



TUGAS AKHIR - TJ 141502

**INTEGRASI LEAP MOTION PADA MEDCAP UNTUK
REHABILITASI PASCA STROKE GERAKAN JARI TANGAN
SECARA ONLINE**

Muhammad Fauzan
NRP 0721 14 4000 0041

Dosen Pembimbing
Dr. Supeno Mardiyanto Nugroho, ST., MT.
Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TJ 141502

LEAP MOTION INTEGRATION ON MEDCAP FOR POST-STROKE REHABILITATION OF FINGER MOVEMENTS ONLINE

Muhammad Fauzan
NRP 0721 14 4000 0041

Advisor

Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.
Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

Department of Computer Engineering
Faculty of Electrical Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018

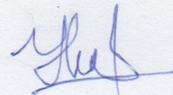
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**Integrasi Leap Motion pada MedCap untuk Rehabilitasi Pasca Stroke Gerakan Jari Tangan Secara Online**" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan 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, 24 Juli 2018



Muhammad Fauzan

NRP. 0721144000041

LEMBAR PENGESAHAN

**Integrasi Leap Motion pada MedCap untuk Rehabilitasi Pasca Stroke
Gerakan Jari Tangan Secara Online**

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh : Muhammad Fauzan (NRP: 0721144000041)

Tanggal Ujian : 29 Juni 2018

Periode Wisuda : September 2018

Disetujui oleh:

Dr. Supeno Mardi Susiki N., ST., MT.
NIP. 197003131995121001

(Pembimbing I)

Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
NIP. 196907301995121001

(Pembimbing II)

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

(Penguji I)

Ahmad Zaini, ST., MT.
NIP: 197504192002121003

(Penguji II)

Eko Pramananto, ST., MT.
NIP: 196612031994121001

(Penguji III)

Mengetahui
Kepala Departemen Teknik Komputer

Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

DEPARTEMEN NIP: 196907301995121001

TEKNIK KOMPUTER

ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Muhammad Fauzan
Judul Tugas Akhir : Integrasi *Leap Motion* pada *MedCap* untuk Rehabilitasi Pasca Stroke Gerakan Jari Tangan Secara *Online*
Pembimbing : 1. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.
2. Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

Rehabilitasi pasca stroke merupakan salah satu cara yang dapat membantu penderitanya stroke untuk mendapatkan kembali fungsi motorik, wicara, kognitif dan fungsi lainnya. Rehabilitasi pasca stroke memiliki beragam macam gerakan, salah satunya adalah gerakan jari tangan. *MedCap* muncul sebagai salah satu alat bantu yang dapat membantu fisioterapis dan pasien untuk melakukan rehabilitasi pasca stroke gerakan jari-jari tangan dengan memberikan feedback berupa nilai kesesuaian gerakan. *Medcap* menggunakan sensor gerakan tangan *Leap Motion* dapat merekam gerakan referensi yang telah ditentukan dengan rasio kesuksesan sebesar 62,35%. *MedCap* juga dapat menghitung kesesuaian gerakan referensi dan gerakan realtime dari pasien menggunakan metode *Euclidean Distance* sebagai bentuk feedback kepada fisioterapis dan pasien. Metode yang digunakan *MedCap* mampu menghitung kesesuaian gerakan referensi dengan gerakan realtime dengan rata-rata nilai sebesar 43,2495%. Selain itu *MedCap* juga terkoneksi dengan database online yang menghimpun gerakan referensi rehabilitasi pasca stroke gerakan jari tangan. Hasil pengujian database menunjukkan tingkat kecepatan rata-rata unggah sebesar 2,076 detik per *frame* dan kecepatan rata-rata unduh sebesar 0,676 detik.

Kata Kunci : Rehabilitasi Pasca Stroke; *Self-Physical Rehabilitation*; *Leap Motion*; *Euclidean Distance*; *Self-Physical Rehabilitation*

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Name : Muhammad Fauzan
Title : *Leap Motion Integration on MedCap for Post-Stroke Rehabilitation of Finger Movements Online*
Advisors : 1. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.
2. Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

An effort to help stroke patients to improve their motoric function, speech, cognition, and other impaired functions is by doing a series of post-stroke rehabilitation. Post-stroke rehabilitation has a variety of movements, one of which is the finger movement. MedCap emerged as one of the tools that can help physiotherapists and patients to do post-stroke rehabilitation of finger movements. Medcap uses Leap Motion sensor which can record a predetermined reference movement with a success rate around 62.35%. MedCap can also calculate the suitability of the reference movement and the realtime movement of the patient using the Euclidean Distance method as a form of feedback to the physiotherapist and patient. This method enables MedCap to calculate the suitability between reference movement and realtime movement with an average value around 43.2495%. In addition, MedCap is also connected with an online database that stores the reference movement of post-stroke rehabilitation of finger movements. The database test result shows an average upload speed of 2.076 seconds per frame and average download speed of 0.676 seconds.

Keywords : *Post-Stroke Rehabilitation; Self-Physical Rehabilitation, Leap Motion; Euclidean Distance*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmat, serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul **Integrasi *Leap Motion* pada *MedCap* untuk Rehabilitasi Pasca Stroke Gerakan Jari Tangan Secara *Online***.

Penelitian ini disusun dalam rangka pemenuhan bidang riset di Departemen Teknik Komputer ITS serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan S1. Penelitian ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga, Ibu, dan Ayah yang telah memberikan dorongan spiritual dan material dalam penyelesaian buku penelitian ini.
2. Kepala Departemen Teknik Komputer ITS, Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
3. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT. dan Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT. atas bimbingan selama mengerjakan penelitian.
4. Bapak-ibu dosen pengajar Bidang Departemen Teknik Komputer, atas pengajaran, bimbingan, dan perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
5. Seluruh teman-teman e54 dan *B201-crew* Laboratorium Telematika Teknik Komputer ITS.
6. Seluruh teman-teman penulis yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Kesempurnaan hanya milik Allah SWT, untuk itu penulis memohon segenap kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Surabaya, Juni 2018

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| Abstrak | i |
| Abstract | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Permasalahan | 1 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 2 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | 2 |
| 1.6 Relevansi | 3 |
| 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Rehabilitasi Pasca Stroke | 5 |
| 2.1.1 Rehabilitasi Jari Tangan | 6 |
| 2.1.2 Gerakan Rehabilitasi Jari Tangan | 7 |
| 2.2 <i>Leap Motion</i> | 15 |
| 2.3 <i>Euclidean Distance</i> | 18 |
| 3 DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM | 21 |
| 3.1 Desain Sistem | 21 |
| 3.2 Desain Alat | 22 |
| 3.3 Alur Kerja Sistem | 25 |
| 3.3.1 Pengambilan Data <i>Joint</i> | 25 |
| 3.3.2 Pengunggahan Data <i>Joint</i> ke <i>Database</i> | 28 |
| 3.3.3 Mengunduh Data <i>Joint</i> dari <i>Database</i> | 29 |
| 3.3.4 Merekonstruksi Data <i>Joint</i> Menjadi Animasi Gerakan Referensi | 30 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.3.5 | Penghitungan Kesesuaian Gerakan | 31 |
| 3.4 | Desain Relasi <i>Database</i> | 31 |
| 3.4.1 | Skema Relasi <i>Database</i> | 32 |
| 3.4.2 | Struktur Tabel | 33 |
| 3.5 | Desain Penggunaan | 42 |
| 4 | PENGUJIAN DAN ANALISA | 47 |
| 4.1 | Pengujian Kesesuaian Gerakan yang Direkam Dengan Gerakan Aslinya | 47 |
| 4.1.1 | Perekaman Gerakan Referensi <i>Level 1 Hand Exercises</i> | 48 |
| 4.1.2 | Perekaman Gerakan Referensi <i>Level 2 Hand Exercises</i> | 50 |
| 4.1.3 | Perekaman Gerakan Referensi <i>Level 3 Hand Exercises</i> | 52 |
| 4.1.4 | Perekaman Gerakan Referensi <i>Hand Therapy Ball Exercises</i> | 54 |
| 4.2 | Pengujian Kemampuan Sistem Dalam Menggunggah dan Mengunduh Gerakan | 59 |
| 4.3 | Pengujian Kemampuan Sistem Dalam Melakukan Perhitungan Kesesuaian Gerakan | 60 |
| 4.3.1 | Pengujian Kesesuaian Gerakan pada Gerakan Referensi <i>Level 1 Hand Exercises</i> | 61 |
| 4.3.2 | Pengujian Kesesuaian Gerakan pada Gerakan Referensi <i>Level 2 Hand Exercises</i> | 62 |
| 4.3.3 | Pengujian Kesesuaian Gerakan pada Gerakan Referensi <i>Level 3 Hand Exercises</i> | 62 |
| 4.3.4 | Pengujian Kesesuaian Gerakan pada Gerakan Referensi <i>8 Hand Therapy Ball Exercises</i> | 63 |
| 5 | PENUTUP | 65 |
| 5.1 | Kesimpulan | 65 |
| 5.2 | Penelitian Lanjutan | 65 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 67 |
| | Biografi Penulis | 69 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------|---|----|
| 2.1 | Posisi fungsional tangan pada umumnya [5]. a) <i>Lateral Pinch</i> , b) <i>Power Grip</i> , c) <i>Tripod Pinch</i> , d) <i>Tip Pinch</i> , e) <i>Extension Grip</i> , f) <i>Spherical Grip</i> | 7 |
| 2.2 | Gerakan Palm Up and Down [6]. a) Posisi telapak tangan menghadap ke bawah, b) Posisi telapak tangan menghadap ke atas | 8 |
| 2.3 | Gerakan Wrist Bend Movement [6]. a) Posisi telapak tangan ditarik ke depan, b) Posisi telapak tangan ditarik ke belakang | 9 |
| 2.4 | Gerakan Wrist Side Movement [6]. a) Posisi tangan digerakkan ke kiri, b) Posisi tangan digerakkan ke kanan | 9 |
| 2.5 | Gerakan Rolling Movement [6]. a) Posisi tangan dengan botol air minum yg digelindingkan di atasnya, b) Posisi tangan saat menggenggam botol air minum dan menariknya kembali ke belakang | 10 |
| 2.6 | Gerakan Wrist Curl [6]. a) Posisi tangan dengan menarik botol air minum ke bawah, b) Posisi tangan dengan menarik botol air minum ke atas | 10 |
| 2.7 | Gerakan Grip and Release [6]. a) Posisi tangan memegang pulpen menggunakan ujung ibu jari dan ujung jari telunjuk di sisi kanan meja, b) Posisi akhir tangan setelah menyeret pulpen ke sisi kiri meja | 11 |
| 2.8 | Gerakan Pen Spin [6]. a) Posisi tangan memegang pulpen dengan menggunakan ibu jari dan jari lainnya, b) Posisi tangan memutar pulpen | 11 |
| 2.9 | Gerakan Coin Drop [6]. a) Posisi tangan dengan koin di telapak tangan, b) Posisi menjatuhkan koin dengan ibu jari dan melewati ujung jari telunjuk, c) Posisi mengambil koin kembali untuk dikembalikan ke telapak tangan | 12 |
| 2.10 | Gerakan Finger Curl [6]. a) Posisi ujung ibu jari menjepit dengan ujung jari telunjuk, b) Posisi ujung ibu jari menjepit dengan ujung jari manis | 12 |
| 2.11 | Gerakan Power Grip [6] | 13 |

| | | |
|------|---|----|
| 2.12 | Gerakan pinch [6] | 13 |
| 2.13 | Gerakan Thumb Extension [6] | 13 |
| 2.14 | Gerakan Table Roll [6] | 14 |
| 2.15 | Gerakan Finger Flexion [6] | 14 |
| 2.16 | Gerakan Thumb Roll [6] | 15 |
| 2.17 | Gerakan Thumb Opposition [6] | 15 |
| 2.18 | Gerakan Finger Squeeze [6] | 15 |
| 2.19 | Visualisasi object yang terpapar sinar LED Monitor Leap Motion [7] | 16 |
| 2.20 | Area Interaksi Leap Motion [7] | 17 |
| 2.21 | macam-macam data yang dapat diambil dari Leap Motion [8] | 17 |
| 2.22 | 22 data joint yang ditangkap oleh Leap Motion [8] | 18 |
| | | |
| 3.1 | Desain sistem aplikasi <i>MedCap</i> | 21 |
| 3.2 | Desain alat yang digunakan <i>MedCap</i> | 22 |
| 3.3 | Detail ukuran bagian bawah alat yang digunakan <i>MedCap</i> | 23 |
| 3.4 | Detail ukuran bagian kanan alat yang digunakan <i>MedCap</i> | 24 |
| 3.5 | Detail ukuran bagian kiri alat yang digunakan <i>MedCap</i> | 24 |
| 3.6 | Detail ukuran bagian atas alat yang digunakan <i>MedCap</i> | 25 |
| 3.7 | Titik-titik data <i>joint</i> yang diambil | 26 |
| 3.8 | <i>Flowchart</i> pengambilan data <i>joint</i> | 27 |
| 3.9 | <i>Flowchart</i> proses pengunggahan data <i>joint</i> ke <i>database</i> | 28 |
| 3.10 | <i>Flowchart</i> proses pengunduhan data <i>joint</i> dari <i>database</i> | 29 |
| 3.11 | <i>Flowchart</i> proses rekonstruksi data <i>joint</i> menjadi animasi gerakan referensi | 30 |
| 3.12 | <i>Flowchart</i> proses penghitungan kesesuaian gerakan | 31 |
| 3.13 | Skema relasi database aplikasi <i>MedCap</i> | 32 |
| 3.14 | Konfigurasi alat yang digunakan <i>MedCap</i> dengan <i>Leap Motion</i> di bagian bawah. a) tampak depan, b) tampak samping | 43 |
| 3.15 | Konfigurasi alat yang digunakan <i>MedCap</i> dengan <i>Leap Motion</i> di bagian kanan. a) tampak depan, b) tampak samping | 44 |

| | | |
|------|---|----|
| 3.16 | Konfigurasi alat yang digunakan <i>MedCap</i> dengan <i>Leap Motion</i> di bagian atas. a) tampak depan, b) tampak atas | 45 |
| 3.17 | Konfigurasi alat yang digunakan <i>MedCap</i> dengan <i>Leap Motion</i> di bagian kiri. a) tampak depan, b) tampak atas | 46 |
| 4.1 | Bola yang digunakan dalam perekaman gerakan referensi Hand Therapy Ball Exercises | 55 |

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

| | | |
|------|--|----|
| 3.1 | Struktur tabel <i>user</i> | 33 |
| 3.2 | Struktur tabel latihan | 34 |
| 3.3 | Struktur tabel <i>result sequence</i> | 34 |
| 3.4 | Struktur tabel <i>control</i> | 34 |
| 3.5 | Struktur tabel region | 35 |
| 3.6 | Struktur tabel <i>sequence</i> | 35 |
| 3.7 | Struktur tabel <i>Sequence_Data</i> | 35 |
| 3.8 | Struktur tabel gerakan | 36 |
| 3.9 | Struktur tabel <i>frame</i> gerakan <i>thumb position</i> | 36 |
| 3.10 | Struktur tabel <i>frame</i> gerakan <i>index position</i> | 37 |
| 3.11 | Struktur tabel <i>frame</i> gerakan <i>middle position</i> | 37 |
| 3.12 | Struktur tabel <i>frame</i> gerakan <i>ring position</i> | 38 |
| 3.13 | Struktur tabel <i>frame</i> gerakan <i>palm dan forearm position</i> | 38 |
| 3.14 | Struktur tabel <i>frame</i> gerakan <i>pinky position</i> | 39 |
| 3.15 | Struktur tabel <i>frame</i> gerakan <i>palm dan forearm rotation</i> | 39 |
| 3.16 | Struktur tabel <i>frame</i> gerakan <i>thumb Rotation</i> | 40 |
| 3.17 | Struktur tabel <i>frame</i> gerakan <i>index rotation</i> | 41 |
| 3.18 | Struktur tabel <i>frame</i> gerakan <i>middle Rotation</i> | 41 |
| 3.19 | Struktur tabel <i>frame</i> gerakan <i>ring rotation</i> | 42 |
| 3.20 | Struktur tabel <i>frame</i> gerakan <i>pinky rotation</i> | 43 |
| 4.1 | Tabel spesifikasi <i>laptop</i> yang digunakan dalam pengujian | 47 |
| 4.2 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>palm up and down</i> | 49 |
| 4.3 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>wrist bend movement</i> | 49 |
| 4.4 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>wrist side movement</i> | 50 |
| 4.5 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>rolling movement</i> | 51 |
| 4.6 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>wrist curl</i> | 51 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.7 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>grip and release</i> | 52 |
| 4.8 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>pen spin</i> . | 53 |
| 4.9 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>coin drop</i> . | 53 |
| 4.10 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>finger curl</i> | 54 |
| 4.11 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>power grip</i> | 55 |
| 4.12 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>pinch</i> . . . | 56 |
| 4.13 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>thumb extension</i> | 56 |
| 4.14 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>table roll</i> . | 57 |
| 4.15 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>finger flexion</i> | 57 |
| 4.16 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>thumb roll</i> | 58 |
| 4.17 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>thumb opposition</i> | 58 |
| 4.18 | Tabel hasil pengujian perekaman gerakan <i>finger squeeze</i> | 59 |
| 4.19 | Tabel hasil pengujian kemampuan sistem dalam mengunggah dan mengunduh gerakan referensi | 60 |
| 4.20 | Tabel hasil pengujian kesesuaian gerakan pada gerakan referensi <i>Level 1 Hand Exercises</i> | 61 |
| 4.21 | Tabel hasil pengujian kesesuaian gerakan pada gerakan referensi <i>Level 2 Hand Exercises</i> | 62 |
| 4.22 | Tabel hasil pengujian kesesuaian gerakan pada gerakan referensi <i>Level 3 Hand Exercises</i> | 63 |
| 4.23 | Tabel hasil pengujian kesesuaian gerakan pada gerakan referensi <i>8 Hand Therapy Ball Exercises</i> | 64 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stroke merupakan salah satu penyakit yang menimbulkan angka kecacatan dan angka kematian yang tinggi di Indonesia. Angka kematian akibat penyakit stroke di Indonesia mencapai 15,4% di hampir seluruh rumah sakit yang ada di Indonesia. Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesmas) Kemenkes RI tahun 2013 menyatakan bahwa terjadi peningkatan prevalensi stroke di Indonesia dari 8,3 per mil (tahun 2007) menjadi 12,1 mil (tahun 2013) [1]. Salah satu cara untuk membantu pasien yang terkena penyakit stroke adalah dengan melakukan rehabilitasi pasca stroke. Rehabilitasi pasca stroke merupakan sebuah langkah untuk membantu pasien stroke untuk memperbaiki fungsi motorik, wicara, kognitif, dan fungsi lain yang terganggu[2].

Rehabilitasi pasca stroke memiliki beragam gerakan, salah satunya yaitu gerakan jari-jari tangan guna mengembalikan fungsi motorik dari jari-jari tangan. Rehabilitasi pasca stroke melibatkan banyak pihak dalam proses berjalannya, salah satunya adalah fisioterapis. Selain melalui fisioterapis, rehabilitasi pasca stroke dapat dilakukan sendiri di rumah atau yang biasa disebut *self-rehabilitation*.

Salah satu alat bantu yang dapat digunakan untuk melakukan *self-rehabilitation* adalah aplikasi *MedCap*. Aplikasi *MedCap* dapat membantu pasien dalam mengetahui kesesuaian gerakan rehabilitasi dengan tingkat kesalahan kurang sedikit dari 10%. Namun aplikasi *MedCap* tidak dapat merekam beberapa jenis gerakan referensi[3], salah satunya adalah gerakan jari-jari tangan.

1.2 Permasalahan

Pada penelitian sebelumnya[3], aplikasi *MedCap* dapat mengukur kesesuaian gerakan rehabilitasi menggunakan *Microsoft Kinect* dengan memberikan *feedback* berupa persentase kesesuaian gerakan rehabilitasi. Namun aplikasi *MedCap* memiliki keterbatasan dalam menangkap gerakan jari-jari tangan yang merupakan salah satu bentuk rehabilitasi pasca stroke dan aplikasi *MedCap* belum terkoneksi

dengan *database* gerakan secara *online*.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem untuk mengukur kesesuaian gerakan rehabilitasi pasca stroke untuk gerakan jari-jari tangan menggunakan *Leap Motion* serta terkoneksi dengan *database online* untuk menghimpun data gerakan referensi serta hasil rehabilitasi yang dilakukan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Data yang didapat hanya berasal dari sensor *Leap Motion*.
2. Pengukuran menggunakan *Leap Motion* hanya digunakan pada rehabilitasi pasca stroke untuk gerakan jari-jari tangan yang sudah ditentukan.
3. Sistem ini menggunakan *database MySQL*.
4. Sistem ini tidak mengukur kekuatan otot dari pasien.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian tugas akhir ini tersusun dalam sistematika dan terstruktur sehingga lebih mudah dipahami dan dipelajari oleh pembaca maupun seseorang yang hendak melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu :

1. BAB I Pendahuluan
Bab ini berisi uraian tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, metodologi, sistematika laporan dan relevansi.
2. BAB II Dasar Teori
Pada bab ini berisi tentang uraian secara sistematis teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam tugas akhir, yaitu rehabilitasi pasca stroke, *Leap Motion*, dan metode *Euclidean Distance*.
3. BAB III Perancangan Sistem
Bab ini berisi tentang penjelasan terkait sistem yang dibuat. Guna mendukung itu digunakanlah diagram alir, *flowchart*, dan *psuedocode* agar sistem mudah dipahami dan diimplementasikan.

4. BAB IV Pengujian dan Analisa

Bab ini menjelaskan tentang pengujian yang dilakukan terhadap sistem dalam penelitian ini dan menganalisa sistem. Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan juga disebutkan dalam bab ini. Tujuannya adalah sebagai variabel kontrol dari pengujian yang dilakukan.

5. BAB V Penutup

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk pengembangan lebih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

1.6 Relevansi

Penelitian ini memiliki relevansi dengan penelitian tentang *Self Physical Rehabilitation* yang menggunakan sensor pasif sebagai inputnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rehabilitasi Pasca Stroke

Rehabilitasi pasca stroke merupakan sebuah kegiatan untuk membantu pasien memulihkan kembali fungsi tubuh setelah mengalami stroke. Ada banyak macam bentuk dari rehabilitasi pasca stroke salah satunya adalah latihan untuk mengembalikan fungsi motorik pasien stroke. Secara umum rehabilitasi pasca stroke memiliki beberapa fase yang dapat membantu pasien memulihkan kembali kondisinya. Pembagian ini dijadikan acuan oleh para petugas medis untuk menentukan tujuan dan jenis rehabilitasi yang akan diberikan kepada pasien, yaitu :

1. Stroke fase akut : 2 minggu pertama pasca serangan stroke
2. Stroke fase subakut : antara 2 minggu - 6 bulan pasca stroke
3. Stroke fase kronis : diatas 6 bulan pasca stroke [4]

Pada fase akut, pasien akan sangat bergantung pada dokter dan petugas medis lain dikarenakan pada masa ini kondisi *hemodinamik* pasien masih belum stabil dan masih menjalani perawatan intensif di rumah sakit. Sementara pasien yang sudah pada fase subakut sebagian besar sudah dapat meninggalkan rumah sakit dan kondisi *hemodinamik*-nya sudah stabil. Namun, sebagian besar pasien pada fase ini dapat pulang ke rumah dengan membawa gejala sisa yang bervariasi beratnya dan sangat memerlukan rehabilitasi medis lanjutan untuk mencapai kemandirian yang optimal. Rehabilitasi pasca stroke akan tercapai secara optimal apabila dilakukan secara terstruktur dan memperhatikan prinsip-prinsip rehabilitasi stroke yang berlaku, yaitu :

1. Bergerak merupakan obat yang paling mujarab bagi penderita stroke, karena dengan bergerak maka sirkuit-sirkuit dalam otak akan terangsang kembali untuk melakukan gerakan sehingga akan mempercepat mengembalikan fungsi organ tubuh yang sering digerakkan.
2. Terapi latihan gerak yang diberikan sebaiknya lebih mengutamakan gerak fungsional, karena gerakan fungsional akan

sangat membantu pasien dalam melakukan aktivitas sehari-harinya seperti sedia kala. Pemberian latihan gerak yang bukan gerak fungsional akan membutuhkan latihan gerak lainnya untuk merangsang saraf-saraf lainnya saat akan melakukan gerakan fungsional.

3. Beri bantuan kepada pasien bila pasien mengalami kesulitan untuk melakukan gerakan fungsional secara normal dengan bobot bantuan yang sesuai dengan kemajuan pasien
4. Gerak fungsionalitas dapat dilatih jika pasien sudah dapat duduk statis maupun dinamis yaitu mempertahankan posisi duduk tegap dalam jangka waktu tertentu.
5. Pasien akan dapat melakukan rehabilitasi secara maksimal apabila pasien sudah dalam kondisi yang siap secara fisik maupun mental.
6. Hasil terapi latihan yang diharapkan akan optimal jika ditunjang oleh kemampuan fungsi kognitif, persepsi dan semua modalitas sensoris yang utuh. [4]

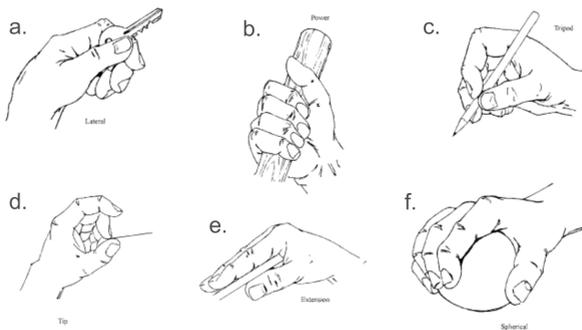
Proses rehabilitasi pasca stroke pada fase sub akut memiliki beberapa tujuan, yaitu

1. Mencegah timbulnya komplikasi akibat tirah bening
2. Menyiapkan / mempertahankan kondisi yang memungkinkan pemulihan fungsional yang paling optimal
3. Mengembalikan kemandirian dalam melakukan aktivitas sehari-hari
4. Mengembalikan kebugaran fisik dan mental [4]

2.1.1 Rehabilitasi Jari Tangan

Tangan memiliki kontribusi sekitar 90% dari fungsi tubuh bagian atas, namun meskipun demikian fungsi tubuh bagian atas terdiri dari berbagai sistem yang saling terkoordinasi sehingga menciptakan mobilitas secara menyeluruh. Untuk membedakan fungsi dari tangan, fungsi tersebut sedapat mungkin harus dipisahkan dengan sisa fungsi tubuh bagian atas lainnya. Penilaian tersebut juga harus divalidasi dengan posisi fungsional tangan pada umumnya, seperti *lateral pinch* yaitu menggenggam suatu barang menggunakan ibu jari dan ruas tengah jari telunjuk seperti pada Gambar 2.1 a), *power grip* yaitu menggenggam benda dengan melilitkan jari-jari

tangan dengan ibu jari diletakkan di atasnya seperti pada Gambar 2.1 b), *tripod pinch* yaitu memegang sebuah benda menggunakan ujung ibu jari dan dua ujung jari lainnya seperti pada Gambar 2.1 c), *tip pinch* yaitu memegang benda dengan menggunakan ujung ibu jari dan ujung salah satu jari lainnya seperti pada Gambar 2.1 d), *extension grip* yaitu memegang benda dengan menggunakan perluasan jari-jari tangan di atas benda dan ibu jari diletakkan di bawah benda seperti pada Gambar 2.1 e), dan *spherical grip* yaitu memegang benda dengan membuat posisi tangan seperti bola untuk menggenggam benda yang berbentuk menyerupai bola seperti pada Gambar 2.1 f). [5]. Posisi fungsional tangan yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Posisi fungsional tangan pada umumnya [5]. a) *Laternal Pinch*, b) *Power Grip*, c) *Tripod Pinch*, d) *Tip Pinch*, e) *Extension Grip*, f) *Spherical Grip*

2.1.2 Gerakan Rehabilitasi Jari Tangan

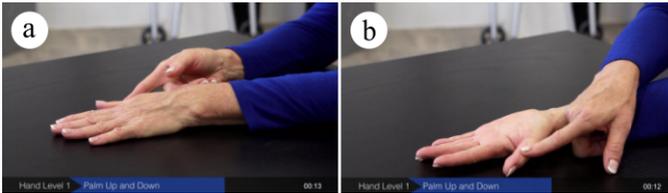
Berdasarkan buku panduan gerakan rehabilitasi pasca stroke gerakan tangan yang dikeluarkan oleh FlintRehab terdapat beberapa macam gerakan yang dapat dijadikan referensi dalam melakukan rehabilitasi pasca stroke gerakan tangan. Gerakan-gerakan tersebut dapat dilakukan di atas sebuah meja atau penampang tangan lainnya serta menggunakan beberapa alat bantu seperti pulpen, koin, botol air minum, bola, dan lain sebagainya [6]. Gerakan-gerakan rehabilitasi tersebut dibagi menjadi *Level 1 Hand Exercises*, *Level*

2 Hand Exercises, Level 3 Hand Exercises, dan 8 Hand Therapy Ball Exercises. Masing-masing bagian memiliki beberapa gerakan sebagai berikut :

1. *Level 1 Hand Exercises*

(a) *Palm Up and Down*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan cara meletakkan tangan diatas meja atau penampang tangan lainnya dalam posisi telapak tangan menghadap ke bawah seperti pada Gambar 2.2 a) dan membalikkannya ke posisi telapak tangan menghadap ke atas seperti pada Gambar 2.2 b) maupun sebaliknya. Gerakan ini dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan dari tangan yang tidak terdampak stroke.



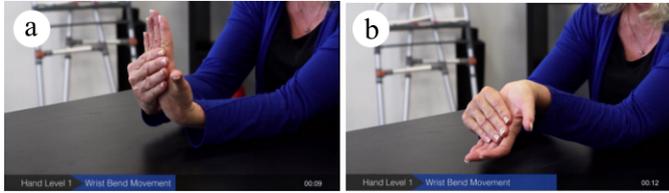
Gambar 2.2: Gerakan Palm Up and Down [6]. a) Posisi telapak tangan menghadap ke bawah, b) Posisi telapak tangan menghadap ke atas

(b) *Wrist Bend Movement*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan menarik telapak tangan ke belakang seperti pada Gambar 2.3 a) dan ke depan seperti pada Gambar 2.3 b) dengan posisi siku tetap bertumpu pada meja atau penampang tangan lainnya. Gerakan ini dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan dari tangan yang tidak terdampak stroke.

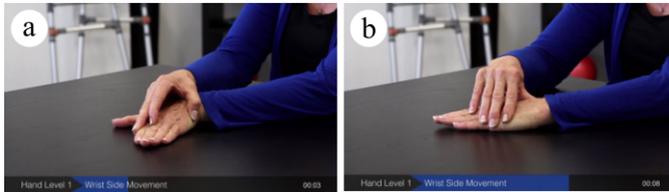
(c) *Wrist Side Movement*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan meletakkan tangan terdampak stroke ke atas meja maupun penampang tangan lainnya kemudian menggerakkannya ke kiri seperti pada Gambar 2.4 a) dan ke kanan seperti pada Gambar 2.4 b) secara bergantian. Gerakan ini dapat dilakukan



Gambar 2.3: Gerakan Wrist Bend Movement [6]. a) Posisi telapak tangan ditarik ke depan, b) Posisi telapak tangan ditarik ke belakang

dengan menggunakan bantuan dari tangan yang tidak terdampak stroke.



Gambar 2.4: Gerakan Wrist Side Movement [6]. a) Posisi tangan digerakkan ke kiri, b) Posisi tangan digerakkan ke kanan

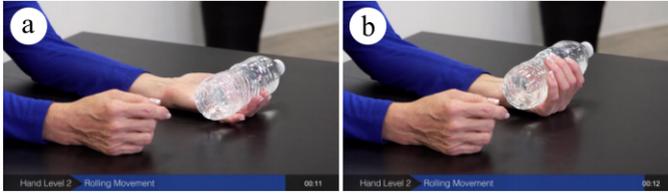
2. Level 2 Hand Exercises

(a) *Rolling Movement*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan meletakkan tangan diatas meja atau penampang tangan lainnya dengan telapak tangan menghadap ke atas, kemudian letakkan botol air minum diatasnya untuk digelindingkan diatas tangan seperti Gambar 2.5 a) kemudian di genggam dan ditarik kembali ke belakang seperti pada Gambar 2.5 b).

(b) *Wrist Curl*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan menggenggam botol air mineral lalu menariknya ke atas seperti pada Gambar 2.6 b) dan ke bawah seperti pada Gambar 2.6 a). Gerakan ini dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan tangan yang tidak terdampak stroke.



Gambar 2.5: Gerakan Rolling Movement [6]. a) Posisi tangan dengan botol air minum yg digelindingkan di atasnya, b) Posisi tangan saat menggenggam botol air minum dan menariknya kembali ke belakang



Gambar 2.6: Gerakan Wrist Curl [6]. a) Posisi tangan dengan menarik botol air minum ke bawah, b) Posisi tangan dengan menarik botol air minum ke atas

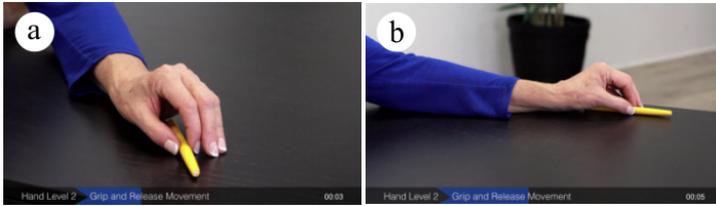
(c) *Grip and Release*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan meletakkan pulpen dan memegangnya menggunakan ujung ibu jari dan ujung jari telunjuk tangan yang terdampak stroke di sisi kanan meja seperti pada Gambar 2.7 a), kemudian menyeret pulpen ke sisi kanan dari meja seperti pada Gambar 2.7 b) kemudian lepaskan pulpen.

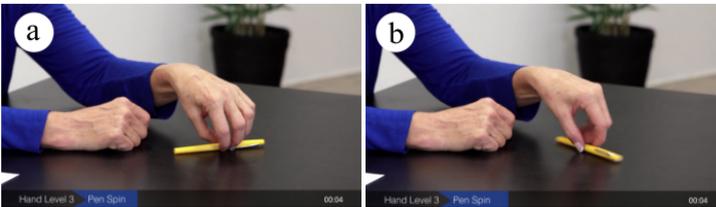
3. *Level 3 Hand Exercises*

(a) *Pen Spin*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan memegang pulpen menggunakan ibu jari dan jari lainnya seperti pada Gambar 2.8 a) kemudian memutar pulpen tanpa menggunakan kekuatan dari bahu seperti pada Gambar 2.8 b). Gerakan ini dapat dilanjutkan lagi dengan mempercepat putaran dari pulpen.



Gambar 2.7: Gerakan Grip and Release [6]. a) Posisi tangan memegang pulpen menggunakan ujung ibu jari dan ujung jari telunjuk di sisi kanan meja, b) Posisi akhir tangan setelah menyeret pulpen ke sisi kiri meja



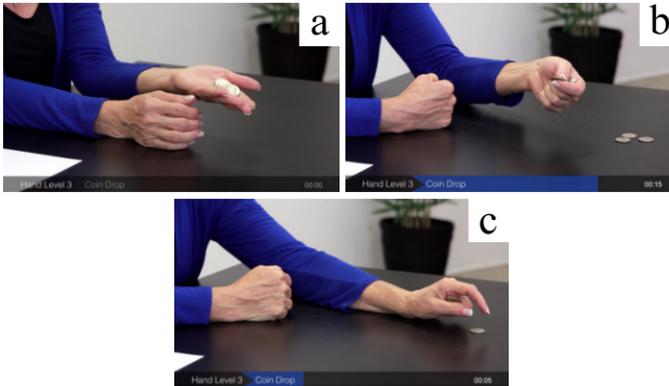
Gambar 2.8: Gerakan Pen Spin [6]. a) Posisi tangan memegang pulpen dengan menggunakan ibu jari dan jari lainnya, b) Posisi tangan memutar pulpen

(b) *Coin Drop*

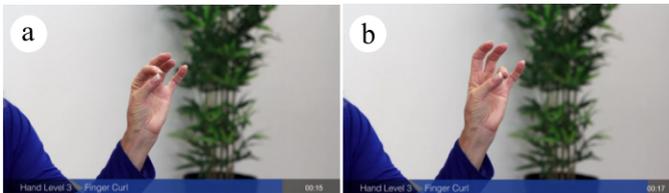
Gerakan ini dapat dilakukan dengan meletakkan beberapa koin di telapak tangan yang terdampak stroke seperti pada Gambar 2.9 a) lalu menjatuhkan satu persatu koin menggunakan ibu jari dengan melewati ujung jari telunjuk seperti pada Gambar 2.9 b). Lalu dapat dilanjutkan lagi dengan mengambil semua koin yang jatuh untuk dikembalikan ke telapak tangan seperti pada Gambar 2.9 c).

(c) *Finger Curl*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan melakukan gerakan menjepit menggunakan ujung ibu jari dan ujung jari-jari lainnya mulai dari jari telunjuk hingga jari kelingking secara berurutan seperti pada Gambar 2.10 kemudian melepaskannya.



Gambar 2.9: Gerakan Coin Drop [6]. a) Posisi tangan dengan koin di telapak tangan, b) Posisi menjatuhkan koin dengan ibu jari dan melewati ujung jari telunjuk, c) Posisi mengambil koin kembali untuk dikembalikan ke telapak tangan



Gambar 2.10: Gerakan Finger Curl [6]. a) Posisi ujung ibu jari menjepit dengan ujung jari telunjuk, b) Posisi ujung ibu jari menjepit dengan ujung jari manis

4. 8 Hand Therapy Ball Exercises

(a) *Power Grip*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan menggenggam bola terapi rehabilitasi dengan tangan yang terdampak stroke. Gerakan ini dapat dilihat pada Gambar 2.11.

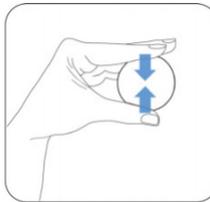
(b) *Pinch*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan menjepit bola terapi rehabilitasi dengan ibu jari dan keempat jari lainnya kemudian memberikan tekanan pada bola dan mengen-



Gambar 2.11: Gerakan Power Grip [6]

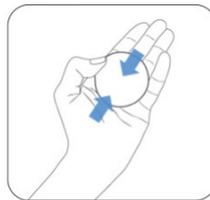
durkan tekanan pada bola secara bergantian. Gerakan ini dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12: Gerakan pinch [6]

(c) *Thumb Extension*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan meletakkan bola terapi rehabilitasi diatas telapak tangan dan mennggelindingkannya menggunakan ibu jari sepanjang telapak tangan. Gerakan ini dapat dilihat pada Gambar 2.13.

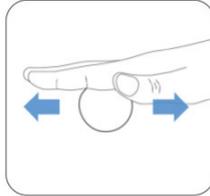


Gambar 2.13: Gerakan Thumb Extension [6]

(d) *Table Roll*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan meletakkan bola ter-

api rehabilitasi dibawah telapak tangan dan menggelindingkannya sepanjang telapak tangan kedepan dan kebelakang. Gerakan ini dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14: Gerakan Table Roll [6]

(e) *Finger Flexion*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan menggenggam bola terapi rehabilitasi dengan semua jari kecuali ibu jari kemudian memberikan tekanan dengan keempat jari tersebut. Gerakan ini dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15: Gerakan Finger Flexion [6]

(f) *Thumb Roll*

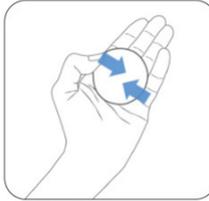
Gerakan ini dapat dilakukan dengan memutar bola di telapak tangan dengan menggunakan ibu jari secara melingkar diatas bola. Gerakan ini dapat dilihat pada Gambar 2.16.

(g) *Thumb Opposition*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan meletakkan bola diatas telapak tangan, lalu menggelindingkannya ke kanan dan ke kiri menggunakan ibu jari sepanjang lebar dari telapak tangan. Gerakan ini dapat dilihat pada Gambar 2.17.



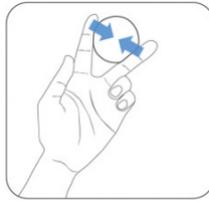
Gambar 2.16: Gerakan Thumb Roll [6]



Gambar 2.17: Gerakan Thumb Opposition [6]

(h) *Finger Squeeze*

Gerakan ini dapat dilakukan dengan meletakkan bola diantara dua jari dan menjepitnya menggunakan kekuatan dua jari tersebut. Gerakan ini dapat dilihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18: Gerakan Finger Squeeze [6]

2.2 *Leap Motion*

Leap Motion merupakan sebuah perangkat yang menggunakan dua buah kamera dan tiga LED inframerah dengan panjang gelombang mencapai 850 nanometer. Data yang didapatkan dari *Leap*

Motion adalah data berupa gambar hitam putih yang dihasilkan oleh spektrum cahaya inframerah dan dipisahkan ke kamera kiri dan kanan. Objek yang akan terlihat pada gambar yang dihasilkan adalah objek yang disinari langsung oleh LED Monitor *Leap Motion* seperti pada Gambar 2.19

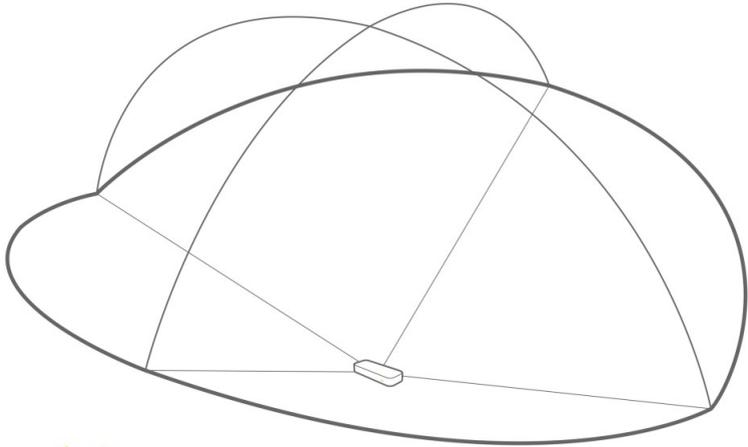


Gambar 2.19: Visualisasi object yang terpapar sinar LED Monitor Leap Motion [7]

Leap Motion memiliki area interaksi yang besar berbentuk piramida terbalik sesuai dengan perpotongan *fields of view* dari kamera yang dimilikinya. Area interaksi ini memiliki batas sebesar 60cm di atas perangkat untuk *Leap Motion Controller* versi sebelumnya, dan sebesar 80cm di atas perangkat untuk *Orion Beta Software*. Batas tersebut dipengaruhi oleh perambatan cahaya LED pada bidang ruang yang mana semakin jauh objek dari perangkat maka akan semakin sukar untuk dideteksi oleh cahaya LED yang dimiliki oleh *Leap Motion* [7]. Area interaksi dari Leap Motion dapat dilihat pada Gambar 2.20.

Untuk pengembangan aplikasi yang memanfaatkan data dari *Leap Motion*, *developer* dapat mengambil beberapa data yang dapat digunakan seperti *frame*, *hand*, *fingers*, *bones*, dan *joint position*. Selain itu, *developer* juga dapat mengambil data pendukung lainnya seperti *pintable tool*, *arm*, *palm position and velocity*, *directional and normal vector*, *orthonormal basis*, dan lain sebagainya [8]. Data-data yang dapat diambil dari *Leap Motion* dapat dilihat pada Gambar 2.21.

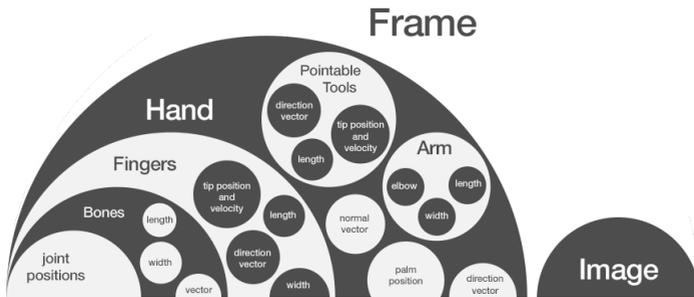
Joint position merupakan satuan data paling kecil



Interaction Area

2 feet above the controller, by 2 feet wide on each side (150° angle), by 2 feet deep on each side (120° angle)

Gambar 2.20: Area Interaksi Leap Motion [7]



Gambar 2.21: macam-macam data yang dapat diambil dari Leap Motion [8]

yang bisa didapatkan dari sensor *Leap Motion*, *data joint* yang didapat berupa koordinat tiga dimensi berdasarkan posisi tangan pengguna dari *Leap Motion* dengan pusat koordinat berada pada

titik tengah *Leap Motion Controller* [9]. Koordinat yang didapatkan menyimpan data posisi dan rotasi dari *data joint*. *Leap Motion* menangkap 22 *data joint* pada tangan manusia yang mendefinisikan posisi jari-jari tangan, telapak tangan, dan pergelangan tangan [8]. 22 *data joint* yang ditangkap oleh *Leap Motion* dapat dilihat pada Gambar 2.22.



Gambar 2.22: 22 data joint yang ditangkap oleh Leap Motion [8]

2.3 *Euclidean Distance*

Untuk menentukan suatu kesamaan (*similarity*) dari dua buah vektor dapat menggunakan jarak antara vektor satu dengan vektor lainnya. Dari jarak tersebut dapat digunakan untuk menentukan skor kemiripan dari dua vektor tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antar vektor adalah metode *Euclidean Distance* yang ditemukan oleh Euclid sekitar tahun 300 B.C.E.

Euclidean Distance merupakan sebuah metode yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan dua vektor. *Euclidean Distance* biasa diterapkan dalam 1,2, dan 3 dimensi, namun tidak

menutup kemungkinan untuk diterapkan pada n dimensi [10]. Penghitungan jarak pada *Euclidean Distance* menggunakan Persamaan 2.1.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (2.1)$$

dengan d_{ij} adalah tingkat perbedaan (*dissimilarity degree*), n adalah jumlah vektor, x_{ik} adalah vektor *input*, dan x_{jk} adalah vektor pembanding.

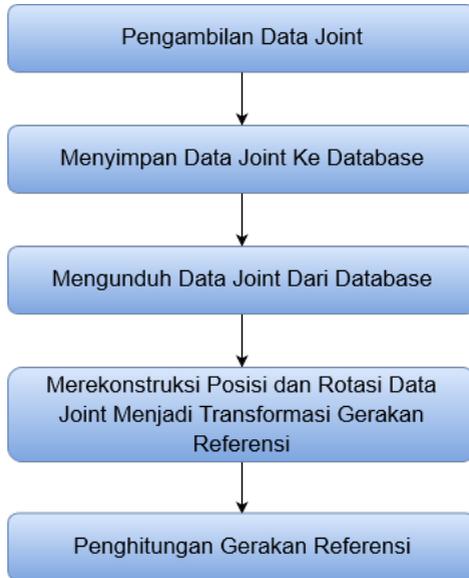
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Desain Sistem

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi *MedCap* yang sudah ada dengan menambahkan fitur untuk menangkap dan menghitung kesesuaian gerakan untuk rehabilitasi pasca stroke gerakan jari-jari tangan. Desain sistem aplikasi *MedCap* yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 3.1.



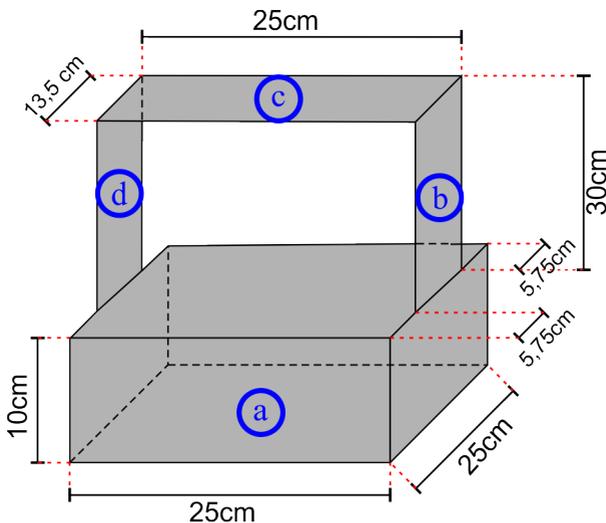
Gambar 3.1: Desain sistem aplikasi *MedCap*

Untuk menangkap dan menghitung kesesuaian gerakan jari tangan, aplikasi *MedCap* menggunakan sensor pembaca gerakan jari tangan, aplikasi *MedCap* menggunakan sensor pembaca gerakan jari tangan *Leap Motion*. Dengan menggunakan *Leap Motion SDK*, *MedCap* dapat mengambil data *joint* tangan manusia yang terpapar sinar inframerah dari *Leap Motion*. Data *joint* yang didapatkan

meliputi data *joint* pada pergelangan tangan hingga ruas jari-jari tangan. Dengan menggunakan data *joint* yang sudah didapatkan, aplikasi *MedCap* dapat menyusunnya menjadi gerakan referensi yang kemudian disimpan ke dalam *database online* menggunakan REST API. Gerakan referensi yang sudah disimpan di *database online* dapat diunduh menggunakan *REST API* untuk direkonstruksi menjadi gerakan referensi saat aplikasi *MedCap* digunakan untuk melakukan rehabilitasi pasca stroke oleh subjek. Data *joint* subjek akan dibandingkan dengan data *joint* yang sudah disimpan per *frame* untuk mendapatkan persentase kesesuaian gerakan antara gerakan referensi dan gerakan subjek.

3.2 Desain Alat

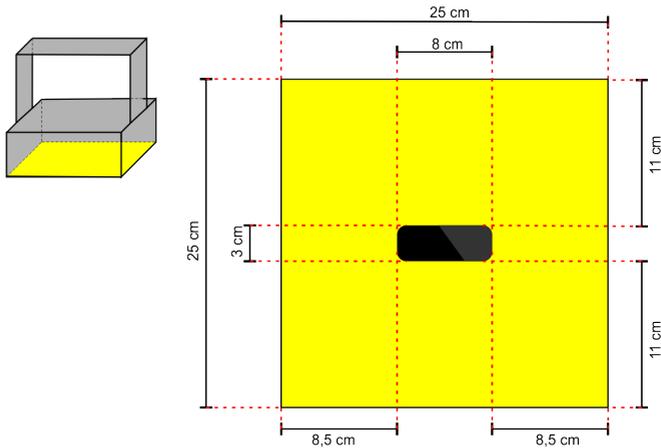
Aplikasi *MedCap* yang menggunakan *Leap Motion* akan dilengkapi dengan sebuah alat bantu berupa sebuah kotak sebagai tempat untuk *Leap Motion* dan tempat menaruh tangan subjek yang terdampak stroke untuk melakukan rehabilitasi pasca stroke. Desain alat yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2: Desain alat yang digunakan *MedCap*

Alat yang digunakan memiliki panjang 25 cm, lebar 25 cm

dan tinggi 35 cm. *Leap Motion* dapat diletakkan pada empat tempat yang berbeda sesuai dengan kebutuhan untuk menyesuaikan dengan gerakan yang dilakukan. Posisi *Leap Motion* ditandai dengan huruf a,b,c,d pada Gambar 3.2. Untuk posisi *Leap Motion* berada dibawah, *Leap Motion* diposisikan di tengah dari alat untuk mendeteksi gerakan tangan yang berada di bagian penampang tempat subjek menaruh tangannya. Desain untuk posisi *Leap Motion* di bagian bawah dapat dilihat pada Gambar 3.3.

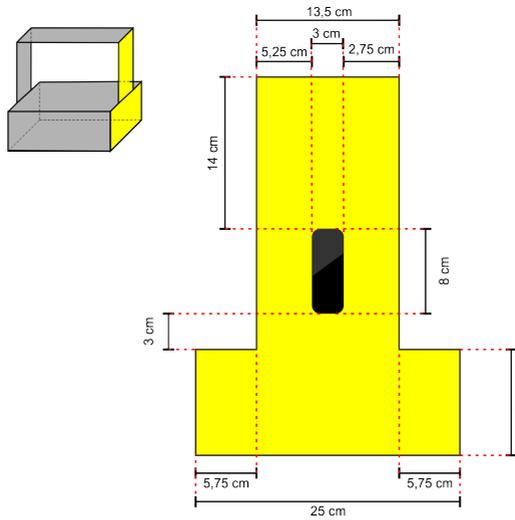


Gambar 3.3: Detail ukuran bagian bawah alat yang digunakan *MedCap*

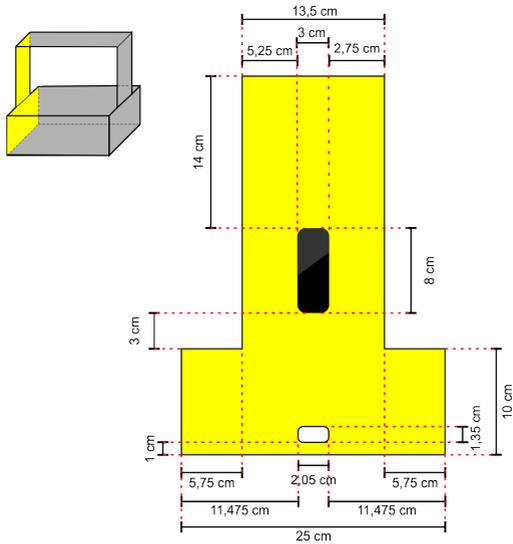
Sementara untuk bagian kanan dari alat yang digunakan *MedCap*, *Leap Motion* diletakkan secara vertikal untuk mendeteksi gerakan tangan yang sebagian besar jari-jari tangan tidak saling menumpuk jika dilihat dari samping. Desain untuk posisi *Leap Motion* di bagian kanan dari alat dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Kemudian untuk bagian kiri dari alat yang digunakan *MedCap* tidak jauh berbeda dari desain pada bagian kanan alat. Hanya saja pada bagian kiri ditambahkan dengan lubang kecil sebagai tempat kabel untuk terhubung ke dalam alat. Desain untuk posisi *Leap Motion* di bagian kiri dari alat dapat dilihat pada Gambar 3.5

Untuk bagian atas dari alat yang digunakan *MedCap*, *Leap Motion* diletakkan di tengah-tengah dari luas penampang bagian atas. Penampang bagian atas diletakkan 25 cm diatas dari tempat

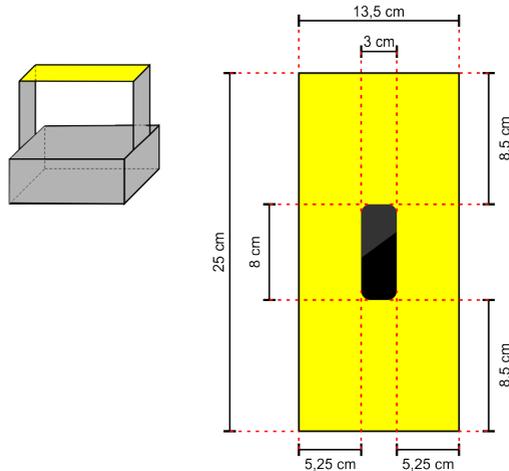


Gambar 3.4: Detail ukuran bagian kanan alat yang digunakan *MedCap*



Gambar 3.5: Detail ukuran bagian kiri alat yang digunakan *MedCap*

subjek menaruh tangan saat melakukan rehabilitasi pasca stroke. Desain untuk posisi *Leap Motion* di bagian atas dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6: Detail ukuran bagian atas alat yang digunakan *MedCap*

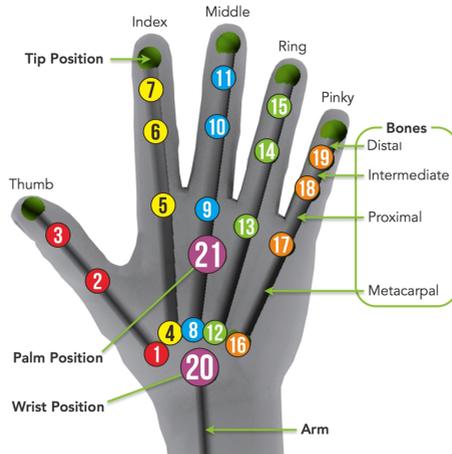
3.3 Alur Kerja Sistem

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai alur kerja sistem yang akan dibuat. Sistem ini dibangun menggunakan *Unity3D* dan *Application Program Interfaces (API)* yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman PHP. Ada beberapa tahapan yang harus dilakukan agar sistem ini berjalan dengan baik dan benar sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu rehabilitasi penyakit stroke gerakan jari-jari tangan. Tahapan-tahapan tersebut meliputi pengambilan data *joint*, menyimpan data *joint* ke *database*, mengunduh data *joint* dari *database*, merekonstruksi data *joint* menjadi gerakan referensi, dan penghitungan kesesuaian gerakan.

3.3.1 Pengambilan Data *Joint*

Proses pengambilan data *joint* dilakukan dengan menggunakan bantuan dari *Leap Motion SDK*. Sebelum mengambil data *joint*, perlu diinisialisasi objek yang akan menyimpan data *joint* yang didapatkan. Data *joint* yang akan digunakan dalam aplikasi *MedCap*

berupa dua puluh satu titik *joint* yang ditangkap oleh *Leap Motion*. dua puluh satu titik ini dapat dilihat pada Gambar 3.7.



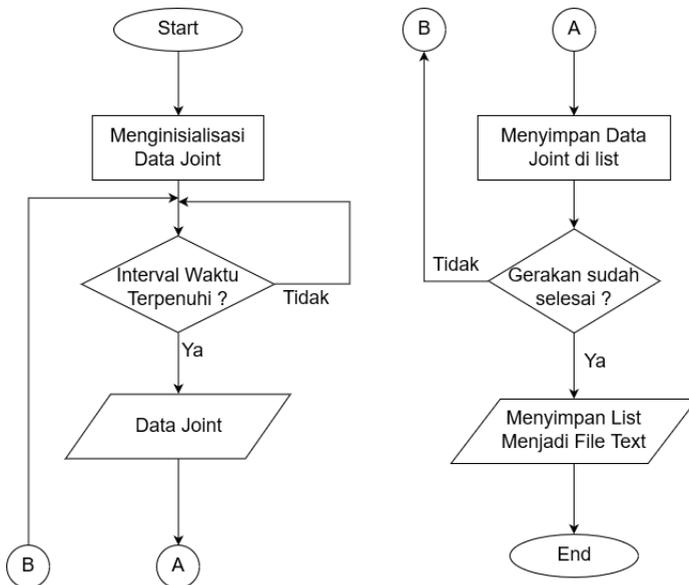
Gambar 3.7: Titik-titik data *joint* yang diambil

Titik-titik data *joint* yang diambil berdasarkan Gambar 3.7 adalah sebagai berikut :

1. Pangkal *metacarpal* ibu jari
2. Pangkal *proximal* ibu jari
3. Pangkal *distal* ibu jari
4. Pangkal *metacarpal* jari telunjuk
5. Pangkal *proximal* jari telunjuk
6. Pangkal *intermediatel* jari telunjuk
7. Pangkal *distal* jari telunjuk
8. Pangkal *metacarpal* jari tengah
9. Pangkal *proximal* jari tengah
10. Pangkal *intermediatel* jari tengah
11. Pangkal *distal* jari tengah
12. Pangkal *metacarpal* jari manis
13. Pangkal *proximal* jari manis
14. Pangkal *intermediatel* jari manis
15. Pangkal *distal* jari manis
16. Pangkal *metacarpal* jari kelingking

17. Pangkal *proximal* jari kelingking
18. Pangkal *intermediatel* jari kelingking
19. Pangkal *distal* jari kelingking
20. Pergelangan tangan
21. Telapak tangan

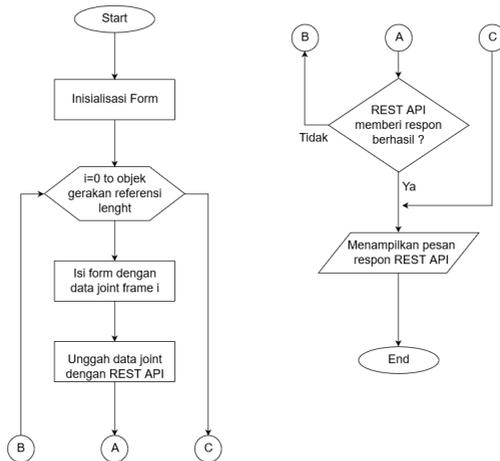
Saat petugas medis merekam gerakan referensi, data *joint* yang sudah diinisialisasi akan diambil setiap selang waktu 0.05 detik dalam bentuk *vector3* untuk posisi dan *quaternion* untuk rotasi. Semua data *joint* yang sudah didapatkan akan disimpan ke dalam objek yang sudah diinisialisasi sebelumnya. Proses tersebut akan berulang setiap selang waktu 0.05 detik sampai gerakan dinyatakan selesai oleh petugas medis. Setelah itu objek yang menyimpan data *joint* gerakan referensi akan dikonversi menjadi *file text* sementara. *Flowchart* dari proses mengambil data *joint* dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8: *Flowchart* pengambilan data *joint*

3.3.2 Pengunggahan Data *Joint* ke *Database*

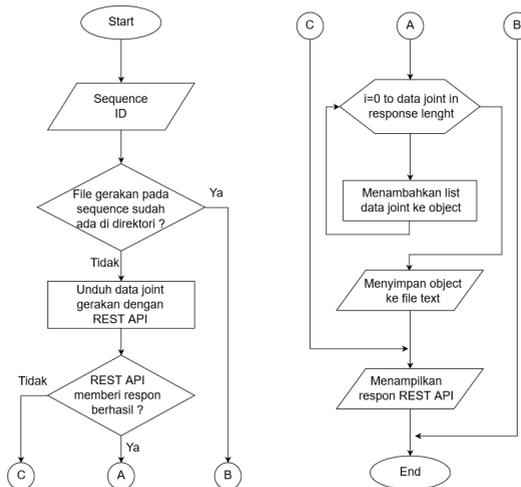
Objek data *joint* yang sudah didapatkan kemudian diunggah ke *database* dengan menggunakan *REST API* agar dapat diakses oleh pengguna lainnya sebagai gerakan referensi. Sebelum memanggil *REST API*, objek data *joint frame* pertama diisikan kedalam bentuk *form* yang berisi tiap-tiap elemen *vektor3* dan *quaternion* dari *frame* tersebut. Setelah itu *form* akan dikirim saat memanggil *REST API*. *REST API* akan memberikan respon berupa data *boolean* yang mengindikasikan proses pengunggahan data *joint* kedalam *database* berhasil atau tidak. Jika *REST API* memberikan respon berhasil maka proses pengunggahan akan dilanjutkan untuk *frame* berikutnya, namun apabila *REST API* memberikan respon gagal maka proses pengunggahan akan dihentikan dan aplikasi akan menampilkan pesan di layar kepada subjek bahwa proses pengunggahan telah gagal. Begitu pula saat seluruh *frame* telah selesai diunggah, aplikasi akan menampilkan pesan pada layar kepada subjek bahwa proses pengunggahan berhasil. *Flowchart* dari proses pengunggahan data *joint* ke *database* dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9: *Flowchart* proses pengunggahan data *joint* ke *database*

3.3.3 Mengunduh Data *Joint* dari *Database*

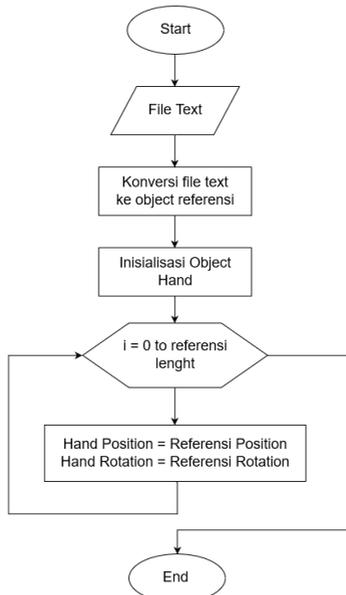
Sebelum menggunakan aplikasi *MedCap* untuk melakukan rehabilitasi pasca stroke, subjek diharuskan untuk mengunduh gerakan referensi terlebih dahulu. Aplikasi *MedCap* akan mengecek terlebih dahulu pada direktori yang digunakan untuk menyimpan *file* gerakan referensi apakah gerakan referensi sudah ada atau belum. Jika pada direktori tersebut gerakan referensi sudah ada, maka aplikasi *MedCap* tidak akan mengirimkan permintaan ke *REST API* untuk mengunduh gerakan referensi. Sebaliknya, jika pada direktori tersebut gerakan referensi belum ada maka aplikasi *MedCap* mengharuskan subjek untuk mengunduh gerakan referensi tersebut terlebih dahulu melalui *REST API*. Setelah *REST API* memberikan respon kepada aplikasi bahwa proses pengunduhan gagal, maka aplikasi *MedCap* akan menampilkan pesan di layar bahwa proses pengunduhan telah gagal. Sebaliknya saat *REST API* memberikan respon berhasil, maka aplikasi *MedCap* akan menginisialisasi objek yang akan menyimpan data *joint* yang didapatkan dari *REST API*. Selanjutnya objek tersebut akan dikonversi menjadi *file* teks dengan nama gerakan yang diunduh. *Flowchart* proses mengunduh data *joint* dari *database* dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10: *Flowchart* proses pengunduhan data *joint* dari *database*

3.3.4 Merekonstruksi Data *Joint* Menjadi Animasi Gerakan Referensi

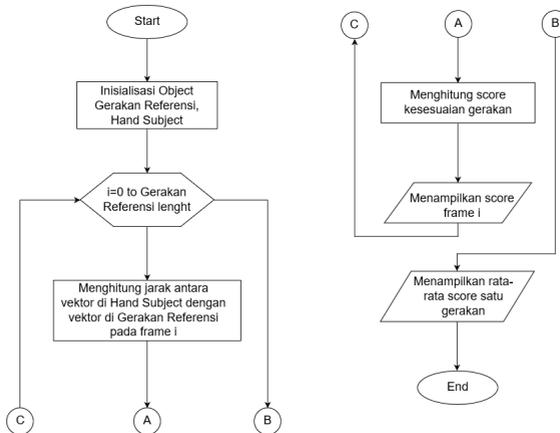
Dalam membantu pasien untuk mengetahui gerakan referensi yang akan ditirukan saat melakukan rehabilitasi pasca stroke, aplikasi *MedCap* menampilkan gerakan referensi dalam bentuk animasi. Aplikasi *MedCap* mengkonversi *file text* gerakan referensi yang sudah diunduh menjadi data objek yang berisi data-data *joint* per *frame* gerakan referensi. Data *joint* tiap *frame* akan digunakan untuk memposisikan posisi dan rotasi data *joint* model tangan yang digunakan agar menjadi gerakan referensi yang dapat diikuti oleh subjek. Proses memposisikan data *joint* model tangan dilakukan sampai *frame* dari gerakan referensi telah selesai sehingga akan dilanjutkan dengan merekonstruksi gerakan selanjutnya. *Flowchart* proses rekonstruksi data *joint* menjadi animasi gerakan referensi dapat dilihat pada Gambar 3.11



Gambar 3.11: *Flowchart* proses rekonstruksi data *joint* menjadi animasi gerakan referensi

3.3.5 Penghitungan Kesesuaian Gerakan

Setelah memasuki tahap latihan rehabilitasi pasca stroke gerakan jari tangan, subjek akan menirukan gerakan referensi semirip mungkin untuk mendapatkan nilai kesesuaian gerakan yang lebih tinggi. Setiap selang waktu yang sudah ditentukan aplikasi akan mengambil data *joint* antara data *joint* gerakan referensi dan data *joint* gerakan subjek. Setiap data *joint* yang diambil, akan diukur jarak antara dua data *joint* tersebut menggunakan persamaan *Euclidean Distance* untuk mendapatkan jarak perbedaan dari kedua data *joint* tersebut. Setelah semua data *joint* dihitung jaraknya, maka akan di kalkulasikan rata-rata jarak perbedaan dari semua data *joint* yang di dapat dalam satu *frame*. Setelah seluruh *frame* dalam gerakan referensi sudah didapatkan hasil perbedaan jarak data *joint*nya, maka nilai rata-rata kesesuaian gerakan untuk satu gerakan referensi akan dihitung dan ditampilkan di layar oleh aplikasi *MedCap*. *Flowchart* proses penghitungan kesesuaian gerakan dapat dilihat pada Gambar 3.12



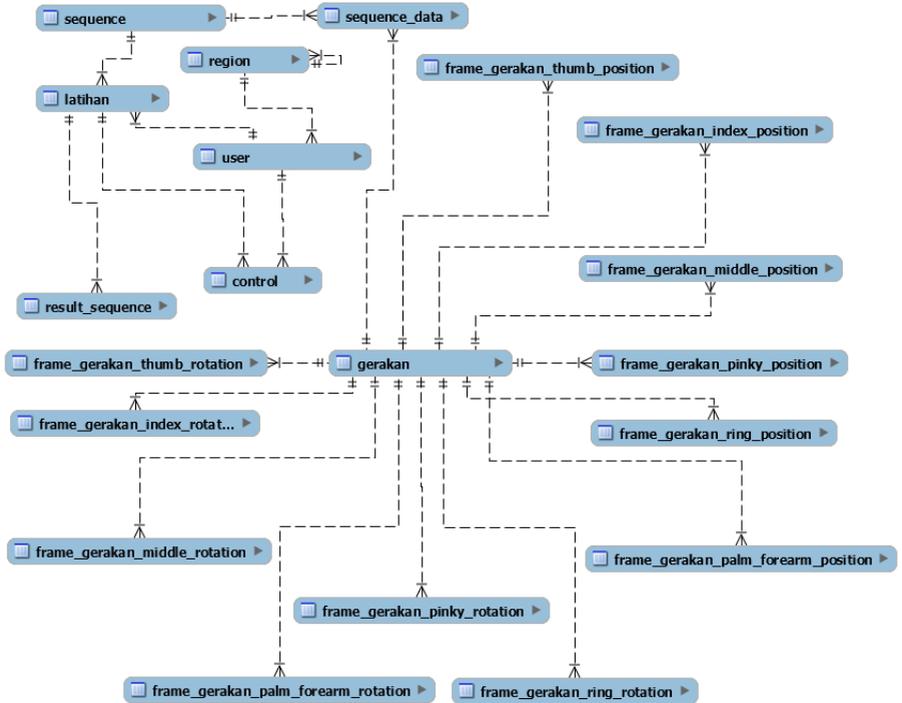
Gambar 3.12: Flowchart proses penghitungan kesesuaian gerakan

3.4 Desain Relasi *Database*

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang skema relasi tabel dan struktur tabel dari *database* yang digunakan oleh aplikasi "*MedCap*".

3.4.1 Skema Relasi *Database*

Skema relasi antar tabel pada *database* yang digunakan oleh aplikasi "MedCap" dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13: Skema relasi database aplikasi MedCap

Tabel *User* berelasi dengan tabel *Region* (berisi informasi tentang nama provinsi, kabupaten/kota, dan kecamatan), tabel *Latihan* berelasi dengan tabel *User* (berisi data *user*) dan tabel *Sequence* (berisi tentang data *sequence* gerakan referensi), tabel *Result_Sequence* berelasi dengan tabel *Latihan* (berisi data latihan subjek), tabel *Control* berelasi dengan tabel *Latihan* (berisi data latihan subjek) dan tabel *User* (berisi data *user*), tabel *Frame_Gerakan_Thumb*, tabel *Frame_Gerakan_Index*, tabel *Frame_Gerakan_Middle*, tabel *Frame_Gerakan_Ring*, tabel *Frame_Gerakan_Pinky*,

dan tabel *Frame _ Gerakan _ Palm _ Forearm* berelasi dengan tabel *Gerakan*, tabel *Gerakan* berelasi dengan tabel *Sequence _ Data* berelasi dengan tabel *Sequence*.

3.4.2 Struktur Tabel

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai struktur empat belas tabel yang digunakan pada penelitian ini. Berikut merupakan penjabaran dari struktur tiap-tiap tabel :

1. Tabel *User*

Tabel *User* digunakan untuk menyimpan data dari pengguna aplikasi "*MedCap*" baik petugas medis maupun subjek. Struktur tabel dari Tabel *User* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Struktur tabel *user*

| Nama <i>Field</i> | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|--------------------------|------------------|---------------|----------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>email</i> | <i>varchar</i> | 50 | <i>email user</i> |
| <i>password</i> | <i>varchar</i> | 100 | <i>password user terenkripsi</i> |
| <i>name</i> | <i>varchar</i> | 50 | <i>nama user</i> |
| <i>address</i> | <i>varchar</i> | 300 | <i>alamat user</i> |
| <i>tgl_lahir</i> | <i>date</i> | | <i>tanggal lahir user</i> |
| <i>phone_number</i> | <i>varchar</i> | 15 | <i>nomor telepon user</i> |
| <i>api_key</i> | <i>varchar</i> | 15 | <i>key akses aplikasi</i> |
| <i>kecamatan</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id region</i> |
| <i>kota</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id region</i> |
| <i>provinsi</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id region</i> |
| <i>fisioterapis</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id user</i> |
| <i>created_at</i> | <i>date</i> | | <i>waktu data dibuat</i> |
| <i>updated_at</i> | <i>date</i> | | <i>waktu data diperbarui</i> |
| <i>unit_id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>kategori user</i> |

2. Tabel *Latihan*

Tabel *Latihan* digunakan untuk menyimpan data dari latihan yang sudah dilakukan oleh subjek. Struktur tabel dari Tabel *Latihan* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Struktur tabel latihan

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|--------------------|------------------|---------------|--------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>id_user</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id user</i> |
| <i>id_sequence</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id sequence</i> |
| waktu | <i>date</i> | | tanggal latihan |

3. Tabel *Result_Sequence*

Tabel *Result_Sequence* digunakan untuk menyimpan data dari hasil latihan yang sudah dilakukan oleh subjek. Struktur tabel dari Tabel *Result_Sequence* dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3: Struktur tabel *result sequence*

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|------------------|---------------|-------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>id_user</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id user</i> |
| <i>id_latihan</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id latihan</i> |

4. Tabel *Control*

Tabel *Control* digunakan untuk menyimpan data dari latihan yang sudah dilakukan oleh subjek. Struktur tabel dari Tabel *Control* dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4: Struktur tabel *control*

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|------------------|---------------|----------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>parent</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id latihan</i> |
| <i>score</i> | <i>int</i> | 11 | <i>score hasil latihan</i> |

5. Tabel *Region*

Tabel *Region* digunakan untuk menyimpan data kecamatan, kabupaten / kota, dan provinsi seluruh Indonesia. Struktur tabel dari Tabel *Region* dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5: Struktur tabel region

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|------------------|---------------|--|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>name</i> | <i>varchar</i> | 30 | nama kecamatan, kabupaten / kota, dan provinsi |
| <i>parent</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> region |
| <i>level</i> | <i>int</i> | 11 | tingkatan region |

6. Tabel *Sequence*

Tabel *Sequence* digunakan untuk menyimpan data *sequence* gerakan referensi. Struktur tabel dari Tabel *Sequence* dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6: Struktur tabel *sequence*

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|----------------------|------------------|---------------|----------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>name_sequence</i> | <i>varchar</i> | 100 | nama <i>sequence</i> |

7. Tabel *Sequence_Data*

Tabel *Sequence_Data* digunakan untuk menyimpan data dari susunan *sequence*. Struktur tabel dari Tabel *Sequence_Data* dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7: Struktur tabel *Sequence_Data*

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|------------------|---------------|---------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>parent</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> <i>sequence</i> |
| <i>id_gerakan</i> | <i>textt</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |

8. Tabel Gerakan

Tabel Gerakan digunakan untuk menyimpan data dari gerakan referensi. Struktur tabel dari Tabel Gerakan dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8: Struktur tabel gerakan

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|------------------|---------------|-------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| nama_gerakan | <i>varchar</i> | 100 | nama gerakan |

9. Tabel *Frame_Gerakan_Thumb_Position*

Tabel *Frame_Gerakan_Thumb_Position* digunakan untuk menyimpan data posisi dari tiap *frame* gerakan referensi pada *bone thumb*. Struktur tabel dari Tabel *Frame_Gerakan_Thumb_Position* dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9: Struktur tabel *frame* gerakan *thumb position*

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|------------------|---------------|------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| parent | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |
| <i>bone_1_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_2_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_2_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_2_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_3_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_3_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_3_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 3 thumb</i> |

10. Tabel *Frame_Gerakan_Index_Position*

Tabel *Frame_Gerakan_Index_Position* digunakan untuk menyimpan data posisi dari tiap *frame* gerakan referensi pada *bone index*. Struktur tabel dari Tabel *Frame_Gerakan_Index_Position* dapat dilihat pada Tabel 3.10.

11. Tabel *Frame_Gerakan_Middle_Position*

Tabel *Frame_Gerakan_Middle_Position* digunakan untuk menyimpan data posisi dari tiap *frame* gerakan referensi pada *bone middle*. Struktur tabel dari Tabel *Frame_Gerakan_Middle_Position* dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.10: Struktur tabel *frame* gerakan *index position*

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|------------------|---------------|------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| parent | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |
| <i>bone_1_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 1 index</i> |
| <i>bone_1_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 1 index</i> |
| <i>bone_1_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 1 index</i> |
| <i>bone_2_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 2 index</i> |
| <i>bone_2_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 2 index</i> |
| <i>bone_2_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 2 index</i> |
| <i>bone_3_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 3 index</i> |
| <i>bone_3_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 3 index</i> |
| <i>bone_3_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 3 index</i> |

Tabel 3.11: Struktur tabel *frame* gerakan *middle position*

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|------------------|---------------|-------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| parent | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |
| <i>bone_1_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 1 middle</i> |
| <i>bone_1_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 1 middle</i> |
| <i>bone_1_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 1 middle</i> |
| <i>bone_2_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 2 middle</i> |
| <i>bone_2_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 2 middle</i> |
| <i>bone_2_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 2 middle</i> |
| <i>bone_3_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 3 middle</i> |
| <i>bone_3_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 3 middle</i> |
| <i>bone_3_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 3 middle</i> |

12. Tabel *Frame_Gerakan_Ring_Position*

Tabel *Frame_Gerakan_Ring_Position* digunakan untuk menyimpan data posisi dari tiap *frame* gerakan referensi pada *bone ring*. Struktur tabel dari Tabel *Frame_Gerakan_Ring_Position* dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12: Struktur tabel *frame* gerakan *ring position*

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|------------------|---------------|------------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>parent</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |
| <i>bone_1_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone</i> 1 <i>ring</i> |
| <i>bone_1_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone</i> 1 <i>ring</i> |
| <i>bone_1_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone</i> 1 <i>ring</i> |
| <i>bone_2_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone</i> 2 <i>ring</i> |
| <i>bone_2_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone</i> 2 <i>ring</i> |
| <i>bone_2_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone</i> 2 <i>ring</i> |
| <i>bone_3_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone</i> 3 <i>ring</i> |
| <i>bone_3_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone</i> 3 <i>ring</i> |
| <i>bone_3_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone</i> 3 <i>ring</i> |

13. Tabel *Frame_Gerakan_Palm_Forearm_Position*

Tabel *Frame_Gerakan_Palm_Forearm_Position* digunakan untuk menyimpan data posisi posisi dari tiap *frame* gerakan referensi pada *bone palm* dan *forearm*. Struktur tabel dari Tabel *Frame_Gerakan_Palm_Forearm_Position* dapat dilihat pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13: Struktur tabel *frame* gerakan *palm* dan *forearm position*

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|------------------|---------------|------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>parent</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |
| <i>palm_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone palm</i> |
| <i>palm_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone palm</i> |
| <i>palm_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone palm</i> |
| <i>forearm_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone forearm</i> |
| <i>forearm_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone forearm</i> |
| <i>forearm_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone forearm</i> |

14. Tabel *Frame_Gerakan_Pinky_Position*

Tabel *Frame_Gerakan_Pinky_Position* digunakan untuk menyimpan data posisi dari tiap *frame* gerakan referensi pada *bone pinky*. Struktur tabel dari Tabel *Frame_Gerakan_Pinky_Position*

dapat dilihat pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14: Struktur tabel *frame* gerakan *pinky position*

| Nama <i>Field</i> | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|--------------|--------|------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>parent</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |
| <i>bone_1_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 1 pinky</i> |
| <i>bone_1_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 1 pinky</i> |
| <i>bone_1_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 1 pinky</i> |
| <i>bone_2_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 2 pinky</i> |
| <i>bone_2_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 2 pinky</i> |
| <i>bone_2_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 2 pinky</i> |
| <i>bone_3_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 3 pinky</i> |
| <i>bone_3_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 3 pinky</i> |
| <i>bone_3_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 3 pinky</i> |

15. Tabel *Frame_Gerakan_Palm_Forearm_Rotation*

Tabel *Frame_Gerakan_Palm_Forearm_Rotation* digunakan untuk menyimpan data rotasi dari tiap *frame* gerakan referensi pada *bone palm* dan *forearm*. Struktur tabel dari Tabel *Frame_Gerakan_Palm_Forearm_Rotation* dapat dilihat pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15: Struktur tabel *frame* gerakan *palm* dan *forearm rotation*

| Nama <i>Field</i> | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|--------------|--------|------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>parent</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |
| <i>palm_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone palm</i> |
| <i>palm_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone palm</i> |
| <i>palm_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone palm</i> |
| <i>palm_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone palm</i> |
| <i>forearm_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone forearm</i> |
| <i>forearm_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone forearm</i> |
| <i>forearm_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone forearm</i> |
| <i>forearm_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone forearm</i> |

16. Tabel *Frame_Gerakan_Thumb_Rotation*

Tabel *Frame_Gerakan_Thumb_Rotation* digunakan untuk menyimpan data rotasi dari tiap *frame* gerakan referensi pada *bone thumb*. Struktur tabel dari Tabel *Frame_Gerakan_Thumb_Rotation* dapat dilihat pada Tabel 3.16.

Tabel 3.16: Struktur tabel *frame* gerakan *thumb Rotation*

| Nama Field | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|------------------|---------------|------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>parent</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |
| <i>bone_1_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_2_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_2_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_2_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_3_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_3_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_3_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 3 thumb</i> |

17. Tabel *Frame_Gerakan_Index_Rotation*

Tabel *Frame_Gerakan_Index_Rotation* digunakan untuk menyimpan data rotasi dari tiap *frame* gerakan referensi pada *bone index*. Struktur tabel dari Tabel *Frame_Gerakan_Index_Rotation* dapat dilihat pada Tabel 3.17.

18. Tabel *Frame_Gerakan_Middle_Rotation*

Tabel *Frame_Gerakan_Middle_Rotation* digunakan untuk menyimpan data rotasi dari tiap *frame* gerakan referensi pada *bone middle*. Struktur tabel dari Tabel *Frame_Gerakan_Middle_Rotation* dapat dilihat pada Tabel 3.18.

19. Tabel *Frame_Gerakan_Ring_Rotation*

Tabel *Frame_Gerakan_Ring_Rotation* digunakan untuk menyimpan data rotasi dari tiap *frame* gerakan referensi pada *bone ring*. Struktur tabel dari Tabel *Frame_Gerakan_Ring_Rotation*

Tabel 3.17: Struktur tabel *frame* gerakan *index rotation*

| Nama <i>Field</i> | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|--------------------------|------------------|---------------|------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| parent | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |
| <i>bone_1_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_2_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_2_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_2_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_3_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_3_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_3_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 3 thumb</i> |

Tabel 3.18: Struktur tabel *frame* gerakan *middle Rotation*

| Nama <i>Field</i> | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|--------------------------|------------------|---------------|------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| parent | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |
| <i>bone_1_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_2_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_2_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_2_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_3_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_3_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_3_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 3 thumb</i> |

dapat dilihat pada Tabel 3.19.

Tabel 3.19: Struktur tabel *frame* gerakan *ring rotation*

| Nama <i>Field</i> | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|--------------|--------|------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>parent</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |
| <i>bone_1_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_2_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_2_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_2_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_3_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_3_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_3_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 3 thumb</i> |

20. Tabel *Frame_Gerakan_Pinky_Rotation*

Tabel *Frame_Gerakan_Pinky_Rotation* digunakan untuk menyimpan data rotasi dari tiap *frame* gerakan referensi pada *bone pinky*. Struktur tabel dari Tabel *Frame_Gerakan_Pinky_Rotation* dapat dilihat pada Tabel 3.20.

3.5 Desain Penggunaan

Untuk menggunakan aplikasi *MedCap* terdapat empat buah konfigurasi penempatan *Leap Motion* yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk mengakomodasi gerakan yang akan lebih baik jika direkam dari satu sisi yang semua data *joint* terbaca dengan baik dan benar. Keempat konfigurasi tersebut adalah sebagai berikut :

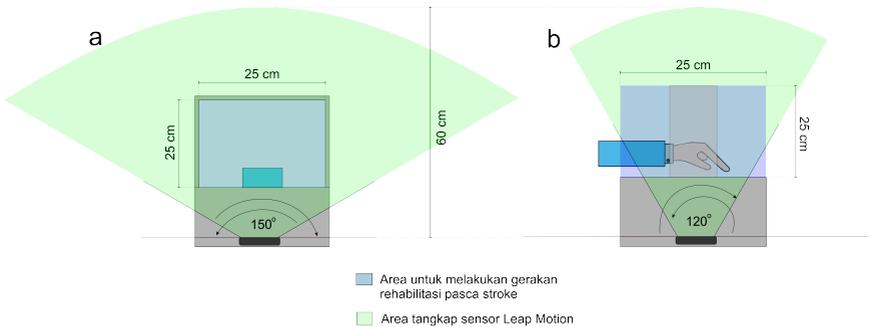
1. Konfigurasi *Leap Motion* Berada Di bawah

Konfigurasi ini menempatkan *Leap Motion* berada pada bagian bawah dari alat yang digunakan oleh aplikasi *MedCap*. Jarak antara *Leap Motion* dan tangan subjek saat melakukan rehabilitasi adalah sekitar 10cm. Konfigurasi ini dibuat untuk

Tabel 3.20: Struktur tabel *frame* gerakan *pinky rotation*

| Nama <i>Field</i> | Tipe Data | Ukuran | Keterangan |
|-------------------|--------------|--------|------------------------------|
| <i>id</i> | <i>int</i> | 11 | <i>ID</i> |
| <i>parent</i> | <i>int</i> | 11 | <i>id</i> gerakan |
| <i>bone_1_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 1 thumb</i> |
| <i>bone_2_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_2_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_2_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 2 thumb</i> |
| <i>bone_3_x</i> | <i>float</i> | | posisi x <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_3_y</i> | <i>float</i> | | posisi y <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_3_z</i> | <i>float</i> | | posisi z <i>bone 3 thumb</i> |
| <i>bone_1_w</i> | <i>float</i> | | posisi w <i>bone 3 thumb</i> |

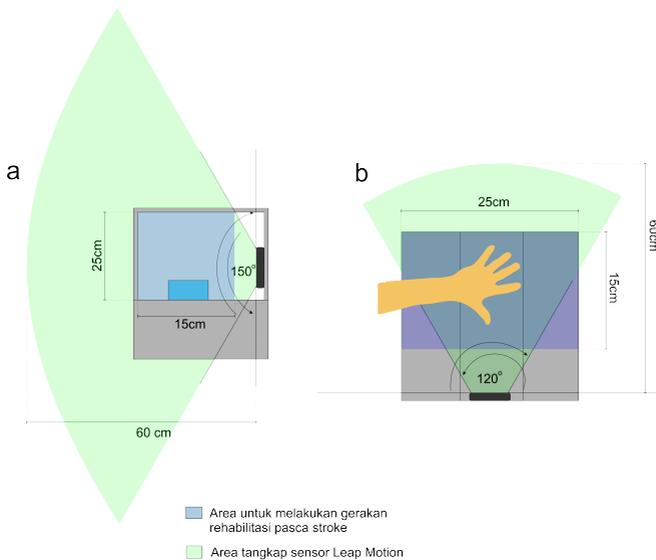
mengakomodasi gerakan dengan posisi tangan horizontal dan semua jari tangan tidak ada yang saling bertumpuk. Konfigurasi *Leap Motion* berada di bawah dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14: Konfigurasi alat yang digunakan *MedCap* dengan *Leap Motion* di bagian bawah. a) tampak depan, b) tampak samping

2. Konfigurasi *Leap Motion* Berada Di Kanan

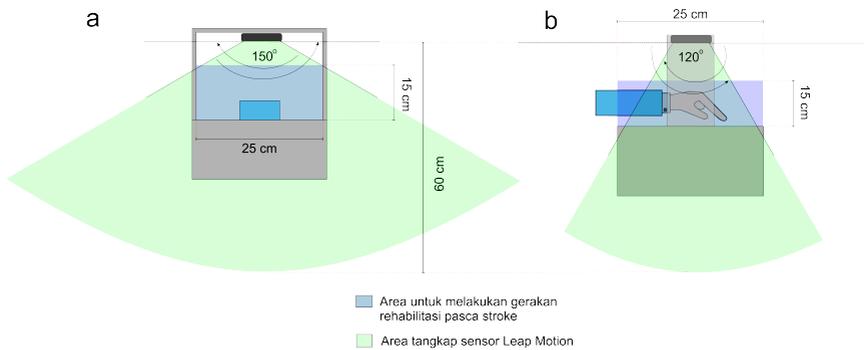
Konfigurasi ini menempatkan *Leap Motion* berada pada bagian kanan dari alat yang digunakan oleh aplikasi *MedCap*. Konfigurasi ini dibuat untuk mengakomodasi gerakan dengan posisi tangan vertikal maupun horizontal dengan jari yang saling bertumpuk secara vertikal. Konfigurasi *Leap Motion* berada di kanan dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15: Konfigurasi alat yang digunakan *MedCap* dengan *Leap Motion* di bagian kanan. a) tampak depan, b) tampak samping

3. Konfigurasi *Leap Motion* Berada Di Atas

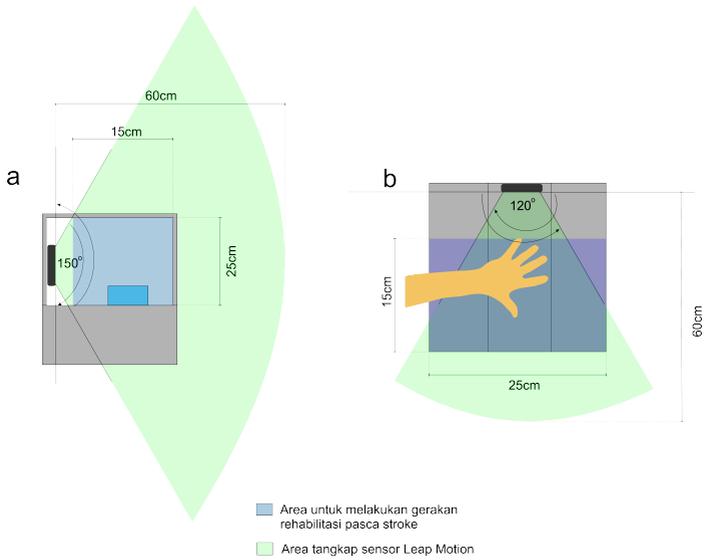
Konfigurasi ini menempatkan *Leap Motion* berada pada bagian atas dari alat yang digunakan oleh aplikasi *MedCap*. Konfigurasi ini dibuat untuk mengakomodasi gerakan dengan posisi tangan horizontal dengan posisi ibu jari di atas dari telapak tangan yang sukar dibaca jika *Leap Motion* diletakkan di bawah dari tangan. Konfigurasi *Leap Motion* berada di atas dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16: Konfigurasi alat yang digunakan *MedCap* dengan *Leap Motion* di bagian atas. a) tampak depan, b) tampak atas

4. Konfigurasi *Leap Motion* Berada Di Kiri

Konfigurasi ini menempatkan *Leap Motion* berada pada bagian kiri dari alat yang digunakan oleh aplikasi *MedCap*. Konfigurasi ini dibuat untuk mengakomodasi gerakan dengan posisi tangan vertikal maupun horizontal dengan jari yang saling bertumpuk secara vertikal. Konfigurasi *Leap Motion* berada di kiri dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17: Konfigurasi alat yang digunakan *MedCap* dengan *Leap Motion* di bagian kiri. a) tampak depan, b) tampak atas

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian dari sistem yang sudah dibuat untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sudah bekerja sebagaimana yang sudah direncanakan sebelumnya. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian tentang kemampuan dari sistem untuk merekam gerakan referensi yang sudah ditentukan, kecepatan respon dari REST API saat mengunggah dan mengunduh gerakan referensi, serta kemampuan sistem dalam menghitung kesesuaian gerakan antara gerakan referensi dan gerakan pasien saat melakukan gerakan rehabilitasi medis gerakan jari tangan yang sudah ditentukan.

Pengujian dilakukan pada sistem operasi *Windows 10 Education 64-bit* dan pada *Integrated Development Environment (IDE) Unity 3D* versi 5.6.2f1. Adapun spesifikasi dari *laptop* yang digunakan untuk pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Tabel spesifikasi *laptop* yang digunakan dalam pengujian

| Komponen | Spesifikasi |
|-----------------------------|--|
| Sistem Operasi | <i>Windows 10 Education 64-bit (10.0, Build 17134)</i> |
| <i>Processor</i> | Intel ^(R) Core ^(TM) i3-3217U CPU @1.8GHz (4CPUs), 1.8GHz |
| <i>Memory</i> | 8192MB RAM |
| Versi <i>DirectX</i> | <i>DirectX 12</i> |
| Versi <i>DxDiag</i> | 10.00.17134.0001 64-bit <i>Unicode</i> |
| <i>Display Adapter Name</i> | Intel ^(R) HD Graphics 4000 - NVIDIA GeForce GT 720M |
| <i>Approx. Total Memory</i> | 6038MB |

4.1 Pengujian Kesesuaian Gerakan yang Direkam Dengan Gerakan Aslinya

Pengujian ini bertujuan untuk menguji apakah sistem yang telah dibuat mampu merekam dan merekonstruksi gerakan referensi

seperti gerakan aslinya. Gerakan referensi yang digunakan diambil dari buku panduan rehabilitasi pasca stroke gerakan tangan yang dikeluarkan oleh FlintRehab yang sudah dijelaskan sebelumnya. Pada pengujian ini sistem akan diuji untuk merekam setiap gerakan referensi sebanyak sepuluh kali untuk setiap konfigurasi peletakkan Leap Motion pada alat yang digunakan. Proses penentuan apakah gerakan referensi berhasil direkam atau tidak adalah berdasarkan subjektif penguji dilihat dari tingkat keberhasilan rekonstruksi gerakan referensi yang telah diunduh dari database, kesamaan dengan gerakan aslinya, dan tidak adanya gerakan jari hasil estimasi dari Leap Motion. Setiap gerakan yang direkam akan ditentukan keberhasilannya menggunakan metode penilaian 1/0 sebagai indikasi gerakan berhasil direkam atau tidak. Gerakan rehabilitasi yang akan direkam terdiri dari beberapa bagian rehabilitasi yaitu *Level 1 Hand Exercises*, *Level 2 Hand Exercises*, *Level 3 Hand Exercises*, dan *8 Hand Therapy Ball Exercises*.

4.1.1 Perekaman Gerakan Referensi *Level 1 Hand Exercises*

Level 1 Hand Exercises merupakan latihan tahap awal bagi penderita stroke yang akan melakukan rehabilitasi gerakan tangan. Pada *level* ini terdapat tiga gerakan yang harus dilakukan oleh pasien yaitu :

1. *Palm Up and Downl*

Pada perekaman gerakan referensi *Palm Up and Downl*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil menangkap gerakan dengan baik sebanyak sepuluh kali dengan konfigurasi *Leap Motion* di bawah, lima kali dengan konfigurasi *Leap Motion* di kanan, sembilan kali dengan konfigurasi *Leap Motion* di atas, tujuh kali dengan konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Ada beberapa gerakan yang gagal direkam dan direkonstruksi dengan baik dikarenakan ada beberapa *frame* yang bergerak statis. Hal tersebut dikarenakan kesalahan *Leap Motion* dalam membaca tangan sebelah kanan menjadi sebelah kiri maupun sebaliknya. Hasil perekaman gerakan referensi *Palm Up and Downl* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

2. *Wrist Bend Movement*

Tabel 4.2: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *palm up and down*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 10/10 | 5/10 | 9/10 | 7/10 |

Pada perekaman gerakan referensi *Wrist Bend Movement*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil menangkap gerakan dengan baik sebanyak tujuh kali dengan konfigurasi *Leap Motion* di bawah, tiga kali dengan konfigurasi *Leap Motion* di kanan, tujuh kali dengan konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan enam kali dengan konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Ada beberapa gerakan yang gagal direkam maupun direkonstruksi dikarenakan adanya *frame* yang statis. Hal tersebut terjadi akibat kesalahan pembacaan tangan oleh *Leap Motion* yang membaca tangan kanan menjadi tangan kiri maupun sebaliknya. Selain itu, terjadi juga kesalahan posisi beberapa yang menyebabkan gerakan tidak sama seperti aslinya. Hal ini dikarenakan *Leap Motion* tidak dapat menangkap gerakan yang mendekati vertikal pada konfigurasi *Leap Motion* di atas dan di bawah dan gerakan yang mendekati horizontal pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan dan di kiri. Hasil perekaman gerakan referensi *Wrist Bend Movement* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *wrist bend movement*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 7/10 | 3/10 | 7/10 | 6/10 |

3. *Wrist Side Movement*

Pada perekaman gerakan referensi *Wrist Side Movement*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil menangkap gerakan dengan baik sebanyak sepuluh kali pada konfigurasi

si *Leap Motion* di bawah, empat kali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, sepuluh kali dengan konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan tiga kali dengan konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Ada beberapa gerakan yang hasil perekamannya dianggap gagal dikarenakan adanya beberapa jari yang posisinya diestimasi oleh *Leap Motion*. Hal ini terjadi dikarenakan *Leap Motion* hanya mendeteksi beberapa ruas jari saja sehingga ruas jari sisanya menggunakan hasil estimasi. Hasil perekaman gerakan referensi *Wrist Side Movement* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *wrist side movement*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 10/10 | 4/10 | 10/10 | 3/10 |

4.1.2 Perekaman Gerakan Referensi *Level 2 Hand Exercises*

Level 2 Hand Exercises merupakan latihan tahap kedua bagi penderita stroke yang akan melakukan rehabilitasi gerakan tangan. Pada *level* ini terdapat tiga gerakan yang harus dilakukan oleh pasien yaitu :

1. *Rolling Movement*

Pada perekaman gerakan referensi *Rolling Movement*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil menangkap gerakan dengan baik sebanyak delapan kali pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, satu kali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, enam kali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan tidak dapat ditangkap sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Gerakan yang gagal direkam terjadi dikarenakan pembacaan tangan oleh *Leap Motion* terhalang oleh botol air minum yang digunakan. Hasil perekaman gerakan referensi *Rolling Movement* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *rolling movement*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 8/10 | 1/10 | 6/10 | 0/10 |

2. *Wrist Curl*

Pada perekaman gerakan referensi *Wrist Curl*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil menangkap gerakan dengan baik sebanyak satu kali pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, tiga kali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, tidak berhasil direkam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan satu kali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Gerakan yang tidak bisa direkam dikarenakan pembacaan tangan oleh *Leap Motion* terhalang oleh botol air minum yang digunakan sehingga tangan tidak terdeteksi sama sekali maupun jari-jari tangan tidak seperti gerakan yang semestinya. Hasil perekaman gerakan referensi *Wrist Curl* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *wrist curl*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 1/10 | 3/10 | 0/10 | 1/10 |

3. *Grip and Release*

Pada perekaman gerakan referensi *Grip and Release*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil menangkap gerakan dengan baik sebanyak delapan kali pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, tiga kali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, delapan kali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan tiga kali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Gerakan yang tidak dapat terekam dengan baik dikarenakan ada *frame* yang hilang. Hal ini dikarenakan adanya kesalahan pembacaan tangan oleh *Leap Motion* yang menganggap tangan kanan

sebagai tangan kiri maupun sebaliknya. Selain itu gerakan yang tidak dapat direkam dengan baik juga disebabkan oleh adanya jari yang posisinya di estimasi oleh *Leap Motion* karena *Leap Motion* hanya menangkap beberapa ruas jari yang ada dan mengestimasi ruas jari sisanya. Hasil perekaman gerakan referensi *Grip and Release* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *grip and release*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 8/10 | 3/10 | 8/10 | 3/10 |

4.1.3 Perekaman Gerakan Referensi *Level 3 Hand Exercises*

Level 3 Hand Exercises merupakan latihan tahap ketiga bagi penderita stroke yang akan melakukan rehabilitasi gerakan tangan. Pada *level* ini terdapat tiga gerakan yang harus dilakukan oleh pasien yaitu :

1. *Pen Spin*

Pada perekaman gerakan referensi *Pen Spin*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil menangkap gerakan dengan baik sebanyak sembilan kali pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, tidak dapat direkam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, sembilan kali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan satu kali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Gerakan yang tidak dapat terekam dengan baik dikarenakan ada *frame* yang hilang. Hal ini dikarenakan adanya kesalahan pembacaan tangan oleh *Leap Motion* yang menganggap tangan kanan sebagai tangan kiri maupun sebaliknya. Selain itu gerakan yang tidak dapat direkam dengan baik juga disebabkan oleh adanya jari yang posisinya di estimasi oleh *Leap Motion* karena *Leap Motion* hanya menangkap beberapa

ruas jari yang ada dan mengestimasi ruas jari sisanya. Hasil perekaman gerakan referensi *Pen Spin* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *pen spin*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 9/10 | 0/10 | 9/10 | 1/10 |

2. *Coin Drop*

Pada perekaman gerakan referensi *Coin Drop*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil menangkap gerakan dengan baik sebanyak lima kali pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, satu kali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, lima kali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan satu kali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Gerakan yang tidak dapat direkam terjadi dikarenakan adanya *frame* yang statis. Hal ini dikarenakan kesalahan pembacaan oleh *Leap Motion* yang membaca tangan kanan menjadi tangan kiri maupun sebaliknya. Selain itu gerakan yang gagal direkam dikarenakan adanya estimasi gerakan jari yang dilakukan *Leap Motion* saat tidak semua ruas jari terbaca oleh sensor. Hasil perekaman gerakan referensi *Coin Drop* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *coin drop*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 5/10 | 1/10 | 5/10 | 1/10 |

3. *Finger Curl*

Pada perekaman gerakan referensi *Finger Curl*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil menangkap gerakan dengan baik sebanyak sembilan kali pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, tidak dapat terekam sama sekali pada

konfigurasi *Leap Motion* di kanan, tidak dapat terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan dua kali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Gerakan yang tidak dapat direkam dikarenakan terhalangnya *Leap Motion* oleh telapak tangan saat melakukan *pinch* dengan ujung jari lain pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, atas, dan kiri. Hasil perekaman gerakan referensi *Finger Curl* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *finger curl*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 9/10 | 0/10 | 0/10 | 2/10 |

4.1.4 Perekaman Gerakan Referensi *Hand Therapy Ball Exercises*

Hand Therapy Ball Exercises merupakan latihan bagi penderita stroke dengan menggunakan bola terapi stroke. Bola yang digunakan merupakan bola khusus yang dipakai untuk terapi rehabilitasi stroke. Bola yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Pada *level* ini terdapat delapan gerakan yang harus dilakukan oleh pasien yaitu :

1. *Power Grip*

Pada perekaman gerakan referensi *Power Grip*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil menangkap gerakan dengan baik sebanyak sembilan kali pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, tidak dapat terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, sembilan kali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan tujuh kali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Gerakan yang tidak dapat direkam dikarenakan adanya estimasi yang dilakukan oleh *Leap Motion* pada jari yang ruas jarinya tidak terekam seluruhnya. Selain itu gerakan yang tidak dapat direkam dikarenakan adanya *frame* yang statis. Hal ini terjadi karena adanya kesalahan pembacaan oleh *Leap Motion* yang menganggap tangan kanan menjadi



Gambar 4.1: Bola yang digunakan dalam perekaman gerakan referensi Hand Therapy Ball Exercises

tangan kiri maupun sebaliknya. Hasil perekaman gerakan referensi *Power Grip* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *power grip*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 9/10 | 0/10 | 9/10 | 7/10 |

2. *Pinch*

Pada perekaman gerakan referensi *Pinch*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil menangkap gerakan dengan baik sebanyak satu kali pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, tidak dapat terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, tidak dapat terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan tidak dapat terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Hal tersebut dipengaruhi oleh terhalangnya pembacaan *Leap Motion* terhadap jari-jari oleh bola sehingga akan mengira bola sebagai gengaman tangan. Hasil perekaman gerakan referensi *Pinch*

dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *pinch*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 1/10 | 0/10 | 0/10 | 0/10 |

3. *Thumb Extension*

Pada perekaman gerakan referensi *Thumb Extension*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil tidak dapat menangkap gerakan dengan baik pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, tidak dapat terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, satu kali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan tidak terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Hal tersebut dipengaruhi oleh terhalangnya pembacaan *Leap Motion* oleh bola sehingga akan mengira bola sebagai genggam tangan. Hasil perekaman gerakan referensi *Thumb Extension* dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *thumb extension*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 0/10 | 0/10 | 1/10 | 0/10 |

4. *Table Roll*

Pada perekaman gerakan referensi *Table Roll*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem tidak berhasil menangkap gerakan dengan baik satu kali pun pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, tidak dapat terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, tujuh kali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan tidak terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Hal ini terjadi dikarenakan *Leap Motion* tidak bisa membaca seluruh gerakan tangan karena terhalang oleh bola dan menganggapnya sebagai genggam tangan. Hasil

perekaman gerakan referensi *Table Roll* dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *table roll*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 0/10 | 0/10 | 7/10 | 0/10 |

5. *Finger Flexion*

Pada perekaman gerakan referensi *Finger Flexion*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem berhasil menangkap gerakan dengan baik sebanyak tujuh kali pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, tidak dapat terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, tidak terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan satu kali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Gerakan yang tidak dapat direkam disebabkan adanya jari yang diestimasi oleh *Leap Motion* saat tidak semua ruas jari terbaca oleh *Leap Motion*. Hasil perekaman gerakan referensi *Finger Flexion* dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *finger flexion*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 7/10 | 0/10 | 0/10 | 1/10 |

6. *Thumb Roll*

Pada perekaman gerakan referensi *Thumb Roll*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem tidak dapat merekam gerakan dengan baik sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, tidak dapat terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, tujuh kali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan tidak terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Hal ini terjadi dikarenakan *Leap Motion* tidak

bisa membaca seluruh gerakan tangan karena terhalang oleh bola dan menganggapnya sebagai genggam tangan. Hasil perekaman gerakan referensi *Thumb Roll* dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *thumb roll*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 0/10 | 0/10 | 7/10 | 0/10 |

7. *Thumb Opposition*

Pada perekaman gerakan referensi *Thumb Opposition*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem tidak dapat merekam gerakan dengan baik sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di bawah, tidak dapat terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kanan, lima kali pada konfigurasi *Leap Motion* di atas, dan tidak terekam sama sekali pada konfigurasi *Leap Motion* di kiri. Hal ini terjadi dikarenakan *Leap Motion* tidak bisa membaca seluruh gerakan tangan karena terhalang oleh bola dan menganggapnya sebagai genggam tangan. Hasil perekaman gerakan referensi *Thumb Opposition* dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *thumb opposition*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 0/10 | 0/10 | 5/10 | 0/10 |

8. *Finger Squeeze*

Pada perekaman gerakan referensi *Finger Squeeze*, setelah direkam sebanyak sepuluh kali sistem tidak berhasil menangkap gerakan dengan baik satu kali pun pada semua konfigurasi peletakan Leap motion. Hal ini dikarenakan pembacaan *Leap Motion* terhalang oleh alat bantu rehabilitasi berupa bola

yang membuat pembacaan jari telunjuk dan jari tengah menjadi dianggap sebagai genggam tangan. Hasil perekaman gerakan referensi *finger squeeze* dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18: Tabel hasil pengujian perekaman gerakan *finger squeeze*

| Konfigurasi Leap Motion | | | |
|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Leap Motion Di Bawah | Leap Motion Di Kanan | Leap Motion Di Atas | Leap Motion Di Kiri |
| 0/10 | 0/10 | 0/10 | 0/10 |

4.2 Pengujian Kemampuan Sistem Dalam Mengunggah dan Mengunduh Gerakan

Pengujian ini dilakukan untuk menguji sistem apakah sistem dapat melakukan pengunggahan serta pengunduhan gerakan dari *database* secara langsung oleh REST API yang telah dibuat. Proses pengujian ini dilakukan dengan mengunggah hasil rekaman gerakan referensi pada pengujian kemampuan sistem dalam merekam gerakan referensi ke *database* yang berada pada *localhost laptop* yang digunakan untuk pengujian begitupun untuk pengujian prosen pengunduhan data gerakan referensi. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi variabel-variabel luar yang akan mempengaruhi penghitungan lama waktu mengunggah dan mengunduh data gerakan dari *database*. Hasil dari pengujian ini berupa data rata-rata selang waktu selama proses pengunggahan per *frame* gerakan dan selang waktu selama proses pengunduhan dilakukan. Hasil pengujian kemampuan sistem dalam mengunggah dan mengunduh gerakan dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Dari pengujian yang sudah dilakukan menghasilkan nilai rata-rata waktu mengunggah gerakan referensi per *frame* selama 2,076281161 detik. Hal tersebut dipengaruhi oleh *query* satu per satu *insert* data ke dua belas tabel. Sementara nilai rata-rata waktu mengunduh gerakan referensi selama 0,675784212 detik. Hal ini dikarenakan *query* saat mengunduh hanya dilakukan sekali saja untuk mendapatkan semua data *frame* gerakan referensi.

Tabel 4.19: Tabel hasil pengujian kemampuan sistem dalam mengunggah dan mengunduh gerakan referensi

| Nama Gerakan | Rata-rata Waktu Mengunggah Per Frame (s) | Rata-rata Waktu Mengunduh (s) |
|----------------------------|--|-------------------------------|
| <i>Palm Up and Down</i> | 2,081175856 | 0,70221153 |
| <i>Wrist Bend Movement</i> | 2,057937945 | 0,63871136 |
| <i>Wrist Side Movement</i> | 2,00945899 | 0,61062763 |
| <i>Rolling Movement</i> | 2,046852475 | 0,64973546 |
| <i>Wrist Curl</i> | 2,02537937 | 0,56575153 |
| <i>Grip and Release</i> | 2,063996951 | 0,67528578 |
| <i>Pen Spin</i> | 2,045475718 | 0,7568389 |
| <i>Coin Drop</i> | 2,181516029 | 0,67709072 |
| <i>Finger Curl</i> | 2,085277298 | 0,76249107 |
| <i>Power Grip</i> | 2,378172403 | 0,64710651 |
| <i>Pinch</i> | 2,096885116 | 0,60973484 |
| <i>Thumb Extension</i> | 2,045493026 | 0,60772441 |
| <i>Table Roll</i> | 2,0190073 | 0,80399427 |
| <i>Finger Flexion</i> | 2,00625262 | 0,67482107 |
| <i>Thumb Roll</i> | 2,038690456 | 0,67199555 |
| Thumb Opposition | 2,051116526 | 0,7100626 |
| <i>Finger Squeeze</i> | 2,064091659 | 0,72414838 |
| Rata-rata | 2,076281161 | 0,675784212 |

4.3 Pengujian Kemampuan Sistem Dalam Melakukan Perhitungan Kesesuaian Gerakan

Pengujian ini dilakukan untuk menguji apakah sistem mampu melakukan perhitungan kesesuaian gerakan pada saat sistem digunakan untuk melakukan rehabilitasi pasca stroke gerakan jari tangan. Pengujian ini dilakukan menggunakan gerakan-gerakan yang dapat direkam pada proses pengujian sebelumnya dan dibagi menjadi empat level yaitu *Level 1 Hand Exercises*, *Level 2 Hand Exercises*,

Level 3 Hand Exercises, serta 8 *Hand Therapy Ball Exercises* serta setiap gerakan dilakukan sebanyak lima kali. Pengujian ini dilakukan oleh lima orang yang masih dalam keadaan sehat dan normal sehingga data yang didapat menjadi relevan karena gerakan referensi juga direkam menggunakan gerakan orang yang masih sehat dan normal.

4.3.1 Pengujian Kesesuaian Gerakan pada Gerakan Referensi *Level 1 Hand Exercises*

Hasil pengujian terhadap gerakan referensi *Level 1 Hand Exercises* dapat dilihat pada Tabel 4.20

Tabel 4.20: Tabel hasil pengujian kesesuaian gerakan pada gerakan referensi *Level 1 Hand Exercises*

| Subjek | <i>Palm Up and Down</i> | <i>Wrist Bend Movement</i> | <i>Wrist Side Movement</i> | Rata-rata |
|-----------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|
| Subjek 1 | 33,688 % | 14,572 % | 54,11 % | 34,123 % |
| Subjek 2 | 36,498 % | 33,556 % | 61,778 % | 43,944 % |
| Subjek 3 | 40,486 % | 43,19 % | 54,71 % | 46,129 % |
| Subjek 4 | 24,828 % | 34,108 % | 22,04 % | 26,992 % |
| Subjek 5 | 33,112 % | 28,452 % | 56,328 % | 39,297 % |
| Rata-rata | | | | 38,097 % |

Hasil pengujian terhadap penghitungan gerakan referensi *Level 1 Hand Exercises* oleh lima subjek yang berbeda mendapatkan nilai rata-rata sebesar 38,097 %. Nilai rata-rata tertinggi diperoleh subjek 3 dengan nilai rata-rata sebesar 46,129 % sedangkan nilai terendah diperoleh oleh subjek 4 dengan nilai 26,992 %. Pada pengujian ini ditemukan sebuah *error* yaitu sistem perhitungan gerakan terkadang tidak dapat menghitung kesesuaian gerakan dikarenakan *Leap Motion Controller* memunculkan objek tangan hasil *clone* objek tangan yang dibaca oleh sistem.

4.3.2 Pengujian Kesesuaian Gerakan pada Gerakan Referensi *Level 2 Hand Exercises*

Hasil pengujian terhadap gerakan referensi *Level 2 Hand Exercises* dapat dilihat pada Tabel 4.21

Tabel 4.21: Tabel hasil pengujian kesesuaian gerakan pada gerakan referensi *Level 2 Hand Exercises*

| Subjek | <i>Rolling Movement</i> | <i>Wrist Curl</i> | <i>Grip and Release</i> | Rata-rata |
|-----------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-----------|
| Subjek 1 | 59,308 % | 47,564 % | 46,784 % | 51,219 % |
| Subjek 2 | 59,818 % | 52,042 % | 31,722 % | 47,861 % |
| Subjek 3 | 40,254 % | 67,194 % | 20,376 % | 42,608 % |
| Subjek 4 | 41,578 % | 36,892 % | 47,902 % | 42,124 % |
| Subjek 5 | 58,97 % | 32,848 % | 38,894 % | 43,571 % |
| Rata-rata | | | | 45,4764 % |

Hasil pengujian terhadap penghitungan gerakan referensi *Level 2 Hand Exercises* oleh lima subjek yang berbeda mendapatkan nilai rata-rata sebesar 45,4764 %. Nilai rata-rata tertinggi diperoleh subjek 1 dengan nilai rata-rata sebesar 51,219 % sedangkan nilai terendah diperoleh oleh subjek 4 dengan nilai 42,124 %. Pada pengujian ini ditemukan sebuah *error* yaitu sistem perhitungan gerakan terkadang tidak dapat menghitung kesesuaian gerakan dikarenakan *Leap Motion Controller* memunculkan objek tangan hasil *clone* objek tangan yang dibaca oleh sistem.

4.3.3 Pengujian Kesesuaian Gerakan pada Gerakan Referensi *Level 3 Hand Exercises*

Hasil pengujian terhadap gerakan referensi *Level 3 Hand Exercises* dapat dilihat pada Tabel 4.22

Hasil pengujian terhadap penghitungan gerakan referensi *Level 3 Hand Exercises* oleh lima subjek yang berbeda mendapatkan nilai rata-rata sebesar 45,768 %. Nilai rata-rata tertinggi diperoleh subjek 3 dengan nilai rata-rata sebesar 63,125 % sedangkan nilai terendah diperoleh oleh subjek 2 dengan nilai 33,471 %. Pada pengujian ini ditemukan sebuah *error* yaitu sistem perhitungan gerakan

Tabel 4.22: Tabel hasil pengujian kesesuaian gerakan pada gerakan referensi *Level 3 Hand Exercises*

| Subjek | <i>Pen Spin</i> | <i>Coin Drop</i> | <i>Finger Curl</i> | Rata-rata |
|---------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------|
| Subjek 1 | 44,324 % | 31,254 % | 31,506 % | 35,695 % |
| Subjek 2 | 40,144 % | 35,212 % | 25,058 % | 33,471 % |
| Subjek 3 | 54,24 % | 73,848 % | 61,288 % | 63,125 % |
| Subjek 4 | 47,356 % | 61,288 % | 39,046 % | 49,23 % |
| Subjek 5 | 48,992 % | 56,186 % | 36,772 % | 47,317 % |
| Rata-rata | | | | 45,768 % |

terkadang tidak dapat menghitung kesesuaian gerakan dikarenakan *Leap Motion Controller* memunculkan objek tangan hasil *clone* objek tangan yang dibaca oleh sistem.

4.3.4 Pengujian Kesesuaian Gerakan pada Gerakan Referensi *8 Hand Therapy Ball Exercises*

Hasil pengujian terhadap gerakan referensi *8 Hand Therapy Ball Exercises* dapat dilihat pada Tabel 4.23

Hasil pengujian terhadap penghitungan gerakan referensi *8 Hand Therapy Ball Exercises* oleh lima subjek yang berbeda mendapatkan nilai rata-rata sebesar 43,657 %. Nilai rata-rata tertinggi diperoleh subjek 3 dengan nilai rata-rata sebesar 52,226 % sedangkan nilai terendah diperoleh oleh subjek 2 dengan nilai 35,51 %. Pada pengujian ini ditemukan sebuah *error* yaitu sistem perhitungan gerakan terkadang tidak dapat menghitung kesesuaian gerakan dikarenakan *Leap Motion Controller* memunculkan objek tangan hasil *clone* objek tangan yang dibaca oleh sistem.

Tabel 4.23: Tabel hasil pengujian kesesuaian gerakan pada gerakan referensi 8 *Hand Therapy Ball Exercises*

| Subjek | <i>Power Grip</i> | <i>Pinch</i> | <i>Thumb Extension</i> | <i>Finger Flexion</i> | <i>Thumb Roll</i> | <i>Thumb Opposition</i> | Rata-rata |
|---------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------|
| Subjek 1 | 69,438 % | 17,412 % | 46,872 % | 72,628 % | 42,744 % | 47,724 % | 49,47 % |
| Subjek 2 | 50,148 % | 13,038 % | 34,246 % | 52,63 % | 52,006 % | 10,992 % | 35,51 % |
| Subjek 3 | 63,23 % | 18,396 % | 57,728 % | 76,492 % | 54,876 % | 42,632 % | 52,226 % |
| Subjek 4 | 51,972 % | 22,748 % | 39,442 % | 42,198 % | 56,346% | 52,39 % | 44,183 % |
| Subjek 5 | 17,988 % | 12,696 % | 52,53 % | 20,55 % | 57,482 % | 60,134 % | 36,897 % |
| Rata-rata | | | | | | | 43,657 % |

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini telah diintegrasikan aplikasi "*MedCap*" dengan *Leap Motion* sebagai alat bantu rehabilitasi pasca stroke gerakan jari tangan. Prototype "*MedCap*" telah berhasil merekam gerakan referensi yang sudah ditentukan. Keberhasilan perekaman gerakan referensi sangat bergantung pada jenis gerakan yang akan direkam. Prototype "*MedCap*" memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi saat merekam gerakan referensi yang tidak menggunakan alat bantu lainnya seperti botol air minum, pulpen, koin, maupun bola. Sementara beberapa gerakan-gerakan yang menggunakan alat bantu yang gagal direkam dikarenakan pembacaan *Leap Motion* terganggu oleh alat bantu yang digunakan.

Prototype "*MedCap*" dapat melakukan perhitungan kesesuaian gerakan antara gerakan referensi dengan gerakan *realtime* dari subjek. Proses perhitungan kesesuaian gerakan yang menggunakan metode *Euclidean Distance* berhasil memperoleh hasil perhitungan sebesar 38,097 % untuk gerakan referensi *Level 1 Hand Exercises*, 45,4764 % untuk gerakan referensi *Level 2 Hand Exercises*, 45,768 % untuk gerakan referensi *Level 3 Hand Exercises*, dan 43,657 untuk gerakan referensi *8 Hand Therapy Ball Exercises*.

5.2 Penelitian Lanjutan

Penelitian selanjutnya akan dilakukan dengan menggunakan alat pembaca gerakan tangan yang lebih akurat sehingga mengurangi kemungkinan tidak terbacanya gerakan tangan akibat terhalang oleh alat bantu rehabilitasi yang digunakan, selain itu diperlukan penyempurnaan pada proses pengunggahan *frame* gerakan sehingga mampu berjalan lebih cepat. Jika prototype *MadCap* akan digunakan maka penggunaan *database* dapat dialihkan kepada konsep *big data* sehingga dapat menampung data yang lebih besar dan kecepatan akses yang lebih cepat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. K. P. S. J. K. K. RI, “Presiden resmikan rs pusat otak nasional.” Accessed : 2017-11-29. (Dikutip pada halaman 1).
- [2] K. Widyono, “Rehabilitasi dan klub stroke,” 2014. (Dikutip pada halaman 1).
- [3] H. A. Mahadika, Pengembangan Aplikasi ”MedCap”, Pengukuran Kesesuaian gerakan Untuk Menerapkan Sistem Self-Physical Rehabilitation Menggunakan Microsoft Kinect. 2017. (Dikutip pada halaman 1).
- [4] R. P. Wirawan, “Rehabilitasi stroke pada pelayanan kesehatan primer,” Majalah Kedokteran Indonesia, vol. 59, no. 2, pp. 61–71, 2009. (Dikutip pada halaman 5, 6).
- [5] C. M. Light, P. H. Chappell, and P. J. Kyberd, “Establishing a standardized clinical assessment tool of pathologic and prosthetic hand function: normative data, reliability, and validity,” Archives of physical medicine and rehabilitation, vol. 83, no. 6, pp. 776–783, 2002. (Dikutip pada halaman ix, 7).
- [6] FlintRehab, “37 hand therapy exercises for stroke recovery.” Accessed : 2017-11-29. (Dikutip pada halaman ix, x, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15).
- [7] A. Colgan, “How does the leap motion controller work.” Accessed : 2017-11-29. (Dikutip pada halaman x, 16, 17).
- [8] A. Davis, “Getting started with the leap motion sdk.” Accessed : 2018-06-03. (Dikutip pada halaman x, 16, 17, 18).
- [9] L. Motion, “Coordinate systems.” Accessed : 2018-06-04. (Dikutip pada halaman 18).
- [10] S. R. Wurdianarto, S. Novianto, and U. Rosyidah, “Perbandingan euclidean distance dengan canberra distance pada face recognition,” Techno. Com, vol. 13, no. 1, pp. 31–37, 2014. (Dikutip pada halaman 19).

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS



Muhammad Fauzan, lahir pada 5 Januari 1996 di Sidoarjo, Jawa Timur. Penulis lulus dari SMP Negeri 2 Candi pada tahun 2010 kemudian melanjutkan pendidikan ke SMK Negeri 3 Buduran di Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan hingga akhirnya lulus pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Strata satu ke Jurusan Teknik Multimedia dan Jaringan yang sekarang berubah nama menjadi Departemen Teknik Komputer ITS Surabaya bidang studi Teknologi Game. Saat di kuliah penulis aktif menjadi Staff Departemen Komunikasi dan Informasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatekro) ITS pada tahun kepengurusan 2015/16 dan melanjutkan sebagai Kepala Biro Jurnalistik Departemen Komunikasi dan Informasi Himatekro ITS pada tahun kepengurusan 2016/17. Selain itu penulis juga aktif menjadi Asisten laboratorium B201 (Telematika) hingga saat ini. Selama menjadi asisten laboratorium, penulis aktif dalam *developer grup game*. Penulis juga merupakan salah satu dari pendiri *startup game* bernama *Calcatz* yang berdiri pada tahun 2015. Penulis sangat tertarik dengan segala hal yang berhubungan dengan komputer, desain grafis, dan juga *game*.

Halaman ini sengaja dikosongkan