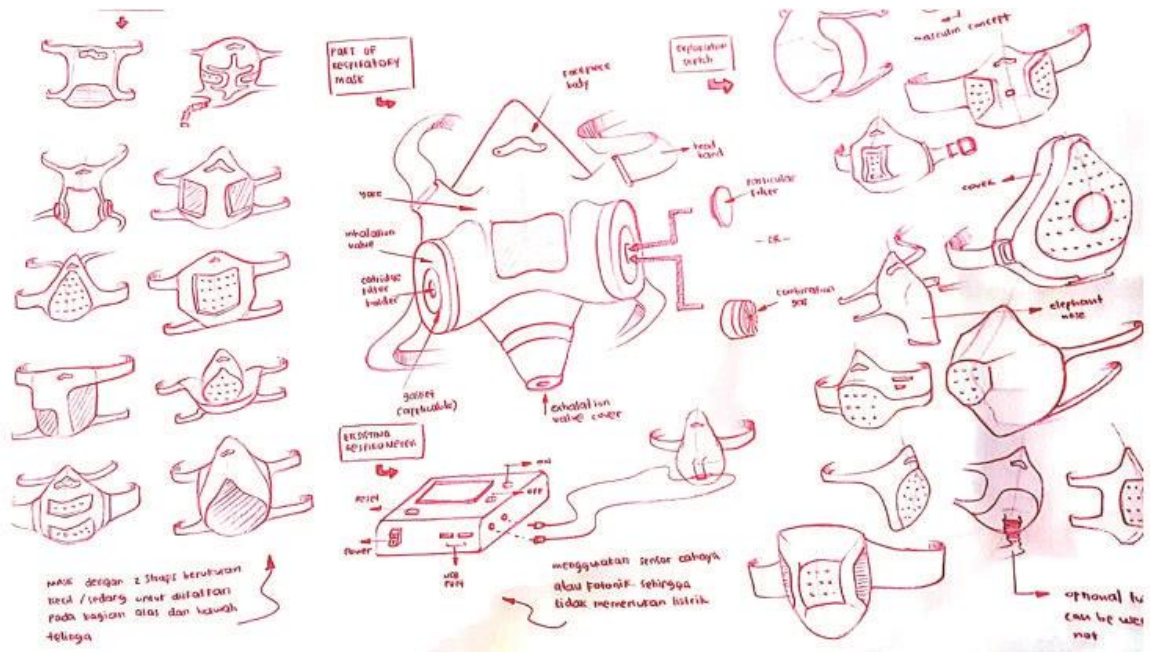
5.2 Studi Bentuk dan Proses Ideasi

Pada bagian ini akan dilakukan studi mengenai bentuk dasar dan komponen penyusun spirometer dengan mempertimbangkan parameter sebagai berikut :

1. Box Packaging
2. Masker Oksigen
3. Mouthpiece
4. Penyusunan Kabel
5. Ergonomi User



Gambar 51 Proses Ideasi Inhaler dan Canister



Gambar 52 Proses Ideasi Masker Oksigen

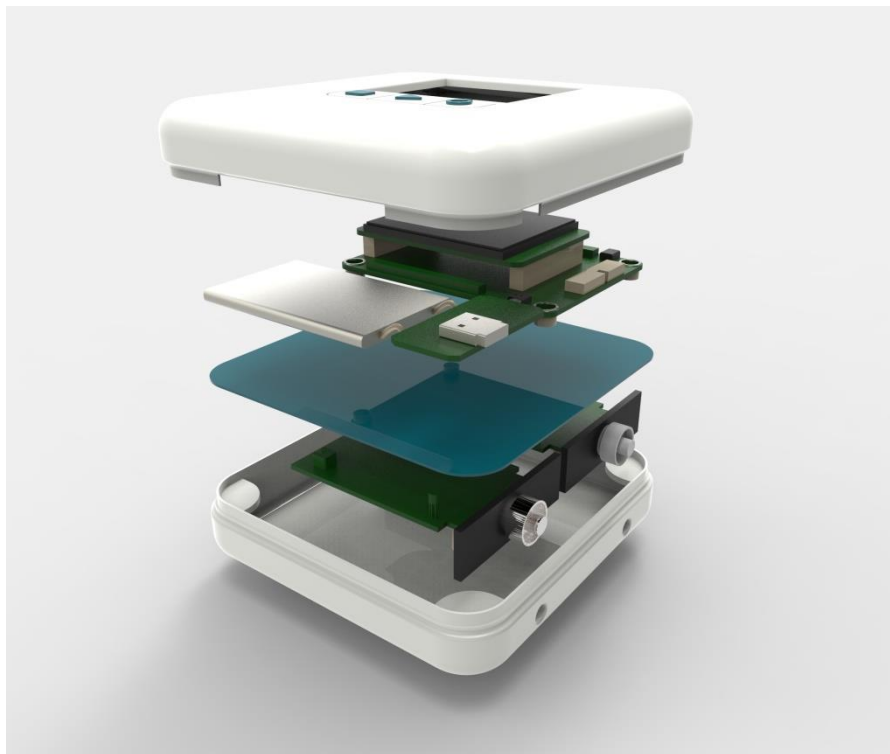
5.3 Alternatif Desain

Setelah melakukan proses ideasi, benchmarking, dan brainstorming, proses selanjutnya adalah membuat beberapa alternatif desain yang relevan dengan konsep desain yang telah disusun sebelumnya di bab 4.

5.3.1 Box Prosesor



Gambar 55 Alternative box prosesor

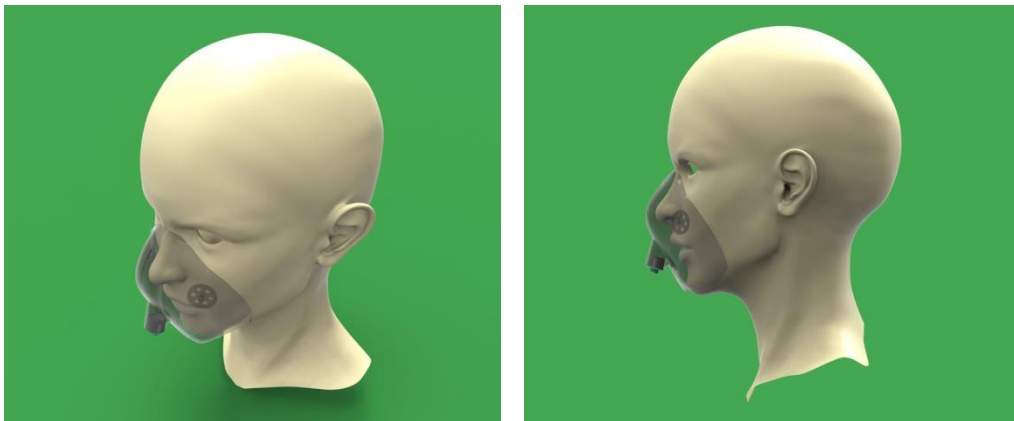


Gambar 54 Assembly box prosesor

5.3.2 Masker Oksigen

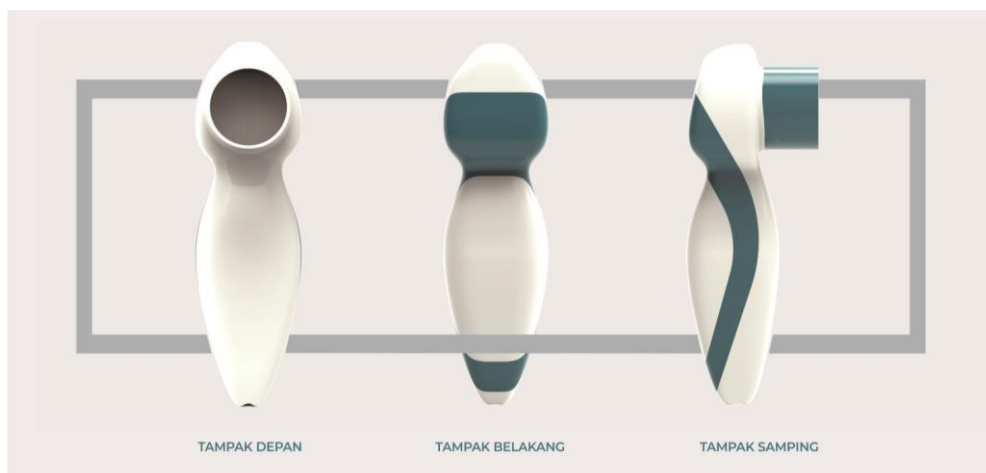


Gambar 56 Alternative masker 1



Gambar 57 Alternative masker 2

5.3.3 Mouthpiece



Gambar 58 Gambar tampak alternatif mouthpiece



Gambar 59 Gambar perspektif alternative mouthpiece

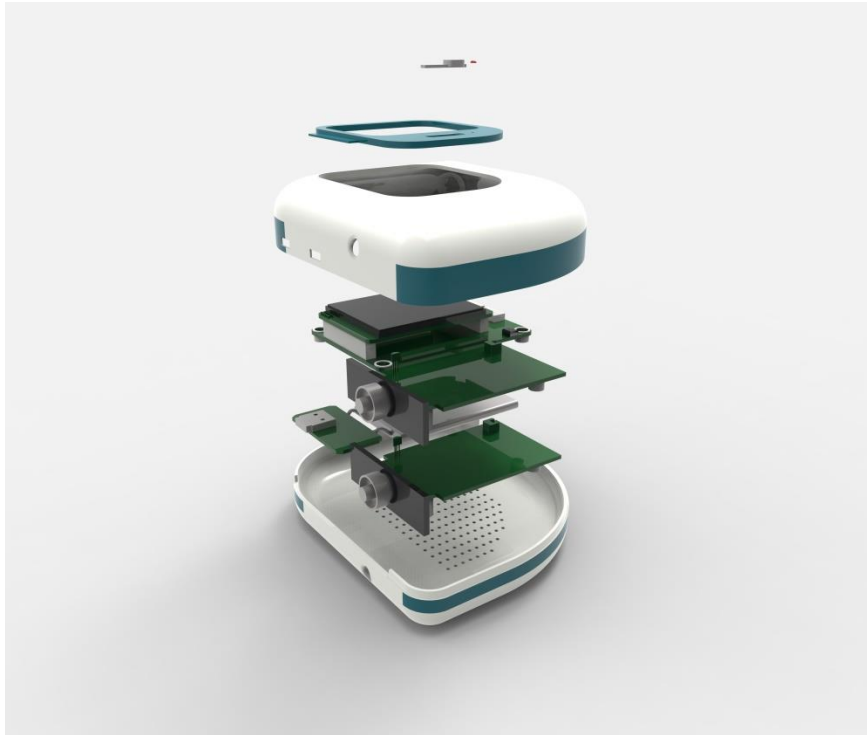
5.4 Final Desain Spirometer dengan Masker

Unity dan *Harmony* adalah dua faktor penting yang harus dipertimbangkan saat mendesain sebuah produk. Dan pada final desain ini, dapat dilihat pada sketsa *assembly part* nya bahwa antara satu bagian dengan bagian lainnya saling terintegrasi. Sehingga waktu untuk melakukan set persiapan alat dapat di persingkat dan lebih memudahkan bagi penggunaanya.



Gambar 60 Set perangkat spirometer dengan masker

Untuk ergonomi studinya, masker dilengkapi dengan straps dan velcrow sehingga dapat disesuaikan dengan bentuk wajah masing-masing pasien dan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan dan kenyamanan user-nya. Pada bagian belakang, terdapat standing dock dimana akan menstabilkan posisi layar saat berdiri dan dapat di lipat kembali saat tidak digunakan.



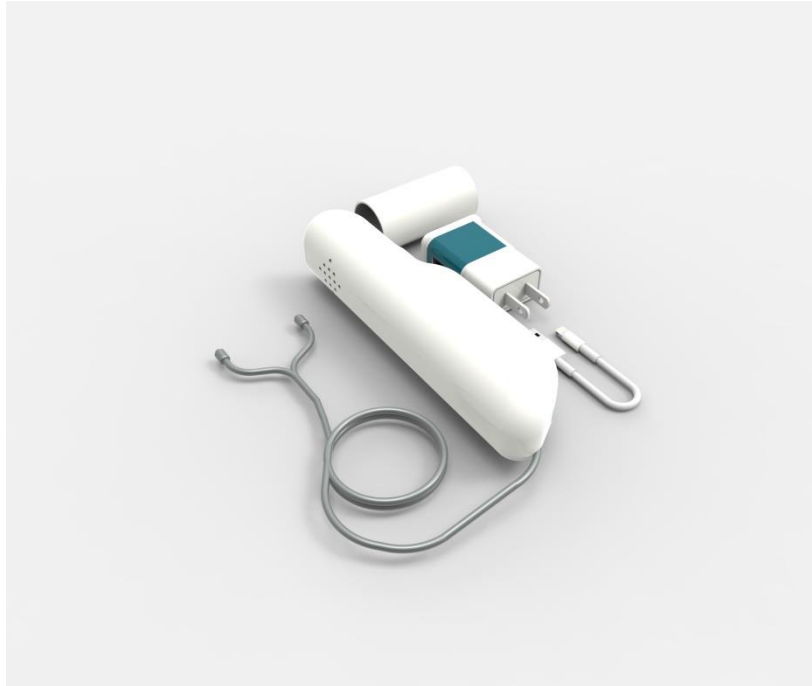
Gambar 61 Gambar Assmby Box Prosesor

Pada bagian bawah masker terdapat konektor yang tersambung dengan sistem sensor serat optiknya. Dimana konektornya sendiri dapat di lepas pasang untuk memudahkan proses pengecekan sistem atau saat dibersihkan.

Bentuk dari desain spirometer ini juga disesuaikan dengan genggam tangan. Dimensi juga hampir sama dengan tablet. Untuk pemilihan warnanya memilih warna putih, abu, dan hijau yang notabene nya adalah warna-warna khas yang digunakan pada dunia medis. Material yang digunakan adalah plastik yang ringan dan juga mudah dibersihkan maupun diganti komponennya.

5.5 Final Desain Spirometer dengan Mouthpiece

Sebagai *archetype* alat saluran pernafasan pada spirometer, pemilihan *mouthpiece* merupakan alternatif yang paling efektif dan merupakan titik organ yang paling dekat dengan paru-paru. Dari segi kalibrasi juga lebih sesuai. Ini adalah gambar tampak dari *mouthpiece* dan *handle* yang nantinya terhubung pada *main body* (box).



Gambar 63 Set Komponen Spirometer Mouthpiece

Pada proses desainnya, menggunakan metode *study form* (bentuk) dengan membandingkan beberapa desain alternatif dan menggunakan parameter tertentu dalam menentukan desain yang sesuai. Dari segi fitur produk, *mouthpiece* ini merupakan produk sekali pakai. Ini dimaksudkan agar tetap terjaga kebersihan antar pasien. Untuk *handlenya*, dibuat dengan konsep ergonomis dan bentuknya yang tipis, sangat pas di genggam tangan *user*nya. Lekukan pada produk juga menyesuaikan dengan kontur tangan dari *user*nya.



Gambar 64 Gambar Pespektif

Tidak hanya mendesain mouthpiece saja, namun juga docking dari mouthpiece saat tidak digunakan atau transisi antar pasien.



Gambar 65 Varian Lining Part



Gambar 66 Varian Warna

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan Desain Monitoring Pernafasan Berbasis Serat Optik Dengan Konsep Compact Dan Portable adalah sebagai berikut :

1. Desain monitoring pernafasan berbasis serat optik dapat mencapai tujuan perancangan yang telah dijelaskan pada BAB 1, sebagai berikut :
 - a) Menghasilkan desain alat deteksi pernafasan yang memberikan kemudahan operasional oleh tenaga medis maupun non medis dan *delivery* data.
 - b) Merancang alat pernafasan yang berdimensi kecil, *compact*, dan ringan.
 - c) Mengolah dan mengatur material serat optik pada sistem perangkat sehingga tidak mudah patah.
 - d) Menghasilkan desain alat yang memiliki tingkat keakuratan tinggi, namun dikonversikan dalam visual yang lebih sederhana dan *understandable*.

Tabel 18 Tabel Spesifikasi Produk

Dimensi	150 x 138 x 50 mm
Material	ABS
Sistem Energi	Baterai Lithium
Fitur	<i>Output</i> Suara LED Sensor serat optik <i>Button</i>
Controller	Tombol on/off

Produk dibuat menjadi dua serial dikarenakan mekanisme dan output yang dihasilkan produk berbeda, apabila mekanisme dan output produk yang telah dikembangkan telah setara, maka hanya perlu dibuat satu alat saja yang mana menggunakan mouthpiece sebagai saluran pernafasannya.

Untuk tahap ini, output dari produk hanyalah dapat digunakan untuk melakukan monitoring pernafasan saja, belum mencapai fungsi diagnosa.

6.2 Saran

Pengembangan desain di masa mendatang sangat dibutuhkan bagi alat ini. Adapun saran penulis untuk pengembangan desain monitoring pernafasan ini adalah :

- a) Komponen elektronik perlu diperkecil dimensi konfigurasi. Sehingga produk dapat lebih *compact* dan ringan.
- b) Untuk output yang dihasilkan, untuk kedepannya dapat diharapkan untuk menambahkan fitur diagnosa sehingga meningkatkan value produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Corlett, E.N. dan Manenika, I. (1980) *The effects and measurement of working postures*, *Applied Ergonomics*, II, 7–16.
- Darmawan, Armaidi. (2013). Penyakit Sistem Respirasi Akibat Kerja. *Jurnal MJM*, Volume 1, Nomor 1, Hal : 68 - 83
- Desta Reviona, dkk. (2014). Penilaian Derajat Asma Dengan Menggunakan *Asthma Control Test (Act)* Pada Pasien Asma Yang Mengikuti Senam Asma Di Pekanbaru. *Jurnal Jom*. Vol. 1. 2014. Halaman 1-13
- Djojodibroto D. (2009). *Respirologi*. Jakarta: Penerbit buku kedokteran EGC;
- Dudut Tanjung, S.Kp. (2013). *Asuhan Keperawatan Asma Bronkial*. Sumatera Utara : FK USU
- Dr Pungky, Samhasto. (2014). *Profil Kesehatan Jawa Tengah 2013*. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. Semarang
- Ekowati, Rahajeng. (2011). Upaya Pengendalian Penyakit Tidak Menular di Indonesia. *Buletin Jendela Data dan Informasi Kesehatan*, Volume 2. 2011 : 23 – 28
- Gempur, Santoso. (2004). *Manajemen keselamatan dan kesehatan kerja*, Jakarta : Prestasi Pustaka Publisher.
- Intracorp. (2005). *Bronchitis*. Philadelphia (PA): Intracorp
- Konz, Stephan. (2008). *Work Design Occupational Ergonomics*. Holcomb Hathaway Publishers
- Molenaar, Rey. (2014). *Forced Expiratory Volume In One Second (Fev-1)* Pada Penduduk Yang Tinggal Di Dataran Tinggi. *Jurnal e-Biomedik (eBM)*, Volume 2, Nomor 3
- Pusat Data dan Kementrian Kesehatan RI. (2009). *Gambaran Penyakit Tidak Menular di RS di Indonesia Tahun 2009 - 2010*. *Buletin Jendela Data dan Informasi Kesehatan*, Volume 2. 2011 : 1 – 14
- Wenzel RP. (2003). *Prevention and Control of Nosocomial Infections*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins
- WHO. (2007). *Infection prevention and control of epidemic-and pandemic-prone acute respiratory diseases in health care. WHO Interim Guidelines*. Jenewa : WHO

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Interview dengan Dr. Dzul Arsyilana (Dokter RS Semen Tuban)

Wawancara melalui smartphone

Minggu, 18 Maret 2018 Pukul 09.00 WIB

- Q : *Apakah dokter pernah mengoperasikan alat kesehatan respirometer atau alat kesehatan serupa yang memiliki fungsi mendiagnosa pernafasan?*
- A : *Pernah, namun di rumah sakit kita menyebutnya spirometer. Spirometer digunakan untuk mengukur aliran udara yang masuk dan juga keluar dari dalam paru-paru dan kemudian dicatat pada grafik volume per waktu.*
- Q : *Fungsi dari spirometer sendiri secara rinci dan spesifik untuk pendeteksian apa saja, Dokter?*
- A : *Selain untuk mendiagnosa dan mengetahui fungsi kerja paru-paru, apakah statusnya normal, restriksi, obstruksi, atau campuran, ada beberapa variabel juga seperti VEP, Volume Tidal, Volume Cadangan Inspirasi dan Ekspirasi, Kapasitas Paru-paru Total, dan sebagainya. Jadi, untuk proses diagnostiknya lengkap dan akurat.*
- Q : *Pada rumah sakit tempat dokter melaksanakan praktek, Spirometer jenis apa yang digunakan? dan spesifikasinya bagaimana?*
- A : *Menggunakan spirometer konvensional yang memiliki dimensi seukuran kulkas dua pintu. Sehingga masih berat dan statis.*
- Q : *Apakah ada syarat khusus pasien sebelum melakukan tes menggunakan spirometer?*
- A : *Beberapa syarat yang harus dipenuhi pasien adalah harus bebas rokok minimal 2 hari sebelum tes, tidak berpakaian terlalu ketat, dan menggunakan obat pelega nafas 8 jam sebelum dilakukan tes.*
- Q : *Bagaimana mekanisme/cara kerja dari spirometer tersebut? Apakah durasinya sama dengan cara mendeteksi pernafasan secara manual dengan timer (60 detik)?*
- A : *Untuk durasinya hanya sekali tarikan napas atau penghembusan nafas selama 1 detik saja. Pengukurannya pun menggunakan alat khusus, bukan manual.*

- Q : *Apakah pengoperasian spirometer menggunakan masker oksigen atau menggunakan alat deteksi khusus lainnya?*
- A : Untuk spirometer menggunakan mouthpiece yang dihubungkan dengan mulut, dan menggunakan penyumbat hidung untuk memastikan tidak ada udara yang dikeluarkan melalui hidung. Sehingga pendeteksian seluruhnya melalui mulut.
- Q : *Setelah pasien melakukan serangkaian tes, langkah selanjutnya yang dilakukan oleh tenaga medis/pengujinya seperti apa?*
- A : Setelah dilakukan pengujian secara singkat, monitor akan langsung menampilkan spirogram (kurva volume paru-paru) dan secara otomatis hasil tersebut akan di print out.
- Q : *Setelah di print out, apakah kesimpulan hasil pengujian dapat langsung dianalisa oleh tenaga medis penguji atau diteruskan pada dokter spesialis?*
- A : Karena banyaknya variabel dan data yang perlu dianalisis, maka hasil print out kurva volume paru-paru tersebut nantinya diinterpretasi oleh dokter spesialis yang bersangkutan. Dan nantinya akan langsung dikonsultasikan dengan pasien dan menentukan pencegahan maupun penanganan apa yang sesuai dengan hasilnya.

Deep Interview dengan Nur Rahmalia (Bidan)

Wawancara secara langsung

Senin, 19 Maret 2018 Pukul 20.00 WIB

- Q : *Apakah dalam proses persalinan (baik sebelum, saat persalinan, maupun pasca persalinan) menggunakan alat kesehatan respirometer?*
- A : Tidak. Karena pada saat proses persalinan, tenaga medis langsung menggunakan tabung oksigen sebagai upaya pengendalian/penanganan ibu dan bayi. Jadi tidak perlu dilakukan diagnosa terlebih dahulu. Kalaupun perlu dilakukan diagnosa, maka hanya menggunakan stetoskop saja.
- Q : *Kapan waktu yang tepat bagi tenaga medis untuk menggunakan tabung oksigen pada pasien?*
- A : Biasanya saat kondisi ketubannya sedikit atau hampir habis, kemudian saat ibu mengeluarkan nafas pendek dan hampir kekurangan oksigen, mengalami

hipertensi, serta saat bayi di dalam kandungan terlilit tali pusar dari ibunya. Jadi oksigen diberikan sesuai dengan kondisi darurat dari pasiennya sendiri.

Q : Berapa lama durasi pemberian oksigen pada pasien selama proses persalinannya?

A : Biasanya dari awal proses persalinan (saat kondisi darurat) hingga pasca persalinan sampai kondisi ibu stabil.

Q : Berapa takaran oksigen yang diberikan pada pasien dalam kondisi persalinan?

A : Apabila nafasnya masih teratur dan bisa dikontrol, maka pada flowmeter di setting pada posisi angka 4. Namun apabila pasien sesak nafas, maka disetting pada angka 6 hingga 7. Angka – angka ini merupakan tingkat kecepatan oksigen yang dialirkan pada pasien.

Q : Apakah oksigen hanya diberikan pada ibu saja? Bagaimana dengan kondisi bayi yang baru saja dilahirkan?

A : Apabila bayi yang baru lahir berwarna kuning/biru, maka langsung diberikan oxygen juga. Namun menggunakan alat khusus dan berbeda dengan tabung oksigen.

Q : Perbedaan alat oksigennya terletak pada bagian apa?

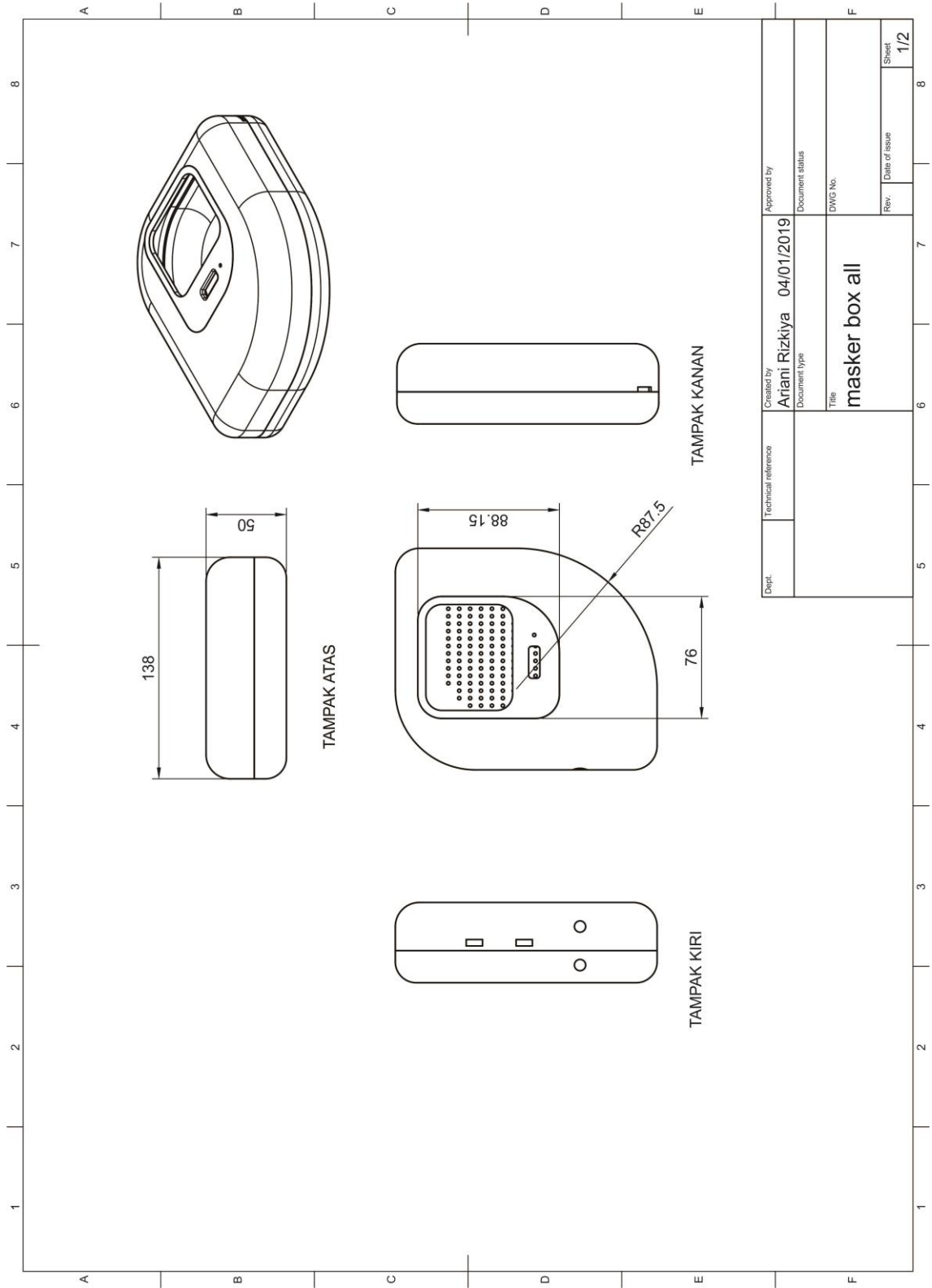
A : Untuk oksigen pada bayi, alatnya lebih kecil, seperti masker oksigen namun terdapat kantung khusus didepannya. Cara kerjanya adalah dengan mempo kantung tersebut sembari mengelus punggung bayi. Berbeda dengan prinsip kerja tabung oksigen.

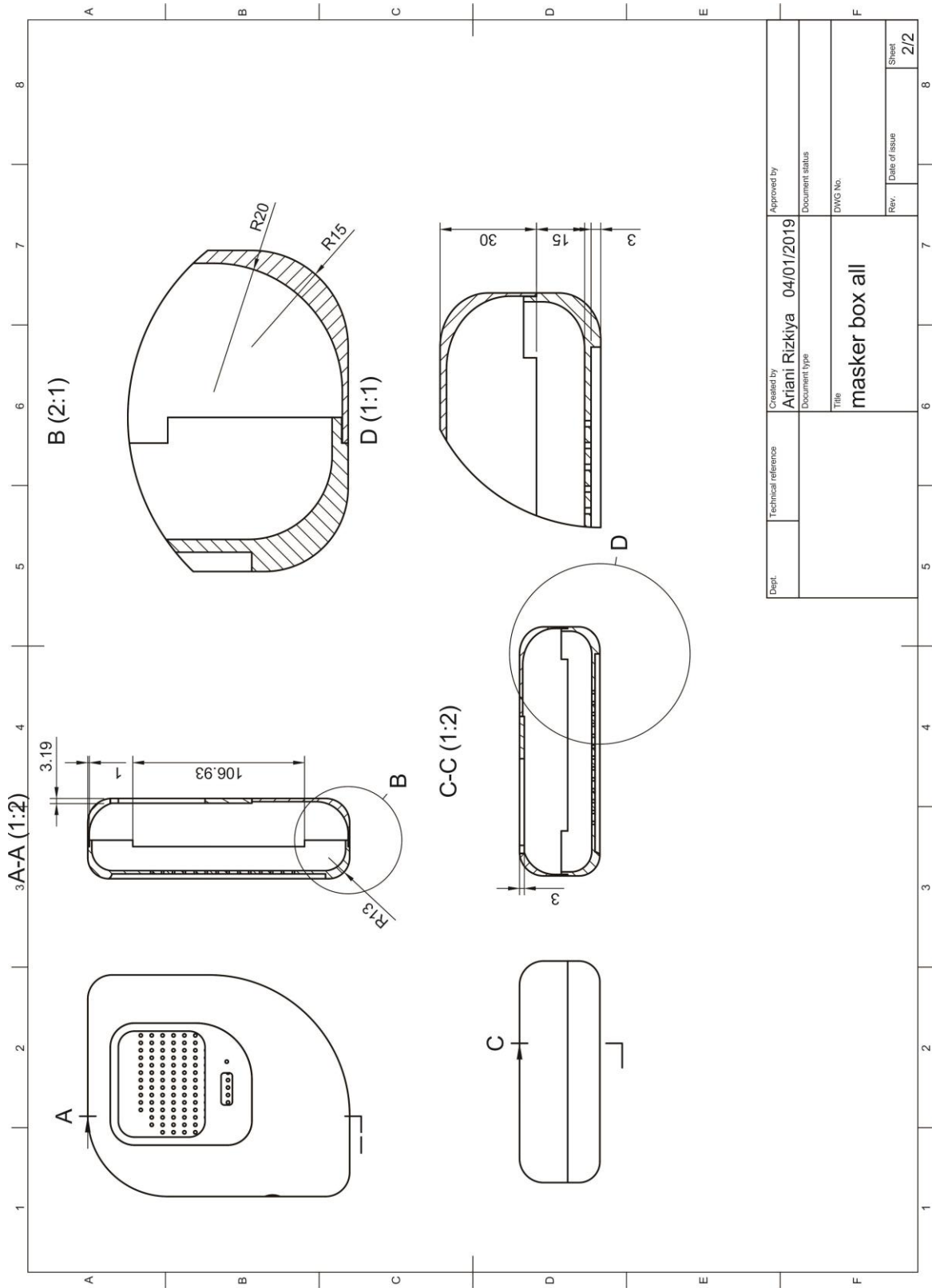
Q : Bagaimana mekanisme dari tabung oksigen secara rinci dan spesifik?

A : Pertama, dilakukan pengecekan tabung oksigen dan manometer, apakah stok oksigen pada tabung masih banyak atau sudah habis. Kemudian mengisi air DTT (air steril) pada humidifier dan menyetting aliran oksigen pada flowmeter sesuai dengan kebutuhan pasien. Cek pada humidifier apakah terdapat gelembung atau tidak (indikator apakah oksigen sudah menyala atau belum). Kemudian yang terakhir adalah pemasangan pipa oksigen (ukuran kecil dan tipis) pada hidung pasien.

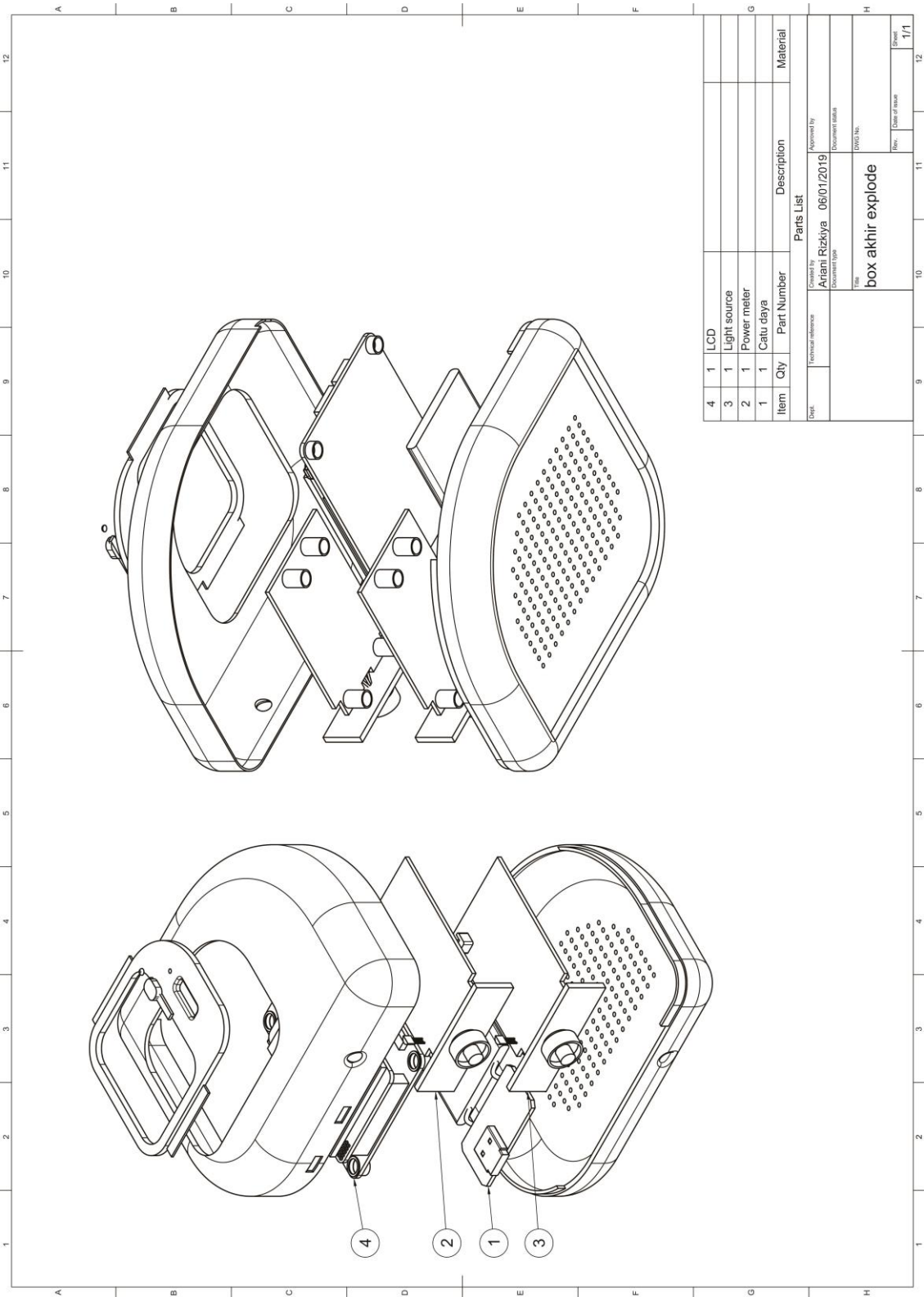
Q : Mengapa menggunakan pipa oksigen bukan masker oksigen pada saat proses persalinan?

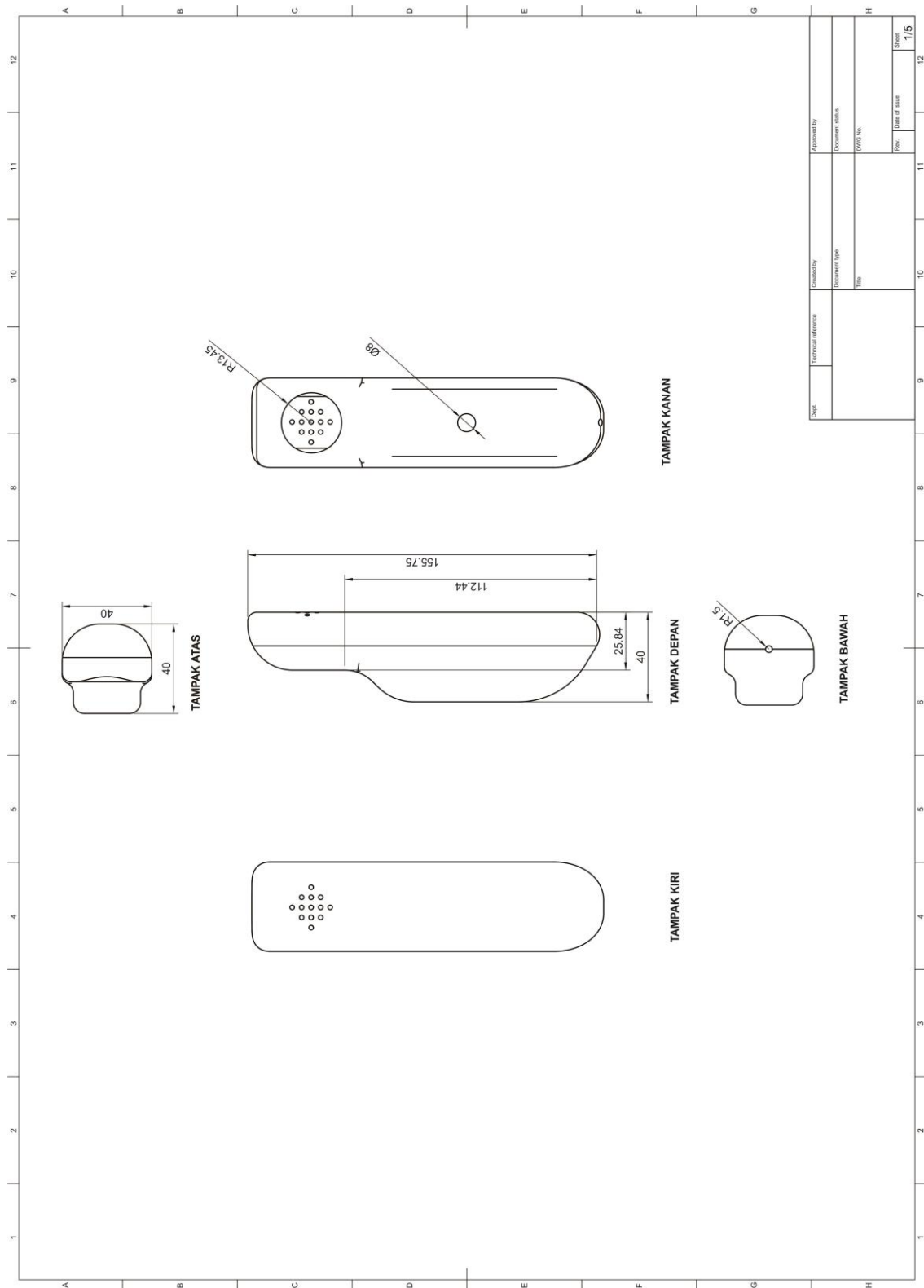
- A : Karena ada beberapa jenis masker oksigen yang berbeda dan disesuaikan dengan kondisi pasien. Untuk oksigen dengan aliran ringan menggunakan nasal cannula (pipa oksigen). Untuk masker oksigen sederhana, digunakan saat kondisi asma atau pasien yang perlu diberikan tambahan obat untuk pernafasannya (dimasukkan melalui saluran khusus). Dan yang terakhir adalah masker rebreathing dan nonrebreathing (dengan katup), biasanya digunakan untuk pasien yang membutuhkan aliran oksigen tinggi dan kondisi batuk berdahak.
- Q : *Untuk penggunaan masker oksigen sendiri apakah ada guide atau ketentuan khusus?*
- A : Untuk masker oksigen terutama masker sederhana dan rebreathing penggunaannya harus dibatasi. Memang bukan sebuah produk sekali pakai, namun terkadang karena pihak rumah sakit ingin melakukan penghematan dana, mereka memakai masker yang sama berulang-ulang dan itu akan berpengaruh pada kondisi pasien yang berbeda-beda. Akan lebih baik apabila dilakukan pergantian secara berkala untuk menjaga kehygienisannya. Karena beberapa penyakit penyebaran virus dan bakterinya melalui udara





Dept.	Technical reference	Created by Ariani Rizkiya	04/01/2019	Approved by	
		Document type		Document status	
		Title	masker box all	DWG No.	
		Rev.		Date of issue	2/2
					Sheet





BIODATA PENULIS



Ariani Nur Rizkiya Safitri atau akrab dikenal dengan arin lahir di Kota Gresik pada tanggal 23 September 1996. Anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan M. Arifin dan Almh. Musahara. Pendidikan yang pernah dilalui adalah SD NU 1 Trate Gresik, SMPN 1 Gresik, SMAN 1 Gresik. Pada tahun 2014, penulis menjadi mahasiswa program sarjana (S-1) Departemen Desain Produk Industri ITS dengan NRP 3414100044. Dalam industri desain penulis memiliki ketertarikan yang besar pada dunia desain appliance dan styling. Beberapa proyek desain yang pernah dikerjakan adalah Desain Styling : Ezkeey-Desain koper dengan material kulit, Desain Appliance : Grater dengan material kayu dan rubber , Radio untuk Remaja, Desain Furnitur : Workstation untuk Memasak Outdoor, Desain Transportasi : Desain Moda Transportasi Untuk Disabilitas. Penulis juga sempat terlibat dalam proyek PT.Amygdala Bamboo sebagai mahasiswa kerja praktek. Kedepannya diharapkan penulis dapat berkontribusi dalam dunia desain dan pencerdasan anak-anak bangsa Indonesia.

Email : arianirizkiya@gmail.com

Phone : 083832690616