

**ANALISIS TEKNIK *PULL-DOWN FITNESS* MENGGUNAKAN
*MOTION CAPTURE***

TUGAS AKHIR



OLEH:

**AGENG SETYO NUGROHO
09011281419041**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

**ANALISIS TEKNIK *PULL-DOWN FITNESS* MENGGUNAKAN
*MOTION CAPTURE***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH:

**AGENG SETYO NUGROHO
09011281419041**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS TEKNIK *PULL-DOWN FITNESS* MENGGUNAKAN
MOTION CAPTURE

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Sate Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

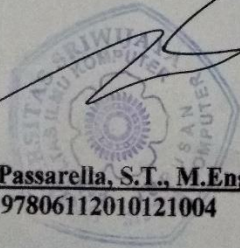
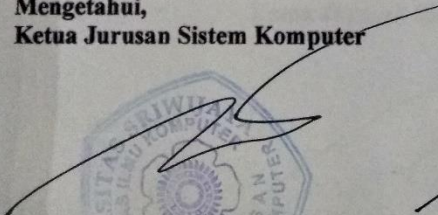
OLEH:

Ageng Setyo Nugroho
09011281419041

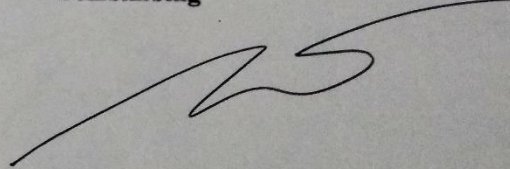
Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer

Indralaya, Juli 2019

Pembimbing



Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 197806112010121004



Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 197806112010121004

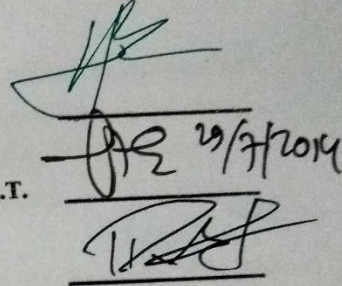
HALAMAN PERSETUJUAN

Nama : Ageng Setyo Nugroho
NIM : 09011281419041
Judul Tugas Akhir : Analisis Teknik *Pull-down Fitness menggunakan Motion Capture*

Telah diuji dan lulus pada:
Hari : Jumat
Tanggal : 26 Juli 2014
Di : Palembang

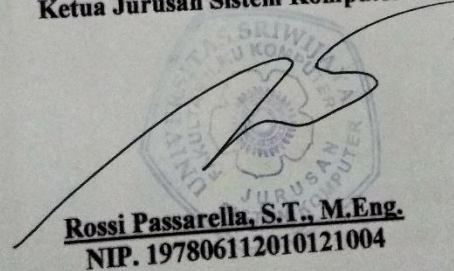
Tim Penguji:

1. Ketua : Dr. Erwin, M.Si.
2. Anggota 1 : Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T.
3. Anggota 2 : Rahmad Fadli, M.Sc.



Handwritten signatures of the examiners, including a date '29/7/2014' written in the middle signature.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Handwritten signature of Rossi Passarella, S.T., M.Eng.

Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ageng Setyo Nugroho

NIM : 09011281419041

Judul Tugas Akhir : Analisis Teknik *Pull-down Fitness* menggunakan *Motion Capture*

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 9%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, Juli 2019



Ageng Setyo Nugroho

NIM 09011281419041

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kutipan :

“Tidak ada orang yang bodoh, yang ada hanyalah orang yang malas”

“Bakat itu dapat dikalahkan dengan kerja keras”

“Bisa karena biasa”

“Bakat adalah sesuatu yang kau tumbuhkan, Insting adalah sesuatu yang harus kau latih”

“Kita bisa tenggelam dan bisa padam, atau bangkit berjalan lalu melawan”

“Seperti kami pun mengampuni yang bersalah kepada kami”

“Lama Tamat, bukanlah kejahatan”

Tugas Akhir ini ku persembahkan untuk:

- *Ayah dan Ibu yang saya cintai dengan selalu menasehati, mendukung dan membimbing setiap langkah saya hidup di dunia, semoga Tuhan menempatkan kalian di surga*
- *Kakak Perempuan saya Renny.*
- *Diriku, Usahaku, Pengorbananku yang telah berjuang selama ini menempuh cita cita yang diimpikan.*
- *Sahabat SK14 dan teman-temanku.*
- *Kakak dan Adik tingkat Sistem Komputer.*
- *Teman-teman Keluarga Besar Sistem Komputer.*
- *Almamater Universitas Sriwijaya.*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan hidayah serta Izin-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Teknik *Pull-down Fitness Menggunakan Motion Capture***”. Laporan ini disusun setelah melaksanakan tugas akhir yang diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di jurusan Sistem Komputer, Universitas Sriwijaya. Penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat sebagai tambahan ilmu, bacaan, dan referensi bagi semua yang ingin mempelajari tentang Citra Khususnya dengan tema Sport Science dan Motion Capture.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis menyadari telah banyak sekali mendapatkan dukungan yang menjadi motivasi serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis berkeinginan menyampaikan terimakasih kepada:

1. **Bapak Rossi Passarella, M.Eng** selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya dan sekaligus Pembimbing Tugas akhir yang memberi motivasi serta saran saran yang **Out of the Box**.
2. **Bapak Dr. Erwin M.SI , Bapak Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T.** dan **Bapak Rahmad Fadli, M.Sc.** selaku penguji pada tugas akhir penulis.
3. Teman-teman Bujang Bangsawan, **Kak Ferry, Kak Angga, Kak Yayan, Yayan, Firman, Gejoy, dan Re.** yang terkadang sukses menghambat saya mengerjakan tugas akhir ini.
4. **Ridho** selaku teman yang selalu mengganggu setiap hari dengan genjrengan gitarnya yang tidak ada kemajuan setelah belajar gitar selama 2 tahun.
5. **Semua teman seperjuangan yang penuh keberanian** di jurusan Sistem Komputer Angkatan 2014.
6. Sahabat perjuangan masa masa kuliah khususnya **Pemuda sukses Faris, Bandar OA Naufal, Ferdi Bodat, Tukang Guci Arifqi, Ade Dajal, Uda Futsal Boy, Boy Arc Warden, Dhika Goceng, Ilham Cawa, Tentara Vietkong Koprak Aditya, Ustadz Yusuf All star, Prosesor Atma** yang kadang atau mungkin selalu menghambat studi saya dan **Tokeh game Gilang Galang** selaku sponsor Basecamp di Palembang.

7. Teman teman nongkrong ayam bakar HSH Company **Aidil Tokeh, Ridwan Mail, Fahron Nga, Sigit Vape, Gone Oi, Pak lek Anggit, Randa Drag, Si Du Hidayat, Ega Earphone Vido dan JOOO** dan teman Lab Jaringan (**Rendika, Somame Memo, Wakwo Rido**)
8. Teman Nongkrong Gunung, Ngopi dan Senja **Wak epriyadi**.
9. Teman ciwi yang sering saya bercandakan **Fitriyani, Novia, Resti, Kris, Erda, Tamara, Tya, Ratih, Indah**. Dan teman teman yang lulus duluan **Febrina, Sarah, Wulan, Fifi, Anshori**.
10. Teman teman **Seperbimbingan dan Sepemberkasan** yang kadang hura hura **Nizal, Marini, Dera, Karyn, Wahyuni, Arman**.
11. Teman teman yang pernah satu kampus dan tidak melanjutkan studinya di UNSRI karena pindah/berhenti kuliah **Elong, Riadi, Andre Biawak, Egita**
12. Dan semua teman keluarga besar **HIMASISKO UNSRI** yang tidak bisa saya sebutkan semuanya satu persatu.
13. Terimakasih untuk semua kenangan terbaik yang telah tercipta dalam 5 tahun kuliah ini, **Tak ada yang Sia-Sia, Tak ada yang Tersia-Sia**, kalian semua luar biasa.

Penulis juga sadari dalam penulisan tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan maka dari itu sangat diharapkan saran dan kritik dari pembaca agar lebih baik lagi untuk hal berikutnya. Wassalammu'alaikum Wr.Wb.

Indralaya, Juli 2019

Ageng Setyo Nugroho

PULL-DOWN FITNESS TECHNIQUE ANALYSIS USING MOTION CAPTURE

Ageng Setyo Nugroho (09011281419041)

Department Computer System, Faculty of Computer Science

Sriwijaya University

Email : setyo.nugroho96@gmail.com


ABSTRACT

Exercise is an important contributor to physical and psychological well-being. Regular exercise reduces many chronic diseases, such as heart diseases, diabetes, hypertension, obesity, etc. Pull-down is one of the Weight Training exercises. Engaging in physical exercises such as Weight training, stretching exercises and aerobic exercises requires proper execution and awareness of the exercises to avoid physical injuries and get a maximal results. In this study, software that can analyse technique exercise of Pull-down. As a research material, because of degree each human elbow are different, distribution data of Trainer elbow degree is calculated using measure standard deviation and displayed as normal distribution graph. Method used in this study to analyse proper Pull-down exercise technique is compared elbow angle Trainee with elbow angle Trainer. The output of this software is elbow angle, the correctness of the techniques performed by the Trainee. The average percentage of accuracy from the results of testing the analysis software using the value of the angle of $56.87^\circ \pm 7^\circ$ Trainer is 88.

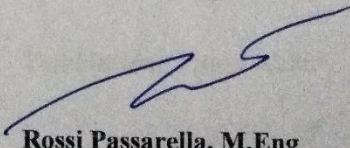
Keywords : Pull-down, Weight Training, Sport Science, Motion Analysis Motion Capture.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer


Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 1976042520101211001

Pembimbing Tugas Akhir


Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 1976042520101211001

ANALISIS TEKNIK *PULL-DOWN FITNESS* MENGGUNAKAN *MOTION CAPTURE*

Ageng Setyo Nugroho (09011281419041)
Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Sriwijaya
Email : setyo.nugroho96@gmail.com

ABSTRAK

Olahraga adalah hal yang penting untuk kesehatan fisik dan kesehatan psikologis manusia. Olahraga secara teratur mengurangi kemungkinan terkena penyakit kronis seperti penyakit jantung, diabetes, hipertensi obesitas dan lain-lain [1]. *Pull-down* merupakan salah satu latihan mengangkat beban dan beberapa persendian tubuh. Melakukan olahraga seperti latihan mengangkat beban, latihan peregangan dan senam lantai membutuhkan pengetahuan teknik latihan yang benar untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan terhindar dari cedera[2]. Dalam penelitian ini, akan dibuat aplikasi yang dapat menganalisa teknik latihan *Pull-down*. Sebagai bahan penelitian, dikarenakan sudut siku setiap manusia berbeda-beda, penyebaran data sudut siku *Trainer* telah dihitung menggunakan ukuran *standar deviasi* dan disajikan dalam grafik distribusi normal. Metode yang digunakan untuk menganalisa teknik latihan *Pull-down* pada penelitian ini adalah dengan cara membandingkan data sudut siku *Trainer* dengan *Trainee*. Output dari aplikasi Analisis Teknik *Pull-down* adalah sudut siku, ketepatan teknik yang dilakukan oleh *Trainee*. Rata-rata persentase akurasi dari hasil pengujian aplikasi analisis dengan menggunakan nilai Sudut siku $56.87^{\circ} \pm 7^{\circ}$ *Trainer* adalah sebesar 88%.

Kata Kunci : *Pull-down*, Latihan Angkat Beban, Sport Science, Analisa Gerakan, Motion Capture.

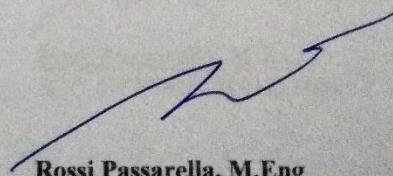
Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 1976042520101211001

Pembimbing Tugas Akhir



Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 1976042520101211001

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRACT	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR RUMUS	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Rumusan dan Batasan Masalah	3
1.4.1 Perumusan Masalah	3
1.4.2 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB I. PENDAHULUAN.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
BAB III. METODOLOGI.....	5
BAB IV. HASIL DAN ANALISA.....	5
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Kajian Pustaka	7
2.2.1 Motion Capture.....	7
2.2.2 Pengolahan Citra Digital.....	8
2.2.3 Thresholding.....	11

2.2.4	Ekstraksi Ciri.....	12
2.2.5	Sensor Kamera.....	12
2.2.6	Anatomi tubuh manusia.....	13
2.2.7	Pull-down.....	15
2.2.8	Euclidean Distance.....	17
2.2.9	Rumus Aturan Kosinus.....	17
2.2.10	Microsoft Visual Studio C#.....	18
2.2.11	OpenCV.....	18
BAB III METODOLOGI		19
3.1	Pendahuluan.....	19
3.2	Kerangka Kerja	19
3.3	Perancangan Perangkat Lunak menghitung sudut sendi.....	20
3.3.1	Input Gambar atau Video.....	21
3.3.2	Kalibrasi Pixel per Cm.....	22
3.3.3	Menghitung panjang tulang tangan.....	23
3.3.4	Menghitung sudut siku.....	23
3.4	Pengujian Perangkat Lunak menghitung sudut siku.....	24
3.5	Validasi data.....	25
3.6	Pengambilan data sudut siku Trainer.....	25
3.7	Perancangan Algoritma.....	25
3.8	Pengujian perangkat lunak analisa teknik pull-down	26
3.9	Analisa Sistem	26
3.10	Penarikan kesimpulan dan saran.....	26
BAB IV HASIL DAN ANALISA		27
4.1	Pendahuluan.....	27
4.2	Experimental Set-up.....	27
4.3	Pengujian memberi tanda pada marker.....	30
4.4	Pengujian menghitung panjang tulang tangan dan resultan.....	31
4.5	Pengujian menghitung sudut siku	35
4.6	Pengujian Perangkat Lunak Menghitung Sudut	35
1.	Pengujian 1.....	36
2.	Pengujian 2.....	37
3.	Pengujian 3.....	38
4.7	Validasi data perangkat lunak menghitung sudut siku	39
4.8	Perancangan Algoritma.....	41

4.9	Pengujian perangkat lunak analisa teknik pull-down	48
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Koordinat tulang tangan	32
Tabel 2 Panjang Pixel tulang tangan dan resultan.....	33
Tabel 3 Panjang tulang tangan dan resultan	34
Tabel 4 Panjang tulang tangan Trainee	37
Tabel 5 Panjang Resultan	39
Tabel 6 Panjang Objek di Perangkat Lunak	39
Tabel 7 Sudut Siku dan Panjang Resultan di Perangkat Lunak	39
Tabel 8 Selisih Panjang Tulang Tangan.....	40
Tabel 9 Selisih Sudut Siku	40
Tabel 10 Data Trainer.....	40
Tabel 11 Data Sudut yang sudah diurutkan nilainya	47
Tabel 12 Tabel pengujian perangkat lunak.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra Warna	9
Gambar 2.2 Citra Grayscale	10
Gambar 2.3 Citra Biner	11
Gambar 2.4 Kamera DSLR Canon 700D	12
Gambar 2.5 Kerangka Aksial dan kerangka apendikular	13
Gambar 2.6 Gambar anatomi tulang tangan manusia.....	14
Gambar 2.7 Gerakan kebawah.....	15
Gambar 2.8 Gerakan Keatas.....	16
Gambar 2.9 Contoh teknik menghitung sudut siku subjek.....	17
Gambar 3.1 Kerangka kerja.....	20
Gambar 3.2 Diagram alir perangkat lunak menghitung sudut siku	21
Gambar 3.3 Pseudocode menghitung pixel per cm	22
Gambar 3.4 Pseudocode menghitung panjang tulang tangan dan resultan	23
Gambar 3.5 Rumus Aturan Kosinus.....	24
Gambar 3.6 Pseudocode Menghitung sudut siku	24
Gambar 3.7 Program Hitung Sudut Siku.....	25
Gambar 3.8 Diagram alir pengambilan data sudut siku Trainer.....	25
Gambar 4.1 Tinggi tripod	28
Gambar 4.2 Waterpass di tripod	28
Gambar 4.3 Tinggi tripod	29
Gambar 4.4 Waterpass di tripod	30
Gambar 4.5 Gambar yang markernya belum diberi tanda.....	31
Gambar 4.6 Gambar yang markernya sudah diberi tanda	31
Gambar 4.7 Koordinat tulang tangan pada software	32
Gambar 4.8 Panjang Pixel tulang tangan dan resultan pada software.....	33
Gambar 4.9 Panjang tulang tangan dan resultan di software	34
Gambar 4.10 Sudut Siku.....	35
Gambar 4.11 Sudut 180°	36
Gambar 4.12 Sudut 180° di Perangkat Lunak	36
Gambar 4.13 Sudut 90°	37

Gambar 4.14 Sudut 90° di Perangkat Lunak	37
Gambar 4.15 Sudut 55°	38
Gambar 4.16 Sudut 55° di Perangkat Lunak	38
Gambar 4.17 Grafik Distribusi Normal Sudut Siku <i>Trainee</i>	48

DAFTAR RUMUS

Rumus 1. Citra Grayscale	9
Rumus 2. Citra Biner.....	10
Rumus 3. Citra Biner (Floating Point)	10
Rumus 4. Thresholding	11
Rumus 5. Aturan Kosinus	17
Rumus 6. Euclidean Distance	18
Rumus 7. Pixel per cm	22
Rumus 8. Panjang dalam citra	23
Rumus 9. Rumus Standar Deviasi.....	46
Rumus 10. Rumus menghitung akurasi.....	48

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Olahraga merupakan hal yang penting untuk kesehatan fisik dan kesehatan psikologis manusia. Olahraga secara teratur mengurangi kemungkinan terkena penyakit kronis, seperti penyakit jantung, diabetes, hipertensi, obesitas dan lain-lain[1]. Melakukan olahraga seperti latihan mengangkat beban, latihan peregangan, dan senam lantai membutuhkan pengetahuan teknik latihan yang benar agar terhindar dari cedera.

Pull-down merupakan salah satu latihan mengangkat beban dan melatih beberapa persediaan tubuh yang melibatkan pergerakan bahu yang kompleks contoh : sendi *glenohumeral*, sendi *scapulothoracic*, siku tangan dan di desain untuk menambahkan kapasitas otot dari tubuh bagian atas / *upper extremity* dan bagian dada / *torso*[2]. Latihan ini biasanya dilakukan pertama kali disaat orang baru pertama kalinya mau membentuk tubuh menjadi ideal atau lebih berotot di tempat *fitness* karena latihan ini menambahkan kapasitas otot *Latissimus Dorsi*[3]. Salah satu cara untuk latihan *pull-down* adalah menggunakan alat *fitness* lat *pull-down*, untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan meminimalisir cedera bahu pada saat latihan *pull-down*, harus mengikuti teknik latihan yang benar dan dipandu oleh seorang *Trainer* [2][4][5].

Pada penelitian sebelumnya Haas dan tim [6], melakukan penelitian "Kinect based *Physiotherapy* system for home use". Untuk menentukan teknik latihan nya yang benar atau tidak nya mereka menghitung sudut antar sendi menggunakan Aturan Kosinus dengan menggunakan nilai panjang ekstremitas/anggota tubuh.

Madanayake dan tim [4] juga pada penelitian nya menggunakan Aturan Kosinus untuk menentukan sudut tiap sendi tubuh, dan untuk membandingkan teknik latihan nya yang benar atau tidak.

Pada penelitian tugas akhir ini, peneliti akan membuat aplikasi analisa teknik latihan mengangkat beban yang menggunakan alat *fitness* lat *pull-down* aplikasi ini nantinya diharapkan dapat membantu *Trainee* atau orang awam yang baru melakukan latihan mengangkat beban menggunakan *lat pull-down* dengan

cara menganalisa teknik latihan dan memberitahu *Trainee* teknik yang mereka lakukan benar atau salah.

Pada aplikasi ini dibutuhkan data latihan teknik *pull-down* yang benar, data latihan yang digunakan adalah data latihan dari *Trainer* dan *Bodybuilder* yang telah lama latihan mengangkat beban menggunakan alat *lat pull-down* dan di uji teknik latihannya berdasarkan artikel [2].

Parameter yang digunakan adalah sudut dari siku pada saat *Trainee / Trainer* menarik palang besi kebawah sampai palang mencapai titik terbawah. Untuk mendapatkan sudut siku, berdasarkan penelitian sebelumnya [4] [6] peneliti akan menggunakan rumus Aturan Kosinus. Nilai yang digunakan untuk mendapatkan sudut siku yaitu Panjang *Ulna*, Panjang *Humerus*, dan Panjang jarak antara Pergelangan Tangan dan Bahu (Resultan). Untuk mendapatkan nilai panjang dari tulang tangan dan resultan digunakanlah panjang *pixel* yang didapat dari Koordinat Pergelangan Tangan ke Koordinat Siku (*Ulna*), Koordinat Siku ke Koordinat Bahu (*Humerus*) dan dari Koordinat Bahu ke Koordinat Pergelangan Tangan (Resultan) dari *Trainee / Trainer* yang direkam menggunakan *Motion Capture*, lalu di konversi ke Cm dengan teknik kalibrasi menggunakan referensi objek didekat *Trainee* yang telah diketahui panjangnya yaitu berupa palang besi alat *lat pull-down*. Metode *Motion Capture* yang digunakan menggunakan *Marker* yang dipasang di bagian anggota tubuh *Trainee* dan *Trainer* yang akan diambil data sudut siku nya.

Dengan ini penulis mengusung judul “Analisis Teknik *Pull-down Fitness* menggunakan *Motion Capture*”, yang kedepannya semoga dapat bermanfaat bagi *Trainer* dan *Trainee* di tempat *Fitness* agar meminimalisir terjadinya cedera yang diakibatkan salah teknik latihan dan latihannya bisa lebih maksimal.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari riset ini adalah:

1. Mengetahui sudut siku yang benar pada saat melakukan latihan *Pull-down*, sehingga dapat menjadi acuan pada penelitian yang akan datang.
2. Mengimplementasikan dan merancang sistem analisa teknik latihan angkat beban *pull-down fitness* yang benar berdasarkan sudut siku.

1.3 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari riset ini adalah:

1. Hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan *Trainer* di tempat - tempat *fitness* untuk membantu orang – orang yang masih awam latihan *pull-down* untuk mendapatkan hasil latihan yang maksimal.
2. Meminimalisir terjadinya cedera dikarenakan melakukan teknik latihan *pull-down* yang salah

1.4 Rumusan dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan dan batasan masalah yang ada pada penelitian ini adalah :

1.4.1 Perumusan Masalah

1. Bagaimana membuat sistem analisa teknik latihan *pull-down* yang benar berdasarkan ekstraksi ciri koordinat citra.
2. Bagaimana cara menghitung panjang anggota tubuh menggunakan teknik kalibrasi dengan objek referensi yang sudah diketahui panjangnya.
3. Bagaimana cara menghitung sudut pada siku manusia menggunakan pengolahan citra.

1.4.2 Batasan Masalah

1. Latihan *pull-down* menggunakan alat *Lat pull-down*
2. Variasi teknik latihan *pull-down* nya yaitu menarik palang pegangan besi sampai berada dibagian dagu wajah
3. Variasi Grip yang digunakan yaitu *Wide Grip Overhand*
4. Menggunakan bahasa pemrograman Visual Studio C#
5. Menghitung panjang anggota tubuh menggunakan teknik kalibrasi dengan objek referensi
6. Pengambilan gambar hanya dari belakang
7. Titik koordinat yang digunakan pada penelitian ini yaitu titik koordinat x dan y
8. Inputnya berupa gambar pada saat *Trainee* menarik palang sampai palang mencapai titik terbawah
9. Outputnya adalah data sudut siku *Trainee* dan evaluasi teknik latihan

10. Cara/teknik latihan mengacu pada artikel [2]

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian yakni:

1. Studi Pustaka / Literature

Metode ini dilakukan pembelajaran dengan cara mencari dan mengumpulkan sumber referensi berupa literature yang terdapat pada buku, internet, maupun jurnal ilmiah atau lainnya yang menunjang penelitian Tugas Akhir

2. Metode Konsultasi

Pada metode ini, peneliti melakukan konsultasi kepada orang-orang yang dianggap memiliki pengetahuan dan wawasan terhadap permasalahan yang ditemui saat pembuatan Tugas Akhir.

3. Pembuatan perangkat lunak

Tahap ini dilakukan dengan membuat perangkat lunak yang menganalisa teknik latihan yang sesuai dengan teori-teori yang didapat dari paper maupun buku-buku yang diperoleh dari metode studi pustaka.

4. Metode Pengujian

Pada metode ini dilakukan pengujian / simulasi bagaimana sistem ini bekerja yang dapat menunjang penulisan laporan ini

5. Metode Analisa dan Kesimpulan

Hasil dari pengujian pada metode pengujian kemudian dianalisa dengan tujuan untuk mengetahui kekurangan pada hasil perancangan dan faktor penyebabnya, sehingga dapat digunakan untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya dan dibuat kesimpulan dari hasil penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab agar pembahasan lebih terstruktur dan spesifik, berikut rinciannya:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab 1 berisikan penjelasan secara sistematis mengenai tema penelitian yang diambil meliputi latar belakang, manfaat, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 berisikan dasar teori yang berhubungan dengan penelitian mengenai Pengolahan Citra Digital, Alat lat *pull-down*, Otot *Latissimus Dorsi*, dan metode yang dipakai serta penelitian-penelitian pendahulu yang terkait dengan penilitan ini

BAB III. METODOLOGI

Bab 3 berisikan tentang penjelasan secara bertahap mengenai proses penelitian yang dilakukan. Penjelasan tersebut terdiri dari tahap-tahap perancangan sistem dan penerapan metode penelitian.

BAB IV. HASIL DAN ANALISA

Bab 4 ini menjelaskan hasil dari pengujian yang telah dilakukan selama penelitian tugas akhir. Dan analisa hasil dari pengujian.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 5 isi nya berupa kesimpulan akhir dari penelitian. Pada bab ini juga ada saran yang diperlukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya dari pengujian dan analisis tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Halder, P. Agarwal, and S. P. Srivastava, "Tracking Free-Weight Exercises Keng-hao," *2015 2nd Int. Conf. Recent Adv. Eng. Comput. Sci. RA ECS 2015*, pp. 19–37, 2016.
- [2] R. Snarr and R. Eckert, "A Comparative Analysis and Technique of the Lat Pull-down," 2015.
- [3] S. Sperandei, M. A.P. Barros, P. C.S. Silveira-Junior, and C. G. Oliveira, "Electromyographic Analysis of Three Different Types of Lat Pull-Down," vol. 23, no. 7, pp. 2033–2038, 2009.
- [4] P. S. Madanayake, W. A. D. K. Wickramasinghe, H. P. Liyanarachchi, H. M. D. M. Herath, A. Karunasena, and T. D. Perera, "Fitness Mate: Intelligent workout assistant using motion detection," *2016 IEEE Int. Conf. Inf. Autom. Sustain. Interoper. Sustain. Smart Syst. Next Gener. ICIAfS 2016*, 2017.
- [5] C. J. Durall, R. C. Manske, and G. J. Davies, "Avoiding Shoulder Injury From Resistance Training," *Strength Cond. J.*, vol. 23, no. 5, p. 10, 2001.
- [6] D. Haas, S. Phommahavong, J. Yu, S. Krüger-Ziolek, K. Möller, and J. Kretschmer, "Kinect based physiotherapy system for home use," *Curr. Dir. Biomed. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 180–183, 2015.
- [7] B. Ainsworth, "President ' S Council P Hysical F Itness & S Ports," vol. 4, no. 1, pp. 1956–2006, 2006.
- [8] M. Jumpei, O. Masakazu, Y. Kaori, and S. Enginering, "Development of Motion Capture System using Multiple Kinects," 2016.
- [9] T. B. Moeslund and E. Granum, "A survey of computer vision-based human motion capture," *Comput. Vis. Image Underst.*, vol. 81, no. 3, pp. 231–268, 2001.
- [10] A. Shafaei and J. J. Little, "Real-Time Human Motion Capture with

Multiple Depth Cameras,” 2016.

- [11] A. McAndrew, “An Introduction to Digital Image Processing with Matlab,” 2004.
- [12] M. H. Fauzi *et al.*, “Implementasi Thresholding Citra Menggunakan Algoritma Hybrid Optimal Estimation,” *Teknol. Inf.*, 2010.
- [13] D. Satria and Mushthofa, “Perbandingan Metode Ekstraksi Ciri Histogram dan PCA untuk Mendeteksi Stoma pada Citra Penampang Daun Freycinetia,” *J. Ilmu Komputer Agri-Informatika*, vol. 2, pp. 20–28, 2013.