

VISUALISASI SISTEM PERNAPASAN MANUSIA BERBASIS MULTIMEDIA

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Informatika**



Oleh:

Nama : Harwika Setyaningrum

No. Mahasiswa : 06 523 267

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2011

HALAMAN JUDUL
VISUALISASI SISTEM PERNAPASAN MANUSIA
BERBASIS MULTIMEDIA

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Informatika



Oleh:

Nama : Harwika Setyaningrum

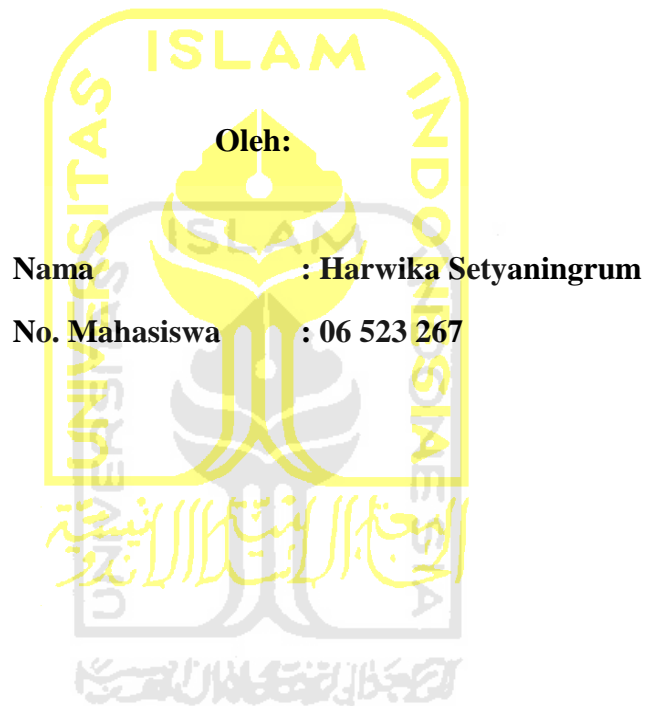
No. Mahasiswa : 06 523 267

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2011

LEMBAR PENGESAHAN
VISUALISASI SISTEM PERNAPASAN MANUSIA
BERBASIS MULTIMEDIA

TUGAS AKHIR



Nama : Harwika Setyaningrum

No. Mahasiswa : 06 523 267

Yogyakarta, 30 Maret 2011

Pembimbing Tugas Akhir

Affan Mahtarami S.Kom., M.Kom.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

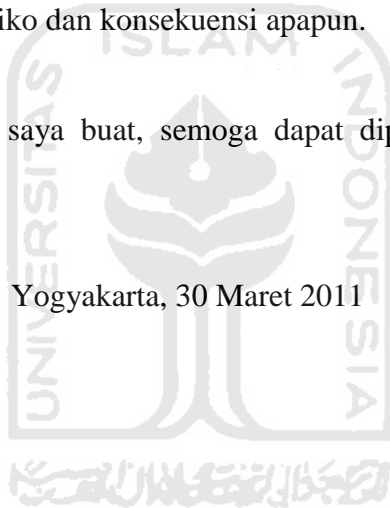
Nama : Harwika Setyaningrum

NIM : 06 523 267

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya saya sendiri, maka saya akan siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 30 Maret 2011



Harwika Setyaningrum

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
VISUALISASI SISTEM PERNAPASAN MANUSIA
BERBASIS MULTIMEDIA
TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Harwika Setyaningrum

No. Mahasiswa : 06 523 267

Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 30 Maret 2011

Tim Penguji

Affan Mahtarami, S.Kom, M.Kom

Ketua

Ami Fauziah, S.T, M.T

Anggota I

Beni Suranto, S.T

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Universitas Islam Indonesia

(Yudi Prayudi, S.Si, M.Kom)

HALAMAN PERSEMBAHAN



Jugas Akhir Ini Kupersembahkan

Kepada

*Ayahanda Hartono dan Ibunda Wiwik Muji R
Serta Adinda H Yulian P dan H Ria Rizky A*

HALAMAN MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang kecuali sepadan dengan kemampuannya”

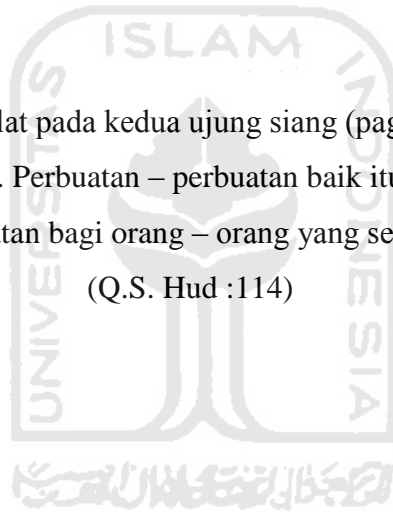
(QS Al Baqarah: 286)

”Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya ALLAH beserta orang-orang yang sabar”

(Q.S. AL-BAQARAH : 153)

“Dan laksanakanlah shalat pada kedua ujung siang (pagi dan petang) dan pada bagian permulaan malam. Perbuatan – perbuatan baik itu menghapus kesalahan – kesalahan. Itulah peringatan bagi orang – orang yang selalu mengingat (Allah)”

(Q.S. Hud :114)



KATA PENGANTAR

Assalmu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh.

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, yang berjudul “**VISUALISASI Sistem Pernapasan Manusia Berbasis Multimedia**” dengan baik.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Informatika pada Universitas Islam Indonesia dan atas apa yang telah diajarkan selama perkuliahan baik teori maupun praktek, disamping laporan itu sendiri yang merupakan rangkaian kegiatan yang harus dilakukan setelah tugas akhir ini selesai.

Penulisan dan penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari saran, bimbingan, dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Allah SWT. Atas segala Rahmad, Taufik serta Hidayah-Nya, dan junjungan besar kita nabi Muhammad SAW.
2. Ir. Gumbolo Hadi Susanto, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom. selaku Ketua Jurusan Informatika Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Affan Mahtarami S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing. Terimakasih atas segala bantuan, dukungan, semangat, kesabaran dan pengetahuannya, serta kemudahan yang telah diberikan.
5. Dosen pengajar di Teknik Informatika UII yang memberikan banyak ilmu. Semoga menjadi ilmu yang bermanfaat.
6. Keluargaku tercinta, Ayahanda Hartono dan Ibunda Wiwik Muji Rahayu yang doa lafal dan batinnya selalu menyertai setiap langkah penulis.
7. Adekku tercinta H Yulian Prasetiawan, dan H Ria Rizky Agista terimakasih atas doa dan segala motivasi yang diberikan tanpa diminta.

Hanya Allah S.W.T yang dapat memberikan segala kebaikan yang pernah diberikan.

8. Pad De dan Bu De Djarum dan juga Mas Imam yang selama ini selalu memeberikan dukungan dan doa yang tulus.
9. Sahabat - sahabatku Elok, Irma, Yana, Tukul, Bondan, Mas Puji, Mas Gun, Mas Bun, Mbak Fitri persahabatan yang indah dan tidak akan pernah pudar.
10. Teman-teman FIRE 06, terimakasih atas pertemanan yang kita jalin selama ini, semoga kita terus selalu bersama.
11. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu sejak pengumpulan data dan penyusunan Tugas Akhir ini selesai. Terimakasih banyak.

Semoga amal ibadah dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Amin.

Penulis menyadari dengan sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini jauh dari sempurna, maka dari itu saran serta kritik yang bersifat membangun penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat untuk kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh.

Yogyakarta, 30 Maret 2011

Penyusun

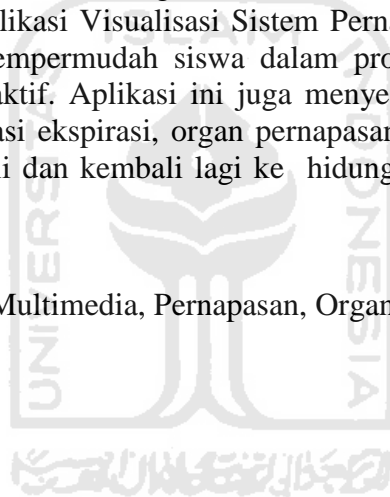
SARI

Dalam mata pelajaran biologi SMA mengenai sistem pernapasan, siswa dihadapkan dengan materi yang abstrak dan sulit untuk dipahami. Visualisasi adalah salah satu cara yang dapat mengkonkritkan sesuatu yang abstrak, dengan menampilkan bentuk gambar, animasi dan audio. Maka dibuatlah visualisasi sistem pernapasan manusia berbasis multimedia, sehingga siswa dapat melihat proses pernapasan serta organ pernapasan seperti bentuk sebenarnya, dan siswa dapat berinteraksi langsung dengan aplikasi ini.

Untuk membangun visualisasi sistem pernapasan, diperlukan data yang relevan dan sesuai dengan materi pembelajaran di sekolah. *Software* yang digunakan untuk membangun aplikasi ini adalah Macromedia Flash 8, Blender 2.49b, dan Photoshop CS3. Perancangan media pembelajaran ini menggunakan Hirarki Proses. Materi dan informasi yang ada dalam media ini dibuat menggunakan gabungan teks, warna, gambar 2D dan 3D, animasi dan video.

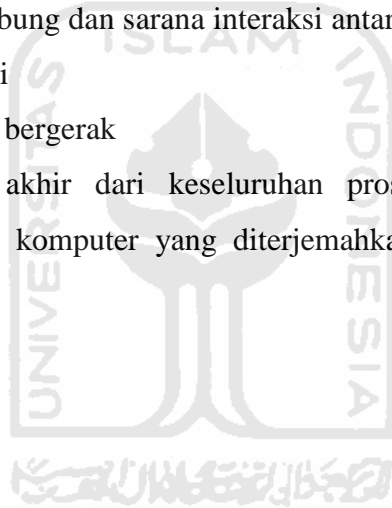
Dengan adanya aplikasi Visualisasi Sistem Pernapasan Manusia Berbasis Multimedia ini, dapat mempermudah siswa dalam proses belajar. Aplikasi ini dibuat menarik dan interaktif. Aplikasi ini juga menyediakan informasi tentang sistem pernapasan, inspirasi ekspirasi, organ pernapasan, video perjalanan udara dari hidung sampai alveoli dan kembali lagi ke hidung, dan pertukaran O₂ dan CO₂.

Kata Kunci : Visualisasi, Multimedia, Pernapasan, Organ.



TAKARIR

<i>Pernapasan</i>	Proses masuknya O ₂ dan keluarnya CO ₂ .
<i>Visualisasi</i>	Rekayasa dalam pembuatan dan menampilkan gambar, diagram atau animasi untuk penampilan suatu informasi.
<i>Action Script</i>	Suatu perintah yang diletakkan pada frame atau objek simbol hingga menjadi interaktif
<i>Multimedia</i>	penggabungan teks, suara, gambar, animasi dan video dengan alat bantu tool dan koneksi link sehingga pengguna dapat bernavigasi, berinteraksi, berkarya dan berkomunikasi.
<i>Interface</i>	Penghubung dan sarana interaksi antara hardware, software dan pemakai
<i>Animasi</i>	gambar bergerak
<i>Rendering</i>	proses akhir dari keseluruhan proses pemodelan ataupun animasi komputer yang diterjemahkan dalam sebuah bentuk output.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
SARI.....	x
TAKARIR	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Metodologi Penelitian	2
1. Metode Pengumpulan Data	2
2. Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Pernapasan.....	5
2.1.1 Inspirasi Ekspirasi	5
2.1.2 Organ–Organ Pernapasan Manusia.....	7
2.2.3 Pertukaran O2 dan CO2.....	13

2.2	Simulasi dan Visualisasi.....	16
2.2.1	Simulasi.....	16
2.2.2	Visualisasi.....	17
2.3	Multimedia.....	17
2.3.1	Komponen Multimedia.....	18
2.4	Pemodelan Karakter 3D.....	20
2.4.1	Modeling 3D.....	20
2.4.2	Animasi.....	22
2.5	Macromedia Flash.....	23
2.4	Blender 2.49b.....	24
2.4.1	Fitur-Fitur Blender.....	24
2.6	Adobe Photoshop.....	25
BAB III	METODOLOGI.....	26
3.1	Metode Analisis.....	26
3.2	Analisis kebutuhan.....	26
3.2.1	Analisis Kebutuhan Masukan.....	26
3.2.2	Analisis Kebutuhan Proses.....	26
3.2.3	Analisis Kebutuhan Keluaran.....	27
3.2.4	Analisis Kebutuhan Perangkat Keras.....	27
3.2.5	Analisis Kebutuhan perangkat Lunak.....	28
3.2.6	Analisis Kebutuhan Antarmuka.....	28
3.3	Hasil perancangan.....	29
3.3.1	Perancangan Hirarki Proses.....	30
3.3.2	Perancangan Antarmuka.....	33
3.3.3	Perancangan Sistem 3D.....	37
3.3.4	Perancangan Proses.....	39
BAB VI	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1	Implementasi Perangkat Lunak.....	43
4.1.1	Batasan Implementasi.....	43

4.1.2 Implementasi Pembuatan Program.....	43
4.1.2.1 Software.....	43
4.1.2.2 Hardware.....	44
4.1.3 Implementasi Prosedural.....	45
4.2 Hasil.....	45
4.2.1 Halaman Hasil Utama.....	45
4.2.2 Halaman Menu Sistem Pernapasan.....	46
4.2.3 Halaman Menu Inspirasi Ekspirasi.....	46
4.2.4 Halaman Menu Organ Pernapasan.....	47
4.2.5 Halaman Menu Video.....	52
4.2.6 Halaman Menu Pertukaran O ₂ dan CO ₂	52
4.3 Analisi Kerja Sistem.....	53
4.4 Analisis Kelebihan dan kekurangan Sistem.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
51 Kesimpulan.....	57
52 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Pernapasan.....	5
Gambar 2.2	Inspirasi Ekspirasi	6
Gambar 2.3	Rongga Hidung	8
Gambar 2.4	Faring.....	9
Gambar 2.5	Laring.....	10
Gambar 2.6	Trakea.....	10
Gambar 2.7	Bronkus.....	11
Gambar 2.8	Paru-paru.....	12
Gambar 2.9	Proses Pertukaran Oksigen.....	14
Gambar 3.1	Hirarki Proses.....	30
Gambar 3.2	Perancangan Halaman Menu Pembuka.....	33
Gambar 3.3	Perancangan Halaman Menu Sistem Pernapasan.....	34
Gambar 3.4	Perancangan Halaman Menu Inspirasi Ekspirasi.....	34
Gambar 3.5	Perancangan Halaman Menu Organ Pernapasan.....	35
Gambar 3.6	Perancangan Halaman Sub Menu Organ Pernapasan.....	35
Gambar 3.7	Perancangan Halaman Menu Video.....	36
Gambar 3.8	Perancangan Halaman Menu Pertukaran O ₂ dan CO ₂	36
Gambar 3.9	Modeling Objek Paru-Paru.....	37
Gambar 3.10	Teksturing Tulang Hidung.....	38
Gambar 3.11	Joining Objek Trakea.....	38
Gambar 3.12	Objek Modeling Yang Masih terpisah.....	39
Gambar 3.13	Tahap Teksturing Objek Rongga Hidung.....	39
Gambar 3.14	Tahap Animasi Objek.....	40
Gambar 3.15	Tahap penggabungan Objek.....	41
Gambar 3.16	Tahap Animasi Kamera.....	41
Gambar 3.17	Tahap Animasi Organ Pada Flash.....	42
Gambar 3.18	Tahap Vidio Pada Flash.....	42
Gambar 4.1	Halaman Menu Utama.....	46
Gambar 4.2	Halaman Menu Sistem Pernapasan.....	46

Gambar 4.3	Halaman Menu Inspirasi Ekspirasi.....	47
Gambar 4.4	Halaman Menu Organ Pernapasan.....	47
Gambar 4.5	Halaman Menu Hidung.....	48
Gambar 4.6	Halaman Menu Faring.....	49
Gambar 4.7	Halaman Menu Laring.....	49
Gambar 4.8	Halaman Menu Trachea.....	50
Gambar 4.9	Halaman Menu Bronkus.....	51
Gambar 4.10	Halaman Menu Paru – Paru.....	51
Gambar 4.11	Halaman Menu Video.....	52
Gambar 4.12	Halaman Menu Pertukaran O ₂ dan CO ₂	52



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Tabel Responden	53
Tabel 4.2	Tabel Hasil Kuisisioner	54



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di zaman sekarang teknologi multimedia sudah berkembang dengan pesat, dengan banyak menawarkan kemudahan dalam penggunaannya. Teknologi multimedia juga dibuat begitu menarik dengan penggabungan dari komponen-komponen multimedia.

Dalam dunia pendidikan teknologi multimedia telah merubah cara seseorang untuk belajar. Multimedia juga menyediakan peluang bagi pendidik untuk mengembangkan teknik pembelajaran, dan demikian juga bagi pelajar, dengan multimedia diharapkan dapat lebih mudah dalam menyerap informasi. Sumber informasi tidak terfokus pada teks dari buku tetapi juga dari kemampuan teknologi multimedia yang interaktif [SAR10].

Proses belajar sering kali dihadapkan pada materi yang abstrak dan sulit untuk dipahami. Visualisasi adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengkonkritkan sesuatu yang abstrak, dengan menampilkan bentuk gambar dua dimensi atau tiga dimensi, gambar bergerak, dan audio [SAR10].

Untuk membantu proses belajar mengajar khususnya mata pelajaran biologi Sekolah Menengah Atas kelas XI mengenai sistem pernapasan, maka dibuatlah **Visualisasi Sistem Pernapasan Manusia Berbasis Multimedia**. Aplikasi ini dibuat dengan menampilkan visualisasi sistem pernapasan 2D dan 3D, sehingga siswa dapat melihat proses pernapasan serta organ pernapasan seperti bentuk sebenarnya dan siswa dapat berinteraksi langsung dengan aplikasi ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan yaitu bagaimana memberikan informasi tentang pernapasan manusia.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditentukan adalah :

1. Ditujukan untuk siswa Sekolah Menengah Atas kelas IX berdasarkan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)
2. Membahas tentang sistem pernapasan manusia yaitu proses inspirasi ekspirasi, organ pernapasan, perjalanan udara dari hidung ke alveoli dan kembali lagi ke hidung, dan pertukaran O₂ dan CO₂.
3. Proses pernapasan manusia secara umum dalam kondisi tubuh yang sehat.

1.4 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah membuat visualisasi sistem pernapasan manusia berbasis multimedia sebagai pembelajaran yang mudah dipahami.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dalam rancang bangun visualisasi sistem pernapasan yaitu:

1. Memberikan gambaran lebih detail mengenai proses pernapasan pada manusia.
2. Sebagai alternatif pembelajaran proses pernapasan berbasis multimedia

1.6 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi metode pengumpulan data dan pengembangan perangkat lunak.

Metode penelitian berisi metode atau tahapan yang digunakan dalam merancang dan membangun suatu visualisasi 3D mengenai sistem pernapasan pada manusia, sehingga visualisasi yang akan dirancang dan dibangun sesuai dengan yang diinginkan.

1. Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data adalah metode yang digunakan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian. Metode ini

meliputi studi pustaka, yaitu mencari dan mengumpulkan data yang dibutuhkan melalui media seperti internet, buku-buku, ataupun literatur lainnya sesuai dengan permasalahan yang akan dibahas .

2. Metode pengembangan perangkat lunak

Metode pengembangan perangkat lunak disusun berdasarkan hasil dari data yang sudah diperoleh. Metode ini meliputi :

a. Analisis

Merupakan langkah awal dalam meneliti suatu permasalahan yang ada kemudian diuraikan menjadi beberapa komponen yang lebih kecil sehingga mudah untuk mencari solusi. Langkah ini dilakukan dengan observasi terhadap data-data yang diperlukan berdasarkan sumber-sumber yang terkait.

b. Perancangan

Proses lanjut dari analisis sistem dengan memakai desain tertentu untuk memecahkan masalah mulai dari awal hingga siap diterapkan dengan alat bantu atau desain terbaik. Perancangan sistem baru ini menggunakan metode perancangan data yaitu Hirarki Proses, serta desain *interface* sistem

c. Implementasi

Implementasi merupakan tahap penerapan semua prosedur yang telah disusun dalam langkah perancangan sistem. Proses penerapan desain dengan menggunakan alat bantu seperti bahasa pemrograman serta *software-software* yang paling efisien dan efektif untuk mencari pemecahan masalah dan mencapai tujuan yang diinginkan.

d. Analisis hasil

Proses pengujian terhadap perangkat lunak yang diperoleh dari hasil implementasi beserta penyempurnaan dari segala kekurangan-kekurangan yang ada.

1.7 Sistematika Penulis

Penulisan tugas akhir ini, disusun dalam sistematika menjadi lima bab yang rinciannya sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi asal usul dan bagaimana penulisan laporan tugas akhir ini disusun. Didalamnya berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan penelitian serta tinjauan pustaka yang diambil sebagai dasar pembuatan sistem ini.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan metode analisis, analisis kebutuhan, dan hasil perancangan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil implementasi perangkat lunak visualisasi sistem pernapasan manusia yang dirancang pada bab sebelumnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

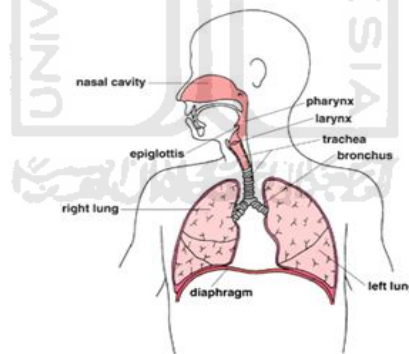
Bab ini membahas kesimpulan dan saran bagi pengembangan sistem berdasarkan hasil yang dicapai setelah sistem ini dapat diimplementasikan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pernapasan

Pernapasan sering disebut juga dengan istilah respirasi, tetapi secara harafiah pengertian respirasi itu berbeda dengan pernapasan. Pernapasan (*breathing*) merupakan sistem organ yang digunakan untuk pertukaran gas yaitu peristiwa menghirup udara dari luar yang mengandung O_2 (oksigen) ke dalam tubuh serta menghembuskan udara yang banyak mengandung CO_2 (karbondioksida) serta sisa dari oksidasi keluar dari tubuh. Sedangkan respirasi (*respiration*) adalah suatu proses pembakaran (oksidasi) senyawa organik (bahan makanan) didalam sel sehingga diperoleh energi. Energi yang dihasilkan dari respirasi sangat menunjang sekali untuk melakukan beberapa aktifitas. Misalnya saja, mengatur suhu tubuh, pergerakan, pertumbuhan dan reproduksi. Oleh karena itu, kegiatan pernapasan dan respirasi sebenarnya saling berhubungan[ZAI10].



Gambar 2.1 Sistem Pernapasan

2.1.1 Inspirasi Ekspirasi

Mekanisme pernapasan yaitu inspirasi dan ekspirasi. Rongga dada tempat paru-paru berada, dibatasi oleh tulang rusuk dan tulang dada. Bagian bawah rongga dada dibatasi dari rongga perut oleh diafragma. Proses pernapasan terdiri dari dua kegiatan yaitu menghirup udara pernapasan dan menghembuskan udara

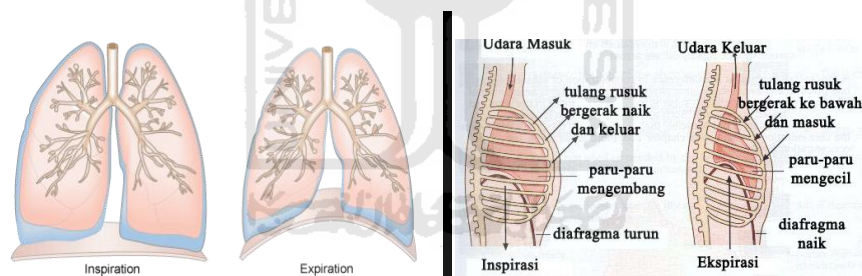
pernapasan. Penghirupan udara disebut inspirasi dan penghembusan udara disebut ekspirasi.

- **Inspirasi**

Tahap inspirasi terjadi akibat otot tulang rusuk dan diafragma berkontraksi. Volume rongga dada dan paru-paru meningkat ketika diafragma bergerak turun ke bawah dan sangkar tulang rusuk membesar. Tekanan udara dalam paru-paru akan turun di bawah tekanan udara atmosfer, dan udara akan mengalir ke dalam paru-paru.

- **Ekspirasi**

Tahap ekspirasi terjadi akibat otot tulang rusuk dan diafragma berelaksasi. Volume rongga dada dan paru-paru mengecil ketika diafragma bergerak naik dan sangkar tulang rusuk mengecil. Tekanan udara dalam paru-paru akan naik melebihi tekanan udara atmosfer, dan udara akan mengalir keluar dari paru-paru.



Gambar 2.2 Inspirasi dan Ekspirasi

Adapun macam-macam pernapasan pada manusia antara lain :

1. **Pernapasan Dada**

Pernapasan dada berlangsung dalam 2 tahap, antara lain :

- **Inspirasi**, proses pernapasan inspirasi terjadi bila otot antar tulang rusuk luar berkontraksi, tulang rusuk terangkat, volume rongga dada membesar, paru-paru mengembang, sehingga tekanan udaranya menjadi lebih kecil dari udara atmosfer, sehingga udara masuk.

- Ekspirasi, proses pernapasan ekspirasi terjadi bila otot antar tulang rusuk luar berelaksasi, tulang rusuk akan tertarik ke posisi semula, volume rongga dada mengecil, tekanan udara rongga dada meningkat, tekanan udara dalam paru-paru lebih tinggi dari udara atmosfer, akibatnya udara keluar.

2. Pernapasan Perut

Pernapasan perut berlangsung dalam dua tahap, yaitu :

- Inspirasi, terjadi bila otot diafragma berkontraksi, diafragma mendatar mengakibatkan volume rongga dada membesar sehingga tekanan udaranya mengecil dan diikuti paru-paru yang mengembang mengakibatkan tekanan udaranya lebih kecil dari tekanan udara atmosfer dan udara masuk.
- Ekspirasi, diawali dengan otot diafragma berelaksasi dan otot dinding perut berkontraksi menyebabkan diafragma terangkat dan melengkung menekan rongga dada, sehingga volume rongga dada mengecil dan tekanannya meningkat sehingga udara dalam paru – paru keluar. Pernapasan perut umumnya terjadi saat tidur.

2.1.2 Organ – Organ Pernapasan Manusia

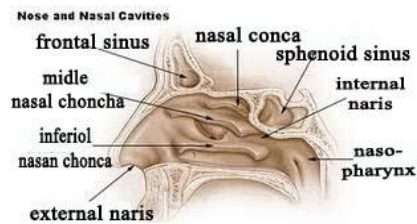
a. Hidung

Hidung adalah bagian yang paling menonjol di wajah, yang berfungsi menghirup udara pernapasan, menyaring udara, menghangatkan udara pernapasan, juga berperan dalam resonansi suara.

Hidung merupakan alat indera manusia yang menanggapi rangsang berupa bau atau zat kimia yang berupa gas. Di dalam rongga hidung terdapat serabut saraf pembau yang dilengkapi dengan sel-sel pembau. setiap sel pembau mempunyai rambut-rambut halus (*silia olfaktori*) di ujungnya dan diliputi oleh selaput lendir yang berfungsi sebagai pelembab dan untuk menyaring udara yang masuk ke dalam rongga hidung.

Udara dari luar akan masuk lewat rongga hidung (*cavum nasalis*). Rongga hidung berlapis selaput lendir. Selaput lendir berfungsi menangkap benda asing yang masuk lewat saluran pernapasan. Selain itu, terdapat juga rambut pendek

dan tebal yang berfungsi menyaring partikel kotoran yang masuk bersama udara. Juga terdapat *konka* yang mempunyai banyak kapiler darah yang berfungsi menghangatkan udara yang masuk. Jadi, rongga hidung berfungsi untuk, menyaring udara, melembapkan udara, dan memanaskan udara.



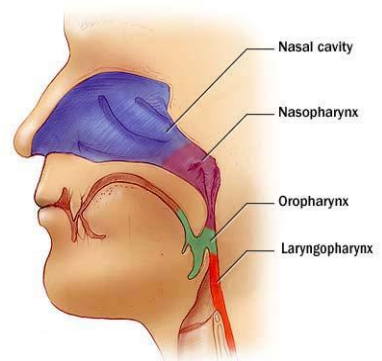
Gambar 2.3 Rongga Hidung

b. Faring (Tenggorokan)

Faring merupakan pipa berotot yang berbentuk cerobong (± 13 cm). Udara dari rongga hidung masuk ke faring. Faring merupakan percabangan 2 saluran, yaitu saluran pernapasan (*nasofarings*) pada bagian depan dan saluran pencernaan (*orofarings*) pada bagian belakang. Pada bagian belakang faring (*posterior*) terdapat laring (*tekak*) tempat terletaknya pita suara (*pita vocalis*). Masuknya udara melalui faring akan menyebabkan pita suara bergetar dan terdengar sebagai suara.

Fungsi utama faring adalah menyediakan saluran bagi udara yang keluar masuk dan juga sebagai jalan makanan dan minuman yang ditelan, faring juga menyediakan ruang dengung (resonansi) untuk suara percakapan.

Makan sambil berbicara dapat mengakibatkan makanan masuk ke saluran pernapasan karena saluran pernapasan pada saat tersebut sedang terbuka. Walaupun demikian, saraf kita akan mengatur agar peristiwa menelan, bernapas, dan berbicara tidak terjadi bersamaan sehingga mengakibatkan gangguan kesehatan.



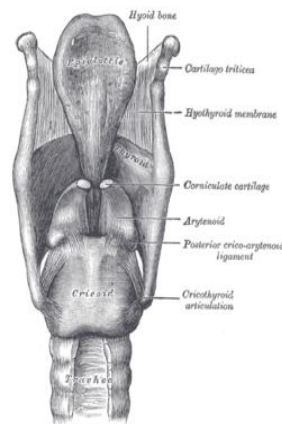
Gambar 2.4 Faring

c. Laring

Laring adalah pangkal tenggorokan, terdiri atas kepingan tulang rawan membentuk jakun dan terdapat celah menuju batang tenggorok (trakea) disebut *glotis*, di dalamnya terdapat pita suara dan beberapa otot yang mengatur ketegangan pita suara sehingga timbul bunyi. Berfungsi untuk menyalurkan udara dari faring ke trakea.

Merupakan saluran udara dan bertindak sebagai pembentuk suara yang terletak di depan faring dan masuk ke dalam trakea di bawahnya. 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 menutup laring. Laring terdiri dari lima tulang rawan yaitu:

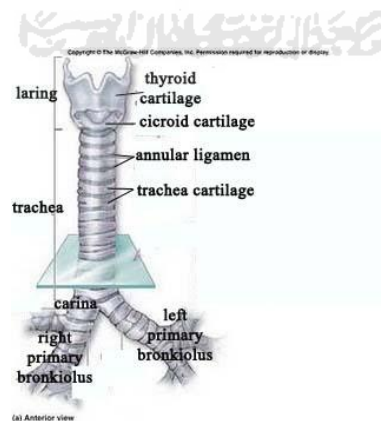
1. Kartilago thyroid berjumlah satu buah. Letak di depan jakun (Adam's apple) sangat jelas terlihat pada laki-laki.
2. Kartilago ariteanoid berjumlah dua buah yang berbentuk beker.
3. Pita suara, ligamen yang dikontrol oleh gerakan otot yang menghasilkan bunyi suara, pita suara melekat pada lumen laring.
4. Kartilago krikoid berjumlah satu buah yang berbentuk cincin.
5. Kartilago epiglottis adalah tulang elastic yang berbentuk seperti daun yang berjumlah satu buah. Saat menelan makanan epiglottis menutup laring dan saat bernapas epiglottis tersebut akan membuka.



Gamabr 2.5 Laring

d. Trakea (Batang Tenggorokan)

Merupakan dari laring yang dibentuk oleh 16-20 cincin yang terdiri dari tulang-tulang rawan yang berbentuk seperti kuku kuda (huruf C). Sebelah dalam diliputi selaput yang berbulu getar yang disebut sel bersilia, hanya bergerak ke arah luar. Panjang trakea 9-11 cm dan di belakang terdiri dari jaringan ikat yang dilapisi oleh otot polos. Sel-sel bersilia gunanya untuk mengeluarkan benda-benda asing yang masuk bersama-sama dengan udara pernapasan. Yang memisahkan trakea menjadi bronkus kanan dan kiri disebut karina.



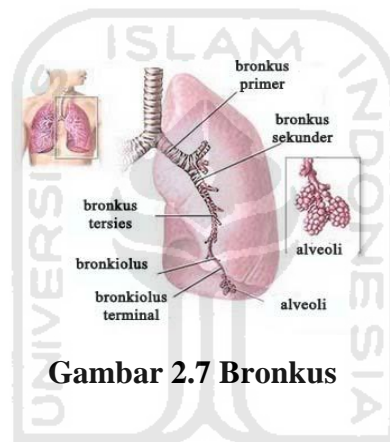
Gambar 2.6 Trakea

e. Bronkus (Cabang Tenggorokan)

Batang tenggorokan bercabang menjadi dua bronkus, yaitu bronkus sebelah kiri dan sebelah kanan. Bronkus mempunyai struktur serupa dengan

trakea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama, hanya dindingnya lebih halus. Bronkus-bronkus itu berjalan ke bawah dan ke samping ke arah paru-paru.

Bronkus kanan lebih pendek dan lebih besar daripada bronkus kiri. Terdiri dari 6-8 cincin, mempunyai tiga cabang. Bronkus kiri lebih panjang dan lebih ramping dari yang kanan, terdiri dari 9-12 cincin mempunyai dua cabang. Bronkus bercabang-cabang, cabang yang lebih kecil disebut bronkiolus (bronkiolus), saluran ini lebih halus dan dindingnya lebih tipis. Pada bronkioli tak terdapat cincin lagi, dan pada ujung bronkioli terdapat gelembung paru/gelembung hawa atau alveoli, yang berdinding tipis setebal selapis sel, lembab dan berlekatan dengan kapiler darah.



Gambar 2.7 Bronkus

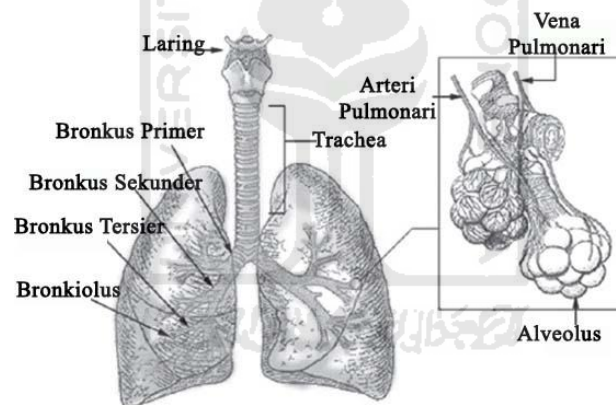
f. Paru-paru (Pulmo)

Paru-paru terletak di dalam rongga dada bagian atas, di bagian samping dibatasi oleh otot dan rusuk dan di bagian bawah dibatasi oleh diafragma yang berotot kuat. Paru-paru ada dua bagian yaitu paru-paru kanan (pulmo dekster) yang terdiri atas 3 lobus dan paru-paru kiri (pulmo sinister) yang terdiri atas 2 lobus. Paru-paru dibungkus oleh selaput pembungkus yang dikenal dengan pleura.

Pleura ini merupakan selaput tipis rangkap dua. Selaput bagian dalam yang langsung menyelaputi paru-paru disebut pleura dalam (pleura visceralis) dan selaput yang menyelaputi rongga dada yang bersebelahan dengan tulang rusuk disebut pleura luar (pleura parietalis). Diantara selaput tersebut dengan paru-paru terdapat cairan limfa yang berfungsi untuk melindungi paru-paru dari gesekan pada waktu mengembang dan mengempis.

Di dalam paru-paru terdapat bronkus dan bronkiolus. Bronkiolus bercabang-cabang menjadi pembuluh halus yang berakhir pada gelembung paru-paru yang disebut alveolus. Dinding alveolus sangat tipis dan elastis, serta terdiri dari satu lapis sel yang diliputi oleh pembuluh-pembuluh kapiler darah. Pada alveolus terjadi pertukaran oksigen dan karbon dioksida

Mengembangnya dan mengempisnya paru-paru disebabkan oleh perubahan tekanan dalam rongga dada. Paru-paru tersusun oleh bronkiolus, alveolus, jaringan elastik, dan pembuluh darah. Bronkiolus tidak mempunyai tulang rawan, tetapi rongga bronkus masih bersilia dan dibagian ujungnya mempunyai epitelium berbentuk kubus bersilia. Setiap bronkiolus terminalis bercabang-cabang lagi menjadi bronkiolus respirasi, kemudian menjadi duktus alveolaris. Pada dinding duktus alveolaris mengandung gelembung-gelembung yang disebut alveolus.



Gambar 2.8 Paru – Paru

- **Kapasita Paru-Paru**

Dalam keadaan normal, volume udara paru-paru manusia mencapai 4500 cc. Udara ini dikenal sebagai *kapasitas total* udara pernapasan manusia.

Walaupun demikian, kapasitas vital udara yang digunakan dalam proses bernapas mencapai 3500 cc, yang 1000 cc merupakan sisa udara yang tidak dapat digunakan tetapi senantiasa mengisi bagian paru-paru sebagai *residu* atau *udara sisa*. *Kapasitas vital* adalah jumlah udara maksimum yang dapat dikeluarkan seseorang setelah mengisi paru-parunya secara maksimum.

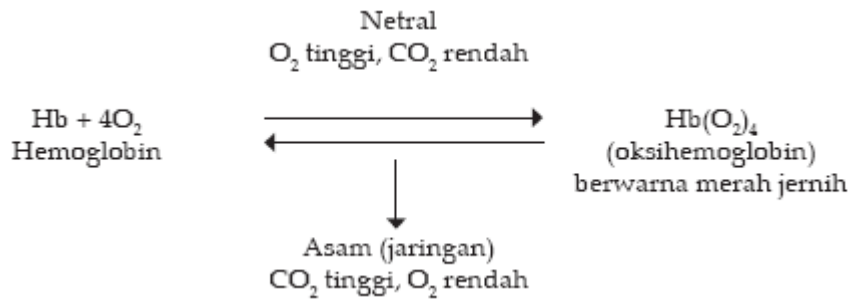
Udara yang keluar masuk paru-paru pada waktu melakukan pernapasan biasa disebut udara pernapasan (udara tidal). Volume udara pernapasan pada orang dewasa lebih kurang 500 ml. Volume udara tidal orang dewasa pada pernapasan biasa kira-kira 500 ml. ketika menarik napas dalam-dalam maka volume udara yang dapat kita tarik mencapai 1500 ml. Udara ini dinamakan udara komplementer. Ketika kita menarik napas sekuat-kuatnya, volume udara yang dapat dihembuskan juga sekitar 1200-2000 ml. Udara ini dinamakan udara suplementer atau udara cadangan. Meskipun telah mengeluarkan napas sekuat-kuatnya, tetapi masih ada sisa udara dalam paru-paru yang volumenya kira-kira 1500 mL. Udara sisa ini dinamakan udara residu. Jadi, Kapasitas paru-paru total = kapasitas vital + volume residu = 4500 ml/wanita dan 5500 ml/pria.

Volume udara pernapasan dapat diukur dengan suatu alat yang disebut spirometer.

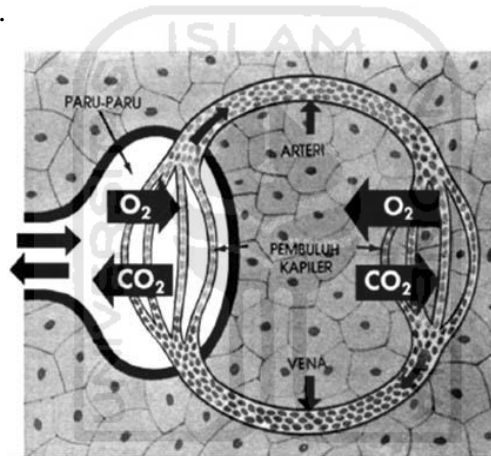
2.1.3 Pertukaran O₂ dan CO₂

Jumlah oksigen yang diambil melalui udara pernapasan tergantung pada kebutuhan dan hal tersebut biasanya dipengaruhi oleh jenis pekerjaan, ukuran tubuh, serta jumlah maupun jenis bahan makanan yang dimakan.

Manusia membutuhkan sekitar 300 cc oksigen sehari (24 jam) atau sekitar 0,5 cc tiap menit. Kebutuhan tersebut berbanding lurus dengan volume udara inspirasi dan ekspirasi biasa. Di dalam proses pertukaran O₂ dan CO₂, oksigen yang dibutuhkan berdifusi masuk ke darah dalam kapiler darah yang menyelubungi alveolus. Selanjutnya, sebagian besar oksigen diikat oleh zat warna darah atau pigmen darah (hemoglobin) untuk diangkut ke sel-sel jaringan tubuh. Secara sederhana, pengikatan oksigen oleh hemoglobin dapat diperlihatkan menurut persamaan reaksi bolak-balik berikut ini:



Reaksi di atas dipengaruhi oleh kadar O_2 , kadar CO_2 , tekanan O_2 , perbedaan kadar O_2 dalam jaringan, dan kadar O_2 di udara. Proses difusi oksigen ke dalam arteri demikian juga difusi CO_2 dari arteri dipengaruhi oleh tekanan O_2 dalam udara inspirasi.

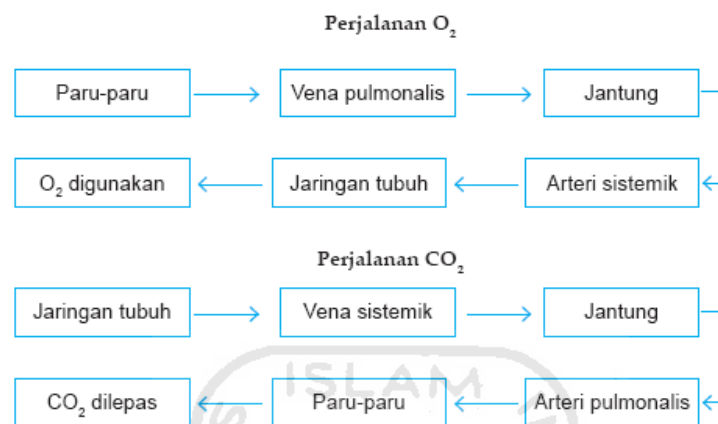


Gambar 2.9 Proses Pertukaran Oksigen

Tekanan seluruh udara lingkungan sekitar 1 atmosfer atau 760 mm Hg, sedangkan tekanan O_2 di lingkungan sekitar 160 mm Hg. Tekanan oksigen di lingkungan lebih tinggi daripada tekanan oksigen dalam alveolus paru-paru dan arteri yang hanya 104 mm Hg. Oleh karena itu, oksigen dapat masuk ke paru-paru secara difusi.

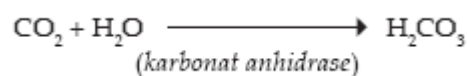
Dari paru-paru, O_2 akan mengalir lewat vena pulmonalis yang tekanannya 104 mm Hg; menuju ke jantung. Dari jantung, O_2 mengalir lewat arteri sistemik yang tekanannya 104 mm Hg menuju ke jaringan tubuh yang tekanannya 0 – 40 mm Hg. Di jaringan, O_2 ini akan dipergunakan. Dari jaringan, CO_2 akan mengalir melalui vena sistemik ke jantung. Tekanan CO_2 di jaringan di atas 45 mm Hg, lebih tinggi dibandingkan vena sistemik yang hanya

45 mmHg. Dari jantung, CO₂ mengalir lewat arteri pulmonalis yang tekanan O₂ - nya sama, yaitu 45 mm Hg. Dari arteri pulmonalis, CO₂ masuk ke paru-paru lalu dilepaskan ke udara bebas. Untuk lebih jelasnya perhatikan skema berikut

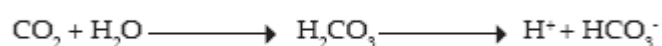


Berapa minimal darah yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan oksigen pada jaringan? Setiap 100 mm³ darah dengan tekanan oksigen 100 mm Hg dapat mengangkut 19 cc oksigen. Bila tekanan oksigen hanya 40 mm Hg maka hanya ada sekitar 12 cc oksigen yang bertahan dalam darah vena.

Dengan demikian kemampuan hemoglobin untuk mengikat oksigen adalah 7 cc per 100 mm³ darah. Pengangkutan sekitar 200 mm³ CO₂ ke luar tubuh umumnya berlangsung menurut reaksi kimia berikut:



Tiap liter darah hanya dapat melarutkan 4,3 cc CO₂ sehingga memengaruhi pH darah menjadi 4,5 karena terbentuknya asam karbonat yang menyebabkan darah bersifat asam. Keasaman tersebut dinetralkan oleh ion-ion natrium dan kalium dalam darah.



Pengangkutan CO₂ oleh darah dapat dilaksanakan melalui 3 cara, yakni sebagai berikut:

- a. Karbon dioksida larut dalam plasma, dan membentuk asam karbonat dengan enzim anhidrase (7% dari seluruh CO₂).
- b. Karbon dioksida terikat pada hemoglobin dalam bentuk karbomino hemoglobin (23% dari seluruh CO₂).
- c. Karbon dioksida terikat dalam gugus ion bikarbonat (HCO₃) melalui proses berantai pertukaran klorida (70% dari seluruh CO₂). Reaksinya adalah gangguan terhadap pengangkutan CO₂ dapat mengakibatkan munculnya gejala asidosis karena turunnya kadar basa dalam darah. Hal tersebut dapat disebabkan karena keadaan *pneumoni*. Sebaliknya apabila terjadi akumulasi garam basa dalam darah maka muncul *gejala alkalosis* [DIA09].

2.2 Simulasi dan Visualisasi

2.2.1 Simulasi

Simulasi adalah suatu proses peniruan dari sesuatu yang nyata beserta keadaan sekelilingnya (*state of affairs*). Aksi melakukan simulasi ini secara umum menggambarkan sifat-sifat karakteristik kunci dari kelakuan sistem fisik atau sistem yang abstrak tertentu [IND10].

Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses-proses yang suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah (Law and Kelton, 1991).

Dalam simulasi digunakan komputer untuk mempelajari sistem, dimana dilakukan pengumpulan data untuk mendapatkan karakteristik asli dari sistem. Simulasi merupakan alat yang tepat untuk digunakan terutama jika diharuskan untuk melakukan eksperimen dalam rangka mencari komentar terbaik dari komponen-komponen sistem. Hal ini dikarenakan sangat mahal dan memerlukan waktu yang lama jika eksperimen dicoba secara riil. Dengan melakukan studi simulasi maka dalam waktu singkat dapat ditentukan keputusan yang tepat serta

dengan biaya yang tidak terlalu besar karena semuanya cukup dilakukan dengan komputer. Pendekatan simulasi diawali dengan pembangunan model sistem nyata. Model tersebut harus dapat menunjukkan bagaimana berbagai komponen dalam sistem saling berinteraksi sehingga benar-benar menggambarkan perilaku sistem. Setelah model dibuat maka model tersebut ditransformasikan ke dalam program komputer sehingga memungkinkan untuk disimulasikan [IND10].

2.2.2 Visualisasi

Visualisasi adalah rekayasa dalam pembuatan dan menampilkan gambar, diagram atau animasi untuk penampilan suatu informasi. Secara umum, visualisasi dalam bentuk gambar baik yang bersifat abstrak maupun nyata.

Visualisasi telah dikenal sejak awal dari peradaban manusia. Sebagai contoh yaitu, lukisan di dinding-dinding gua dari manusia purba, bentuk huruf hiroglip Mesir, sistem geometri Yunani, dan teknik pelukisan dari Leonardo da Vinci untuk tujuan rekayasa dan ilmiah.

Pada saat ini visualisasi telah berkembang dan banyak dipakai untuk keperluan ilmu pengetahuan, rekayasa, visualisasi disain produk, pendidikan, multimedia interaktif, kedokteran, dan lain sebagainya. Perkembangan bidang animasi juga telah membantu banyak dalam bidang visualisasi yang lebih kompleks dan canggih [ANO09].

2.3 Multimedia

Istilah multimedia berawal dari teater, bukan komputer. Pertunjukan yang memanfaatkan lebih dari satu medium seringkali disebut pertunjukan multimedia. Pertunjukan multimedia mencakup monitor video dan karya seni manusia sebagai bagian dari pertunjukan. Sistem multimedia dimulai pada akhir 1980-an dengan diperkenalkannya *Hypercard* oleh *Apple* pada tahun 1987, dan pengumuman oleh IBM pada tahun 1989 mengenai perangkat lunak *Audio Visual Connection (AVC)* dan video *adhapter card* bagi PS/2. Dari situlah, pemasok perangkat keras dan lunak melompat ke multimedia. Pada tahun 1994, diperkirakan ada lebih dari 700 produk dan sistem multimedia di pasaran [ANO08].

Multimedia adalah penggunaan komputer untuk menyajikan dan menggabungkan teks, suara, gambar, animasi dan video dengan alat bantu tool dan koneksi link sehingga pengguna dapat bernavigasi, berinteraksi, berkarya dan berkomunikasi. Multimedia sering digunakan dalam dunia hiburan. Selain dari dunia hiburan, Multimedia juga diadopsi oleh dunia Game.

Aplikasi multimedia selain yang bersifat interaktif, ada juga yang bersifat linier. Bila aplikasi bersifat linier, maka pemakai hanya dapat menyaksikan aplikasi tersebut tanpa harus terlibat, sama seperti menyaksikan suatu presentasi. Namun bila aplikasi bersifat interaktif, maka pemakai harus terlibat dalam pengoperasian aplikasi tersebut. Aplikasi multimedia yang interaktif membutuhkan kendali yang biasanya disebut *Navigasi*, agar pemakai dapat menjelajahi isi aplikasi [MAD05].

2.3.1 Komponen multimedia

Multimedia memiliki beberapa komponen yaitu teks, gambar, suara, animasi, dan video. Berikut adalah onejelasan mengenai komponen dari multimedia [MAD05]:

a. Teks

Teks pada multimedia berfungsi sebagai narasi yang menjelaskan tentang isi aplikasi. Teks dapat dibuat secara internal dan eksternal. Teks yang dibuat secara internal dibuat dengan *word processing* yang ada pada *authoring tools*. Biasanya teks internal digunakan untuk membuat teks yang pendek-pendek, misalnya *tooltip*. Teks eksternal dibuat dengan menggunakan *word processing* lain di luar *authoring tools*.

b. Gambar

Penggunaan gambar dalam multimedia meliputi :

- *Background Image*, digunakan sebagai gambar latar belakang aplikasi. *Background image* harus sesuai dengan tema aplikasi. *Background image* dapat menggunakan gambar yang sudah ada, dan dapat juga membuat *background* berupa tekstur.

- *Button Image*, biasa kita kenal dengan tombol. Pada *button image* inilah terletak kontrol program (*navigasi*). Pembuatan *button image* harus sesuai dengan kebiasaan pemakai atau minimal memiliki kedekatan dengan kontrol yang akan direpresentasikan.
- *Partial Image*, dalam pembuatan aplikasi multimedia berfungsi sebagai gambar - gambar pendukung.

b. Suara

Dalam multimedia menurut penggunaannya suara terbagi atas :

- Musik, digunakan untuk melatari aplikasi. Biasanya musik dibuat sesuai dengan tema aplikasi.
- Suara (*Natural Sound*), terdiri dari suara-suara yang direkam dalam format WAV.
- *Sound FX*, merupakan suara-suara yang direkam dan secara sengaja dimodifikasi untuk memberi *theme sound* pada aplikasi. Biasanya digunakan sebagai suara pada saat mengklik tombol, suara peringatan kesalahan dan sebagainya.

c. Animasi

Animasi juga merupakan objek yang dapat bergerak. Pada dasarnya animasi merupakan gabungan beberapa gambar yang ditampilkan secara berurut. Yang membedakannya dengan video ialah jika video didapat dari kejadian yang sebenarnya, maka animasi didapat dengan membuat sendiri. Animasi terbagi atas animasi dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D). Animasi 2D umumnya berupa kartun-kartun, sedangkan animasi 3D berupa objek-objek tiga dimensi.

e. Video

Video merupakan sumber daya yang kaya dan hidup bagi aplikasi multimedia. Video juga merupakan elemen multimedia yang paling dinamis diantara elemen lainnya. Video juga dapat dikatakan gabungan antara beberapa objek yaitu teks, grafik, suara dan sebagainya. Video mampu membawa unsur realistik dan keadaan sebenarnya kepada penggunanya. Secara tidak langsung video akan mempengaruhi perasaan dan emosi penggunanya dengan lebih nyata.

2.4 Pemodelan Karakter 3D

2.4.1 Modeling 3D

Model 3D mewakili objek 3D menggunakan kumpulan titik dalam ruang 3D, Dihubungkan dengan berbagai entitas geometris seperti segitiga, garis, permukaan lengkung, dan sebagainya. Menjadi kumpulan data (titik dan informasi lainnya). Melihat objek secara tiga dimensi (3D) berarti melihat objek dalam bentuk sesungguhnya. Penggambaran 3D akan lebih memperjelas maksud dan perancangan objek karena bentuk sesungguhnya dari objek yang akan diciptakan divisualisasikan secara nyata [ELM09].

Ada beberapa aspek yang harus dipertimbangkan bila membangun model obyek, kesemuanya memberi kontribusi pada kualitas hasil akhir. Hal-hal tersebut meliputi metoda untuk mendapatkan atau membuat data yang mendeskripsikan obyek, tujuan dari model, tingkat kerumitan, perhitungan biaya, kesesuaian dan kenyamanan, serta kemudahan manipulasi model. Proses pemodelan 3D membutuhkan perancangan yang dibagi dengan beberapa tahapan untuk pembentukannya. Seperti obyek apa yang ingin dibentuk sebagai obyek dasar, metoda pemodelan obyek 3D, pencahayaan dan animasi gerakan obyek sesuai dengan urutan proses yang akan dilakukan [ELM09].

Secara garis besar model 3D dibangun menjadi dua kategori, antara lain [ELM09]:

1. *Solid*

Solid merupakan Model-model yang menggambarkan isi dari objek yang diwakili (misalnya batu). Model ini bersifat lebih realistis, tapi lebih sulit dalam pembuatannya. Model solid ini merupakan model yang paling sering digunakan, seperti dalam bidang medis dan simulasi teknik, CAD dan aplikasi visual khusus seperti *ray tracing* dan *constructive solid geometry*.

2. *Shell / Boundary*

Shell / boidary merupakan model yang mewakili permukaan, misalnya batas objek, dan mewakili sesuatu yang diluar isi (seperti kulit telur yang amat sangat tipis). Dibanding model *solid*, model ini lebih mudah

pengerjaannya. Hampir semua model visual yang dipergunakan dalam game dan film menggunakan *shell model*.

Ada lima metode populer dalam pemodelan 3D :

1. *Polygonal Modeling*

Titik pada ruang 3D, yang disebut simpul, terhubung dengan segmen garis membentuk suatu poligonal mesh. Sebagian besar model 3D saat ini dibangun sebagai model polygonal bertekstur, karena bersifat fleksibel dan komputer dapat me-render dengan sangat cepat. Modeling polygon merupakan bentuk segitiga dan segiempat yang menentukan area dari permukaan sebuah karakter. Setiap polygon menentukan sebuah bidang datar dengan meletakkan sebuah jajaran polygon sehingga kita bisa menciptakan bentuk-bentuk permukaan. Untuk mendapatkan permukaan yang halus, dibutuhkan banyak bidang polygon. Bila hanya menggunakan sedikit polygon, maka objek yang didapat akan terbagi sejumlah pecahan polygon. Hal tersebutlah yang menjadi kekurangan polygon, yaitu terletak pada sifat planar polygon sehingga hanya dapat mendekati permukaan lengkung menggunakan banyak polygon.

2. *NURBS Modeling*

Merupakan proses permodelan yang populer saat ini. NURBS adalah cara pemodelan permukaan secara parametrik yang umumnya digunakan dalam grafik komputer. NURBS bersifat lebih universal dari Bezier Spline atau B-spline karena selain bisa memodelkan sebarang permukaan juga bisa memodelkan geometri analitik seperti lingkaran, elipsis, bola, dan lain-lain. Kurva pada Nurbs dapat dibentuk dengan hanya tiga titik saja. Dibandingkan dengan kurva polygon yang membutuhkan banyak titik (*verteks*) metode ini lebih memudahkan untuk dikontrol. Satu titik CV (*Control verteks*) dapat mengendalikan satu area untuk proses tekstur.

3. *Splines dan Patches Modeling*

Seperti NURBS, *Splines* dan *Patch* tergantung pada garis lengkung untuk menentukan permukaan yang terlihat. Dalam hal fleksibilitas dan

kemudahan penggunaan, Spline dan Patch terletak diantara pemodelan polygon dan NURBS.

4. *Primitives Modeling*

prosedur pemodelan ini memerlukan bentuk-bentuk *geometri primitive* seperti bola, silinder, kerucut atau kubus. pemodelan primitif cocok untuk aplikasi teknis tetapi kurang digunakan untuk bentuk-bentuk *organic*. Beberapa perangkat lunak 3D dapat merender secara langsung dari bentuk primitive, tetapi sebagian perangkat lunak lainnya hanya dapat dipergunakan untuk pemodelan yang kemudian mengkonversikannya ke dalam bentuk mesh untuk render ataupun proses selanjutnya.

5. *Sculpt Modeling*

Merupakan metode baru dalam pemodelan 3D. Metode ini cukup populer dalam beberapa tahun terakhir ini. Memiliki 2 tipe yaitu *Displacement* dan *volumetric*. Kedua tipe tersebut memungkinkan untuk eksplorasi dan menciptakan suatu model topologi dan memungkinkan perincian setelah proses *sculpt*.

2.4.2 Animasi

Animasi dapat membuat suatu objek/model menjadi hidup. Animasi dapat berupa gerakan-gerakan atau interaksi kepada lingkungannya. Untuk membentuk suatu animasi pertama kita buat terlebih dahulu modelnya. Dalam membuat model ini bisa digunakan salah satu teknik diatas. Secara garis besar proses 3D animasi bisa dibagi 4 tahap yaitu [ELM09]:

- a. *Modeling*
- b. *Animating*
- c. *Texturing*

Proses *texturing* ini untuk menentukan karakteristik sebuah materi obyek dari segi tekstur. Untuk materi sebuah object bisa digunakan aplikasi properti tertentu seperti *reflectivity*, *transparency*, dan *refraction*. *Texture* kemudian bisa digunakan untuk meng-*create*

berbagai variasi warna *pattern*, tingkat kehalusan/kekasaran sebuah lapisan object secara lebih detail.

d. *Rendering*

Rendering adalah proses akhir dari keseluruhan proses pemodelan ataupun animasi komputer. Dalam *rendering*, semua data-data yang sudah dimasukkan dalam proses *modeling*, *animasi*, *texturing*, pencahayaan dengan parameter tertentu akan diterjemahkan dalam sebuah bentuk output. Dalam standard PAL sistem, resolusi sebuah render adalah 720 x 576 pixels. Bagian *rendering* yang sering digunakan:

- *Field rendering* sering digunakan untuk mengurangi *strobing effect* yang disebabkan gerakan cepat dari sebuah obyek dalam *rendering* video.
- *Shader* adalah sebuah tambahan yang digunakan dalam 3D software tertentu dalam proses *special rendering*. Biasanya *shader* diperlukan untuk memenuhi kebutuhan *special effect* tertentu seperti *lighting effects*, *atmosphere*, *fog* dan sebagainya.

2.5 Macromedia Flash

Macromedia Flash 8 adalah software untuk membuat animasi yang biasanya digunakan untuk berbagai keperluan di Internet. Misalnya, untuk membuat situs, banner iklan, logo yang beranimasi, serta animasi pelengkap lainnya.

Macromedia Flash adalah salah satu program animasi grafis yang banyak digunakan untuk menghasilkan animasi.

Animasi itu sendiri adalah suatu objek gerak yang digambarkan agar kelihatan hidup. Animasi biasanya dibuat dengan membentuk serangkaian *frame* yang berisi grafik di dalam *time line*.

Keunggulan program Macromedia Flash 8 dibanding dengan program lain yang sejenis, antara lain mampu :

1. Membuat tombol interaktif dengan sebuah *movie* atau objek lain.

2. Membuat perubahan transparansi warna dalam *movie*.
3. Membuat perubahan animasi dari suatu bentuk ke bentuk lain.
4. Membuat gerakan animasi dengan mengikuti alur yang telah ditetapkan.

Dikonversi dan dipublikasikan (*publish*) ke dalam beberapa tipe diantaranya adalah : *.swf, .html, .gif, .jpg, .png, .exe, .mov*, [AGU07].

2.5 Blender 2.49b

Blender 3D adalah software gratis yang bisa anda gunakan untuk modeling, texturing, lighting, animasi dan video post processing 3 dimensi. Blender 3D yang merupakan software gratis dan open source ini merupakan open source 3D paling populer di dunia. Fitur Blender 3D tidak kalah dengan software 3D berharga mahal seperti 3D studio max, maya maupun XSI.

Dengan Blender 3D anda bisa membuat objek 3D animasi, media 3D interaktif, model dan bentuk 3D profesional, membuat objek game dan masih banyak lagi kreasi 3D lainnya [RIK10].

2.5.2 Fitur – fitur Blender

Pada blender terdapat panel – panel utama, yaitu [RIK10] :

1. Menu, didalamnya terdapat :
 - a. *File*, yang merupakan menu utama untuk melakukan *new, open, save, close, setting* dan lainnya sebagai mana menu pada program 3D yang lain.
 - b. *Add*, digunakan untuk menambahkan objek – objek seperti kamera, *lighting* dan objek 3D.
 - c. *Timeline*, digunakan untuk mengatur animasi pada blender.
 - d. *Game*, untuk memulai *scripting* program *game*.
 - e. *Render*, berfungsi untuk melihat hasil *rendering* dan settingnya.
 - f. *Help*, digunakan untuk melihat bagaimana blender bekerja dan berbagai jawaban untuk pertanyaan dari user.

2. *View Port*

Pada *view port* terdapat tiga objek yaitu *cube*, *lighting*, kamera. Secara *default*, *view port* memiliki axis x dan y, dan didalam *view port* ini kita dapat melihat objek dari berbagai sudut serta mengatur letak kamera.

3. *Tool button*, terdiri dari :

- a. *Translate manipulator mode*, berfungsi untuk mengambil objek.
- b. *Rotate manipulator mode*, berfungsi merotasi objek.
- c. *Scale manipulator mode*, berfungsi untuk memperbesar dan memperkecil objek.
- d. *Transform orientation*, digunakan untuk mengubah orientasi saat mentransform.
- e. *Rotating dan scalling pivot*.

Kelebihan yang dimiliki blender 2.49b adalah [JON10] :

- a. *Tool* untuk membuat objek 3D yang lengkap meliputi *modeling*, *UV mapping*, *texturing*, *rigging*, *skinning*, animasi, dan simulasi lainnya *scripting*, *rendering*, *compositing*, *post production* dan .
- b. *Cross platform* dengan *uniform* GUI dan mendukung semua platform.
- c. Blender 3D dapat digunakan untuk semua sistem operasi.
- d. Kualitas arsitektur 3D memiliki kualitas tinggi dan dapat dikerjakan dengan lebih cepat dan efisien.

2.6 Adobe Photoshop

Adobe Photoshop CS 3 merupakan produk dari *Adobe Sistem Incorporated* yang telah begitu dikenal di dalam produk aplikasi yang berbasis grafis. *Software* ini untuk memanipulasi *image* yang mampu mengkonversikan berbagai macam file image dari suatu format ke format lain, dengan menggunakan *layer-layer*. Banyak sekali inovasi yang muncul dari produk Adobe , termasuk Adobe Photoshop 7.0, perubahan itu selalu dimunculkan dengan tujuan untuk kenyamanan pengguna secara umum. Fitur-fitur baru selalu dimunculkan merupakan pengembangan dan perbaikan dari *tool* sebelumnya dan semakin memperkaya sarana menuju ke kesempurnaan bagi penggunanya.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Metode Analisis

Tahap analisis merupakan tahap yang sangat penting, karena jika dalam tahap ini terjadi kesalahan maka akan mempengaruhi tahap-tahap selanjutnya dalam perangkat lunak.

Metode analisis yang digunakan untuk menganalisis perangkat lunak visualisasi sistem pernapasan manusia berbasis multimedia ini adalah melalui metode *library research*, yaitu mencari data dan mengumpulkan data yang dibutuhkan melalui media seperti internet, buku-buku panduan yang memuat sistem pernapasan, data juga diperoleh dari aplikasi pembelajaran dibidang yang sama.

3.2 Analisis Kebutuhan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diketahui apa saja yang akan menjadi masukan dan keluaran yang akan digunakan pada aplikasi, kebutuhan perangkat keras, perangkat lunak, serta rancangan antarmuka yang Akan digunakan pada aplikasi. Sehingga aplikasi yang dibuat sesuai dengan apa yang diharapkan.

3.2.1. Analisis Kebutuhan Masukan

Perangkat lunak ini membutuhkan masukan sebagai sumber pengetahuan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem dengan menggunakan *mouse*.

3.2.2 Analisis Kebutuhan Proses

Aplikasi ini memberikan informasi tentang sistem pernapasan manusia, macam-macam organ pernapasan manusia, serta tahapan yang terjadi pada sistem pernapasan. Kemudian proses yang terjadi dalam Aplikasi Visualisasi Sistem Pernapsan Manusia ini yaitu:

- a. Proses menampilkan file : gambar, text, animasi, musik, video.
- b. Proses pindah halaman : menu pembuka, menu utama, menu organ, video visualisasi.

3.2.3 Analisis Kebutuhan Keluaran

Keluaran yang dihasilkan pada aplikasi ini yaitu :

- a. Tampilan animasi 2D sistem pernapasan.
- b. Tampilan animasi 2D inspirasi dan ekspirasi.
- c. Menampilkan bentuk organ 3D sistem pernapasan.
- d. Video visualisasi dengan user sebagai udara.
- e. Tampilan informasi pertukaran gas O₂ dan CO₂.

3.2.4 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras digunakan sebagai alat pengolah data yang bekerja secara otomatis mengolah data yang berbentuk teks, gambar dan animasi. Konten yang akan ditampilkan dalam aplikasi ini menggunakan konten 2D dan 3D, diperlukan komputer yang memiliki kemampuan mengolah grafis yang baik. Spesifikasi komponen yang dibutuhkan akan dibagi menjadi dua bagian yaitu dari sisi pembangunan aplikasi dan dari sisi pengguna.

Spesifikasi komponen perangkat keras yang diperlukan untuk pembangunan aplikasi adalah sebagai berikut:

- a. Piranti input berupa *keyboard* dan *mouse*.
- b. Piranti output berupa *monitor* dengan resolusi minimal 1024x768.
- c. Kartu grafis dengan memori minimal 512MB.
- d. Prosesor minimal dual core dan memiliki kecepatan 2 Ghz.
- e. Memori RAM 1GB.
- f. Hardisk yang memiliki ruang kosong minimal 20GB.

Adapun spesifikasi komponen perangkat keras yang diperlukan oleh pengguna aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Piranti input berupa *keyboard* dan *mouse*.
2. Piranti output berupa *monitor* dengan resolusi minimal 1024x768.

3. Kartu grafis dengan memori minimal 256MB.
4. Prosesor minimal memiliki kecepatan 1,6 Ghz.
5. Memori RAM minimal 512GB.
6. Hardisk yang memiliki ruang kosong minimal 100MB.

3.2.5 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Selain perangkat keras, perangkat lunak juga diperlukan dalam pembangunan aplikasi dan dalam menjalankan aplikasi. Perangkat lunak yang dibutuhkan akan dibagi menjadi dua sisi, pada sisi pembangunan aplikasi dan dari sisi pengguna aplikasi.

Perangkat lunak yang dibutuhkan pada pembangunan aplikasi adalah sebagai berikut:

- a. *Sistem operasi*, sistem operasi yang dibutuhkan untuk pembangunan aplikasi adalah antara lain Windows XP, Vista, Windows 7, Mac OSX tiger atau Leopard
- b. *Macromedia Flash 8*, merupakan aplikasi yang digunakan untuk menampilkan hasil akhir pembuatan.
- c. *Blender 2.49b*, merupakan aplikasi 3D yang digunakan untuk membuat objek-objek *virtual*, memberikan material dan tekstur organ, pergerakan objek, dan pembuatan video.
- d. *Adobe Photoshop*, Adobe Photoshop digunakan untuk membuat halaman antarmuka, mengedit, membuat gambar serta untuk memodifikasi tekstur yang dipakai di *Blender 2.49b*.

3.2.6 Analisis Kebutuhan Antarmuka

Antarmuka pengguna atau yang lebih dikenal dengan *user interface* adalah bagian penghubung antara sistem dengan pengguna atau *user*. Pada bagian ini akan terjadi komunikasi antara keduanya. Sehingga aplikasi ini menampilkan *interface* yang bersifat *user friendly*, yang mampu memberikan kemudahan, dan kenyamanan dalam penggunaannya. Adapun antarmuka yang dibangun adalah :

a. Menu Utama

Menu Utama merupakan menu pembuka dari aplikasi ini. Pada *interface* menu utama, ditampilkan gambar dan *background* dengan warna hitam yang akan menjadikan *interface* menu tidak membuat mata lelah. Selain itu ditampilkan lima tombol menu yang akan menghubungkan ke halaman-halaman berikutnya.

b. Menu Sistem Pernapasan

Pada *interface* menu sistem pernapasan, ditampilkan teks, gambar, animasi sistem pernapasan 2D, dan terdapat lima menu yang menghubungkan ke halaman lainnya.

c. Menu Inspirasi Ekspirasi

Pada *interface* menu sistem pernapasan, ditampilkan teks, gambar, animasi inspirasi ekspirasi paru-paru dan terdapat lima menu yang menghubungkan ke halaman lainnya.

d. Menu Organ Pernapasan

Pada *interface* organ pernapasan, ditampilkan teks dan enam tombol menu yang akan menghubungkan ke menu jenis-jenis organ. Juga terdapat menu yang menghubungkan ke halaman lainnya.

e. Menu video

Pada *interface* menu video, ditampilkan animasi 2D serta video visualisasi sistem pernapasan dengan user sebagai udara. Juga terdapat lima menu yang menghubungkan ke halaman lainnya.

f. Menu Pertukaran O₂ dan CO₂

Pada *interface* menu pertukaran O₂ dan CO₂, ditampilkan gambar 2D dan teks. Juga terdapat lima menu yang menghubungkan ke halaman lainnya.

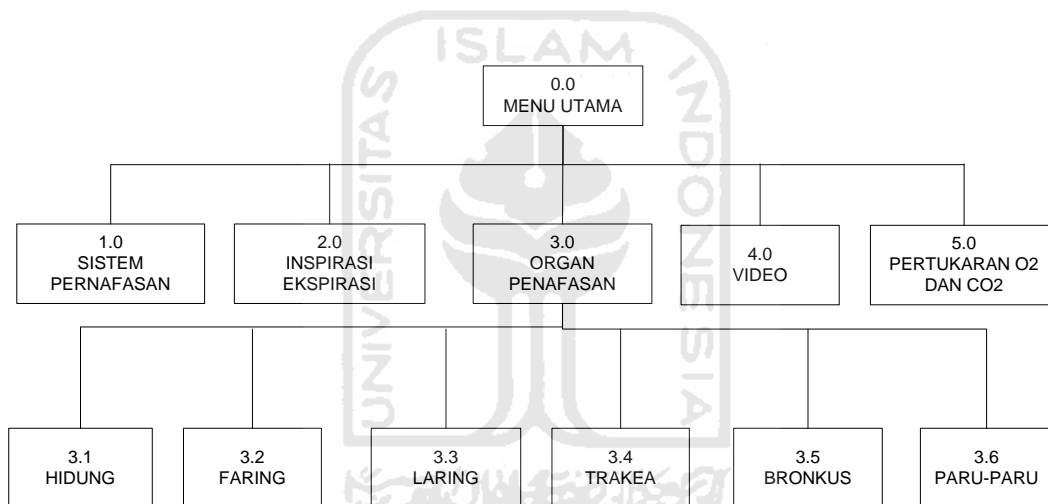
3.3 Hasil Perancangan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka dapat diketahui apa saja yang menjadi masukan, proses, keluaran sehingga aplikasi yang akan dibuat

sesuai dengan apa yang diharapkan. Perancangan aplikasi ini menggunakan Perancangan Hirarki Proses.

3.3.1 Perancangan Hirarki Proses

Proses pengembangan dan desain aplikasi ini menggunakan hirarki proses. Hirarki proses yang akan dibuat adalah diagram yang menjelaskan sistem aplikasi atau proses yang dapat dijalankan pada aplikasi sehingga muncul data yang diinginkan oleh pengguna. Hirarki proses perancangan aplikasi ini secara garis besar digambarkan pada Gambar 3.1. Hirarki Proses menggambarkan secara keseluruhan proses yang ada pada aplikasi.



Gambar 3.1 Hirarki Proses

Penjelasan mengenai Hirarki Proses pada Gambar 3.1 adalah sebagai berikut :

1. Skenario Proses 0.0 Menu Utama

Menu utama adalah tampilan utama pada Aplikasi Visualisasi Sistem Pernafasan Manusia. Pada menu utama terdapat menu lainnya, yaitu : sistem pernafasan, inspirasi ekspirasi, organ pernafasan, video, dan Petukaran O₂ dan CO₂. Dan di dalam menu-menu tersebut terdapat penjelasan.

2. Skenario Proses 1.0 Sistem Pernafasan

Sistem pernafasan adalah menu yang berisi tentang sistem pernafasan secara umum dan tampilan animasi secara 2D.

3. Skenario Proses 2.0 Inspirasi Ekspirasi

Inspirasi ekspirasi adalah menu yang menampilkan animasi 2D paru-paru saat terjadinya inspirasi dan ekspirasi.

4. Skenario Proses 3.0 Organ Pernapasan

Organ pernapasan adalah menu yang berisi submenu organ pernapasan.

5. Skenario Proses 4.0 Video

Video adalah menu yang berisi video visualisasi sistem pernapasan dan animasi 2D sistem pernapasan sebagai penunjuk arah posisi udara berada.

6. Skenario Proses 5.0 Pertukaran O₂ dan CO₂

Pertukaran O₂ dan CO₂ adalah menu yang berisi penjelasan tentang pertukaran O₂ dan CO₂.

7. Skenario 3.1 Menu Hidung

Menu Hidung adalah menu yang berisikan tentang informasi hidung dan terdapat gambar hidung berbentuk 3D.

8. Skenario 3.2 Menu Faring

Menu Faring adalah menu yang berisikan tentang informasi tentang faring dan terdapat gambar faring berbentuk 3D.

9. Skenario 3.3 Menu Laring

Menu Laring adalah menu yang berisikan tentang informasi tentang laring dan terdapat gambar Laring berbentuk 3D.

10. Skenario 3.4 Menu Trakea

Menu Trakea adalah menu yang berisikan tentang informasi tentang trakea dan terdapat gambar trakea berbentuk 3D.

11. Skenario 3.5 Menu Bronkus

Menu Bronkus adalah menu yang berisikan tentang informasi tentang bronkus dan terdapat gambar bronkus berbentuk 3D.

12. Skenario 3.6 Menu Paru-Paru

Menu Paru-Paru adalah menu yang berisikan tentang informasi tentang paru-paru dan terdapat gambar paru-paru berbentuk 3D.

Dalam sistem terdapat interaksi *input* dari *user* berupa klik tombol pada mouse, adapun tombol-tombol tersebut yaitu:

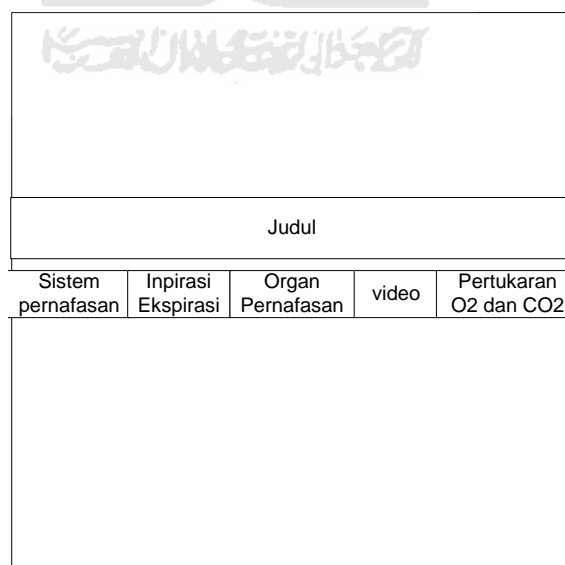
1. Tombol Sistem Pernapasan
Merupakan tombol untuk melihat penjelasan mengenai sistem pernapasan secara umum.
2. Tombol Inspirasi Ekspirasi
Merupakan tombol untuk melihat penjelasan mengenai inspirasi dan ekspirasi.
3. Tombol Organ Pernapasan
Terdapat lima tombol di dalamnya yang ada di halaman menu organ.
4. Tombol Video
Merupakan tombol untuk melihat halaman visualisasi pernapasan.
5. Tombol Pertukaran O₂ dan CO₂
Merupakan tombol untuk melihat halaman visualisasi pernapasan.
6. Tombol Back
Merupakan tombol untuk kembali ke halaman organ – organ pernapasan.
7. Tombol Kiri
Merupakan tombol berupa *icon* untuk mengarahkan gambar bentuk organ ke arah kiri.
8. Tombol Kanan
Merupakan tombol berupa *icon* untuk mengarahkan gambar bentuk organ ke arah kanan.
9. Tombol *play*
Merupakan tombol berupa *icon* untuk memulai visualisasi pernapasan.
10. Tombol Atas
Merupakan tombol berupa *icon* untuk mengarahkan text ke atas atau selanjutnya.
11. Tombol bawah
Merupakan tombol berupa *icon* untuk mengarahkan text ke bawah atau ke sebelumnya.

3.3.2 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka pada suatu aplikasi merupakan faktor yang cukup penting. *Interface* dirancang agar memberikan kemudahan kepada pengguna dalam memperoleh informasi dari aplikasi ini. *Interface* dibuat harus jelas dan menarik. Hal ini dapat dilakukan dengan pemilihan letak menu serta tombol yang terdapat pada aplikasi. Selain itu desain dan pemilihan warna juga sangat menentukan, karena mendukung penampilan *interface* agar terlihat lebih menarik. Desain *interface* pada Aplikasi Visualisasi Sistem Pernapasan Manusia ini, yaitu:

a. Perancangan Halaman Utama.

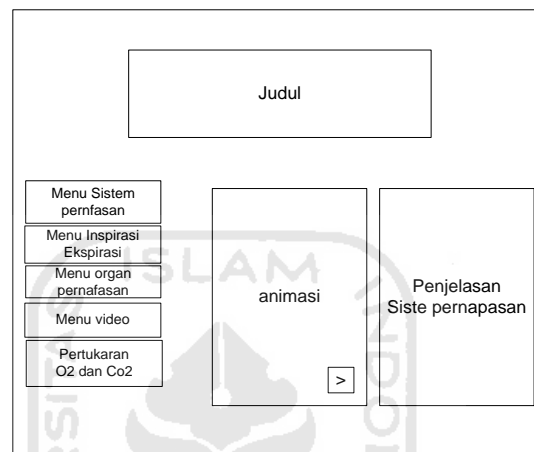
Halaman menu utama adalah halaman yang berisikan judul tentang aplikasi ini dan merupakan halaman yang pertama muncul. Pada halaman ini menampilkan menu yang dapat dipilih oleh *user* yaitu menu sistem pernafasan, inspirasi ekspirasi, organ pernafasan, video, Pertukaran O₂ dan CO₂. Rancangan tampilan halaman ini yaitu latar belakang hitam dengan judul program berwarna putih, dan terdapat tombol menu berbentuk kotak gradasi warna putih dan hitam dengan nama menu berwarna putih dengan *font Chaparral Pro*. Lihat Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Perancangan Halaman Menu Pembuka

a. Rancangan Halaman Sistem Pernapasan

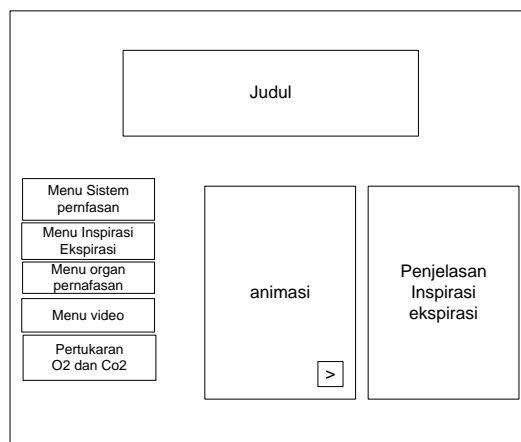
Halaman sistem pernapasan berisikan penjelasan sistem pernapasan dan animasi pernapasan manusia dari pengambilan udara dan pengeluaran udara. Dimana dalam animasi tersebut ada menu *play* untuk menjalankannya. Lihat gambar 3.3.



Gambar 3.3. Perancangan Halaman Menu Sistem Pernapasan

b. Rancangan Halaman Inspirasi Ekspirasi

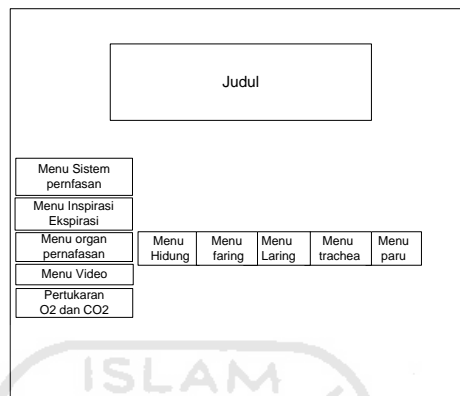
Halaman inspirasi ekspirasi berisikan penjelasan inspirasi dan ekspirasi pernapasan, juga terdapat animasi paru-paru saat inspirasi dan ekspirasi. Dimana dalam animasi tersebut ada menu *play* untuk menjalankannya. Lihat gambar 3.4.



Gambar 3.4 Perancangan Halaman Inspirasi Ekspirasi

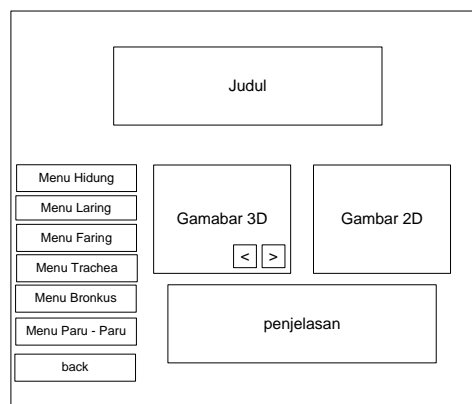
c. Rancangan Halaman Organ Pernapasan

Halaman organ pernapasan ini akan menjelaskan organ dalam pernapasan. Dalam menu ini memiliki sub menu yaitu hidung, faring, laring, trakea, bronkus, paru-paru. Lihat gambar 3.



Gambar 3.5. Perancangan Halaman Menu Organ Pernapasan

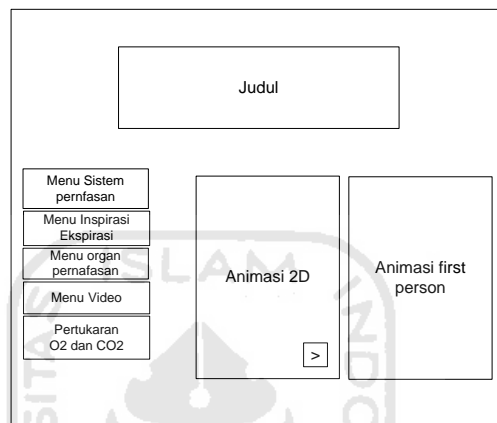
Halaman ini merupakan halaman dari sub menu organ pernapasan. Halaman ini berisikan gambar organ dalam bentuk 3D, dimana *user* dapat melihat dari kanan dan kiri dengan menekan tombol panah kanan atau kiri. Di sebelah gambar 3D ada sebuah gambar 2D yang menjelaskan organ dengan gambar. Dan di bawah kedua gambar terdapat penjelasan mengenai organ yang dipilih. Untuk kembali ke menu utama *user* dapat menekan tombol *back*. Lihat gambar 3.6.



Gambar 3.6 Perancangan Halaman dari Sub Menu Organ Pernapasan

d. Rancangan Halaman Video

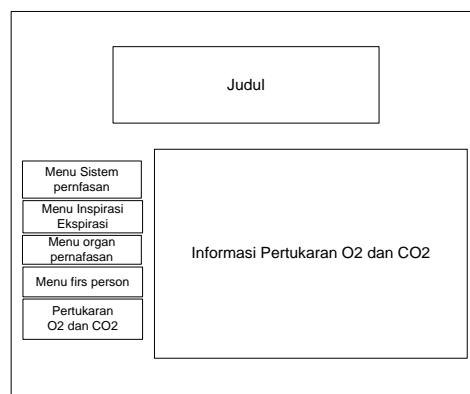
Pada halaman video ini akan ditampilkan video perjalanan udara dalam tubuh manusia dan animasi 2D sebagai penunjuk posisi udara berada. Di halaman ini ada *play* untuk menjalankan animasi. Lihat gambar 3.7.



Gambar 3.7 Perancangan Halaman Menu Video

e. Rancangan Halaman Pertukaran O₂ dan CO₂

Pada halaman Pertukaran O₂ dan CO₂ ini akan ditampilkan informasi mengenai pertukaran O₂ dan CO₂. Lihat gambar 3.8.



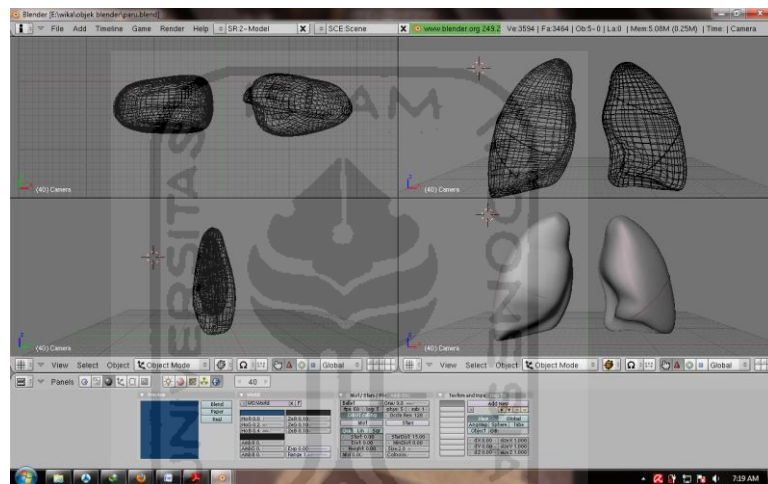
Gambar 3.8 Perancangan Halaman Menu Pertukaran O₂ dan CO₂

3.3.3 Perancangan Sistem 3D

Perancangan Sistem 3D ini menjelaskan tentang bagaimana teknik dan *tools* yang digunakan dalam merancang aplikasi pernapasan manusia dengan organ berbentuk 3D.

a. Modeling

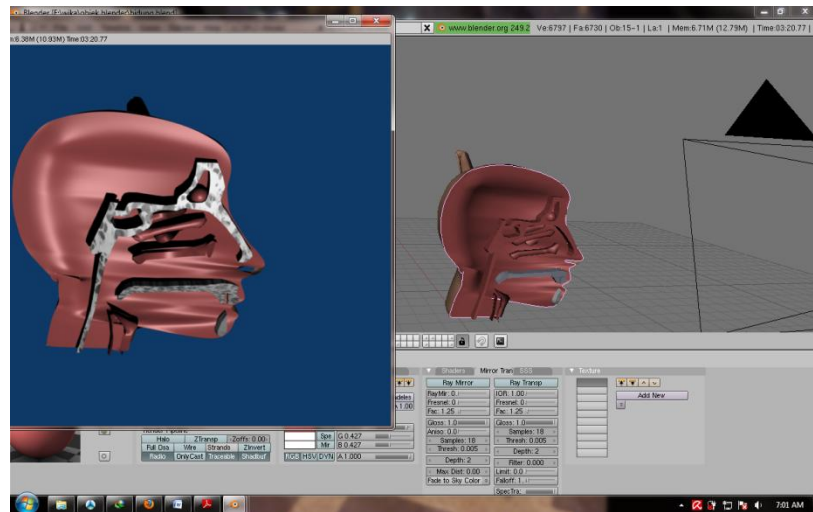
Dalam pemodelan objek disini menggunakan blender 2.49b. Teknik modeling adalah teknik membuat objek 3D (modeling) dengan cara membentuk sebuah objek, sehingga tercipta sebuah objek baru. Modeling objek paru-paru dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Modeling Objek Paru-Paru

b. Teksturing

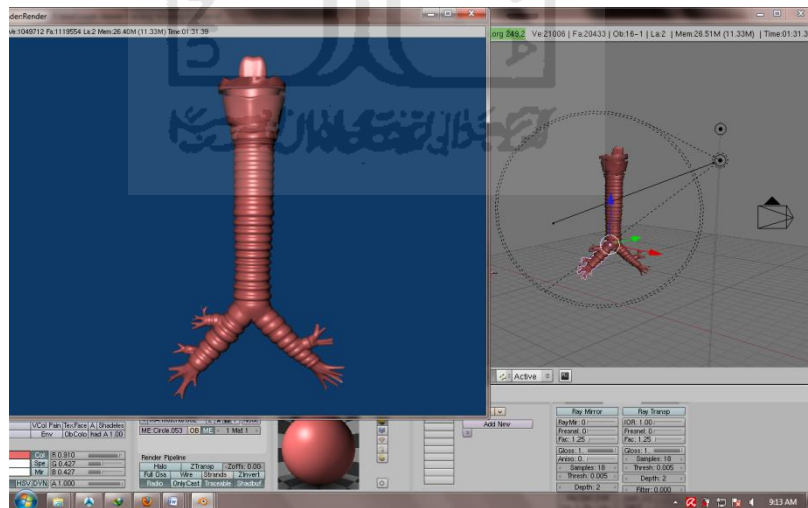
Teknik ini dimaksudkan agar objek terlihat nyata sesuai dengan objek sebenarnya. Teknik teksturing objek rongga hidung tepatnya pada tulang hidung. Teksturing tulang hidung dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Teksturing Tulang Hidung

c. Lighting

Pada proses ini dimaksudkan mengatur arah datangnya cahaya dan jumlah cahaya yang dipergunakan. Teknik *lighting* memiliki beberapa pilihan antara lain, lamp, sun, spot, hemi, area. Teknik *lighting* objek trachea dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Joining Objek Trakea

d. Render

Teknik proses ini menampilkan hasil produksi dari pembuatan.

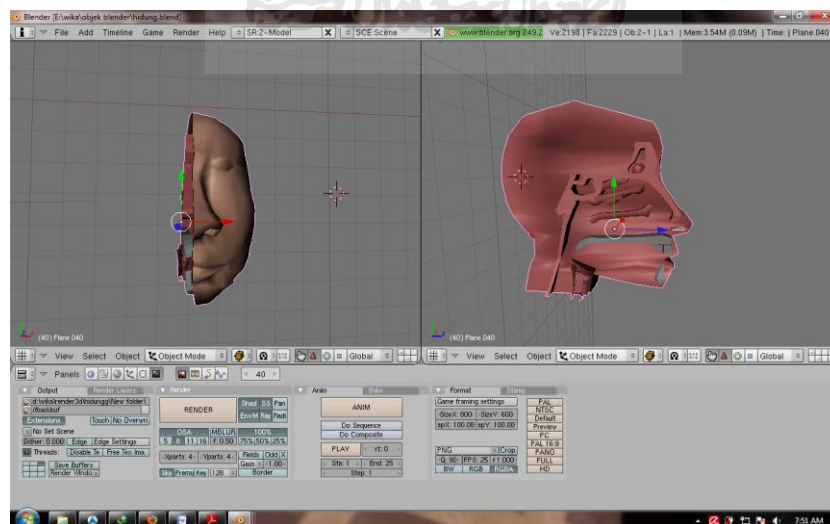
3.3.4 Perancangan Proses

Pertama-tama yang dilakukan adalah menyiapkan objek modeling yang akan ditekstur. Pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Objek Modeling Yang Masih Terpisah

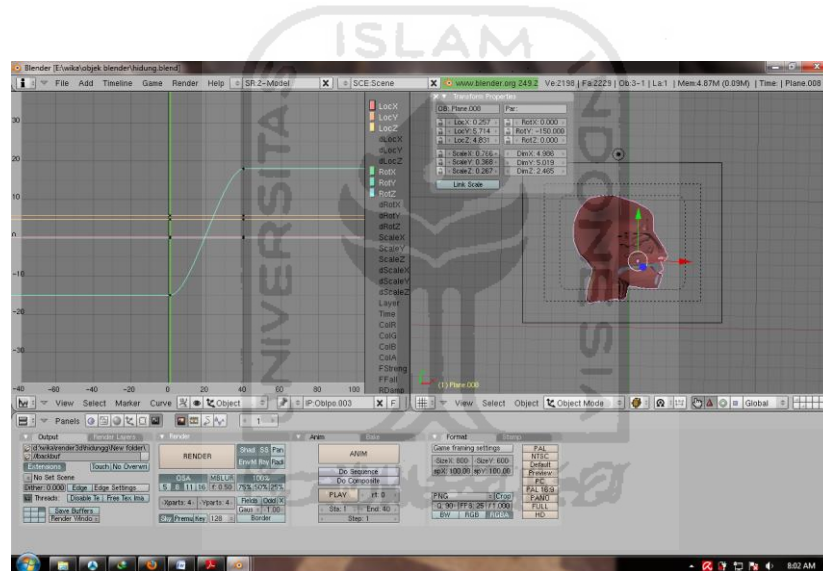
Proses selanjutnya pemberian warna dan tekstur dengan tehnik bumping, yaitu menggunakan dua lapis gambar sebagai tekstur objek. Pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Tahap Teksturing Objek Rongga Hidung

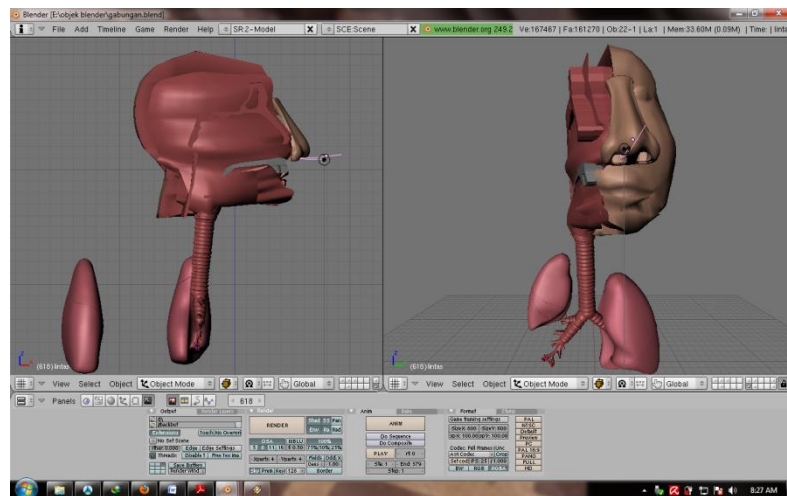
Proses selanjutnya adalah menggabungkan objek tersebut dengan tehnik joining objek (*short cut blender* : ctrl J), dari masing-masing layer yang akan digabungkan menjadi satu kesatuan. Setelah menjadi satu, maka gabungan objek ini dapat dianimasikan.

Untuk animasi bagian organ, akan menggunakan animasi 180° . Untuk animasi ke arah kanan, posisi awal objek pada frame 1 terletak 0° pada sumbu y, maka posisi akhir dengan frame akhir terletak pada 180° . Untuk animasi ke arah kiri, posisi awal objek pada frame 1 terletak 0° pada sumbu y, maka posisi akhir dengan frame akhir terletak pada 180° . Hasil rendering ini berupa file .jpeg atau .PNG. Tahap ini dapat dilihat pada gambar 3.14.



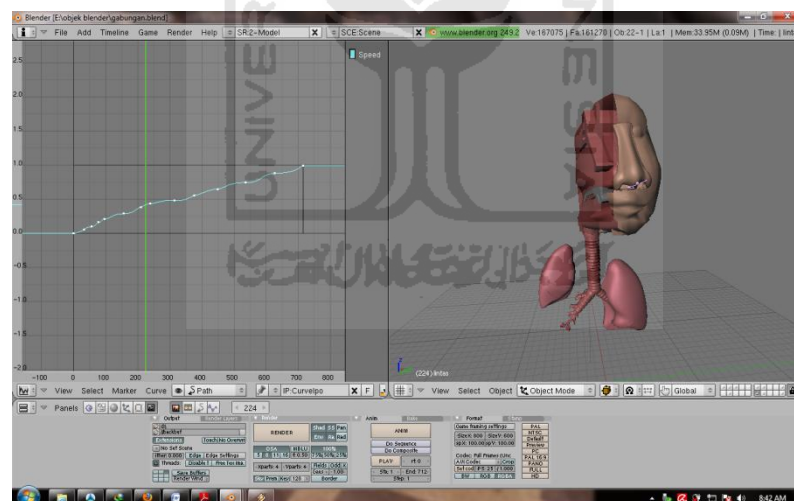
Gambar 3.14 Tahap Animasi objek

Untuk membuat video animasi, semua objek organ digabungkan menjadi kumpulan organ pernapasan. Dengan membuka file blender baru. Untuk menggabungkannya dengan cara file + Append to Link, kemudian load objek yang ingin digabungkan dalam satu file. Tahap ini dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Tahap penggabungan objek

Setelah semua pengaturan input dan output, penataan dan pencahayaan yang cukup, maka selanjutnya adalah tahap *video*, menganimasi kamera sebagai udara yang akan masuk ke dalam organ. Tahap ini dapat dilihat pada Gambar 3.16

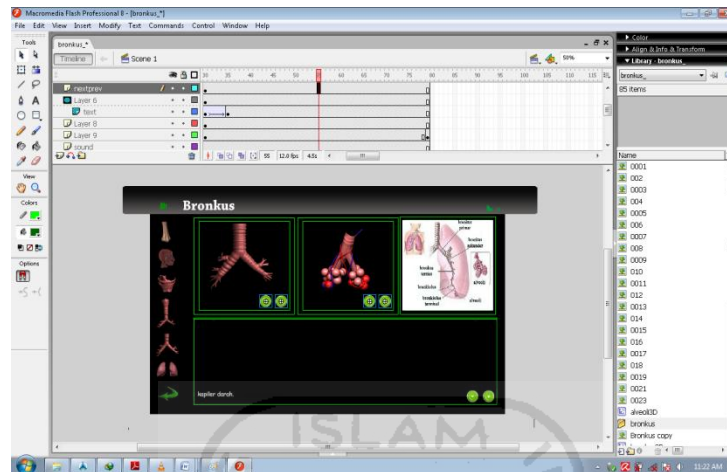


Gambar 3.16 Tahap Animasi Kamera

Hasil keluaran dari rendering animasi kamera ini adalah video dengan format .avi. Agar dapat dimasukkan ke dalam flash document, maka diproses lagi dalam convert ke ekstensi .flv.

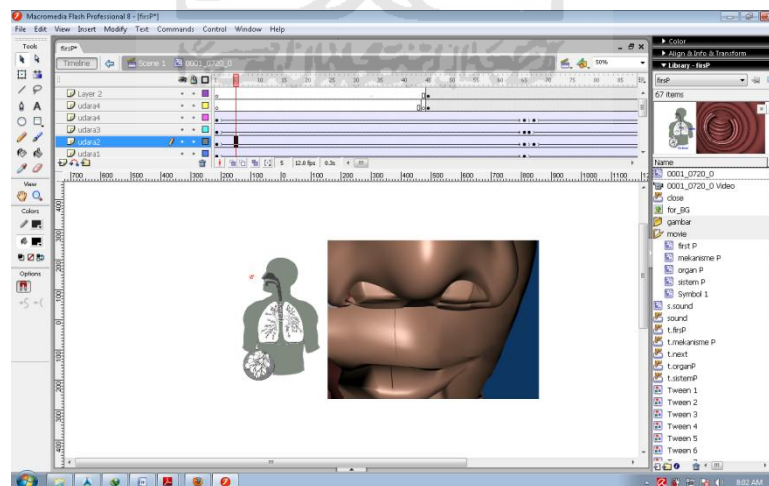
Tahap selanjutnya pada *document flash* yang digunakan sebagai media tampilan akhir *user*. Tahapan pembuatan interaktif pada bronkus dimulai dengan

memasukkan semua gambar hasil *rendering* organ ke dalam satu layer dengan banyak frame sesuai jumlah gambar *rendering*, yang digunakan sebagai *movie clip flash*. Tahap ini dapat dilihat pada Gambar 3.17



Gambar 3.17 Tahap Animasi Organ Pada Flash

Pada proses tampilan animasi video, video hasil *rendering blender* yang telah di *convert*, maka di *import* ke dalam *Document flash*. Proses akhirnya adalah menyesuaikan gerakan video dengan gerakan udara dalam animasi 2D perjalanan udara. Tahap ini dapat dilihat pada Gambar 3.18



Gambar 3.18 Tahap video Pada Flash

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak adalah bagian yang sangat penting dalam pembuatan sebuah sistem dimana aplikasi yang telah dirancang akan dibahas implementasinya. Dengan adanya pembahasan aplikasi, maka akan diketahui apakah aplikasi yang telah dihasilkan sesuai dengan perancangan atau tidak. Pada bab ini juga akan dibahas bagaimana cara kerja Simulasi Sistem Pernapasan Manusia Berbasis Multimedia.

4.1.1 Batasan Implementasi

Dalam implementasinya, Aplikasi Visualisasi Sistem Pernapasan Manusia Berbasis Multimedia memiliki beberapa keterbatasan yaitu :

1. Pengguna tidak dapat melakukan pencarian data karena aplikasi ini tidak menggunakan database.
2. Pengguna tidak dapat melakukan penambahan, pengurangan dan mengubah data yang ada di aplikasi ini.
3. Pengguna tidak dapat melakukan proses visualisasi pernapasan secara lengkap dalam tubuh manusia, hanya jalur udara pernapasan dari hidung sampai paru-paru.

4.1.2 Implementasi Pembuatan Program

Dalam implementasiannya, Aplikasi visualisasi sistem pernapasan manusia ini dibuat dengan beberapa kebutuhan *software* dan *hardware* yang digunakan untuk menjalankan aplikasi ini, yaitu :

4.1.2.1 Software

1. Macromedia Flash Profesional 8

Macromedia Flash Profesional 8 adalah perangkat lunak yang banyak digunakan untuk pengembangan animasi dan aplikasi multimedia.

Software ini digunakan untuk pembuatan seluruh isi dari aplikasi, yaitu seluruh informasi yang akan ditampilkan ke user dan juga tampilan aplikasi.

2. Blender

Blender adalah perangkat lunak untuk grafis 3 dimensi yang gratis dan populer dikalangan desainer. Blender dapat digunakan untuk pembuatan objek dan animasi 3 dimensi dan memiliki fitur untuk membuat permainan. Blender tersedia untuk untuk berbagai sistem operasi, seperti: *MicrosoftWindows, MacOSX, Linux, IRIX, Solaris, NetBSD, FreeBSD, OpenBSD*.

3. Adobe Photoshop CS3

Adobe Photoshop adalah program yang biasa digunakan untuk mengedit gambar atau file foto maupun pembuatan efeknya. Dalam aplikasi ini *Adobe Photoshop CS3* digunakan untuk mengedit gambar yang akan digunakan dalam aplikasi.

4. FoxTabFLV Converter

FoxTabFLV Converter adalah *software* yang digunakan untuk mengubah hamper semua semua format video. Pada aplikasi ini *FoxTabFLV Converter* digunakan untuk mengubah video dari format .avi ke format .flv

4.1.2.2 Hardware

Aplikasi ini menggunakan beberapa *software* grafis dan *hardware* yang digunakan untuk menjalankan aplikasi tersebut sehingga dibutuhkan hardware yang memenuhi dalam pembuatan aplikasi ini, antara lain :

1. Prosesor Intel Core 2 Duo 2.0 Ghz
2. RAM 1.5 GB
3. Hardisk dengan kapasitas
4. *Mouse*
5. Mobile Intel® 965 Express Chipset Family

4.1.3 Implementasi Prosedural

Implementasi prosedural adalah penerapan perancangan program yang dibuat dengan *actionscript* sehingga menjadi sebuah aplikasi yang lengkap. Aplikasi visualisasi sistem pernapasan manusia berbasis multimedia, program yang digunakan untuk menulis *actionscript* adalah *Macromedia Flash Profesional 8*.

Pada program ini, *actionscript* yang dibuat digunakan dalam proses pemanggilan *Document flash* dari hasil keseluruhan aplikasi. *Macromedia flash Profesional 8* menyediakan berbagai fasilitas untuk mendukung pengembangan aplikasi multimedia dengan tampilan yang baik secara visual dan jaringan interaksi yang mudah digunakan.

4.2 Hasil

Hasil dari Aplikasi visualisasi Sistem Pernapasan Manusia terdiri dari sebuah *form* yang memiliki beberapa menu utama. Sedangkan di dalam *form* tersebut terdapat *MovieClip* atau halaman flash yang menampilkan keterangan atau informasi. Keterangan akan berubah sesuai dengan menu yang dipilih oleh *user*. Dan aplikasi ini juga dilengkapi dengan gambar, teks, animasi, dan video.

4.2.1 Halaman Menu Utama

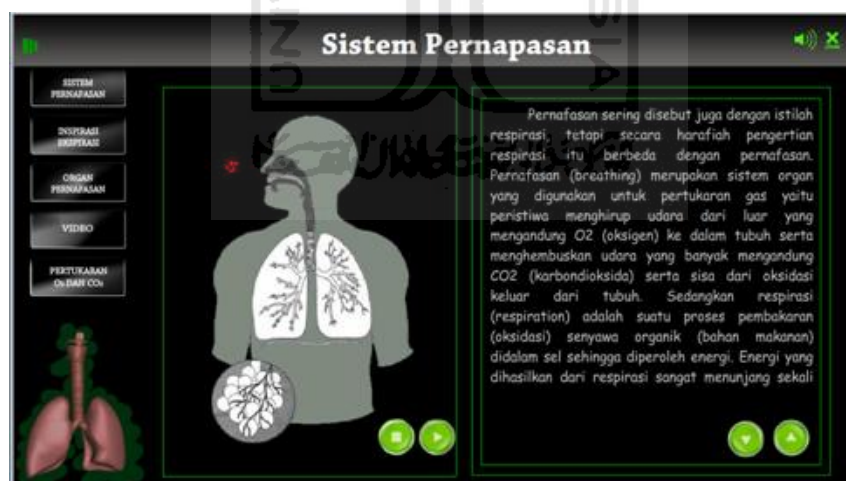
Halaman menu utama dari aplikasi visualisasi sistem pernapasan manusia ini merupakan halaman yang pertama kali muncul saat aplikasi digunakan. Pada halaman utama terdapat gambar dan menu - menu yang ditampilkan pada sistem ini, diantaranya menu sistem pernapasan, menu inspirasi ekspirasi, menu organ pernapasan, menu video, dan menu pertukaran O₂ dan CO₂ yang di dalamnya terdapat informasi-informasi lagi. Selain itu juga terdapat *backsound*. Lihat gambar 4.1.



Gambar 4.1 Halaman Menu Utama

4.2.2 Halaman Menu Sistem Pernafasan

Halaman menu sistem pernafasan berisi informasi sistem pernafasan manusia secara umum dan terdapat animasi 2D sistem pernafasan. Tampilan halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.2.

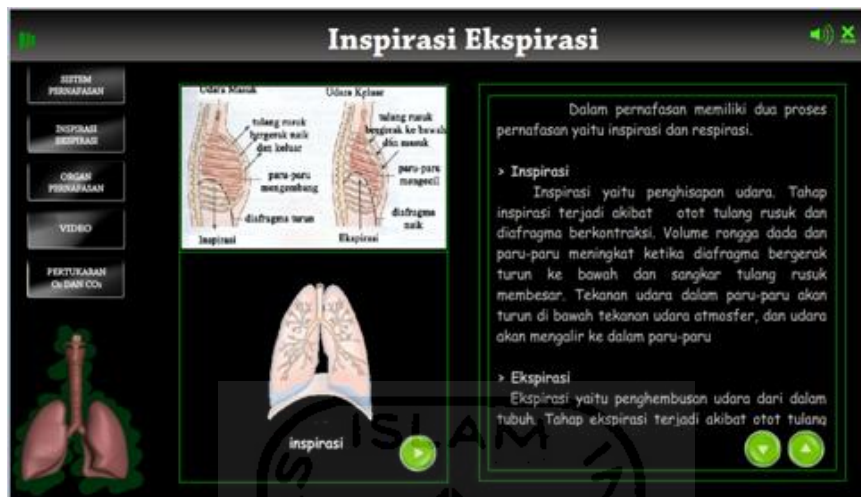


Gambar 4.2 Halaman Menu Sistem Pernafasan

4.2.3 Halaman Menu Inspirasi Ekspirasi

Halaman menu inspirasi ekspirasi berisi informasi tentang inspirasi dan ekspirasi juga terdapat animasi 2D proses inspirasi ekspirasi paru-paru. Selain itu

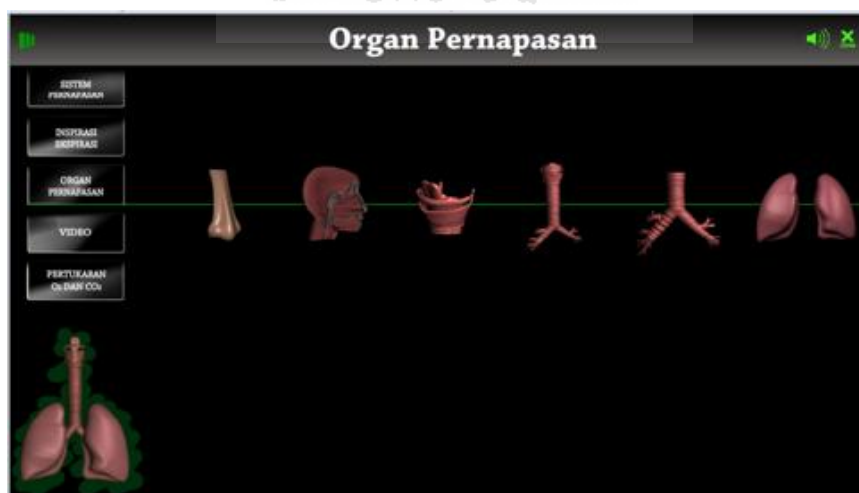
juga terdapat penjelasan gambar 2D proses inspirasi ekspirasi. Tampilan halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Halaman Menu Inspirasi Ekspirasi

4.2.4 Halaman Menu Organ Pernapasan

Halaman menu organ pernapasan memiliki enam menu, yaitu menu hidung, menu faring, menu laring, menu trakea, bronkus, dan menu paru – paru. Halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Halaman Menu Organ Pernapasan

a. Halaman Menu Hidung

Halaman menu hidung berisi tentang informasi hidung dan rongga hidung dalam pernapasan dan terdapat gambar 3D hidung dan rongga hidung yang dapat dilihat dengan menekan tombol panah ke kanan atau ke kiri untuk melihat bagian organ tersebut, juga dilengkapi penjelasan gambar 2D. Di dalam halaman ini terdapat menu *back* untuk kembali ke halaman organ pernapasan. Halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Halaman Menu Hidung

b. Halaman Menu Faring

Halaman menu faring berisi tentang informasi faring dalam pernapasan dan terdapat gambar 3D faring yang dapat dilihat dengan menekan tombol panah ke kanan atau ke kiri untuk melihat bagian organ tersebut, juga dilengkapi penjelasan gambar 2D. Di dalam halaman ini terdapat menu *back* untuk kembali ke halaman organ pernapasan. Halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Halaman Menu Faring

c. Halaman Menu Laring

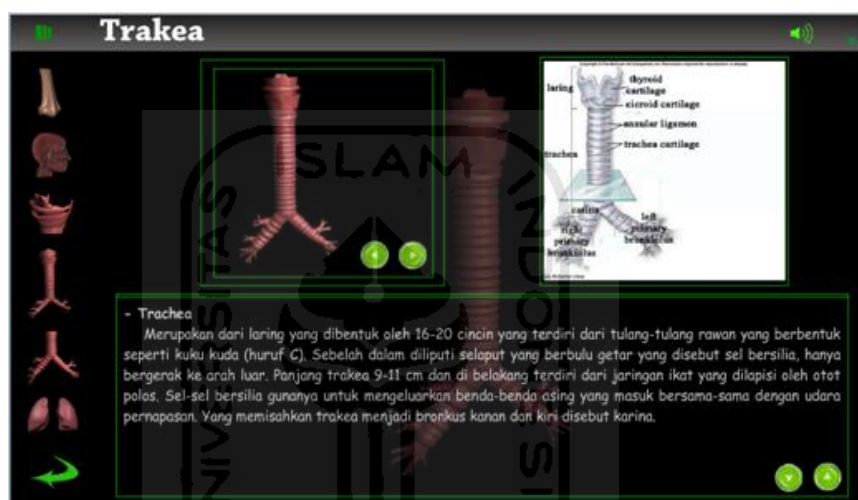
Halaman menu laring berisi tentang informasi laring dalam pernapasan dan terdapat gambar 3D laring yang dapat dilihat dengan menekan tombol panah ke kanan atau ke kiri untuk melihat bagian organ tersebut, juga dilengkapi penjelasan gambar 2D. di dalam halaman ini terdapat menu back untuk kembali ke halaman organ pernapasan. Halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Halaman Menu Laring

d. Halaman Menu Trakea

Halaman menu trakea berisi tentang informasi trakea dalam pernapasan dan terdapat gambar 3D trakea yang dapat dilihat dengan menekan tombol panah ke kanan atau ke kiri untuk melihat bagian organ tersebut, juga dilengkapi penjelasan gambar 2D. di dalam halaman ini terdapat menu *back* untuk kembali ke halaman organ pernapasan. Halam ini dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Halaman Menu Trakea

e. Halaman Menu Bronkus

Halaman menu bronkus berisi tentang informasi bronkus dalam pernapasan dan terdapat gambar 3D bronkus dan alveoli yang dapat dilihat dengan menekan tombol panah ke kanan atau ke kiri untuk melihat bagian organ tersebut, juga dilengkapi penjelasan gambar 2D. di dalam halaman ini terdapat menu *back* untuk kembali ke halaman organ pernapasan. Halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Halaman Menu Bronkus

f. **Halaman Menu Paru-Paru**

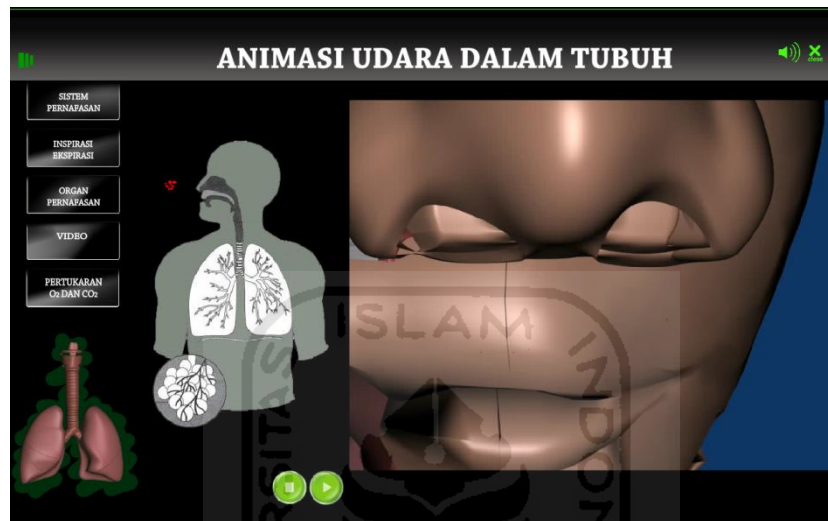
Halaman menu paru - paru berisi tentang informasi paru - paru dalam pernapasan dan terdapat gambar 3D paru-paru yang dapat dilihat dengan menekan tombol panah ke kanan atau ke kiri untuk melihat bagian organ tersebut, juga dilengkapi penjelasan gambar 2D. di dalam halaman ini terdapat menu back untuk kembali ke halaman organ pernapasan. Halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Halaman Menu Paru-Paru

4.2.5 Halaman Menu Video

Halaman menu video ini, akan menampilkan video visualisasi perjalanan udara berupa jalur dari hidung hingga paru-paru dengan animasi 2D sebagai penunjuk arah posisi udara berada. Halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Halaman Menu Video

4.2.6 Halaman Menu Pertukaran O₂ dan CO₂

Halaman menu pertukaran O₂ dan CO₂ ini, akan menampilkan informasi tentang pertukaran O₂ dan CO₂. Halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.12.

Pertukaran O₂ dan CO₂

Jumlah oksigen yang diambil melalui udara pernapasan tergantung pada kebutuhan dan hal tersebut biasanya dipengaruhi oleh jenis pekerjaan, ukuran tubuh, serta jumlah maupun jenis bahan makanan yang dimakan.

Manusia membutuhkan sekitar 300 cc oksigen sehari (24 jam) atau sekitar 0,5 cc tiap menit. Kebutuhan tersebut berbanding lurus dengan volume udara inspirasi dan ekspirasi biasa. Di dalam proses pertukaran O₂ dan CO₂, oksigen yang dibutuhkan berdifusi masuk ke darah dalam kapiler darah yang menyelubungi alveolus. Selanjutnya, sebagian besar oksigen diikat oleh zat warna darah atau pigmen darah (hemoglobin) untuk diangkut ke sel-sel jaringan tubuh. Secara sederhana, pengikatan oksigen oleh hemoglobin dapat diperlihatkan menurut persamaan reaksi bolak-balik berikut ini

$$\text{Hb} + 4\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{Hb}(\text{O}_2)_4$$

Hemoglobin (okshemoglobin) berwarna merah jernih

Netral
O₂ tinggi, CO₂ rendah

Gambar 4.12 Halaman Menu Pertukaran O₂ dan CO₂

4.3 Analisis Kerja Sistem

Pengujian ini dilakukan dengan cara menyebarkan kuisisioner kepada responden-responden dari berbagai kalangan masyarakat yang di khususkan kepada palajar dan pengajar. Kuisisioner tersebut berisi pertanyaan-pertanyaan yang bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai kinerja aplikasi ini.

Pengujian ini melibatkan langsung tujuh orang pengguna, dengan kuisisioner yang berisi lima pertanyaan seputar aplikasi yang dibuat. Ketujuh pengguna diminta untuk mencoba menjalankan aplikasi tanpa ada batasan waktu. Dengan seperti itu diharapkan pengguna dapat memberi jawaban kuisisioner yang objektif. Table 4.1 adalah daftar ketujuh responden yang dilengkapi umur dan pekerjaan.

Table 4.1 Tabel Responden

No	Nama	Usia	Pekerjaan
1.	Zain Ghufron	17	Pelajar (kelas 2 SMA)
2.	Andriati O	16	Pelajar (kelas 2 SMA)
3.	Nur Yahyono	40	Guru Biologi SMA
4.	Endang Kumalasari	37	Guru Biologi SMA
5.	Erna Maya	24	Mentor Biologi
6.	Putri Lisdiatuti	16	Pelajar (kelas 2 SMA)
7.	Resi Ariandi	16	Pelajar (kelas 2 SMA)

Proses perhitungan hasil kuisisioner menggunakan aturan skala nilai sebagai berikut :

Nilai 1 untuk jawaban kurang

Nilai 2 untuk jawaban cukup

Nilai 3 untuk jawaban baik

Dari perhitungan nilai-nilai tersebut kemudiandapat dihitung nilai rata-rata dari jawaban responden, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{(S_i)x(r_i)}{n} \quad \text{.....persamaan 1.1}$$

\bar{X} = rata-rata nilai

S = skala nilai

r = responden

n = jumlah responden

Tabel 4.2 Hasil Kuisisioner

No	Pertanyaan	Kurang	Cukup	Baik	Rata Rata
1.	Menurut Anda, apakah tampilan dan desain pada aplikasi ini menarik dan interaktif ?		2	5	2.71
2.	Menurut anda, apakah sistem ini mudah dalam penggunaanya?		2	5	2.71
3.	Menurut anda, apakah aplikasi ini sudah dapat digunakan sebagai media pembelajaran?		4	3	2.43

4.	Menurut anda, apakah materi ini sudah sesuai dengan materi pembelajaran?	2	4	1	1.86
5.	Menurut anda, bagaimana tentang kejelasan informasi yang disampaikan dalam aplikasi ini?	1	4	2	2.14

Dari kuisisioner yang telah diberikan, maka dapat diambil hasil analisisnya. Hasil analisis tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tampilan dan Desain Aplikasi

Data yang diperoleh dari responden mengenai tampilan dan desain aplikasi ini terdapat dua responden menjawab cukup, dan lima responden yang menjawab baik dalam kemudahan penggunaan aplikasi. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa tampilan dan desain aplikasi ini baik karena hasil kuisisioner menunjukkan nilai rata-rata 2.71.

2. Kemudahan Penggunaan Aplikasi

Data yang diperoleh dari responden mengenai kemudahan penggunaan aplikasi ini terdapat dua responden menjawab cukup, dan lima responden yang menjawab baik dalam kemudahan penggunaan aplikasi. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa kemudahan penggunaan aplikasi ini baik karena hasil kuisisioner menunjukkan nilai rata-rata 2.71.

3. Sebagai Alternatif Pembelajaran

Data yang diperoleh dari responden mengenai alternatif pembelajaran pada aplikasi ini yaitu terdapat empat responden yang menjawab cukup dan tiga responden

yang menjawab baik. Dan dari hasil kuisisioner dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini sebagai alternatif pembelajaran sudah cukup karena hasil kuisisioner menunjukkan nilai rata-rata 2.43.

4. Kesesuaian Materi

Data yang diperoleh dari responden mengenai aplikasi digital menggantikan buku pembelajaran terdapat dua responden yang menjawab kurang, empat responden yang menjawab cukup dan satu responden yang menjawab baik. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini cukup dalam kesesuaian materi karena nilai rata-rata yang diperoleh 1.86.

5. Kejelasan informasi

Data yang diperoleh dari responden mengenai kejelasan informasi yang didapat dalam aplikasi ini, satu responden menjawab kurang, empat responden menjawab cukup dan dua responden menjawab baik. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini dalam kejelasan informasi adalah cukup, karena nilai rata-rata yang diperoleh 2.14.

4.4 Analisis Kelebihan dan Kekurangan Sistem

Dalam membuat suatu aplikasi, tentunya terdapat kelebihan dan kekurangan seperti yang terdapat pada aplikasi Visualisasi Sistem Pernapasan Manusia. Kelebihan dan kekurangan ini merupakan representasi dari proses yang berjalan dalam suatu aplikasi. Adapun kelebihan dan kekurangan aplikasi ini adalah sebagai berikut :

1. Kelebihan

- a. Aplikasi ini memberikan penyampaian materi yang mudah dan interaktif dengan menggunakan animasi dan menu pilihan dengan *interface* yang menarik.

- b. Organ yang ditampilkan berbentuk 3D, sehingga bentuk organ terlihat lebih nyata dan pengguna lebih paham bentuk, struktur, dan fungsi dari masing-masing organ pernapasan
2. Kekurangan
- a. Informasi yang terdapat dalam aplikasi ini masih kurang sempurna.
 - b. Video visualisasi yang terdapat dalam aplikasi ini masih kurang sempurna, sehingga harus diperbaiki lagi agar visualisasi pernapasan manusia terlihat lebih nyata.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melalui tahapan dalam pembuatan aplikasi, maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dapat memudahkan pengguna dalam mempelajari sistem pernapasan sehingga lebih cepat dimengerti dalam penggunaannya.
- b. Aplikasi sistem pernapasan yang menampilkan jenis organ berbentuk 3D dan animasi 2D perjalanan udara kedalam tubuh dan keluar tubuh memberikan kemudahan untuk memahami mengenai sistem pernapasan.
- c. Cara penyajian sistem yang mudah dimengerti, disertai visualisasi berupa gambar dan animasi, akan memudahkan siswa dalam mengenal sistem pernapasan.

5.2 Saran

Setelah melihat hasil yang dicapai dalam Tugas Akhir ini, maka ada beberapa saran yang perlu disampaikan, yaitu :

- a. Proses visualisasi masuk dan keluarnya udara dibuat lebih detail.
- b. Mengembangkan aplikasi Visualisasi sistem pernapasan agar mampu di update sesuai perkembangan pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

- [AGU07] Agussalim. 2007. *Tutorial Macromedia Flash 8*.
(<http://www.salimkita.blogspot.com/2007/06/tutorial-macromedia-flash-8.html>, Diakses 3 Januari 2011) .
- [ANO08] Anonim. 2008. *Sejarah multimedia*.
(<http://www.pertama.site88.net/file/Teoriawalmultimedia.doc>.
Diakses 4 Oktober 2010).
- [ANO09] Anonim. 2009. *BAB II*.
(<http://www.storage.jakstik.ac.id/students/paper/penulisan%20ilmiah/.../BAB%20II.pdf>,
Diakses 4 Oktober 2010).
- [DIA09] Diastuti, Renni. 2009. *Biologi 2: untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta :
Pusat perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- [ELM09] *Elm*. 2009. *Pemodelan Karakter 3D*.
(<http://www.ilmiaji.com/2009/12/31/pemodelan-karakter-3d/>,
diakses 5 Oktober 2010).
- [ISM10] Ismaya. 2010. *Radioanatomii Sistem Pernapasan*.
(<http://www.siavent.blogspot.com/2010/02/radioanatomii-sistem-pernapasan.html>, diakses pada 2 September 2010).
- [IND10] Indrawan. 2010. *Dasar Teori Sistem Simulasi Model*.
(<http://indraaawan.blog.uns.ac.id/files/2010/04/dasar-teori.pdf> ,
Diakses 2 September 2010).
- [JON10] Jonathan Williamson. 2010. *Character Modeling in Blender*.
(<http://www.cg.tutsplus.com/category/tutorials/blender/>, Diakses
30 Oktober 2010).
- [MAD05] Madenda, Sarifuddin, dan Tommy F. R, 2005, *Visualisasi Aktivitas Sistem Organ Tubuh Berbasis Web Dan Multimedia : Aplikasi E-Learning*

- (http://www.batan.go.id/ppin/lokakarya/LKSTN_12/Sariffudin.pdf, diakses 2 September 2010).
- [PRA06] Pratiwi, D.A, Sri Maryati, Srikini, Suharno, dan Bambang S. 2006. *Biologi untuk SMA kelas XI*. Jakarta : Erlangga.
- [PRI06] Pribadi, Arif. 2006. *BIOLOGI 2 SMA Kelas XI*. Cetakan ke 2. Jakarta : Yudhistira.
- [RIK10] Rikie. 2010. *Sedikit penjelasan tentang & sejarah Blender 3D animation creator Software*.
(<http://www.cubeholic.wordpress.com/2010/12/22/sedikit-penjelasan-tentang-sejarah-blender-3d-animation-creator-software/>, Diakses 30 Desember 2010).
- [SAR10] Saroso, Siswo SPd. 2010 *Upaya Pengembangan Pendidikan Melalui Pembelajaran Berbasis Multimedia*.
(<http://www.tutorial-pdf.tp.ac.id/bank/5650.pdf>, Diakses 2 September 2010).
- [ZAI10] Zaifbio. 2010. *Sistem Respirasi Manusia*.
(<http://www.zaifbio.wordpress.com/2010/01/13/sistem-respirasi-manusia/>, Diakses 2 September 2010).