TESIS - EE185401

INTERAKSI 3D SENSOR LEAP MOTION UNTUK SIMULASI MENGGENGGAM BENDA VIRTUAL PLASTIS

LUKMAN HAKIM
07111650050006

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Surya Sumpeno, ST., M.Sc.
Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN JARINGAN CERDAS MULTIMEDIA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

TESIS – EE185401

INTERAKSI 3D SENSOR LEAP MOTION UNTUK SIMULASI MENGGENGGAM BENDA VIRTUAL PLASTIS

LUKMAN HAKIM
07111650050006

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Surya Sumpeno, ST., M.Sc.
Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN JARINGAN CERDAS MULTIMEDIA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:

Lukman Hakim
NRP: 07111650050006

Tanggal Ujian: 10 Juli 2020
Periode Wisuda: September 2020

Disetujui oleh:
Pembimbing:

1. Dr. Surya Sumpeno, ST., M.Sc. .....
   NIP: 196906131997021003

2. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT. .....
   NIP: 197003131995121001

Penguji:

1. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng. .....
   NIP: 195908171987021001

2. Reza Fuad Rachmadi, ST., MT., Ph.D. .....
   NIP: 198504032012121001

3. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T. .....
   NIP: 196806011995121009

Kepala Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas

Dedet Candra Riawan, ST., M.Eng., Ph.D.
NIP: 197311192000031001

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tesis saya dengan judul "**INTERAKSI 3D SENSOR LEAP MOTION UNTUK SIMULASI MENGGENGGAM BENDA VIRTUAL PLASTIS**" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2020

Lukman Hakim
NRP. 07111650050006

Halaman ini sengaja dikosongkan

INTERAKSI 3D SENSOR LEAP MOTION UNTUK SIMULASI MENGGENGGAM BENDA VIRTUAL PLASTIS

Nama Mahasiswa	:	Lukman Hakim
NRP	:	07111650050006
Pembimbing	:	1. Dr. Surya Sumpeno, ST., M.Sc.
		2. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang interaksi 3D sensor Leap Motion untuk simulasi menggenggam Benda virtual Plastis. Sebuah interaksi 3D sensor Leap Motion yang digunakan sebagai simulasi untuk menggenggam benda virtual Plastis dengan menggunakan media objek telur virtual secara presisi dan akurasi yang tepat. Pada dasarnya menggenggam merupakan suatu kegiatan yang menerapkan kinerja motorik halus pada tangan untuk melakukan gerakan.

Penggunaan sensor Leap Motion sebagai interaksi 3D dipakai untuk menggenggam objek maya dalam hal ini bentuk 3D telur virtual sebagai media praktiknya. Telur sendiri merupakan benda yang gampang distimulasi dan memiliki sifat texture yang halus untuk merespon segala bentuk gerakan pada genggaman tangan.

Dalam penelitian Interaksi 3D Sensor Leap Motion untuk simulasi untuk menggenggam benda Virtual Plastis dengan menggunakan media objek telur virtual, ini di peruntukkan untuk mengetahui akurasi dan presisi dari pola gerakan tangan secara imersif. Pengembangan dari metode ini bertujuan untuk simulasi menggenggam benda atau objek maya dengan adanya interaksi pola gerakan tangan.

Kata kunci: (leapmotion, 3d, virtual reality, benda, telur)

Halaman ini sengaja dikosongkan

3D INTERACTION LEAP MOTION SENSOR FOR HOLDING VIRTUAL PLASTIC OBJECT SIMULATION

By	: Lukman Hakim
Student Identity Number	: 07111650050006
Supervisor(s)	: 1. Dr. Surya Sumpeno, ST., M.Sc.
	2. Dr. Supeno Mardi Susiki N., ST., MT.

ABSTRACT

This study discusses about the 3D interaction of the Leap Motion sensor for the simulation of holding virtual plastic objects. A 3D interaction of the Leap Motion sensor that is used as a simulation to hold Plastis virtual objects by using virtual egg object media with precise and right accuracy. Basically, holding is an activity that applies fine motor performance on the hands to make movements.

The use of the Leap Motion sensor as a 3D interaction is used to hold virtual objects in this case a 3D form of virtual eggs as practice media. Eggs are objects that are easily stimulated and have subtle texture to respond to all forms of movement in the hands.

In the 3D interaction Leap Motion Sensors for virtual plastic objects holding simulation by using virtual egg object media, it is intended to find out the accuracy and precision of immersive hand movement patterns. The development of this method aims to simulate holding virtual objects or objects with the interaction of hand movement patterns.

Keywords : (leap motion, 3d, virtual reality, object, egg)

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah segala puji syukur bagi Tuhan semesta alam Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala karunianya kepada penulis, sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Tak lupa shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Agung Muhammad Salallahu 'alaihi wassala. Atas kuasa Allah, pada akhirnya tesis berjudul "Interaksi 3D Sensor Leap Motion Untuk Simulasi Menggenggam Telur Virtual" telah selesai dibuat.

Penulisan tesis ini tidak terlepas dari doa dan dukungan berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, antara lain :

1. Prof. Dr. Ir. Mochamad Ashari, M., Eng. selaku rektor Institute Teknologi Sepuluh Nopember.
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan.
3. Dr. Surya Sumpeno, ST., M.Sc. selaku pembimbing tesis sekaligus kepala Laboratorium Human Center, Computing and Visualization. Yang telah sabar dalam membimbing penulisan tesis ini.
4. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang juga sabar dalam membimbing penulisan tesis ini.
5. Kedua Orang tua penulis (Ibu Ismiati dan Bapak Yasin (Alm)) yang selalu memberikan motivasi dan kasih sayangnya. Semoga ini mejadi kado terindah buat beliau. Amin.
6. Keluarga besar di desa Kamulan Kecamatan Durenan kabupaten Trenggalek yang selalu mendoakan dari jarak jauh.
7. Untuk Perempuan yang akan jadi calon pendamping hidup dek Windyanisa yang selalu membantu dimanapun dan kapanpun butuh bantuan tenaga dan fikirannya selalu tidak ada kata tidak, terimaksih banyak dan semoga disegerakan niat baik kita. Amin.
8. Teman-teman perjuangan IMM UMSurabaya Seniorku maupun Juniorku yang tidak bisa disebutkan namanya satu-persatu, kalian luar biasa.

9. Semua Rekan Mahahasiswa Program Magister Teknik Elektro.

Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan skripsi ini. Semoga segala yang terdapat di tesis ini dapat digunakan sebagai rujukan penelitian oleh mahasiswa Program Pascasarjana Teknik Elektro dan bermanfaat bagi khalayak umum. Dan semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang ikut berkontribusi dan maupun memberikan kesempatan serta dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan tesis ini.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Surabaya, Juli 2020
Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS v
ABSTRAK viii
ABSTRACT xi
KATA PENGANTAR xiv
DAFTAR ISI xvii
DAFTAR GAMBAR xxi
DAFTAR TABEL xxiv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Kontribusi 3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA 4
2.1 Kajian Penelitian Terkait 4
2.1.1 *Rehabilitation using Kinect-Based Games and Virtual Reality* 4
2.1.2 Access to complex reality-based 3D models using virtual reality solutions 4
2.1.3 Individual differences in a affective touch: Behavioral inhibitation and gander define how an interpersonal touch is percieved 5
2.1.4 Multi leap-Motion sensor based demonstration for robotic refine tabletop object manipulation task 5
2.1.5 A myographic – based HCI solution proposal for upper limb amputes 5
2.1.6 A hand gestural interaction system for handling a desktop haptic strip for shape rendering 6
2.2 Teori Dasar 7
2.2.1 Telur Virtual 7

2.2.2 Benda Tiga Dimensi (3D) 8
2.2.3 Pemodelan 3D 10
2.2.4 Virtual Reality 13
2.2.5 Program Unity 15
2.2.6 Program Blender 16
2.2.7 Gerak Motorik Tangan : Menggenggam 17
2.2.8 Jaringan Otot 18
2.2.9 Mengukur kekuatan otot tangan 20
2.2.10 Jaringan Saraf 21
2.3 Leap Motion 22
2.3.1 Sistem Koordinat 23
2.3.2 Motion Tracking Data 24
2.3.3 Hands 25
2.3.4 Arms 26
2.3.5 Fingers 26
2.3.6 Tools 27
2.3.7 Gesture 28
2.3.8 Motions 28
2.4 Naïve Bayes 31
2.4.1 Naïve Bayes Classifier 33
2.5 Collision Detection 31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 36
3.1 Proses Awal 36
3.2 Ekstraksi Fitur 37
3.2.1 Penggabungan Fitur Statis dan Dinamis 38
3.2.2 Normalisasi 38
3.2.3 Kalibrasi 38
3.3 Klasifikasi 39
3.3.1 Pelatihan dengan Naïve Bayes 39
3.3.2 Proses Uji coba 40
3.4 Desain Perancangan 40
3.4.1 Studi Literatur 42

3.4.2 Perekaman Gerakan (Gesture) 42
3.4.3 Membuat Desain 3D 43
3.4.4 Integrasi Leap Motion 43
3.4.5 Simulasi 43
3.4.6 Hasil Uji Coba 43
BAB 4 EKSPERIMEN DAN ANALISA 46
4.1 Lingkungan Uji Coba 46
4.2 Data Uji Coba 46
4.3 Hasil Uji Coba dan Analisa 48
4.4 Pengaruh Desain Virtual Reality 52
BAB 5 KESIMPULAN 56
DAFTAR PUSTAKA 57

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Telur Virtual 7
Gambar 2.2 Proses Pemodelan 3D 10
Gambar 2.3 Titik kontrol untuk Nurbs 12
Gambar 2.4 Game Virtual Reality 14
Gambar 2.5 Tampilan Window pada Unity 16
Gambar 2.6 Bentuk Tangan Menggenggam 17
Gambar 2.7 Pengukuran Kekuatan Genggaman Otot.....21
Gambar 2.8 Pandangan Leap Motion terhadap Tangan (Leap Motion: 2015) ...23
Gambar 2.9 Sistem koordinat *Leap Motion* 24
Gambar 2.10 Posisi palm normal dan verctor arah.....25
Gambar 2.11 Posisi Ujung Jari dan Arah Vector 26
Gambar 2.12 Tulang-Tulang pada Jari Tangan 27
Gambar 2.13 Objek *Tools* 28
Gambar 2.14 Basic *Motions* 29
Gambar 2.15 Simulasi Interaksi pada Leap Motion 30
Gambar 3.1 Metode Sistem akurasi dan presisi interaksi pada benda virtual.....36
Gambar 3.2 Tahap proses awal (*preprocessing*) 37
Gambar 3.3 Proses Pelatihan dengan Naïve Bayes 40
Gambar 3.4 Konsep desain perancangan Simulasi interaksi telur virtual.....40
Gambar 3.5 Flowchart Sistem Arsitektur Game Simulation – Collision Detection 41
Gambar 3.6 Bentuk pola gerakan tangan 42
Gambar 4.1 Gambar interaksi tangan kiri menggenggam telur virtual 47
Gambar 4.2 Gambar interaksi tangan kanan menggenggam telur virtual.....47
Gambar 4.3 Proses uji coba terhadap jarak posisi pada Leap Motion 53
Gambar 4.4 Gambar benda-benda Virtual 54
Gambar 4.5 Gambar ruas garis lengkung jarak dan juga batas area Leap Motion.....54

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Satuan Ukuran Leap Motion 24
Tabel 2.2 Tipe Motions 29
Tabel 4.1 data *real time* pada telapak tangan data x,y, z 48
Tabel 4.2 data *real time* pada ibu jari data x,y, z.....48
Tabel 4.3 data *real time* pada jari telunjuk data x,y, z 48
Tabel 4.4 data *real time* pada jari tengah data x,y, z 48
Tabel 4.5 data *real time* pada jari manis data x,y, z 49
Tabel 4.6 data *real time* pada jari kelingking data x,y, z 49
Tabel 4.7 Uji coba interaksi posisi menggenggam pada Leap Motion.....50
Tabel 4.8 Probabilitas objek pada tangan kanan dan kiri.....51
Tabel 4.9 Probabilitas objek pada faktor presisi.....51
Tabel 4.10 Probabilitas objek pada faktor akurasi.....51
Tabel 4.11 Probabilitas objek pada faktor jarak 51
Tabel 4.12 Hasil nilai terbaik uji eksperimen data interaksi menggenggam telur virtual 52

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gerak tubuh manusia sangat di pengaruhi oleh kinerja otot yang ada pada setiap bagian tubuh. Jumlah otot yang tersebar diseluruh tubuh manusia memiliki fungsi-fungsi tersendiri serta respon yang berbeda dalam tubuh manusia. Tangan merupakan salah satu organ tubuh manusia yang vital. Kegiatan manusia banyak sekali yang di topang oleh tangan

Otot pada tangan memliki peranan yang sangat penting untuk menjadi motor penggerak. Namun disamping itu juga rawan mengalami gangguan. Gejala penurunan kinerja otot manusia dapat di picu berbagai macam faktor, salah satunya faktor usia dan faktor kecelakaan. Faktor faktor tersebut dapat mengurangi kinerja otot pada manusia sehingga kinerjanya tidak optimal. Hal ini tentunya akan berdampak pada kualitas hidup manusia. Karena aktifitasnya akan terganggu dan tidak maksimal.

Dalam hal ini di butuhkan sebuah sistem simulasi untuk mengetahui tingkat presisi dan akurasi gerakan menggenggam pada suatu benda maya atau 3D di dunia Virtual. Dengan mengetahui tingkat presisi dan akurasi ketika beriteraksi pada suatu benda virtual maka akan memudahkan sesorang untuk membuat sebuah ujicoba interaksi di benda-benda virtual lainnya.

Benda yang mampu menjadi stimulus dan dapat digunakan sebagi salah satu sampel untuk menggenggam adalah benda plastis atau fleksibel ketika di ujicoba menggenggam salah satunya bentuk 3D telur virtual. Proses mengenggam sendiri merupakan sebuah gerakan yang dilakukan tangan untuk menahan dan memegang suatu benda. dalam hal ini bentuk benda telur virtual diambil sebagai sampel karena bentuk ini (telur) pada dasarnya merupakan salah satu benda yang mudah didapatkan dan dekat degan manusia yang sifat dan karakternya sangat mudah menerima respon gerak tangan. Penggunaan telur virtual merupakan sebuah upaya praktis dan ekonomis dikarenakan meminimalisir tingkat kerusakan ketika menggenggam suatu benda real (telur asli) kerugian yang dialami apabila

menggunakan benda tersebut lebih besar karena kesalahan dalam mengenggam akan membuat benda asli rusak.

Suatu gagasan dalam penelitian ini memberikan solusi untuk melakukan sebuah interaksi 3D sensor leap motion untuk simulasi menggenggam benda virtual plastis adalah sebuah upaya dalam penerapan sensor yang digunakan untuk membaca gerakan tangan dalam berinteraksi sesuai presisi dan akurasinya. Dalam hal ini sensor Leap Motion digunakan untuk melihat gesture tangan dalam menggenggam benda virtual.

Penelitian ini menawarkan sebuah interaksi 3D dengan menggunakan sensor leap motion untuk simulasi menggenggam benda virtual plastis dalam hal ini telur virtual sebagai upaya untuk mengembangkan sebuah sistem yang memudahkan manusia dalam mengoptimalisasi kinerja tangan yang memiliki kebutuhan khusus. Interaksi 3D merupakan suatu upaya penggambaran dunia virtual menjadi lebih nyata. Sebuah gagasan dalam pengembangan sistem di dunia kesehatan yang berupaya agar apa yang ditampilkan pada proses stimulasi pada proses interaksi menggem telur lebih presisi serta akurasi dan dapat dirasakan bagi individu yang sedang menjalani aktifitas optimalisasi kinerja tangan. Dalam upaya penggambaran 3D agar dapat dirasakan secara *real*.

Penelitian tentang interaksi 3D sensor leap motion untuk simulasi menggenggam telur virtual merupakan suatu penelitian sebagai salah satu upaya pengembangan penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya yang berjudul A Hand Gestural Interaction System For Handling A Desktop Haptic Stripfor Shape Rendering oleh Mario Covarrubias, Monica Bordegoni, Umberto Cugini, peneltian ini membahas tentang sentuhan pada suatu benda dalam bentuk virtual menggunakan leap motion dan arduino. Persamaan dari penelitan yang sedang dilakukan adalah dalam penelitian ini sama-sama menggunakan sensor leap motion yang di aplikasikan dengan interaksi benda virtual 3D.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam pemakaian sensor leap motion untuk interaksi pada suatu objek benda Virtual 3D, perlunya memprediksi seberapa presisi dan akurasi tangan pada saat melakukan interaksi memegang benda atau objek virtual. untuk mengetahui

bagaimana telur virtual tersebut mampu terangkat dengan sempurna ataupun menerima stimulus gerakan yang berbeda. Dalam hal ini leap motion digunakan untuk membaca gesture gerakan pada tangan ketika berinteraksi dalam simulasi menggenggam telur virtual.

1.3 Tujuan

Pada penelitian ini, peneliti ingin mengetahui bagaimana interaksi sensor leap motion dalam identifikasi gerakan tangan dalam menggenggam telur virtual di harapkan mampu teridentifikasi dengan baik dan sempurna untuk proses simulasi mengenggem telur virtual tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian yang dilakukan ini, peneliti memberi batasan pada penelitian yang dilakukan. Hal ini dilakukan agar penelitian yang dilakukan tidak melebar dan fokus terhadap apa yang di teliti dan apa yang ingin di capai.

Batasan dalam penelitian yang dilakukan adalah:

1. Jenis sensor yang di teliti hanya sensor leap motion.
2. Media yang digunakan dalam bentuk virtual hanya telur, dengan asumsi telur benda bulat lonjong merupakan benda yang memiliki sifat halus dan respon yang ketika di jadikan bahan ujicoba.

1.5 Kontribusi

Dalam penelitian interaksi 3D sensor leap motion untuk simulasi menggenggam telur virtual, kontribusi yang diberikan adalah sebuah pengembangan interaksi 3D sensor leap motion. Serta dalam penelitian ini penggunaan telur virtual sebagai salah satu media simulasi menggenggam digunakan untuk menunjukan respon motorik tangan menggunakan sensor dalam bentuk 3D.

BAB 2
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Penelitian Terkait

Dalam penelitian yang dilakukan, peneliti menunjukan dua penelitian terdahulu sebagai upaya menunjukan penelitian yang memiliki kesamaan dalam tema maupun dalam system yang dignakan pada penelitian terdahulu. Untuk menunjukan kebahruan dalam peelitian yang ini diperlukan perbadingan dengan penelitian sebelumnya.

2.1.1 *Rehabilitation using Kinect-Based Games and Virtual Reality* (Miguel Pedraza-Hueso, 2015)

Tulisan ini memperkenalkan pengembangan sistem realitas maya yang disesuaikan berdasarkan permainan serius yang memungkinkan pengguna melakukan terapi rehabilitasi fisik dan kognitif menggunakan antarmuka pengguna alami berdasarkan Microsoft © Kinect. Ini adalah jenis permainan serius yang bertujuan untuk merangsang mobilitas tubuh melalui pengalaman mendalam yang menempatkan pengguna di dalam lanskap interaktif virtual.

2.1.2 Access to complex reality-based 3D models using virtual reality solutions (Belen Jiménez Fernández-Palacios, 2016)

Dalam penelitian ini, perangkat Virtual Reality (VR) digunakan untuk menyediakan tidak hanya visualisasi sederhana namun juga pengalaman mendalam untuk skenario warisan yang direkonstruksi secara digital. Oculus Rift (VR visualisasi headset) dan Kinect (sensor kedalaman untuk interaksi pengguna) terintegrasi untuk berinteraksi dan bernavigasi dalam pemandangan arkeologi 3D atau 4D (temporal) yang rumit serta memiliki akses ke konten media digital beberapa MB ukuran.

2.1.3 Individual differences in a affective touch: Behavioral inhibitation and gander define how an interpersonal touch is percieved (V.J. Harjunen, 2016)

Percobaan virtual reality dilakukan untuk menyelidiki apakah perbedaan individu mengenai sistem penghambatan perilaku (behavioral inhibition system / BIS) dan gender berkontribusi terhadap persepsi sentuhan afektif ini. Hasilnya menunjukkan bahwa persepsi sentuhan bergantung pada ekspresi emosional agen virtual. Ekspresi terkait gairah tinggi (kebahagiaan, kemarahan) dan penghindaran (rasa takut) meningkat pada sentuhan yang dilaporkan sendiri dalam ketegangan, sementara kebahagiaan mengurangi respons orientasi terhadap sentuhan.

2.1.4 Multi Leap-Motion sensor based demonstation for robotic refine tabletop object manipulation task (Haiyang Jin, 2016)

Dalam tulisan ini, kami menggunakan sensor pelacak tangan optik baru, LeapMotion, untuk melakukan demonstrasi non-kontak untuk sistem robotik. Sistem pelacakan tangan Multi-LeapMotion dikembangkan. Penyiapan kedua sensor tersebut dianalisis untuk mendapatkan cara optimal untuk memanfaatkan informasi dari dua sensor secara efisien. Sementara itu, sistem koordinat alat pelacak tangan Mult-LeapMotion dan sistem demonstrasi robotik dikembangkan.

2.1.5 A myographic – based HCI solution proposal for upper limb amputes (Andrea Matos, 2016)

Penelitian ini menyajikan solusi interaksi untuk diamputasi ekstremitas atas, didukung pada perangkat isyarat-control myographic bernama Myo. Meski menjadi ban pengatur gerakan, Myo juga bisa digunakan di kaki, seperti yang dipastikan melalui beberapa tes pendahuluan dengan pengguna. Kedua tipe data (myographic dan inersial) tetap ditransmisikan dan tersedia untuk diubah menjadi isyarat. Ini akan memandu pelaksanaan masa depan HCI solusi berbasis Myo yang diusulkan, yang

dimaksudkan untuk menjadi kontribusi yang solid untuk interaksi antara diamputasi ekstremitas atas dan komputer.

2.1.6 A hand gestural interaction system for handling a desktop haptic strip for shape rendering (Mario Covarrubias, 2015)

Penelitian ini menyajikan sistem interaksi gerak tangan yang digunakan untuk menangani Desktop Haptic Strip untuk Shape Rendering (DHSSR). Sistem interaksi gestural tangan telah diimplementasikan dengan menggunakan teknologi murah dan terbuka, dan menggabungkan mesin untuk menghasilkan konten 3D interaktif (Unity 3D), sensor gerak (LeapMotion) dan dewan Arduino Leonardo. Secara khusus, tangan pengguna dilacak dengan menggunakan sensor Leap Motion.

Dalam tulisan ini, sistem pelacakan tangan multi leap motion dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan kelemahan leap motion tersebut di atas. Ruang pelacakan dan area kerja dianalisis untuk mendapatkan penyiapan yang sesuai untuk dua sensor leap motion. Dengan pendaftaran sendiri, sistem koordinat ditetapkan. Berdasarkan definisi tindakan elemen, algoritma untuk mengkalibrasi penundaan dan menggabungkan data dari dua sensor leap motion diusulkan untuk memperbaiki stabilitas baik untuk pelacakan tangan dan pengenalan isyarat

2.2 Teori Dasar

2.2.1 Telur Virtual

Telur merupakan salah satu bahan pangan hasil ternak unggas yang mempunyai kandungan gizi yang sangat lengkap. Seperti halnya produk hasil ternak lain, telur merupakan bahan pangan yang mudah rusak (perishable food). Bentuk telur yang sempurna adalah bulat telur, namun sering terjadi kelainan pada bentuk telur yang disebabkan karena adanya kelainan pada proses pembentukan kulit telur yang berlangsung di bagian isthmus dan uterus (Sirait, 1986).

Struktur fisik telur terdiri dari tiga bagian utama, berturut-turut dari yang paling luar sampai yang paling dalam, yaitu kerabang telur/ kulit telur (egg shell) ± 12,3 %, putih telur (albumen) ± 55,8 % dan kuning telur (yolk) ± 31,9 %. Kerabang telur bersifat keras, halus, dilapisi kapur dan terikat kuat pada bagian luar dari lapisan membran kerabang telur. Kerabang telur terdiri dari empat lapisan, yaitu lapisan kutikula, bunga karang (spongiosa), mamilaris, dan membran kerabang telur (Stadelman, Cotterill, 1977).

Selain itu bentuk telur yang oval membuat telur memiliki sifat yang mudah berubah jika diberi stimulus sentuhan atau tekanan seperti reaksi gerak menggelinding ataupun pecah jika diberi tekanan pada benda keras atau ketika jatuh. Sifat telur yang demikian menjadikan telur menjadi benda yang perlu diperhatiakan keamannya dalam penyimpanan ataupun membawanya.

Gambar 2.1 Telur Virtual

Telur virtual secara garis besar adalah gambaran berupa fisik yang menunjukan reaksi stimulasi pada telur dalam bentuk virtual atau maya. Telur virtual menunjukan sisi tiga dimensi telur dalam bentuk video maupun gambar yang mampu menjadi media pembelajaran dan penelitian telur dalam bentuk digital maupun elektronik.

2.2.2 Benda Tiga Dimensi (3D)

Secara umum tiga dimensi (3D) adalah bentuk dari sebuah benda yang memiliki panjang, lebar, dan tinggi dimana benda tersebut memiliki isi atau ruang. Dalam dunia komputer, pemodelan tiga dimensi adalah proses merancang atau menciptakan sebuah model yang mewakili objek tiga dimensi pada aslinya. Cris Broomhall (2011) menyatakan bahwa di dalam komputer, 3D (tiga dimensi) digambarkan sebagai sebuah gambar yang memiliki kedalaman. Secara umum tiga dimensi (3D) adalah bentuk dari sebuah benda yang memiliki panjang, lebar, dan tinggi dimana benda tersebut memiliki isi atau ruang. Dalam dunia komputer, pemodelan tiga dimensi adalah proses merancang atau menciptakan sebuah model yang mewakili objek tiga dimensi pada aslinya (Cris Broomhall, 2011). menyatakan bahwa di dalam computer 3D (tiga dimensi) digambarkan sebagai sebuah gambar yang memiliki kedalaman.

Benda 3 dimensi (3D) adalah sebuah objek / ruang yang memiliki panjang, lebar dan tinggi yang memiliki bentuk. 3D tidak hanya digunakan dalam matematika dan fisika saja melainkan dibidang grafis, seni, animasi, komputer dan lain - lain. Konsep tiga dimensi atau 3D menunjukkan sebuah objek atau ruang memiliki tiga dimensi geometris yang terdiri dari: kedalaman, lebar dan tinggi. Contoh tiga dimensi suatu objek / benda adalah bola, piramida atau benda spasial seperti kotak sepatu. Istilah "3D" juga digunakan untuk menunjukkan representasi dalam grafis komputer (digital), dengan cara menghilangkan gambar stereoscopic atau gambar lain dalam pemberian bantuan, dan bahkan efek stereo sederhana, yang secara konstruksi membuat efek 2D (dalam perhitungan proyeksi perspektif, shading).

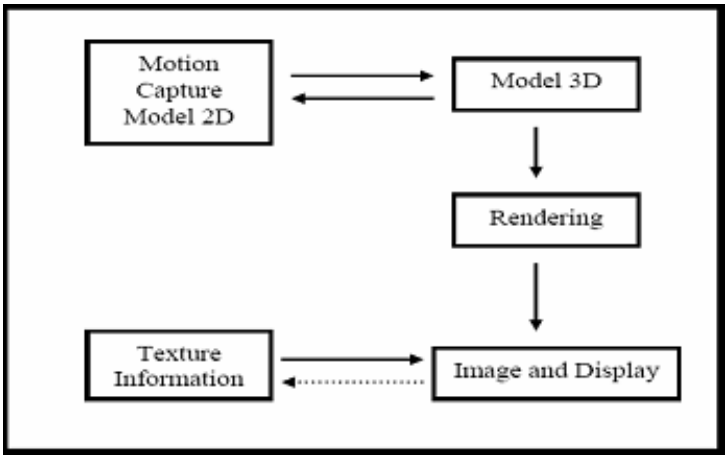
Karakteristik 3D, mengacu pada tiga dimensi spasial, bahwa 3D menunjukkan suatu titik koordinat Cartesian X, Y dan Z. Penggunaan istilah 3D

ini dapat digunakan di berbagai bidang dan sering dikaitkan dengan hal-hal lain seperti spesifikasi kualitatif tambahan (misalnya: grafis tiga dimensi, 3D video, film 3D, kacamata 3D, suara 3D). Istilah ini biasanya digunakan untuk menunjukkan relevansi jangka waktu tiga dimensi suatu objek, dengan gerakan perspektif untuk menjelaskan sebuah "kedalaman" dari gambar, suara, atau pengalaman taktil. Ketidakjelasan istilah ini menentukan penggunaannya dalam beberapa kasus yang tidak jelas juga yaitu penggunaannya tidak hanya pada contoh-contoh diatas melainkan (sering dalam iklan dan media).

Saat ini 3D digambarkan untuk mensimulasikan perhitungan berdasarkan layar proyeksi dua dimensi dan efek tiga-dimensi seperti monitor komputer atau televisi. Perhitungan ini memerlukan beban pengolahan besar sehingga beberapa komputer dan konsol memiliki beberapa tingkat percepatan grafis 3D untuk perangkat yang dikembangkan untuk tujuan ini. Komputer memiliki kartu grafis panggilan / tambahan untuk meningkatkan akselerasi 3D. Perangkat ini dibentuk dengan satu atau lebih prosesor (GPU) yang dirancang khusus untuk mempercepat perhitungan yang melibatkan tiga dimensi gambar yang mereproduksi pada layar dua dimensi dan dengan melepaskan beban pengolahan pada CPU atau central processing unit komputer. Dalam komputasi, model tiga dimensi (angka atau grafis) dibuat tanpa membutuhkan perhitungan yang sangat kompleks, tetapi sangat banyak. 3D dapat direpresentasikan baik oleh prospek dari berbagai arah pada layar dua dimensi (yang membuat istilah "3D" tidak benar, layar dengan hanya dua dimensi), atau pada jenis perangkat atau kacamata film yang timbul dari LCD untuk melihat gambar yang berbeda pada setiap pandangan mata. Sejak akhir 1990-an, banyak komputer yang memiliki prosesor yang didedikasikan untuk melampiran jenis perhitungan (graphics processing unit atau GPU). Beberapa paket perangkat lunak, termasuk Blender untuk membuat model 3D dengan komputer dan hasilnya disebut dengan gambar 3D sintesis. Software untuk membuat 3D biasanya yaitu Autodesk Maya atau Blender 3D. dan software untuk membuat bangunan 3D modelling yaitu Autocad.

2.2.3 Pemodelan 3D

Pemodelan adalah membentuk suatu benda-benda atau obyek. Membuat dan mendesain obyek tersebut sehingga terlihat seperti hidup. Sesuai dengan obyek dan basisnya, proses ini secara keseluruhan dikerjakan di komputer. Melalui konsep dan proses desain, keseluruhan obyek bisa diperlihatkan secara 3 dimensi, sehingga banyak yang menyebut hasil ini sebagai pemodelan 3 dimensi (3D modelling) (Nalwan, 1998). 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 enyamanan, 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. Gambar 2.2 menunjukkan proses pemodelan 3D.



Gambar 2.2 Proses Pemodelan 3D

Pada Gambar 2.2 nampak bahwa lima bagian yang saling terhubung dan mendukung untuk terciptanya sebuah model 3D. Adapun tujuan dan fungsi dari masing-masing bagian tersebut adalah proses yang akan dijelaskan sebagai berikut:

a. Motion Capture/Model 2D

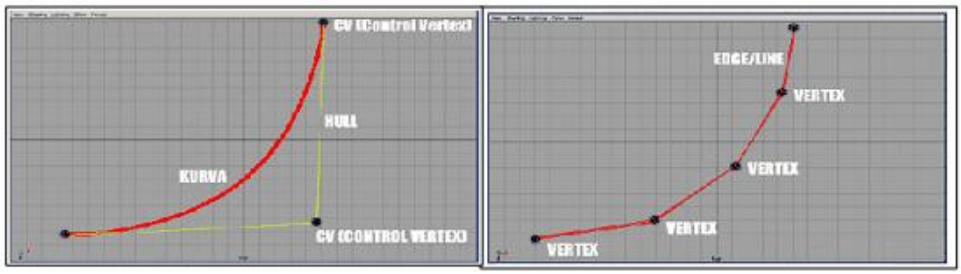
Motion yaitu langkah awal untuk menentukan bentuk model obyek yang akan dibangun dalam bentuk 3D. Penekanannya adalah obyek berupa gambar wajah yang sudah dibentuk intensitas warna tiap pixelnya dengan metode Image Adjustment Brightness/Contrast, Image Color Balance, Layer Multiply, dan tampilan Convert Mode RGB dan format JPEG. Dalam tahap ini digunakan aplikasi grafis seperti Adobe Photoshop atau sejenisnya. Dalam tahap ini proses penentuan obyek 2D memiliki pengertian bahwa obyek 2D yang akan dibentuk merupakan dasar pemodelan 3D.

Keseluruhan obyek 2D dapat dimasukkan dengan jumlah lebih dari satu, model yang akan dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Tahap rekayasa hasil obyek 2D dapat dilakukan dengan aplikasi program grafis seperti Adobe Photoshop dan lain sebagainya, pada tahap pemodelan 3D, pemodelan yang dimaksud dilakukan secara manual. Dengan basis obyek 2D yang sudah ditentukan sebagai acuan. Pemodelan obyek 3D memiliki corak yang berbeda dalam pengolahannya, corak tersebut penekanannya terletak pada bentuk permukaan obyek.

b. Dasar Metode Modeling 3D

Ada beberapa metode yang digunakan untuk pemodelan 3D. Ada jenis metode pemodelan obyek yang disesuaikan dengan kebutuhannya seperti dengan nurbs dan polygon ataupun subdivision. 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 object yang didapat akan terbag sejumlah pecahan polygon.

Sedangkan Modeling dengan NURBS (Non-Uniform Rational Bezier Spline) merupakan metode paling populer untuk membangun sebuah model organik. 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.



Gambar 2.3 Titik kontrol untuk Nurbs

c. Proses Rendering

Merupakan urutan yang standar dalam membentuk sebuah obyek untuk pemodelan, dalam hal ini texturing sebenarnya bisa dikerjakan overlap dengan modeling, tergantung dari tingkat kebutuhan. 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 system, resolusi sebuah render adalah 720 x 576 pixels.

d. Texturing

Proses texturing ini untuk menentukan karakterisik 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.

e. Image dan Display

Merupakan hasil akhir dari keseluruhan proses dari pemodelan. Biasanya obyek pemodelan yang menjadi output adalah berupa gambar untuk kebutuhan koreksi pewarnaan, pencahayaan, atau visual effect yang dimasukkan pada tahap teksturing pemodelan. Output images memiliki Resolusi tinggi berkisar Full 1280/Screen berupa file dengan JPEG,TIFF, dan lain-lain. Dalam tahap display, menampilkan sebuah bacth Render, yaitu pemodelan yang dibangun, dilihat, dijalankan dengan tool animasi. Selanjutnya dianalisa apakah model yang dibangun sudah sesuai tujuan. Output dari Display ini adalah berupa *.Avi, dengan Resolusi maksimal Full 1280/Screen dan file *.JPEG.

2.2.4 Virtual Reality

Virtual Reality (VR) atau realitas maya adalah teknologi yang membuat pengguna dapat berinteraksi dengan suatu lingkungan yang disimulasikan oleh komputer (computer-simulated environment), suatu lingkungan sebenarnya yang ditiru atau benar-benar suatu lingkungan yang hanya ada dalam imaginasi (Sihite, 2013). Konsep VR mengacu pada sistem prinsip-prinsip, metode dan teknik yang digunakan untuk merancang dan menciptakan produk-produk perangkat lunak untuk digunakan oleh bantuan dari beberapa sistem komputer multimedia dengan sistem perangkat khusus (Lacrama, 2007).

Teknologi Virtual reality sekarang digunakan untuk terapi rehabilitasi fisik. Virtual reality memiliki kemampuan untuk mensimulasikan tugas di kehidupan nyata dan dengan beberapa manfaat nyata untuk rehabilitasi (Mauro, 2009):

a. Menspesifikasi dan mengadaptasi penyakit setiap pasien.
b. Dapat digunakan terus menerus.
c. Tele-rehabilitasi dan rehab data.
d. Lebih aman untuk digunakan.

Sistem virtual reality dapat dibagi menjadi beberapa, yaitu (Lacrama, 2007);

a. Immersive VR
b. Simulasi VR
c. Teleplesence VR
d. Augmented Reality VR
e. Desktop VR

Banyak pendidik menjelajahi model belajar untuk menerima bahwa teknologi komputer dapat memberikan alternatif untuk pengaturan kehidupan nyata. Lingkungan tersebut harus (Huang, 2011):

a. Menyediakan konteks otentik yang mencerminkan pengetahuan yang akan digunakan dikehidupan nyata.
b. Menyediakan kegiatan yang sebernarnya.
c. Menyediakan peran ganda dan perspektif.
d. Mendukung pengetahuan yang kolaboratif.
e. Memberikan pembinaan pada saat-saat kritis.

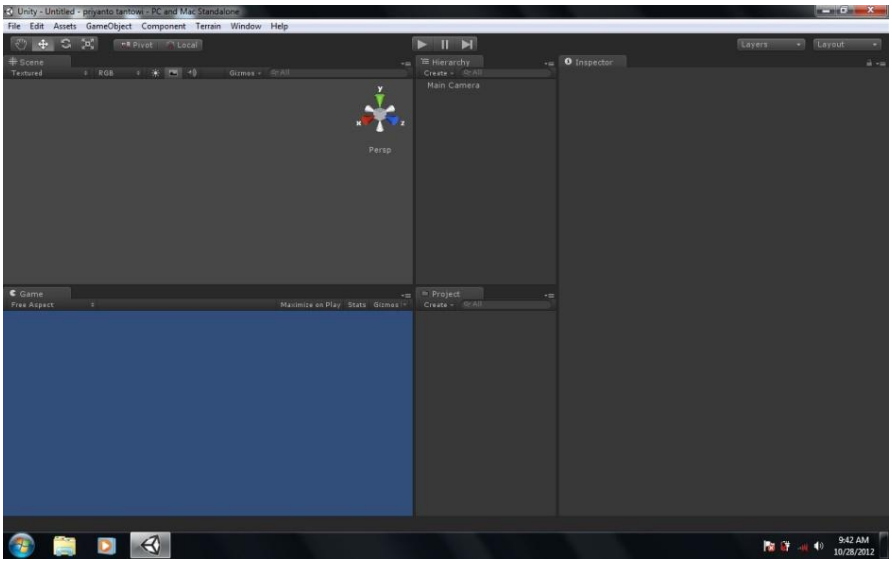
Lingkungan realitas maya terkini umumnya menyajikan pengalaman visual, yang ditampilkan pada sebuah layar komputer atau melalui sebuah penampil stereokopik, tapi beberapa simulasi mengikut sertakan tambahan informasi hasil pengindraan, seperti suara melalui speaker atau headphone. Beberapa sistem haptic canggih sekarang meliputi informasi sentuh, biasanya dikenal sebagai umpan balik kekuatan pada aplikasi berjudi dan medis (Sihite, 2013).

Gambar 2.4 Game Virtual Reality

Para pemakai dapat saling berhubungan dengan suatu lingkungan sebetulnya atau sebuah artifak maya baik melalui penggunaan alat masukan baku seperti keyboard dan mouse, atau melalui alat multimodal seperti sarung tangan terkabel, Polhemus boom arm, dan ban jalan segala arah. Lingkungan yang ditirukan dapat menjadi mirip dengan dunia nyata, sebagai contoh, simulasi untuk pilot atau pelatihan pertempuran, atau dapat sangat berbeda dengan kenyataan, seperti di VR game. Dalam praktik, sekarang ini sangat sukaruntuk menciptakan pengalaman Realitas maya dengan kejernihan tinggi, karena keterbatasan teknis atas daya proses, resolusi citra dan lebar pita komunikasi. Bagaimanapun, pembatasan itu diharapkan untuk secepatnya diatasai dengan berkembangnya pengolah, pencitraan dan teknologi komunikasi data yang menjadi lebih hemat biaya dan lebih kuat dari waktu ke waktu (Sihite, 2013).

2.2.5 Program Unity

Game engine Unity3D merupakan sebuah software (perangkat lunak) yang dirancang untuk dapat menciptakan atau mengembangkan video *Game*. Fungsi utama yang disediakan oleh g*ame engine* biasanya mencakup renderer engine (mesin render) yang berguna untuk merender 2D atau 3D grafis, physics engine untuk membuat objek 3D berlaku layaknya sebagai benda nyata (terpengaruh gravitasi, bertabrakan), Sound (suara), script, animasi, kecerdasan buatan (AI), jaringan, streaming, manajemen memory, threading, dan grafik animasi. Ada banyak *Game* engine yang dirancang untuk membuat *Game* untuk berbagai platform seperti konsol video *Game* 25 dan sistem desktop seperti Microsoft Windows, Linux, dan Mac OS (Yulianto, 2012).



Gambar 2.5 Tampilan Window pada Unity

2.2.6 Program Blender

Blender adalah alat pengembangan yang didedikasikan untuk pemodelan komputer, animasi dan penciptaan grafis 3D, open source dan cross-platform. Di antara pemodel grafis yang berbeda, Blender adalah perangkat lunak gratis yang memungkinkan menambahkan script atau unsur-unsur baru, meningkatkan kapasitas dan memperbaiki program untuk bekerja dan berperilaku sebagai keinginan programmer (Andrade, 2013).

Blender memiliki ukuran instalasi yang relatif kecil dan dapat diimplementasikan disemua *platform* komputer. Walaupun sering didistribusikan tanpa adanya dokumentasi yang cukup atau tanpa contoh yang jelas, *software* ini mengandung beberapa *feature* yang hampir sama dengan *software modelling* terbaru. Beberapa kemampuan dari *blender* adalah : Mendukung keanekaragaman dari bentuk geometri primitif, termasuk *polygon* yang tak beraturan, *fast subdivision, surfaced modeling,* kurva bezier, *metalballs* dan lain lain (Moleong, 2013).

Didukung dengan *keyframed animation tools* termasuk *kinematic invers, armature (skeleton), shape keys (morphing),* animasi *nonlinier,* pemberian bobot pada *vertex,* pendeteksian *mesh colution, particle based hair,* dan partikel sistem dengan *collution detection.* Didukung oleh *phyton scripting* untuk menciptakan

tools baru dan *prototyping, game logic, import* dan *export* dari *format* lain seperti OBJ, FBX, DFX dan *task automation*. Memiliki kemampuan untuk *editing* video atau audio yang *nonlinier* dan masih banyak lagi *feauture* yang lain yang merupakan teknologi *high-end* (Moleong, 2013).

2.2.7 Gerak Motorik Tangan : Menggenggam

Dalam sebuah kutipan menyatakan bahwa perkembangan motorik diartikan sebagai perkembangan dari unsur kematangan pengendalian gerak tubuh dan otak sebagai pusat gerak. Gerak ini secara jelas dibedakan menjadi gerak kasar dan halus (Elizabeth B Hurlock, 1978).

Menurut (Emdang Rini Sukamti, 200) bahwa perkembangan motorik adalah sesuatu proses kemasakan atau gerak yang langsung melibatkan otot-otot untuk bergerak dan proses pensyarafan yang menjadi seseorang mampu menggerakkan dan proses persyarafan yang menjadikan seseorang mampu menggerakan tubuhnya.

Salah satu gerak motorik tangan adalah Gerakan motorik halus, gerak motorik halus mempunyai peranan yang sangat penting, motorik halus adalah gerakan yang hanya melibatkan bagian-bagian tubuh tertentu yang dilakukan oleh otot-otot kecil saja. Oleh karena itu gerakan didalam motorik halus tidak membutuhkan tenaga akan tetapi membutuhkan koordinasi yang cermat serta teliti.

Gambar 2.6 Bentuk Tangan Menggenggam

Menurut (Dini P dan Daeng Sari, 1996) motorik halus adalah aktivitas motorik yang melibatkan aktivitas otot-otot kecil atau halus gerakan ini menuntut koordinasi mata dan tangan serta pengendalian gerak yang baik yang memungkinkannya melakukan ketepatan dan kecermatan dalam gerak.

Yudha M Saputra dan Rudyanto (2005) menjelaskan bahwa motorik halus adalah kemampuan anak dalam beraktivitas dengan menggunakan otot-otot halus (kecil) seperti menulis, meremas, menggenggam, menggambar, menyusun balok dan memasukkan kelereng. Sedangkan menurut Kartini (Kartono, 1995) motorik halus adalah ketangkasan, keterampilan, jari tangan dan pergelangan tangan serta penugasan terhadap otot-otot urat pada wajah. Pendapat lain yang dikemukakan oleh (Astati, 1995) bahwa motorik halus adalah gerak yang hanya menggunakan otot-otot tertentu saja dan dilakukan oleh otot-otot kecil yang membutuhkan koordinasi gerak dan daya konsentrasi yang baik.

Menggenggam memiliki 3 arti. Menggenggam berasal dari kata dasar genggam. Menggenggam adalah sebuah homonim karena arti-artinya memiliki ejaan dan pelafalan yang sama tetapi maknanya berbeda. Arti dari menggenggam bisa masuk dalam jenis kiasan sehingga penggunaan menggenggam bisa bukan dalam arti kata yang sebenarnya. Menggenggam memiliki arti dalam kelas verba atau kata kerja sehingga menggenggam dapat menyatakan suatu tindakan, keberadaan, pengalaman, atau pengertian dinamis lainnya. Menggenggam berarti memegang dengan tangan terkepal.

2.2.8 Jaringan Otot

Jaringan otot adalah jaringan lunak yang ditemukan di sebagian besar hewan termasuk manusia dan dapat mendukung otot untuk berkontraksi. Cara kerjanya saling berlawanan dengan komponen atau jaringan lain di otot seperti tendon atau perimisium. Jaringan otot terbentuk saat perkembangan embrio melalui proses yang disebut miogenesis.

Otot merupakan suatu organ atau alat yang memungkinkan tubuh dapat bergerak ini adalah suatu sifat penting bagi organisme. Gerak sel terjadi karena sitoplasma merubah bentuk. Pada sel-sel, sitoplasma ini merupakan benang-benang halus yang panjang disebut miofibril. Kalau sel otot mendapat

rangsangan maka miofibril akan memendek, dengan kata lain sel otot akan memendekkan dirinya ke arah tertentu (berkontraksi) (Kartolo S. Wulangi, 2000). Jaringan otot merupakan jaringan yang mampu melangsungkan kerja mekanik dengan jalan kontraksi dan relaksasi sel atau serabutnya. Sel otot memiliki struktur filamen dalam sitoplasma, bentuk selnya memanjang agar dapat melangsungkan perubahan sel menjadi pendek. Di balik mekanisme otot yang secara eksplisit hanya merupakan gerak mekanik itu, terjadilah beberapa proses kimiawi dasar yang berseri demi kelangsungan kontraksi otot.

Kekuatan otot adalah kapasitas otot untuk mengatasi suatu beban. Menurut Depkes RI (1994), kekuatan otot merupakan tenaga atau gaya atau tegangan yang dapat dihasilkan otot atau sekelompok otot pada suatu kontraksi maksimal. Kontraksi otot diawali dengan terjadinya tumpang tindih antara filamen aktin dan miosin. Jembatan ikat silang miosin kemudian akan membentuk ikatan kimiawi dengan bagian tertentu dari filamen aktin sehingga terbentuk kompleks protein yang disebut aktomiosin. Pembentukan aktomiosin akan mengaktifkan komponen enzim dan filamen miosin yang disebut miosin ATPase. Miosin ATPase kemudian akan menyebabkan pemecahan ATP menjadi ADP dan fosfat inorganik. Energi yang dilepaskan dari proses tersebut menyebabkan jembatan ikat silang kolaps dan kembali ke titik sentral semula. Kontraksi otot dibagi menjadi 4 macam yaitu, kontraksi otot isotonik (dinamik) terjadi bila terdapat pemendekan otot sesuai dengan variasi tegangan saat mengangkat muatan, kontraksi isometrik (statis) terjadi bila terbentuk tegangan otot tetapi tidak ada perubahan pada panjang otot, kontraksi eksentrik terjadi bila terdapat pemanjangan otot saat melakukan kontraksi, dan kontraksi isokinetik terjadi bila tegangan otot terbentuk pada kecepatan konstan yang maksimal di setiap sudut sendi hingga melampaui ruang gerak maksimalnya (Basuki, 2008).

Otot perlu dilatih agar kemampuan otot menjadi maksimal. Otot sangat responsif terhadap aktivitas fisik yang dilakukan, semakin sering otot dilatih maka otot akan menjadi lebih besar dan sebaliknya jika tidak pernah digunakan otot akan mengalami atrofi (Djaja, 2010). Dapat dilihat dalam kegiatan sehari-hari Pada studi terkini, orang tua yang melakukan latihan berat untuk melatih

kekuatan otot bisa mendapatkan kembali porsi kekuatan mereka yang hilang (Nieman, 1998).

Terdapat tiga macam tes pengukuran dalam mengukur kekuatan otot menurut Kementrian Pendidikan Nasional Pusat Pengembangan Kualitas Jasmani tahun 2010, yaitu meliputi :

a. Kekuatan otot genggam dengan menggunakan tes *Hand-Grip Dynamometer*
b. Kekuatan punggung atas dan dada dengan menggunakan tes *Pull* dan *Push Dynamometer*
c. Kekuatan otot punggung dan tungkai dengan menggunakan tes *Back* dan *Leg Dynamometer*.

2.2.9 Mengukur kekuatan otot tangan

Salah satu upaya untuk mengukur kekuatan otot tangan (manus digitorum) adalah dengan menggunakan Grip Dynamometer. Alat ini ditekan sekuat mungkin dengan jari tangan, kemudian pada layar akan muncul seberapa besar kekuatan jari-jari tangan (dalam kilogram). Percobaan dilakukan pada tangan kanan dan kiri dengan posisi tangan lurus ke bawah. Seluruh praktikan mencoba ngrip dynamometer dan dapat didapatkan hasil bahwa tangan kanan memiliki kekuatan otot lebih besar daripada tangan kiri. Ini dikarenakan jari kanan lebih sering digunakan dari pada jari kiri.

Mungkin akan berbeda hasilnya dengan seseorang yang memiliki kebiasaan menggunakan tangan kiri lebih sering daripada tangan kanan (kidal). Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan otot sangat dipengaruhi oleh latihan dan frekuensi penggunaan. kekuatan otot akan semakin besar jika tiap hari ia dipergunakan dan dilatih.

Gambar 2.7 Pengukuran Kekuatan Genggaman Otot

2.2.10 Jaringan Saraf

Jaringan saraf terdiri dari Neuroglia dan sel Schwann (sel-sel penyokong) serta Neuron (sel-sel saraf). Kedua jenis sel tersebut demikian erat berkaitan dan terintegrasi satu sama lainnya sehingga bersama-sama berfungsi sebagai satu unit. Neuroglia (berasal dari nerve glue) mengandung berbagai macam sel yang secara keseluruhan menyokong, melindungi dan sumber nutrisi sel saraf (Neuron) pada otak dan Medulla spinalis; sedangkan sel Schwann merupakan pelindung dan penyokong neuron-neuron di luar system saraf pusat. Neuroglia menyusun 40 % volume otak dan medulla spinalis. Neuroglia jumlahnya lebih banyak dari sel-sel neuron dengan perbandingan sekitar sepuluh banding satu. Ada empat sel Neuroglia yang berhasil diidentifikasi yaitu: Oligodendroglia, Ependima, Astroglia dan Microglia. Masing-masing mempunyai fungsi yang khusus. *Oligodendroglia* merupakan sel glia yang bertanggungjawab menghasilkan myelin dalam susunan saraf pusat. Sel ini mempunyai lapisan dengan substansi lemak mengelilingi penonjolan atau sepanjang sel saraf sehingga terbentuk selubung mielin. Mielin pada susunan saraf tepi dibentuk oleh sel Schwann. Sel Schwann membentuk myelin maupun neurolemma saraf tepi. Tidak semua neuron susunan saraf tepi bermielin. *Neurolema* adalah membrane sitoplasma halus yang dibentuk oleh sel-sel

Schwann yang membungkus semua neuron SST (bermielin atau tidak bermielin). Neurolema merupakan struktur penyokong dan pelindung bagi tonjolan saraf.

Neuron adalah suatu sel saraf dan merupakan unit anatomis dan fungsional system saraf. Setiap neuron mempunyai badan sel yang mempunyai satu atau beberapa tonjolan. *Dendrit* adalah tonjolan yang menghantarkan informasi menuju badan sel. Tonjolan tunggal dan panjang yang menghantarkan informasi keluar dari badan sel disebut *Axon*. Dendrit dan akson secara kolektif sering disebut sebagai serabut saraf atau tonjolan saraf. Kemampuan untuk menerima, menyampaikan dan meneruskan pesan-pesan neural disebabkan oleh karena sifat khusus membran sel neuron yang mudah dirangsang dan dapat menghantarkan pesan elektrokimia. Neuron dapat diklasifikasikan menurut bentuknya atas neuron unipolar, bipolar atau multipolar. Neuron unipolar hanya mempunyai satu serabut yang dibagi menjadi satu cabang sentral yang berfungsi sebagai satu akson dan satu cabang perifer yang berguna sebagai satu dendrite. Jenis neuron ini merupakan neuron-neuron sensorik saraf perifer (misalnya, sel-sel ganglion cerebrospinalis). Neuron bipolar mempunyai dua serabut, satu dendrite dan satu akson. Jenis neuron ini dijumpai dalam epithel olfaktorius, dalam retina mata dan dalam telinga dalam. Neuron multipolar mempunyai beberapa dendrite dan satu akson. Jenis neuron ini merupakan yang paling sering dijumpai pada system saraf sentral (misalnya, sel-sel motoris pada cornu anterior dan lateralis medulla spinalis, sel-sel ganglion otonom).

2.3 Leap Motion

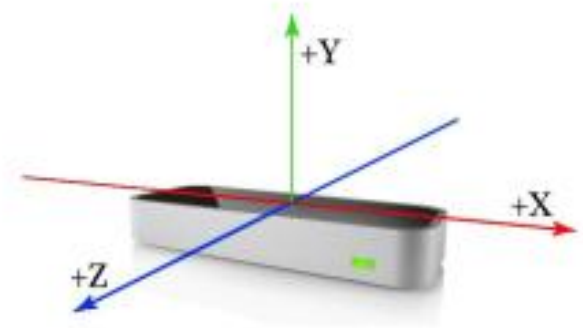
Leap motion merupakan sistem yang dapat mengenal gerakan tangan, jari tangan dan alat-alat yang mempunyai bentuk seperti jari (Leap Motion: 2014), (Leap Motion: 2015). Perangkat ini beroperasi pada jarak yang dekat dengan presisi yang tinggi dengan frame tingkat pelacakan, laporan posisi yang diskrit, gesture dan gerakan. Leap Motion menggunakan sensor optic dan cahaya inframerah. Sensor yang diarahkan sepanjang sumbu y saat controller dalam pengoperasian standart dan memiliki bidang panjang 150 derajat. Jarak efektif Leap Motion ialah memanjang diatas perangkat dari 25 – 600 milimeter (1 inci-2 kaki).

Proses deteksi dan pelacakan bekerja dengan baik ketika controller memiliki pandangan yang jelas, pandangan kontras yang tinggi dari suatu objek seperti Gambar 2.1. Perangkat Leap Motion menggabungkan data sensor dengan model internal dari tangan manusia untuk membantu menangani kondisi pelacakan yang sulit.

Gambar 2.8 Pandangan Leap Motion terhadap Tangan (Leap Motion: 2015)

2.3.1 Sistem Koordinat

Sistem pada Leap Motion Menggunakan sistem koordinat cartesian tangan kanan seperti pada Gambar 2.2. Titik pusat 0 berada pada tengah atas Leap motion. Sumbu X dan Z terletak pada bidang horizontal, sumbu X bejalan sejajar dengan sisi panjang perangkat Leap Motion dan sumbu Z berada pada persilangan dengan sumbu X. Sumbu Y berada pada bidang vertical terhadap perangkat Leap Motion, berbeda dengan sumbu X dan Z, sumbu Y hanya memiliki nilai positif yaitu berjalan dengan mengarah keatas.



Gambar 2.9 Sistem koordinat *Leap Motion*

Aplikasi Leap Motion memiliki ukuran jarak, waktu, kecepatan dan sudut. Adapun satuan ukuran pada sistem Leap Motion adalah seperti pada Table 2.1.

Tabel 2.1 Satuan Ukuran Leap Motion

Ukuran	**Satuan**
Jarak	Milimeter
Waktu	Microsecond (kecuali dinyatakan lain)
Kecepatan	Milimeter/ Second
Sudut	Radian

2.3.2 Motion Tracking Data

Pada Leap Motion sistem dapat mendeteksi tangan, jari tangan dan alat yang berada pada bidang pandang Leap Motion, memberikan perubahan data pada sebuah data atau frame data. Setiap objek frame muenunjukkan frame yang mengandung daftar data deteksi seperti halnya tangan, jari dan alat yang berbentuk atau menyerupai jari tangan, serta deteksi gerakan dan factor yang menggambarkan gerakan selama waktu proses deteksi. Gerakan dan factor yang menggambarkan gerakan selama waktu proses deteksu Objek frame merupakan akar dari model Leap Motion Pada motion tracking data terdapat beberapa objek yaitu hands, arms, fingers, tools, gesture dan motions.

2.3.3 Hands

Model bentuk tangan memberikan informasi tentang identitas, posisi, dan karakteristik lain dari tangan yang deteksi, lengan merupakan tempat dimana tangan terpasang, dan daftar jari yang terkait dengan tangan . perangkat lunak Leap Motion menggunakan model internal tangan manusia untuk memberikan pelacakan yang prediktif bahkan ketika bagian pada tangan yang tidak terlihat. Model bentuk tangan selalu memberikan posisi lima jari, sehingga pelacakan optimal ketika tangan dan semua jari yang jelas terlihat. Perangkat lunak ini menggunakan bagian terlihat dari sisi model internal, dan observasi masa lalu untuk menghitung posisi yang paling mungkin pada bagian-bagian yang tidak terlihat ketika pelacakan baru. Perhatikan bahwa gerakan halus jarri terselip terhadap tangan atau terlindung dari sensor Leap Motion biasanya tidak terdeteksi. *Hand confidence* adalah sebuah fungsi yang menunjukkan seberapa baik data yang diamati sesuai model internal.

Leap Motion merupakan sensor yang mampu mendeteksi lebih dari dua tangan ketika ada tangan orang lain yang muncul, tetapi frame hanya mampu mendeteksi dua tangan, yaitu tangan kanan dan tangan kiri. Untuk hasil pelacakan yang optimal harus menggunakan maksimal dua tangan, tangan kanan dan tangan kiri. Untuk hasil pelacakan yang optimal harus menggunkan maksimal dua tangan. Leap Motion terdapat posisi palm normal dan vector arah yang menentukan orientasi tangan seperti pada Gambar 2.10.

Gambar 2.10 Posisi palm normal dan verctor arah

2.3.4 Arms

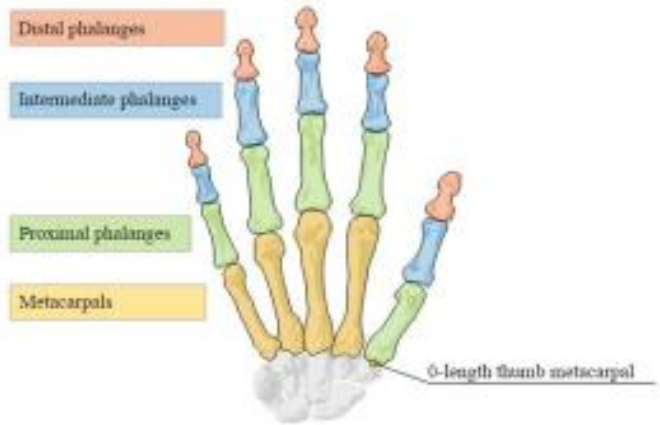
Arms atau lengan tangan adalah objek tulang seperti yang menyediakan titik orientasi, panjang, lebar, dan ujung lengan. Ketika siku tidak dalam pandangan, maka Leap Motion akan memperkirakan posisi koordinatnya berdasarkan pengamatan sebelumnnya.

2.3.5 Fingers

Leap Motion memberikan informasi tentang masing-masing jari pada tangan. Jika semua atau sebagian dari jari tidak dapat terlihat, maka karakteristik jari diperkiraan berdasarkan pengamatan sebelumnya dan model bentuk anatomi pada tangan. Jari diidentifikasi tipe cluster nama yaitu: *thumb* (jari jempol), *index* (jari telunjuk), *middle* (jari tengah), *ring* (jari manis), dan *pinky* (jari kelingking). Posisi *finger tip* (ujung jari) dan arah vector memberikan posisi koordinat ujung jari dan arah jari menunjuk seperti Gambar 2.11.

Gambar 2.11 Posisi Ujung Jari dan Arah Vector.

Sebuah objek jari menyediakan objek tulang yang menggambarkan posisi koordinat dan orientasi masing-masing tulang jari. Setiap jari terdapat empat titik koordinat tulang dari pangkal jari sampai ke ujung jari seperti pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Tulang-Tulang pada Jari Tangan.

Tulang-tulang pada tengan dapat diidentifikasikan sebagai berikut:

1. *Metacarpal* – tulang pada bagian dalam tangan menghibungkan jari kepergelangan tangan (kecuali ibu jari).
2. *Proksimal Phalanx* – tulang didasar jari, terhubung ke telapak tangan.
3. *Intermediate Phalanx* – tulang tengah jari, antara ujung dan pangkal.
4. *Distal Phalanx* – tulang terminal di ujung jari.

Pada model ini untuk ibu jari tidak cocok dengan sistem penamaan anatomi standar. Sebuah jempol dalam kenyataannya memiliki tiga tulang yang berbeda dengan jari-jari lainnya yang memiliki empat tulang. Namun, untuk kemudahan proses pemrograman, pada ibu jari, sistem Leap Motion mendefinisikan tulang metacarpal dengan panjang nol, sehingga jari jempol memiliki jumlah yang sama dengan tulang pada indeks yang sama dengan jari-jari lainnya. Akhirnya tulang metacarpal pada ibu jari diberi label *phalanc proximal* kemudian *phalanx proximal* diberi label sebagai *intermediate phalanx*.

2.3.6 Tools

Sebuah *Tools* merupakan sebuah objek yang digambarkan seperti sebuah sedotan yang ada pada jari tangan seperti pada Gambar 2.13 *Tools* akan dideteksi oleh *Leap Motion* ketika memiliki bentuk seperti pensil. Definisi *Tools* adalah sebuah alat yang berbentuk panjang, tipis dan lurus (Leap Motion: 2015). *Tools* sendiri mempermudah penggambaran pada suatu objek sebagai bahan bantu.

Gambar 2.13 Objek *Tools*

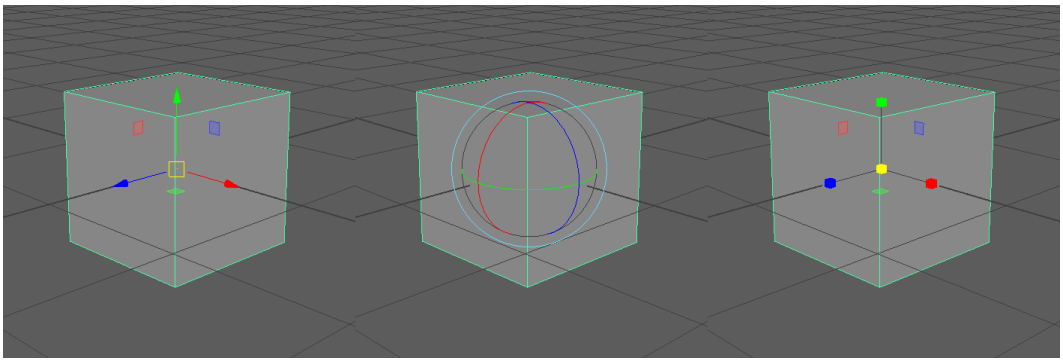
2.3.7 Gesture

Perangkat lunak Leap Motion mengenal pola pergerakan tertentu sebagai gerakan yang bisa menunjukkan maksud atau perintah pengguna. Gestures diamati untuk setiap finger atau alat individual. Laporan software Leap Motion gerakan diamati dalam frame dengan cara yang sama bahwa laporan data pelacakan gerakan lainnya seperti jari dan tangan.

Pengenalan gestures sendiri untuk mengenali makna dari ekspresi gerakan maanusia, termasuk didaamnya tangan yang digunakan pada leap motion sendiri. Pengenalan gestures tangan membantu mencapai peningkatan kemudahan yang di inginkan untuk interaksi manusia dan computer (human computer interaction).

2.3.8 Motions

Motions atau gerakan merupakan perkiraan dari tipe dasar gerakan yang melekat dalam perubahan tangan pengguna selama periode waktu. Gerakan termasuk skala, rotasi, dan translasi atau perubahan posisi, seperti pada gambar 2.14 dan definisi *Motions* dapat dilihat pada Tabel 2.2. Gerakan dihitung antara dua frame yang bisa mendapatkan factor gerakan untuk adegan secara keseluruhan dari objek *frame. Motions* juga mendapat faktor yang terkait dengan satu tangan dari objek tangan (Leap Motion: 2015).



Gambar 2.14 Basic *Motions*

Motions dapat menggunakan factor gerakan dilaporkan untuk merancang interaksi dalam aplikasi. Misalnya, melacak perubahan pada posisi objek posisi jari individu di beberapa bagian frame data, gerakan dapat menggunakan factor skala yang di hitung antar dua frame untuk membiarkan pengguna mengubah ukuran, objek.

Tabel 2.2 Tipe Motions

Tipe Motion	**Frame**	**Hand**
Skala	Frame skala menggambarkan gerakan adegan benda menuju atau jauh dari satu sama lain. Misalnya, satu sisi bergerak lebih dekat dengan yang lain.	Skala tangan menggambarkan perubahan jari menyebar.
Rotasi	Frame rotasi menggambarkan pergerakan diferensial benda dalam adegan. Misal satu tangan keatas dan yang lain kebawah.	Rotasi tangan menggambarkan perubahan dalam orientasi satu tangan.
Translasi	Frame translation menggambarkan rata-rata perubahan posisi semua objek di pemandangan. Missal, kedua tangan bergerak kekiri, keatas, atau kedepan	*Translasi* tangan menggambarkan posisi tangan

Intrepretasi visual dari gerakan tangan secara alami telah menjadi bagian penting untuk berinteraksi dengan mesin dalam kehidupan sehari hari, seperti contoh populernya penggunaan *mouse* dan *keyboard* sebagai alat bantu dalam mencapai kemudahan dalam berinteraksi dengan komputer, Namun pada masa sekarang, interaksi tersebut masih dianggap terbatas. Disisi lain perkembangan dan pemanfaatan teknologi untuk media virtual telah diwujudkan sebagai sarana informasi dan komunikasi.

Gambar 2.15 Simulasi Interaksi pada Leap Motion

Interaksi dan komunikasi Manusia dengan mesin melalui penggunaan *gesture* dapat menjadi salah satu cara untuk meningkatkan kenyamanan dalam proses interaksi antara manusia dengan mesin, terlebih lagi bila model interaksi yang disajikan berbasis ruang 3 dimensi. *Gesture understanding* untuk model gerakan tangan dapat dikelompokkan menjadi 2 definisi umum, yang pertama gerakan *gesture* (tangan) sebagai representasi pergerakan tokoh dalam permainan, kedua adalah *gesture* sebagai pengontrol dan pengguna terhadap sebuah aplikasi / sistem (Subhan, 2011). Sebagai contohnya ketika seseorang ingin memulai sebuah sistem atau aplikasi dengan menggunakan *mouse* atau *keyborad*, proses ini dapat digantikan dalam gerakan *gesture* yang memberikan arti yang sama, salah satu

contohnya adalah penggunaan *Tapgesture*, *wipe gesture* dan lain sebagainya. sehingga hal ini tergantung pada definisi yang diterapkan pada sebuah sistem.

Model Interaksi *gesture* dapat dibagi menjadi dua kelompok, yakni :

a. Model interaksi *gesture* berdasarkan pola bentuk *gesture*, dimana system bekerja dengan menangkap gambar dan mengenali *gesture* dari identifikasi bentuk, salah satu contohnya pada gesture berdasarkan pola tangan dimana pendeteksian gerakan tangan dengan pola tangan yang ditangkap oleh leap motion controller sesuai dengan pola gerakan tangan pengguna
b. Pola gerakan *gesture*, dimana sebuah *gesture* ditangkap dengan membaca sinyal yang dibangkitkan dari sensor yang telah terpasang, salah satu contohnya dideskripsikan pada gesture berdasarkan gerakan dimana gerakan tangan pengguna dibaca berdasarkan arah dan pola gerakannya.

2.4 Naïve Bayes

Naïve Bayes merupakan sebuah pengklasifikasian probalistik sederhana yang menghitung sekumpulan probabilitas dengan menjumlahkan frekuensi dan kombinasi nilai dari dataset yang diberikan. Algoritma menggunakan teorema bayes dan mengasumsikan semua atribut independen atau tidak saling ketergantungan yang diberikan oleh nilai pada variable kelas. Naïve Bayes juga didefinisikan semua atribut independen atau tidak saling ketergantungan yang diberikan oleh nilai pada variable kelas. Naïve Bayes juga didefinisikan sebagai pengklasifikasian dengan metode probabilitas dan static yang dikemukakan oleh ilmuan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya (saleh, 2015).

Naïve Bayes didasarkan pada sebuah asumsi penyederhanan bahwa nilai atribut secara kondisional saling bebas jika diberikan nilai output. Dengan kata lain, deberikan pada nilai output, probabilitas mengamati secara bersama adalah produk dari probabilitas individu. Keuntungan penggunaan Naïve Bayes adalah bahwa metode ini hanya membutuhkan suatu jumlah data pelatihan (Training Data) yang kecil untuk menentukan estimasi parameter yang diperlukan dalam peruses pengklasifikasian. Naïve Bayes sering bekerja mampu bekerja lebih baik dalam kebanyakan situasi dunia nyata yang kompleks dari pada suatu hal yang diharapkan (saleh, 2015).

Persamaan dari teorema Bayes :

$$P(H|X) = \frac{P(H|X) * P(H)}{P(H)} \tag{2.1}$$

Dimana :

X : Data dengan class yang belum diketahui

H : Hipotesis data menggunakan suatu class spesifik

P(H|K) : Probabilitas hipotesis H berdasarkan kondisi X (posteoriti probabilitas)

P(H) : Probabilitas hipotesis H (prior probabilitas)

P(X|H) : Probabilitas X berdasarkan kondisi pada hipotesis H

P(X) : Probabilitas X

Penjabaran untuk rumus Naïve Bayes tersebut dilakukan dengan menjabarkan secara terperinci ($C|X_1..X_n$) menggunakan aturan perkalian sebagai halnya berikut.

$$\begin{aligned} P(C|X1,\ldots\ldots,Xn &= P(C)P(X_1,\ldots\ldots, X_n|C) \\ &= P(C)P(X_1|C)P(X_2,\ldots\ldots,Xn|C,X1) \\ &= (C)P(X_1|C)P(X_2|C,X_1)P(X_3,\ldots X_n|C,X_1,X_2,X_3(C)P(X_1|C) \\ &\quad P(X_2|C,X_1)P(X_3|C,X_1,X_2)P(X_4,\ldots.,X_n|C,X_1,X_2,X_3)P(C) \\ &= P(X_1|C)P(X_2|C,X_1)P(X_3|C,X_1,X_2)\ldots. \\ &\quad P(X_n|C,X_1,X_2,X_3,\ldots..X_{n-1}\ldots.. \end{aligned} \tag{2.2}$$

Jika semakin banyak factor-faktor yang kompleks dan berpengaruh terhadap nilai probabilitas, maka semakin tidak mungkin untuk menghitung nilai tersebut satu persatu dengan persamaan 3:

$$P(Hi|Xj) = \frac{P(X_i)P(X_j)}{P(X_j)} = \frac{P(X_i) \cap P(X_j)}{P(X_j)} = P(X_i)$$

Untuk $i \neq j$, sehingga

$$P(X_i|C,X_j=P(X_i|C) \tag{2.3}$$

Untuk menjelaskan teorema Naïve Bayes sendiri, perlu dketahui bahwa proses klasifikasi memerlukan sejumlah petunjuk untuk menentukan kelas apa yang cocok diterapkan bagi sampel yang dianalisis tersebut.

2.4.1 Naïve Bayes Classifier

Algoritma naïve bayes classifier merupakan algoritma yang digunakan untuk mencari nilai probabilitas tertinggi untuk mengklasifikasi data uji pada kategori yang paling tepat. Untuk klasifikasi Bayesian didasarkan pada Teorema Bayes. Dalam studi yang membandingkan algoritma-algoritma klasifikasi Bayes yang sederhana yang dikenal sebagai klasifikasi Naïve Bayes yang dapat dibandingkan performancenya dengan klasifikasi keputusan dan jaringan syarat tiruan. Klasifikasi Bayes sendiri telah banyak memperlihatkan hasil tingkat keakurasian yang tinggi dan kecepatan yang baik ketika dijalankan pada database yang besar.

2.5 Collision Detection

Dalam membuat game salah satu metode yang sering digunakan adalah Collision detection atau metode tabrakan antar benda. Metode Collision Detection mengacu pada cara mendeteksi suatu irisan dari dua obyek atau lebih. Pada metode ini bisa diaplikasikan pada permainan video game atau di bidang robotika. Ketika metode ini telah menentukan apakah obyek-obyek saling “bertabrakan” (collide), maka sistem pada collision detection akan juga menghitung waktu impact (time of impact), dan menjabarkan irisan-irisan yang terjadi. Penyelesaian permasalahan untuk pendeteksian “tabrakan” tersebut memerlukan penggunaan secara ekstensif aljabar linier dan komputasi geometris.

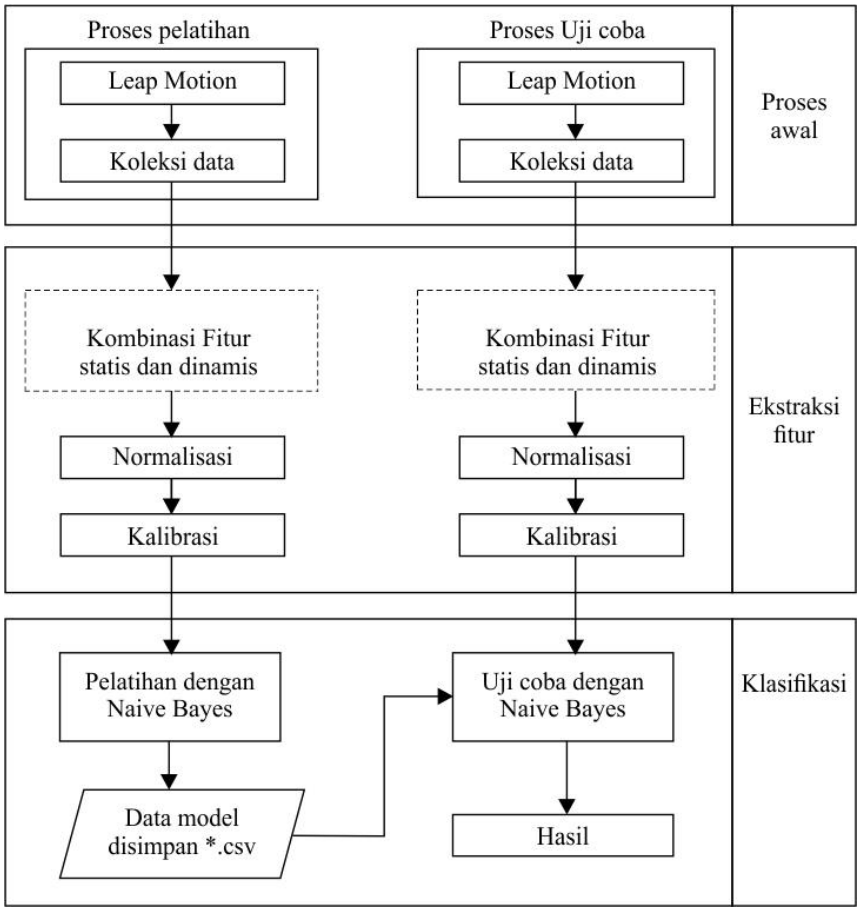
Algoritma collision detection adalah proses pengecekan apakah beberapa buah objek spasial adanya saling bertumpuk atau tidak. Jika ternyata ada paling sedikit dua objek yang bertumpuk maka kedua objek tersebut dikatakan saling bertumpukan. Pada ruang spasial dua dimensi. Objek yang bertumpuk berarti spasialnya beririsan (Nugraha, R.M., 2011)

Setiap permainan didalam sebuah game menerapkan collision detection (deteksi tabrakan), baik itu dalam hal tabrakan antar sprite dengan sprite maupun dengan peluru dengan peluru dan lain-lain yang bisa menimbulkan tabrakan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

Dalam metode penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan utama yaitu: koleksi data dari Leap Motion, Ekstraksi fitur dan Proses Klasifikasi. Dari ketiga tahapan utama di atas maka ditunjukan pada Gambar 3.1. Upaya ini dilakukan untuk simulasi interaksi menggengam benda virtual untuk mencari tingakat akurasi dan presisi.

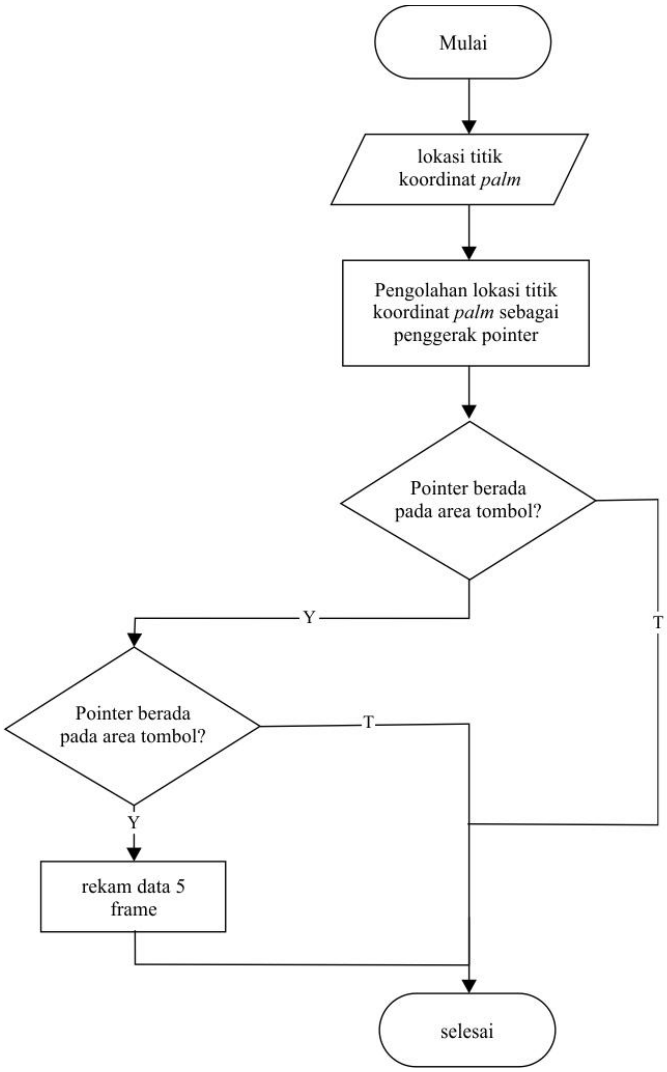


Gambar 3.1 Metode Sistem akurasi dan presisi interaksi pada benda virtual

3.1 Proses awal

Proses tahap ini disebut preprocessing (proses awal) seperti pada bagian Gambar 3.2 sebuah proses untuk memperoleh koleksi data input yang akan

didapatkan dari hasil deteksi Leap Motion terhadap tangan dan jari-jari dengan hasil titik-titik koordinat tangan dan gerakan. Data titi-titik koordinat akan di rekam dengan banyak jumlah 5 data frame untuk sekali perekaman untuk pembentukan fitur.



Gambar 3.2 Tahap proses awal (*preprocessing*)

3.2 Ekstraksi Fitur

Dalam tahapan ini ialah hasil dari koleksi data titik-titik koordinat yang diperoleh dari proses tahap *preprocessing* bagian awal. Bagian ini fitur yang di gunakan ada dua macam yaitu fitur statis dan dinamis. Fitur statis ialah fitur yang bersifat diam yang diperoleh dari titik koordinat tangan pada Leap Motion dalam

keadaan diam, dan sedangkan fitur dinamis ialah fitur yang berubah-ubah dari gerakan tangan pada Leap Motion dalam keadaan bergerak.

3.2.1 Penggabungan Fitur Statis dan Dinamis

Hasil perolehan bentuk fitur statis dan fitur dinamis maka proses selanjutnya adalah penggabungan antara fitur statis yang di dapatkan sebanyak 5 fitur, dan sedangkan fitur dinamis diperoleh sebanyak 5 fitur. Fitur alan disimpan kedalam file *.csv yang akan digunakan sebagai dataset sebagai interaksi akurasi presisi memegang telur virtual.

3.2.2 Normalisasi

Normalisasi data fitur (feature scalling) dilakukan untuk merubah suatu data fitur kedalam range tertentu sehingg diperoleh data fitur yang lebih proporsional. Nilai dari data fitur maksimum dan nilai data minimum setiap data fitur diperoler dari hasil pengamatan yang di lakukan oleh peneliti. Maka nilai fitur yang diperoleh setelah normalisasi X' dihasilkan dari nilai data fitur minimum X_{min} dan dibagi dengan nilai data fitur maksimum X_{max} yang kurang dengan X_{min} Normalisasi data fitur dihitung dengan menggunakan persamaan 3.1.

$$X' \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \tag{3.1}$$

3.2.3 Kalibrasi

Proses kalibrasi dilakukan saat penggambilan data latih dengan menggunakan tangan peneliti, sedangkan untuk proses uji coba dilakukan pengguna, makan akan diperoleh perbedaan ukuran antara tangan peneliti dan pengguna. Untuk proses kalibrasi dini dilakukan dengan cara membandingkan data fitur yang diperoleh dari tangan pengguna dengan data yang diperoleh dari tangan peneliti menggunakan persamaan 3.2. hasil yang didapatlan setelah memperoleh *multiplierM* (nilai pengali), jadi setiap fitur pengguna beracuan pada sumbu tertentu kemudian dikalikan dengan nilai pengali. Sedangkan *M* diperoleh

dari nilai lebar atau nilai panjang dari tangan pengguna $N_{pengguna}$ kemudia dibagi dengan nilai lebar atau nilai panjang tangan penuli $N_{peneliti}$.

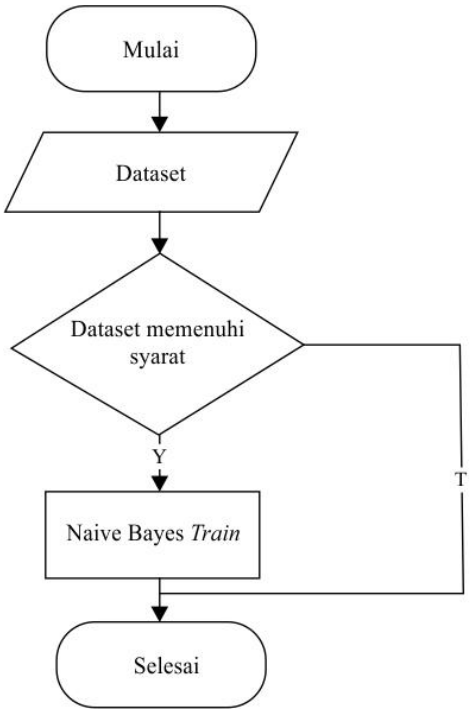
$$M = \frac{N_{pengguna}}{N_{peneliti}} \tag{3.2}$$

3.3 Klasifikasi

Umumnya teknik klasifikasi feature-sets sama seperti halnya klasifikasi pada umumnya. Asumsi yang digunakan dalam klasifikasi gesture adalah suatu gesture terdiri dari kumpulan fitur yang independen dan proses klasifikasi gesture yang dilakukan dengan pengecekan fitur-fitur penyusunan gesture tersebut. Hal ini bertujuan untuk mengklasifikasi data uji coba yang diinput secara *real time* dari sensor Leap Motion terhadap data pelatihan yang sudah diberi kelas atau label. Untuk setiap data uji coba yang sudah di input akan diklasifikasikan terhadap data latih yang sudah ada untuk mendapatkan hasil kelas atau label pada uji coba. Untuk proses klasifikasi digunakan metode klasifikasi Naïve Bayes Karena metode tersebut memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam uji coba.

3.3.1 Pelatihan dengan Naïve Bayes

Proses pelatihan ini menggunakan metode Naïve Bayes merupakan proses untuk pelatihan dataset. Sebelum dilakukan pelatihan dataset, pengelompokan jenis dataset nilai yang diperoleh dari hasil perekaman harus sesuai dengan penamaan label pada nameset dataset itu sendiri. Proses training selanjutnya untuk membentuk sebuah model.



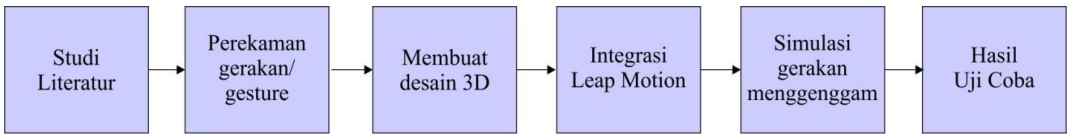
Gambar 3.3 Proses Pelatihan dengan Naïve Bayes

3.3.2 Proses Uji coba

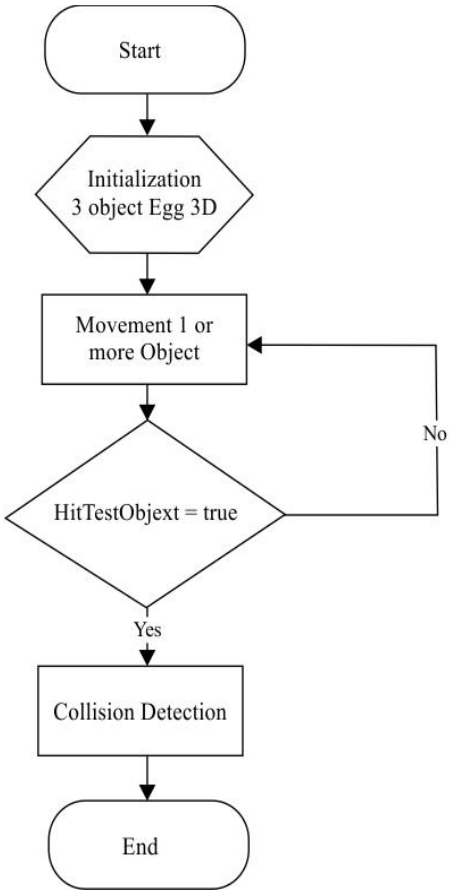
Pada proses uji coba adalah langkah untuk mendapatkan kelas pada data uji coba. Proses ujicoba dilakukan dengan menggunkan metode Naïve Bayes. Kemudian untuk data uji coba yang akan diuji coba akan dicek apakah data tersebut memenuhi syarat sehingga outputnya sama dengan hasil dari pelatihan data ujicoba.

3.4 Desain Perancangan

Pada tahap selanjutnya adalah pembutan desain untuk uji coba interaksi untuk mengukur tingkat presisi dan akurasi pada saat menggenggam beda maya (telur virtual). Sehingga prosesnya sesuai dengan yang di tunjukkan gambar 3.2.



Gambar 3.4 Konsep desain perancangan Simulasi interaksi telur virtual



Gambar 3.5 Flowchart Sistem Arsitektur Game Simulation - Collision Detection

Pada gambar 3.5 adalah flowchart untuk sistem arsitektur game simulasi menggenggam benda palstis menggunkana objek benda telur virtual dengan implementasi algoritma collision detection yang difungsikan agar ketika tangan menggenggam benda 3D tidak menembus dinding pembatas objek benda 3D atau benda virtual. Collision detection ini yang kemudian mampu mendeteksi tingkat presisi genggaman tangan ke objek benda Virtual.

Kerangka kerja yang dibuat dalam penelitian ini merupakan langkah yang terukur dan terjadwal, mengingat penelitian ini merupakan penelitian yang nantinya akan memiliki banyak kontribusi kepada manusia dalam beberapa bidang yang dibutuhkan dalam optimalisasi kerja tubuh manusia, sehingga peneliti melakukan perhitungan dalam memperoleh hasil yang akurat dan sesuai dengan kondisi real atau nyata. Penggunaan sensor Leap Motion sebagai upaya memperoleh gerakan yang presisi dan tingkat akurasi yang baik dalam interaksi

menggenggam telur virtual. Adapun langkah-langkah yang dilakukan peneliti sebagaimana berikut:

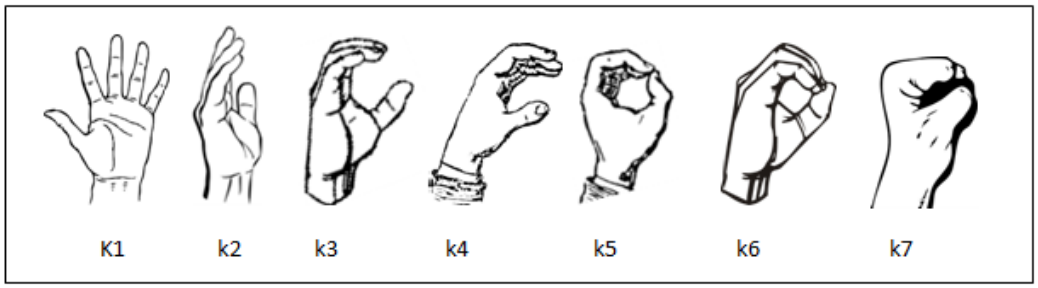
3.4.1 Studi Literatur

Dalam hal ini, peneliti melakukan penelusuran literatur terkait tentang otot dengan leap motion dan beberapa data lainnya sebagai penguatan dalam proses penelitian. Karena bagimanapun studi literature bagi peneliti merupakan akar yang perlu digali sebelum peneliti terjun langsung untuk melakukan penelitian secara langsung kepada objek penelitian.

Beberapa data diambil dari jurnal dan buku yang didapat sebagai penambahan wawasan peneliti sebelum secara mendalam meneliti. Jurnal dan buku-buku tersebut merupakan acuan dan referensi yang menjadi penting dalam melakukan penelitian, mengingat penelitian yang dilakukan masih relatif baru.

3.4.2 Perekaman Gerakan (Gesture)

Pada tahap ini, peneliti merekam gerakan tangan ketika menggenggam telur virtual perekaman meliputi titik-titik koordinat yang sesuai pada bagian tangan dan jari-jari agar optimal dalam menggengam telur virtual, genggaman membutuhkan serangkaian uji coba dengan masa benda virtual disesuaikan (telur) dan berat yang sesuai dengan bentuk asli. Gerakan tangan yang diambil dari simulasi menggenggam ini dilakukan dengan mengukur berapa banyak genggaman serta reaksi tangan lainnya yang akan terjadi pada proses menggenggam telur virtual.



Gambar 3.6 Bentuk pola gerakan tangan

K1 = kondisi awal jari tangan terbuka

K2= kondisi kedua jari tangan mengayun

K3= kondisi ketiga jari tangan setengah lingkaran

K4= kondisi keempat jari tangan setengah lingkaran menyempit

K5= kondisi kelima jari tangan melingkar rapat

K6= kondisi keenam jari tangan mengepal merenggang

K7= kondisi ketujuh jari tangan mengepal tertutup

3.4.3 Membuat Desain 3D

Pembuatan desain 3D dilakukan untuk input asset yang akan dimasukan dalam sistem. Desain 3D bentuk lingkungan didalam virtual reality untuk asset telur dibuat dengan tidak mengubah volume telur nyata sehingga diperoleh bentuk yang sesungguhnya. Pembuatan asset 3D dilakukan dengan software blender.

3.4.4 Integrasi Leap Motion

Proses integrasi ini dilakukan untuk mengetahui gerakan tangan dan jari-jari apakah sesuai dengan simulasi game yang telah di buat sehingga simulator dan Leap Motion sejalan dalam penggunaan nantinya. Proses ini bertujuan untuk mengetahui adanya perpaduan yang cocok sehingga ketika memasuki pada tahap simulasi tidak terjadi mised komunikasi atau error.

3.4.5 Simulasi

Simulasi dilakukan dengan Leap Motion harapannya untuk membaca gerakan tangan ketika melakukan interaksi gerakan menggenggam telur virtual. Uji coba yang dilakukan sebagi upaya pengujian agar hasil yang nantinya didapatkan akurat dan sesuai. Simulasi yang dilakukan dalam hal ini menjadi tolak ukur dan evaluasi atas interaksi yang dilakaukan oleh Leap Motion tersebut untuk membaca tingkat presisi dan akurasi interaksi mengenggam telur virtual.

3.4.6 Hasil Uji Coba

Hasil uji coba merupakan output yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah disimulasikan untuk mengetahui cara kerja serta respon yang ingin didapatkan dalam penelitian tersebut. Hasil uji coba merupakan hasil akhir yang

dilakukan setelah melakukan simulasi dan kegiatan pengujian dalam menentukan tingkat presisi dan akurasi yang diperoleh.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4
EKSPERIMEN DAN ANALISA

Pada bab ini membahas pengujian data eksperimen dan analisa pada metode penelitian yang di usulkan. Pengujian untuk tingakat akurasi dan presisi dilakukan dengan pengujian terhadap kebutuhan fungsional dan keseluruhan. Dalam pengujian pun dilalukan beberapa skenario yaitu pengujian secara manual dan pengujian secara real time. Dalam hasil ujicoba untuk menggenggam telur virtual (benda maya) pengambilan sampling data dilakukan perulangan untuk melihat seberapa mampu respon tingkat akurasi dan presisi leapmotion untuk mentracking visual pada genggaman tangan.

4.1 Lingkungan Uji Coba

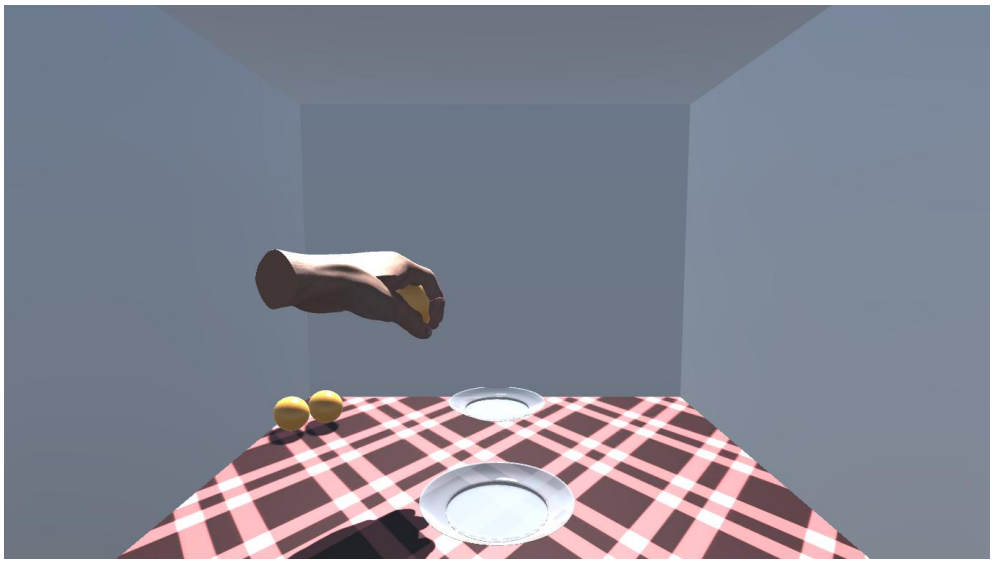
Sebagai pengujian Data Uji Coba pada penelitian ini, data sampel diujikan dengan menggunakan perangkat laptop atau computer Asus A456U dengan dukungan processor Intel(R) Core(TM) i5-6200U CPU @ 2.30GHz (4 CPUs), ~2.4GHz, Kapasitas RAM 4096MB (4GB), kapasitas Hardisk 500 GB dan sebuah perangkat Leap Motion. Operating system Windows 10 Pro 64-bit dan *SDK LeapDeveloperKit*_2.3.1+31549_*win*.

Pada saat perekaman dataset dan uji coba secara real time dilakukan di tempat yang memiliki pencahayaan yang memadai., pencahayaan berpengaruh pada sensor Leap Motion untuk perekaman pada titik-titik kordinat di tangan dan jari-jari. Monitoring Leap motion visualizer ialah API bawaan developer untuk memvisualisasikan bentuk tangan ke animasi 3D yang mana digunakan sebagai acuan dalam proses perekaman titik-titik koordinat pada tangan dan jari-jari. Tampilan yang akan muncul sesuai dengan gerakan tangan yang direkam oleh Leap Motion sesuai dengan titik-titik koordinat yang direkam pada tangan dan jari.

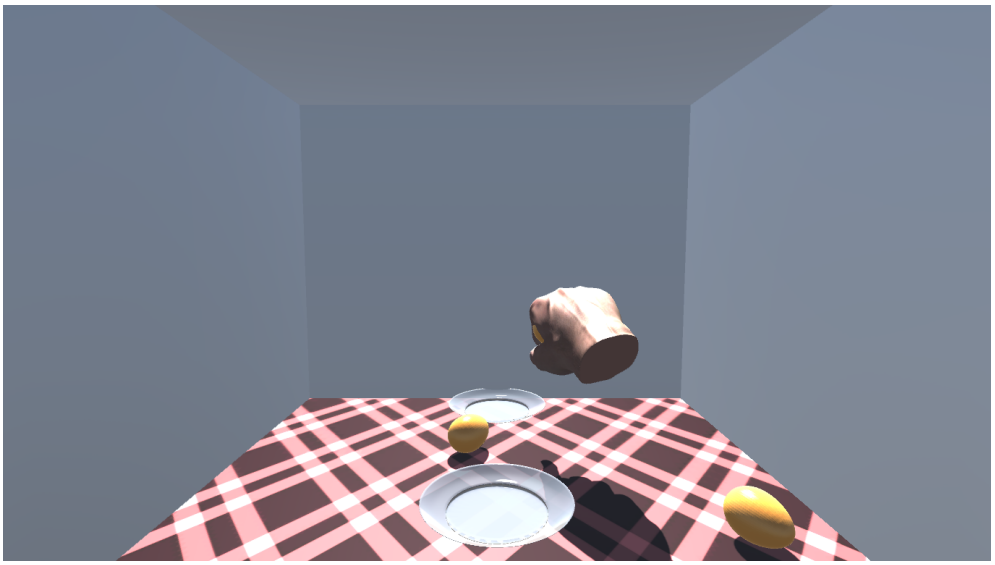
4.2 Data Uji Coba

Interaksi akurasi dan presisi untuk menggenggam telur virtual menggunakan sensor Leap Motion yaitu Dataset dilakukan dengan menggunakan

data sampel perekaman pada tangan kanan dan kiri sesuai jarak posisi tangan dibagi menjadi 5 bagian posisi jarak tangan dengan sensor leap motion. Jumlah sampel data tangan kanan 5 sampel dan kanan 5 sampel sehingga jumlah total sebanyak 10 sampel. Untuk uji coba manual, data uji coba yang akan digunakan ialah data sampel tersebut. Sedangkan data uji coba *real time* ialah data yang diambil langsung dengan merekam tangan menggenggam telur virtual.



Gambar 4.1 Gambar interaksi tangan kiri menggenggam telur virtual



Gambar 4.2 Gambar interaksi tangan kanan menggenggam telur virtual

Hasil Uji Coba dan Analisa

Hasil uji coba eksperimen dan analisa pengujian dilakukan secara real time dengan menggunakan telur virtual sebagai bahan interaksi terhadap benda maya untuk mencari tingkat akurasi dan presisi. Berikut data yang diperoleh pada saat interaksi tangan pada benda objek virtual.

Tabel 4.1 data *real time* pada telapak tangan data x,y,z

Palm x	Palm y	Palm z
4.67E-07	40.51423	-1.71E-06
6.707346	32.52418	15.86175
7.016222	32.3342	16.00376
6.890411	32.33982	16.10944
6.969398	32.24745	17.09769

Tabel 4.2 data *real time* pada data ibu jari data x,y,z

Thumb Meta x	Thumb Meta y	Thumb Meta z
22.48837	-45.48285	20.87551
14.11426	-46.07553	6.190008
14.29515	-46.17178	5.635529
14.21015	-46.34916	5.635504
13.01382	-46.81733	5.446399

Tabel 4.3 data *real time* pada jari telunjuk data x,y,z

Index Meta x	Index Meta y	Index Meta z
3.256452	-43.66226	-2.748709
5.311523	36.60474	18.24902
5.647128	36.44608	18.36383
5.52832	36.438	18.48098
5.692762	36.33231	19.42247

Tabel 4.4 data *real time* pada jari tengah data x,y,z

Middle Meta x	Middle Meta y	Middle Meta z
-0.05197497	40.66059	6.047676
7.616679	32.07813	21.42303
7.945566	31.9057	21.54632
7.816844	31.89034	21.65411
7.883179	31.7298	22.59411

Tabel 4.5 data *real time* pada jari manis data x,y,z

Ring Meta x	Ring Meta y	Ring Meta z
1.507581	37.32814	6.991543
7.957559	27.97693	22.54303
8.2741	27.79565	22.68388
8.136887	27.77957	22.78141
8.116603	27.61315	23.72229

Tabel 4.6 data *real time* pada jari kelingking data x,y,z

Pinky Meta x	Pinky Meta y	Pinky Meta z
6.000704	33.84982	8.362329
11.17229	22.98119	23.42223
11.46985	22.77813	23.5677
11.32565	22.76058	23.6555
11.20955	22.54408	24.59156

Hasil analisa tingkat akurasi dan presisi juga dipengaruhi beberapa faktor, faktor yang pertama adalah sensor leap motion, pada penelitian ini untuk eksperimen dan analisa menggunakan 1 buah sensor Leap Motion mampu membidik jarak akurasi dan presisi memnggenggam benda atau objek maya (telur virtual) diperoleh nilai data. Hasil uji eksperimen dan analisa data leapmotion untuk mengukur akurasi dan presisi dalam menggenggam suatu benda maya (telur virtual) didapatkan beberapa hasil sebagaimana di tampilkan dalam table 4.1.

Tabel 4.7 Uji coba interaksi posisi menggenggam pada Leap Motion

No.	Genggaman	Nilai X,Y dan Z	Presisi	Akurasi	Posisi Jarak	Status
1.	Tangan kanan	X = 1 Y = 1 Z = 0	0.627	0.632	0 cm–5cm	False
2.	Tangan kanan	X = 0 Y = 1 Z = 1	0.616	0.719	5 cm–10cm	False
3.	Tangan kanan	X = 1 Y = 1 Z = 0	0.927	0.931	10 cm–15cm	True
4.	Tangan kanan	X = 0 Y = 1 Z = 0	0.934	0.946	15 cm–20cm	True
5.	Tangan kanan	X = 0 Y = 0 Z = 1	0.922	0.907	20 cm–25cm	True
6.	Tangan kiri	X = 1 Y = 0 Z = 0	0.620	0.625	0 cm–5cm	False
7.	Tangan kiri	X = 1 Y = 1 Z = 0	0.614	0.711	5 cm–10cm	False
8.	Tangan kiri	X = 0 Y = 1 Z = 1	0.933	0.926	10 cm–15cm	True
9.	Tangan kiri	X = 1 Y = 0 Z = 1	0.931	0.938	15 cm–20cm	True
10.	Tangan kiri	X = 0 Y = 0 Z = 1	0.922	0.907	20 cm–25cm	True

Jika nilai margin prediksinya mendekati angka 1 maka hasil prediksi adalah "True" dan sebaliknya jika mendekati nilai 0 atau minus maka hasil prediksi “false”.

Untuk mencari nilai probabilitas pada tangan kanan dan kiri mengggunakan rumus berikut

$$P(probabilitas) = \frac{N}{Jumlah} \tag{4.1}$$

Tabel 4.8 Probabilitas objek pada tangan kanan dan kiri

Probabilitas	Tangan kanan	Tangan Kiri
Probabilitas berhasil	$\frac{3}{5} = 0{,}6$	$\frac{3}{5} = 0{,}6$
Probabilitas gagal	$\frac{2}{5} = 0{,}4$	$\frac{2}{5} = 0{,}4$

Tabel 4.9 Probabilitas objek pada faktor presisi

Probabilitas	Tangan kanan	Tangan Kiri
Probabilitas baik	$\frac{3}{5} = 0{,}6$	$\frac{3}{5} = 0{,}6$
Probabilitas buruk	$\frac{2}{5} = 0{,}4$	$\frac{2}{5} = 0{,}4$

Tabel 4.10 Probabilitas objek pada faktor akurasi

Probabilitas	Tangan kanan	Tangan Kiri
Probabilitas baik	$\frac{3}{5} = 0{,}6$	$\frac{3}{5} = 0{,}6$
Probabilitas buruk	$\frac{2}{5} = 0{,}4$	$\frac{2}{5} = 0{,}4$

Tabel 4.11 Probabilitas objek pada faktor jarak

Probabilitas	Tangan kanan	Tangan Kiri
Probabilitas baik	$\frac{3}{5} = 0{,}6$	$\frac{3}{5} = 0{,}6$
Probabilitas buruk	$\frac{2}{5} = 0{,}4$	$\frac{2}{5} = 0{,}4$

Probabilitas pada tangan kanan

$$P|Berhasil = P(tangan\ kanan) * P(Presisi) * P(Akurasi) * P(Jarak)$$

$$P|Berhasil = 0{,}6 * 0{,}6 * 0{,}6 * 0{,}6 = 0{,}1296$$

$$P|Gagal = P(tangan\ kanan) * P(Presisi) * P(Akurasi) * P(Jarak)$$

$$P|Berhasil = 0{,}4 * 0{,}4 * 0{,}4 * 0{,}4 = 0{,}0256$$

Kesimpulan $\boldsymbol{P|Berhasil} > P|Gagal$

Probabilitas pada tangan kiri

$$P|Berhasil = P(tangan\ kiri) * P(Presisi) * P(Akurasi) * P(Jarak)$$

$$P|Berhasil = 0{,}6 * 0{,}6 * 0{,}6 * 0{,}6 = 0{,}1296$$

$$P|Gagal = P(tangan\ kiri) * P(Presisi) * P(Akurasi) * P(Jarak)$$

$$P|Berhasil = 0{,}4 * 0{,}4 * 0{,}4 * 0{,}4 = 0{,}0256$$

Kesimpulan $\boldsymbol{P|Berhasil} > P|Gagal$

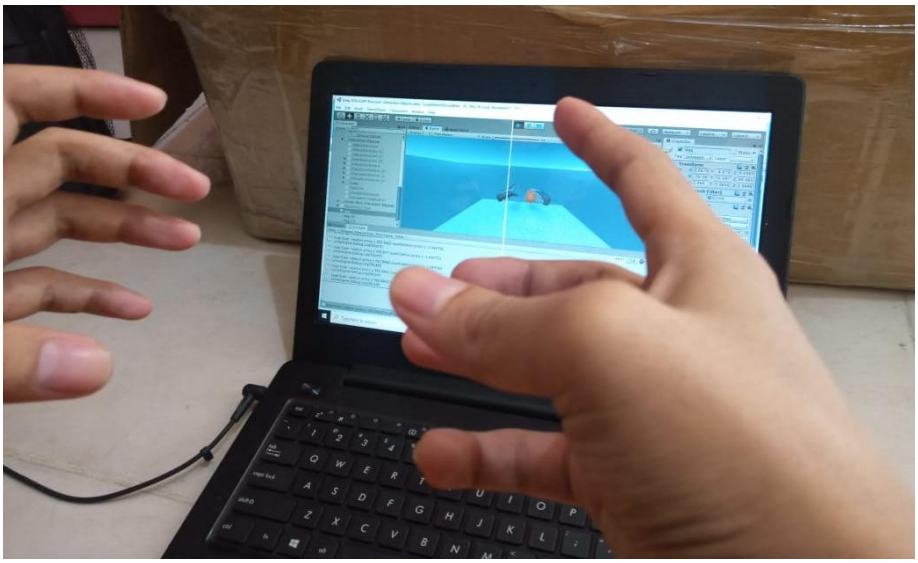
Dari pengujian yang dilakukan di atas dijelaskan penggunaan sensor Leap Motion berbentuk tiga dimensi pada setiap dimensinya memiliki sumbu untuk menentukan nilai yaitu sumbu X, Y dan Z. Pada setiap sumbu dapat ditentukan berapa nilai yang di inginkan untuk mentracking tangan ketika melakukan simulasi menggenggam telur virtual.

Dalam hasil ujicoba untuk menggenggam telur virtual (benda maya) pengambilan sampling data dilakukan perulangan untuk melihat seberapa mampu respon tingkat akurasi dan presisi leapmotion untuk merecord titik-titik koordinat visual pada genggaman tangan. Pada posisi jarak 10cm-15cm dan 15cm-20cm didapatkan data terbaik untuk uji coba interaksi menggenggam benda maya (telur virtual).

Tabel 4.12 Hasil nilai terbaik uji eksperimen data interaksi menggenggam telur virtual.

No.	Genggaman	Nilai X,Y dan Z	Presisi	Akurasi	Posisi Jarak	Status
1.	Tangan kanan	X = 0 Y = 1 Z = 0	0.934	0.946	15 cm–20cm	Baik Sekali
2.	Tangan kiri	X = 1 Y = 0 Z = 1	0.931	0.938	15 cm–20cm	Baik Sekali

Dari Tabel 4.5 hasil uji eksperimen dan analisa diambil data terbaik tangan kanan dan kiri hasil interaksi menggenggam benda atau object virtual dengan sensor leap motion perbandingan data dari Table 4.4 pada nomor 4 dan nomor 9 memiliki nilai akurasi dan presisi yang nilainya besar. Posisi jarak terbaik untuk menggenggam telur virtual berada pada jarak radius 15cm-20cm. tingkat presisi: tangan kanan 0.934 dan tangan kiri 0.931 kemudian tingkat akurasi: tangan kanan 0.946 dan tangan kiri 0.938.



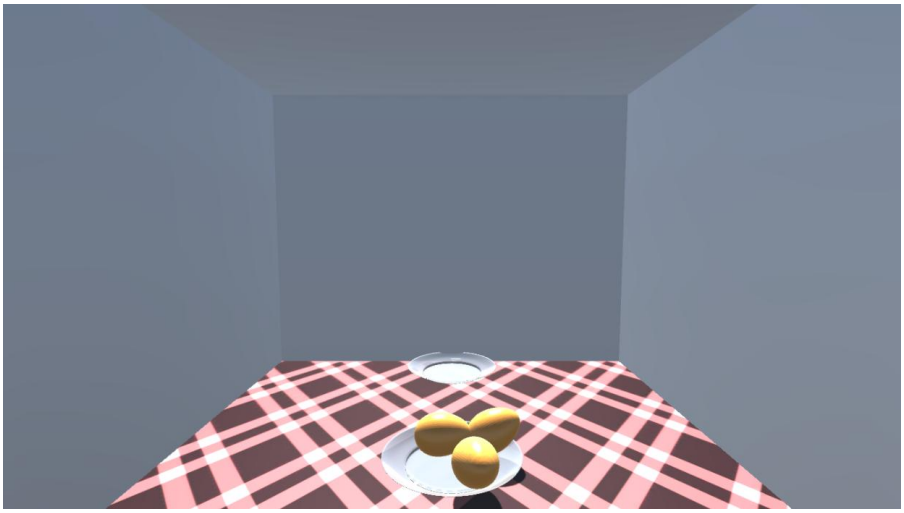
Gambar 4.3 Proses uji coba terhadap jarak posisi pada Leap Motion

Dalam metode eksperimen dan analisa interaksi menggenggam telur virtual di implementasikan algoritma Collision detection sebagai deteksi proses interaksi tangan ke benda virtual metode pendekatan ini representative untuk di ujikan.

4.3 Pengaruh Desain Virtual Reality

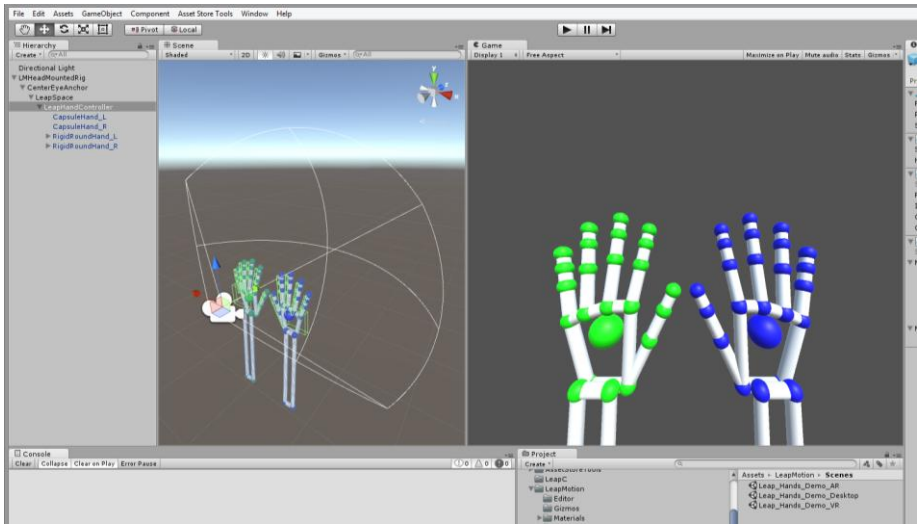
Proses yang paling utama dalam penelitian ini adalah langkah awal pembuatan desain Virtual Reality sebagai bagian Uji coba untuk implementasi interaksi terhadap objek maya (Telur Virtual), komponen didalam game meliputi Telur Virtual, Dinding Virtual, Piring Virtual dan Meja Virtual. Dalam pembuatan desain virtual reality semua dibikin setara dengan dunia nyata sehingga simulasi

akan lebih terasa lebih menarik. Pengaruh utama dalam desain untuk simulasi interaksi terhadap object 3D dengan menggengam ada pada benda yang akan di genggam yaitu telu virtual, telur virtual harus diketahui massa bendany atau bobot object tersebut, karena sangat berpengaruh ketika tangan berinteraksi menggenggam.



Gambar 4.4 Gambar benda-benda Virtual

Hasil proses pembuatan desain 3D virtual reality untuk interaksi menggenggam benda maya (telur virtual) selanjutnya di uji eksperimen dan analisa, sehingga diketahui bagian mana yang belum sesuai pada penempatan *leap motion sdk* kedalam desaian 3D virtual reality meliputi jarak dan juga batas area.



Gambar 4.5 Gambar ruas garis lengkung jarak dan juga batas area Leap Motion.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5
KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan dan eksperimen pada bab ini kesimpulan yang dapat diambil selama penulis melakukann penelitian menggunakan metode Naïve Bayes untuk mendapatkan hasil yang maksimal untuk kedepan sebagai upaya penelitian lanjutan kesimpulan sebagai berikut.

1. Data Tidak Baik presisi dan akurasi untuk interaksi menggenggam telur virtual di perolek jarak radius 0 cm - 5 cm.
2. Data terbaik presisi dan akurasi untuk interaksi menggenggam telur virtual di perolek jarak radius 30 cm - 35 cm.
3. Massa (bobot) benda didalam desain 3D juga berpengaruh pada interaksi benda virual (terlur virtual).
4. Perlunya uji coba perulangan untuk mencari nilai data yang sesuai ketika interaksi menggenggam telur virtual, karena faktor pengambilan data secara *real time* juga mempengaruhi banyak jumlah sampel data yang terrecord.
5. Nilai data traning menggunakan naïve bayes yang margin prediksinya mendekati angka 1 maka hasil prediksi adalah "True" dan sebaliknya jika mendekati nilai 0 atau minus maka prediksi adalah “false”.
6. Dengan mengkombinasikan fitur statis dan fitur dinamis yang di dapatkan dari perangkat sensor Leap Motion untuk interaksi akurasi dan presisi menggenggam telur virtual bahwa kombinasi metode naïve bayes dan collision detection dapat diaplikasikan untuk memperoleh nilai hasil penelitian dengan nilai tangan kanan 0.934 dan tangan kiri 0.931 kemudian tingkat akurasi tangan kanan 0.946 dan tangan kiri 0.938.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

[1] Achmad, B., Firdausy, K., (2005). *Teknik Pengolahan Citra Digital menggunakan Delphi*, Ardi Publising, Yogyakarta.

[2] D. Bassily, (2014). “Intuitive and Adaptive Robotic Arm Manipulation using the *Leap* Motion Controller,” *Conference ISR ROBOTIK 2014*.

[3] E. Tsironi, P. Barros, C. Weber, and S. Wermter, (2017). “An analiysis of convolution long short-term memory recurrent neural networks for gesture recognition. *Neurocomputing*, 268:76-86.

[4] F. Despinoy, N. Zemiti, G. Forestier, A. Sanchez, P. Jannin, dan P. Poignet, (2018)."Evaluation of Contactless Human Interface for Robotic Surgical Training" "International Jurnal of Computer Assisted Radiology and Surgery, vol. 13, no 1, pp, 13-24.

[5] Giulio Marin,(2014). “Hand Gesture Recognition with *Leap* Motion and Kinect Devices,” *ICIP 2014*.

[6] Guyton, Arthur C, (1987). Fisiologi Kedokteran, 148 – 168, Edisi ke 5, EGC, Jakarta.

[7] Hao Tian, Changbo Wang, Dinesh Manocha,Fellow, Xinyu Zhang, (2015). "Realtime Hand-Object Interaction using Learned Grasp Space for Virtual Environments", DOI 10.1109/TVCG.2018.2849381, IEEE.

[8] Hannah Slay , Matthew Phillips, Dr Rudi Vernik, and Dr Bruce Thomas, (2001). "Interaction Modes for Augmented Reality Visualization.

[9] Haryono, (2000). "Langkah-Langkah Teknis Uji Kualitas Telur Konsumsi Ayam Ras". Balai Penelitian Ternak Bogor.

[10] Jin H, Chen Q, Chen Z, Hu Y, Zhang J (2016) MultiLeapMotion sensor based demonstration for robotic refine tabletop object manipulation task. Transactions on Intelligence Technology 1(1):104-113

[11] K. Y. Lian, C.-C. Chiu, Y.-J Hong, and W.-T. Sung, (2017). “Wereable armband for real time hand gesture recognition. In System, Man and Cybernetics(SMC), 2017. IEEE International Conference on, page 2992-

2995. IEEE.

[12] L. Motion, (2017). “Leap Motion SDK and Plugin Documentation”. [Online]. Available: https://developer.leapmotion.com/.

[13] M. Mohandes, (2014). “Arabic Sign Language Recognition using the *Leap* Motion Controller,” *King Fahd University of Petroleum & Minerals Dhahran, 31261*.

[14] M. Deriche, M. Mohandes, S. Aliyu, (2015). "Prototype Arabic Sign Language Recognition using Multi-Sensor Data Fusion of Two Leap Motion Controllers". pp.1–6.

[15] Moglia A, Ferrari V, Morelli L, Ferrari M, Mosca F, Cuschieri A (2016). A Systematic Review of Virtual Reality Simulators for Robot-assisted Surgery. European Urology 69(6):1065{1080

[16] Nugraha, R.M., (2011). *Penggunaan Struktur Data Quad-Tree dalam Algoritma Collision Detection pa da Vertical Shooter Game,* Makalah IF3051 Strategi Algoritma, Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Bandung.

[17] R. Meziane, M. J.-D. Otis, and H. Ezzaidi, (2017). “human-robot collaboration while sharing production activities in dynamic environment: Spader system, ”*Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, vol. 48, pp. 243-253.

[18] Sukamti, Endang R. (2007). *Diktat Perkembangan Motorik*. Yogyakarta: FIK UNY.

[19] Sumantri. (2005). "Model Pengembangan keterampilan Motorik Anak Usia Dini". Jakarta: Depdikbut.