

**RANCANG BANGUN APLIKASI DETEKSI GERAKAN ANGKAT
BEBAN MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (CNN)**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Program Studi Teknik Informatika Jenjang Sarjana (S1)



Oleh
RIFKY DEWANI YANUAR
20220810096

FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS KUNINGAN
2026

LEMBAR PENGESAHAN BIMBINGAN
RANCANG BANGUN APLIKASI DETEKSI GERAKAN ANGKAT
BEBAN MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (CNN)

Disusun Oleh

Rifky Dewani Yanuar

20220810096

Program Studi Teknik Informatika Jenjang Sarjana (S1)

Naskah Skripsi ini telah dibimbingkan kepada para pembimbing sesuai dengan Surat Keputusan Bimbingan Skripsi di Program Studi Teknik Informatika Jenjang S1 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan dan telah disetujui pada:

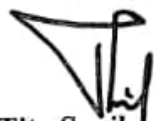
Tempat : Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Kuningan

Hari : Kamis

Tanggal Bulan Tahun : 11 Juni 2026

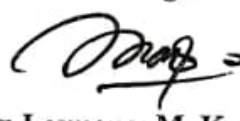
DOSEN PEMBIMBING :

Pembimbing 1



Tito Sugiharto, M. Eng
NIK. 410 381 013 48

Pembimbing 2



Iwan Lesmana, M. Kom
NIK. 410 380 912 88

Mengetahui / Mengesahkan :
Kepala Program Studi Teknik Informatika S1,



Iwan Lesmana, M. Kom
NIK. 410 380 912 88

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
RANCANG BANGUN APLIKASI DETEKSI GERAKAN ANGKAT
BEBAN MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (CNN)

Disusun Oleh

Rifky Dewani Yanuar

20220810096

Program Studi Teknik Informatika Jenjang Sarjana (S1)

Naskah Skripsi ini telah Diujikan dan Dipertahankan di Depan Dosen Penguji Sidang **Skripsi**, Program Studi Teknik Informatika Jenjang S1 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan dan telah disetujui pada :

Tempat : Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Kuningan

Hari : Jumat

Tanggal : 19 Juni 2026

DOSEN PENGUJI:

Penguji I



Tito Sugiharto, M. Eng
NIK. 410 381 013 48

Penguji II



Iwan Lesmana, M.Kom
NIK. 410 380 912 88

Penguji III



Nunu Nugraha, M. T
NIK. 410 381 113 66

Mengetahui/Mengesahkan

Dekan

Fakultas Ilmu Komputer



Tito Sugiharto, M.Eng
NIK. 410 381 013 48

Kepala Program Studi
Teknik Informatika S1



Iwan Lesmana, M. Kom
NIK. 410 380 912 88

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rifky Dewani Yanuar
NIM : 20220810096
Tempat, Tanggal lahir : Kuningan, 23 Januari 2004
Program Studi : Teknik Informatika (S1)
Fakultas : Ilmu Komputer
Perguruan Tinggi : Universitas Kuningan

Menyatakan bahwa **Skripsi** dengan judul sebagai berikut :

Judul:

RANCANG BANGUN APLIKASI DETEKSI GERAKAN ANGKAT BEBAN
MENGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
(CNN)

Dosen Pembimbing 1 : Tito Sugiharto, S. Kom, M.Eng

Dosen Pembimbing 2 : Iwan Lesmana, M. Kom

Adalah benar-benar **ASLI** dan **BUKAN PLAGIAT** yakni tidak melakukan penjiplakan pada karya tulis ilmiah milik orang lain, kecuali yang dikembangkan dan diacu dalam daftar pustaka pada Skripsi ini.

Demikian pernyataan ini **SAYA** buat, apabila kemudian hari terbukti **SAYA** melakukan penjiplakan karya orang lain, maka **SAYA** bersedia menerima **SANKSI AKADEMIK**.

Kuningan, 19 Juni 2026

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink is written over a yellow revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '1000', and 'METERAI TEMPEL'. A serial number '176 2ANX418039855' is visible at the bottom of the stamp.

Rifky Dewani Yanuar

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul RANCANG BANGUN APLIKASI DETEKSI GERAKAN ANGKAT BEBAN MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) beserta seluruh isinya adalah benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas dasar pernyataan ini saya siap menanggung resiko atau sanksi apa pun yang sesuai dengan peraturan yang berlaku apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian skripsi ini.

Kuningan, 25 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Risky Dewani Yanuar

MOTTO

“Kesalahan dapat diperbaiki, jika menyerah itu baru kegagalan.”

(Na Hwa Jin – Teach You a Lesson)

“Dan ketika dunia mengajarkanku kerasnya perjuangan, doa menjadi rumah dan setia menjadi pelabuhan.”

(Penulis)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(Qs, Al-Insyirah:6)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini peneliti persembahkan pertama-tama sebagai wujud syukur kepada Allah SWT. Perjalanan menyelesaikannya tidak singkat ada banyak hal yang harus dilewati, dari perjuangan yang menguras tenaga hingga doa-doa yang dipanjatkan di saat paling lelah sekalipun. Semoga karya ini dapat memberikan arti, terutama bagi orang-orang yang selama ini dengan sabar mendampingi dan mendukung peneliti tanpa pamrih. Untuk itu, karya skripsi yang sederhana ini dengan tulus dan penuh rasa tanggung jawab dipersembahkan kepada:

1. Allah SWT, atas segala rahmat, hidayah, kemudahan, dan kekuatan yang tiada henti diberikan kepada peneliti di setiap langkah perjalanan dalam menyelesaikan skripsi ini. Tanpa izin dan pertolongan-Nya, tidak ada satu pun pencapaian ini yang dapat terwujud.
2. Ayah dan Ibu tercinta, Bapak A. Dodi Kurmawadi dan Ibu Ela Susilawati, dua orang yang sangat istimewa dari hidup penulis, dua orang yang paling berjasa dalam kehidupan penulis. Tidak ada kata yang cukup untuk menggambarkan betapa besar pengorbanan yang telah kalian berikan terutama membesarkan, mendidik hingga sampai dititik ini menyelesaikan skripsi ini dan memperjuangkan segalanya demi masa depan anak yang kalian cintai ini. Di setiap langkah yang penulis tempuh, selalu ada doa kalian yang mengiringi, selalu ada kasih sayang kalian yang menjadi kekuatan ketika rasa lelah itu datang. Skripsi ini adalah salah satu cara kecil penulis untuk berterima kasih, meskipun penulis tahu tidak akan pernah cukup untuk membalas semua yang telah kalian korbankan. Semoga Ayah dan Ibu selalu sehat, bahagia, dan bangga melihat anaknya terus melangkah maju.

3. Adik dan Seluruh keluarga besar, yang tidak pernah absen hadir dengan doa, dukungan, semangat, dan perhatian yang tulus di setiap perjalanan penulis. Kalian mungkin tidak selalu tahu betapa berartinya kehadiran dan kepercayaan kalian bagi penulis. Namun percayalah, setiap kata semangat yang kalian berikan selalu berhasil membuat penulis bangkit ketika hampir menyerah. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan ini.
4. Almarhum Om dr. Charles Cristian T dan Tante Wiwin Winarti, dua orang yang memiliki peran luar biasa besar dalam kelancaran perjalanan akademik penulis. Tanpa ketulusan dan kebaikan hati kalian dalam membantu membiayai pendidikan penulis, ST, meskipun kini Om telah lebih dulu dipanggil oleh Tuhan Yang Maha Kasih, kebaikan, keramahan, dan ketulusan Om tidak akan pernah penulis lupakan sepanjang hidup. Om adalah sosok yang selalu hadir dengan senyum hangat, sopan dalam setiap tutur kata, dan mulia dalam setiap tindakan. Semoga Om kini beristirahat dengan tenang dan damai di sisi Tuhan, dan setiap kebaikan yang Om tinggalkan di dunia ini menjadi warisan yang selalu hidup di hati orang-orang yang mengenal Om. Begitu pula untuk Tante Wiwin Winarti yang hingga kini masih selalu hadir dengan perhatian dan dukungan yang tulus, semoga Tuhan senantiasa menjaga kesehatan, memberikan kebahagiaan, dan melimpahkan berkat dalam setiap langkah kehidupan Tante. Terima kasih, Om dan Tante, atas segala kebaikan yang tidak akan pernah penulis lupakan.
5. Terimakasih kepada Windi Aidah Dwi Septiany, seseorang yang hadir bukan hanya di saat segalanya baik-baik saja, tetapi juga di saat penulis berada di titik paling lelah dan paling rapuh sekalipun. Terima kasih telah memilih untuk tetap ada, untuk tetap sabar, dan untuk tidak pernah berhenti percaya kepada penulis bahkan ketika penulis sendiri hampir tidak percaya pada diri sendiri. Setiap doa yang kamu panjatkan, setiap dukungan yang kamu berikan, dan setiap ketulusan yang kamu tunjukkan menjadi salah satu kekuatan terbesar yang membawa penulis sampai di titik ini. Semoga Allah membalas setiap kebaikanmu dengan hal-hal indah yang jauh lebih besar dari yang bisa kita bayangkan.
6. Dan juga Barudak Borju, kalian bukan sekadar teman kalian adalah keluarga yang penulis pilih sendiri. Terima kasih telah menjadi tempat pulang di setiap suka maupun duka selama perjalanan perkuliahan ini. Terima kasih atas setiap tawa yang mengobati penat, atas setiap semangat yang diberikan di saat penulis hampir menyerah, dan atas setiap kenangan indah yang kita ciptakan bersama tanpa terencana. Bersama kalian, perjalanan yang panjang dan melelahkan ini terasa jauh lebih ringan dan jauh lebih bermakna. Semoga persahabatan ini tidak berhenti di sini.

7. Bapak Tito Sugiharto, S. Kom, M. Eng dan Bapak Iwan Lesmana, M. Kom, selaku dosen pembimbing yang dengan luar biasa sabar dan tulus telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dari awal hingga akhir proses penyusunan skripsi ini. Di setiap sesi bimbingan, penulis selalu pulang membawa ilmu baru, semangat baru, dan arah yang lebih jelas. Tanpa bimbingan, arahan, dan kepercayaan yang beliau berikan, skripsi ini tidak akan pernah sampai pada bentuknya yang sekarang. Terima kasih atas segalanya, semoga Allah membalas kebaikan Bapak dengan keberkahan yang berlipat ganda. Terima kasih pula kepada seluruh jajaran dosen, staf, dan tenaga kependidikan di lingkungan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Setiap ilmu yang diajarkan, setiap pelayanan yang diberikan, dan setiap dukungan yang hadir selama penulis menempuh pendidikan di kampus ini menjadi bagian yang sangat berarti dalam perjalanan akademik penulis. Semoga seluruh kebaikan dan dedikasi yang telah diberikan kepada penulis dan seluruh mahasiswa menjadi amal jariyah yang pahalanya terus mengalir tanpa henti.
8. Seluruh rekan Asisten Laboratorium FKOM, Kepala Laboratorium, serta Laboran, terima kasih telah menjadi bagian dari proses pembentukan diri penulis menjadi pribadi yang lebih baik. Empat periode menjadi asisten laboratorium bukanlah waktu yang singkat ada banyak hal yang penulis pelajari, lalui, dan rasakan selama menjalani peran tersebut. Di laboratorium inilah penulis belajar bukan hanya tentang ilmu dan teknologi, tetapi juga tentang arti kerja keras, disiplin, tanggung jawab, dan dedikasi yang sesungguhnya. Terima kasih pula kepada Agung Andri selaku laboran yang selalu berhasil mencairkan suasana dengan candaan dan tawa yang tidak pernah gagal membuat hari-hari di laboratorium terasa lebih ringan dan menyenangkan.
9. Seluruh rekan-rekan Program Studi Teknik Informatika, khususnya kelas TINFC-2022-03 dan keluarga besar Badan Legislatif Mahasiswa (BLM), terima kasih telah menjadi bagian penting dari perjalanan penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Kuningan. Kebersamaan bersama teman-teman kelas TINFC-2022-03 menjadi kenangan yang tidak akan pernah terlupakan, karena di sanalah penulis merasakan arti sesungguhnya dari berjuang bersama dalam satu tujuan. Begitu pula pengalaman berorganisasi di BLM yang mengajarkan penulis tentang kerja sama, tanggung jawab, dan kedewasaan berpikir yang tidak penulis temukan di bangku perkuliahan. Semua momen, semua cerita, dan semua kenangan yang tercipta bersama kalian akan selalu penulis simpan dengan penuh rasa syukur dan kebanggaan.

10. Dan terakhir, untuk diriku sendiri Rifky Dewani Yanuar. Sebagai anak pertama dan harapan keluarga, kamu tahu betul bahwa perjalanan ini tidak pernah hanya tentang dirimu sendiri. Ada nama keluarga yang kamu bawa, ada doa orang tua yang selalu mengiringi, dan ada harapan besar yang dititipkan di pundakmu sejak lama. It's not easy, tapi kamu tetap memilih untuk tidak menyerah. Ada malam-malam panjang yang kamu lalui seorang diri, ada hari-hari di mana segalanya terasa berat dan tidak ada habisnya, ada momen di mana kamu hampir berhenti dan bertanya-tanya apakah semua ini benar-benar worth it. Tapi kamu tetap bangkit. Kamu tetap melangkah meski langkahmu terasa berat, dan kamu tetap percaya bahwa semua ini akan ada ujungnya. And today, you proved yourself right. Setiap kerja keras yang kamu tuangkan, setiap air mata yang jatuh diam-diam, dan setiap doa yang kamu panjatkan di saat tidak ada yang tahu betapa lelahnya kamu, none of it was wasted. Skripsi ini adalah bukti nyata bahwa kamu mampu, bahwa kamu layak, dan bahwa kamu memang dilahirkan untuk melewati hal-hal yang tidak mudah sekalipun. This is not the end, ini baru awal dari babak kehidupan yang jauh lebih besar dan lebih bermakna yang sudah menunggumu di depan. Buktikan kepada keluarga, buktikan kepada dunia, dan yang paling penting buktikan kepada dirimu sendiri, bahwa anak pertama ini lahir bukan hanya untuk menjadi harapan, tetapi untuk mewujudkan harapan itu menjadi kenyataan. Keep going, Rifky. The best is yet to come.

RANCANG BANGUN APLIKASI DETEKSI GERAKAN ANGKAT BEBAN MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Rifky Dewani Yanuar¹, Tito Sugiharto², Iwan Lesmana³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas
Kuningan

Jl. Pramuka No.67, Purwawinangun, Kec. Kuningan, Kabupaten Kuningan, Jawa
Barat 45512

20220810096@uniku.ac.id, tito@uniku.ac.id, iwanlesmana@uniku.ac.id

ABSTRAK

Latihan angkat beban memiliki risiko cedera signifikan apabila tidak dilakukan dengan teknik yang benar, terutama ketika pengawasan instruktur tidak dapat menjangkau seluruh pengguna secara bersamaan. Tanpa koreksi tepat, kesalahan teknik berisiko menimbulkan cedera muskuloskeletal serius. Penelitian ini bertujuan membangun aplikasi android untuk mengevaluasi kualitas teknik gerakan angkat beban secara otomatis menggunakan *Convolutional Neural Network 1 Dimensi* (CNN-1D) yang dikombinasikan dengan estimasi pose *YOLOv8n-Pose* secara *real-time*. Sistem dikembangkan melalui metode *Prototype* menggunakan 12 video beresolusi 1920×1080 piksel pada 30 FPS dengan total 144.611 *frame*, mencakup tiga kategori per gerakan pada gerakan *Biceps Curl*, *Lateral Raise*, *Shoulder Press*, dan *Squat* yang direkam di Doctor Fit Gym Kuningan. Data video diolah menjadi *sequence time-series keypoints* berdimensi (30, 51) sebagai masukan model CNN-1D untuk mengklasifikasikan kualitas teknik gerakan ke kategori benar atau salah. Sistem dilengkapi evaluasi *rule-based* berdasarkan parameter sudut sendi dan pola pergerakan tubuh untuk memberikan umpan balik rinci. Pengujian model CNN-1D menggunakan *confusion matrix* menunjukkan rata-rata akurasi di atas 99% dengan nilai *precision*, *recall*, dan *F1-Score* yang konsisten pada keempat gerakan. Pengujian UAT yang melibatkan 25 responden menghasilkan kelayakan 86,8% kategori sangat layak, mencerminkan penerimaan pengguna terhadap aplikasi sebagai solusi pendamping evaluasi teknik latihan mandiri bagi member gym pemula.

Kata Kunci: Evaluasi Gerakan, Angkat Beban, *Convolutional Neural Network*, *Pose Estimation*, *YOLOv8n-Pose*

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF A WEIGHT TRAINING MOVEMENT
DETECTION APPLICATION USING CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (CNN) ALGORITHM**

Rifky Dewani Yanuar¹, Tito Sugiharto², Iwan Lesmana³

*Software Engineering Study Program, Faculty of Computer Sciences, Universitas
Kuningan*

*Jl. Pramuka No.67, Purwawinangun, Kec. Kuningan, Kabupaten Kuningan, Jawa
Barat 45512*

20220810096@uniku.ac.id, tito@uniku.ac.id, iwanlesmana@uniku.ac.id

ABSTRACT

Weight training carries a significant risk of injury when not performed with proper technique, especially when instructor supervision cannot reach all users simultaneously. Without timely correction, technical errors risk causing serious musculoskeletal injuries. This study aims to develop an Android-based application to automatically evaluate the quality of weight training movement techniques using a One-Dimensional Convolutional Neural Network (CNN-1D) combined with YOLOv8n-Pose estimation in real-time. The system was developed using the Prototype method with 12 videos at 1920×1080 pixel resolution at 30 FPS totaling 144,611 frames, covering three categories per movement across Biceps Curl, Lateral Raise, Shoulder Press, and Squat recorded at Doctor Fit Gym Kuningan. The video data was processed into time-series keypoints sequences with dimensions (30, 51) as input to the CNN-1D model to classify movement technique quality into correct or incorrect categories. The system is equipped with rule-based evaluation of joint angles to provide corrective feedback. CNN-1D model testing using confusion matrices showed an average accuracy above 99% with consistent precision, recall, and F1-Score values across all four movements. UAT involving 25 respondents yielded a feasibility score of 86.8% in the very feasible category, reflecting user acceptance of the application among beginner gym members.

Keywords: *Movement Evaluation, Weight Training, Convolutional Neural Network, Pose Estimation, YOLOv8n-Pose*

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Seminar Hasil Penelitian ini. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada junjungan Nabi kita Muhammad SAW, kepada para sahabatnya, kepada keluarganya serta kepada kita selaku umatnya yang Insha Allah taat pada ajaran agama dan senantiasa mengamalkannya. Aamiin. Adapun judul skripsi yang peneliti ambil adalah **“RANCANG BANGUN APLIKASI DETEKSI GERAKAN ANGKAT BEBAN MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)”**.

Dalam proses penyelesaian skripsi ini, peneliti memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak baik berupa bimbingan, arahan secara tertulis maupun secara lisan sehingga naskah skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Anna Fitri Hindriana, M.Si., selaku Rektor Universitas Kuningan.
2. Bapak Tito Sugiharto, S.Kom, M.Eng. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan serta Pembimbing 1 yang sudah banyak meluangkan waktu waktunya untuk membimbing peneliti.
3. Bapak Nunu Nugraha, M.T., selaku Wakil Dekan 1 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan.
4. Bapak Iwan Lesmana, M. Kom, M. Kom, selaku Pembimbing 2 , Dosen Pembimbing Akademik serta Kepala Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan.
5. Bapak Dede Husen, M. Kom, M. Kom, selaku Sekertaris Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan.
6. Rekan-rekan Mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan.
7. Seluruh pihak di tempat penelitian khususnya keluarga besar Doctor Fit Gym Kuningan yang telah memberikan izin, kemudahan, dan kerja sama sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dan membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Dalam penyusunan ini peneliti menyadari bahwa naskah Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti, tempat/objek penelitian, Institusi dan bagi para pembaca pada umumnya. Atas dukungan dan bantuannya, peneliti mengucapkan banyak terimakasih.

Kuningan, 25 Juni 2026

Peneliti,

Rifky Dewani Yanuar

NIM20220810096

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN BIMBINGAN

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERNYATAAN

PERNYATAAN ORIGINALITAS

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

ABSTRAK i

ABSTRACT ii

KATA PENGANTAR..... iii

DAFTAR ISI..... v

DAFTAR GAMBAR..... viii

DAFTAR TABEL..... xii

DAFTAR LAMPIRAN xv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Identifikasi Masalah 7

1.3 Rumusan Masalah 8

1.4 Batasan Masalah..... 8

1.5 Tujuan Penelitian..... 9

1.6 Manfaat Penelitian..... 10

BAB II KAJIAN PUSTAKA..... 12

2.1 Teori-teori terkait bahasan penelitian (Relevan Theories) 12

2.1.1 Rancang Bangun..... 12

2.1.2 Aplikasi..... 13

2.1.3 Deteksi Gerakan..... 14

2.1.4 Olahraga dan Aktivitas Fisik 14

2.1.5 Angkat Beban (*Weight Training*) 15

2.1.6 Cedera Pada Latihan Angkat Beban	16
2.1.7 Gerakan Dasar Angkat Beban.....	16
2.1.8 <i>Human Action Recognition</i> (HAR).....	23
2.1.9 <i>Human Pose Estimation</i> (HPE)	24
2.1.10 Algoritma.....	25
2.1.11 <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN-1D).....	25
2.1.12 <i>Sequence Time-series</i>	30
2.1.13 <i>Pose Estimation</i>	34
2.1.14 Evaluasi <i>Rule-Based</i>	36
2.1.15 <i>Computer Vision</i>	36
2.1.16 <i>Deep learning</i>	37
2.1.17 Pengembangan Sistem <i>Prototype</i>	38
2.1.18 <i>Tensorflow Lite</i>	40
2.1.19 Bahasa Pemrograman	41
2.1.20 Perancangan Sistem	42
2.1.21 Alat Perangkat Lunak	52
2.1.22 Pengujian	55
2.2 Penelitian Sebelumnya (<i>Previous Work</i>).....	61
2.3 Kerangka Teoritis (<i>Theoretical Framework</i>)	65
BAB III METODOLOGI	66
3.1 Metode Pengembangan Sistem.....	66
3.2 Metode Pengumpulan Data	69
3.2.1 Observasi	69
3.2.2 Wawancara.....	70
3.2.3 Studi Pustaka.....	70
3.2.4 Jenis dan Sumber Data.....	71
3.3 Metode Penyelesaian Masalah	73
3.3.1 Pengambilan Data.....	75
3.3.2 <i>Pre-Processing Data</i>	77
3.3.3 Pelatihan menggunakan Algoritma CNN-1D	85
3.3.4 Pengujian Model.....	100
3.3.5 Evaluasi Model	100

3.3.6 Hasil Klasifikasi Kualitas Gerakan.....	101
3.3.7 Evaluasi <i>Rule-Based</i>	101
3.4 Perancangan Sistem.....	105
3.4.1 Analisis Sistem Berjalan.....	106
3.4.2 Analisis Sistem Usulan	107
3.4.3 Kebutuhan Sistem.....	109
3.4.4 Perancangan Sistem Usulan.....	110
3.4.5 Perancangan Tampilan.....	121
3.4.6 Perancangan Pengujian	132
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	142
4.1 Implementasi Sistem	142
4.1.1 Implementasi <i>User Interface (UI)</i> Aplikasi	142
4.1.2 Implementasi Metode Penyelesaian Masalah	154
4.2 Pengujian Sistem	195
4.2.1 Pengujian <i>Whitebox</i>	196
4.2.2 Pengujian <i>Blackbox</i>	200
4.2.3 Pengujian <i>Rule-Based</i>	204
4.2.4 Pengujian Jarak.....	206
4.2.5 <i>User Acceptance Test (UAT)</i>	208
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	213
5.1 Simpulan (<i>Conclusion</i>).....	213
5.2 Saran (<i>Suggestion</i>).....	214
DAFTAR PUSTAKA	216
LAMPIRAN.....	227

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gerakan <i>Biceps Curl</i>	18
Gambar 2. 2 Gerakan <i>Lateral Raise</i>	19
Gambar 2. 3 Gerakan <i>Shoulder Press</i>	21
Gambar 2. 4 Gerakan <i>Squat</i> (Sumber: Personal Trainer Thia Azhari)	22
Gambar 2. 5 Arsitektur CNN-1D (Al Amin et al., 2025)	26
Gambar 2. 6 <i>Convolutional Layer 1D</i> (Salimi et al., 2022).....	27
Gambar 2. 7 <i>Max Pooling</i> (Salimi et al., 2022)	28
Gambar 2. 8 Fully Connected Layer (Salimi et al., 2022).....	30
Gambar 2. 9 Rumus <i>Softmax</i> (Al Amin et al., 2025; Ige & Sibiya, 2024)	30
Gambar 2. 10 Pembentukan <i>Time-series</i> (Müller et al., 2024)	32
Gambar 2. 11 Reprerstasi <i>multi-frame Time-series</i> (Luo et al., 2025).....	33
Gambar 2. 12 17 <i>Keypoints</i> Tubuh Manusia (Rahman et al., 2025).....	35
Gambar 2. 13 Metode <i>Prototype</i> (Kurniawan et al., 2024).....	39
Gambar 2. 14 Logo <i>Rational Rose</i> (Riskawati et al., 2021)	52
Gambar 2. 15 Logo Figma (Figma, 2026).	53
Gambar 2. 16 Logo <i>Google Colab</i> (Allaam, 2021)	54
Gambar 2. 17 <i>Confusion Matrix</i> (Sathyanarayanan & Tantri, 2024).....	55
Gambar 2. 18 <i>Black Box Testing</i> (Latifah, 2022).....	57
Gambar 2. 19 <i>White-box Testing</i> (Latifah, 2022)	58
Gambar 3. 1 Metode <i>Prototype</i> (Kurniawan et al., 2024).....	66
Gambar 3. 2 Contoh Data CSV Hasil Ekstraksi <i>Keypoints</i>	72
Gambar 3. 3 Metode Penyelesaian Masalah	74
Gambar 3. 4 Pengambilan Dataset Video	76
Gambar 3. 5 Proses Pembentukan <i>Sequence Time-series</i>	82
Gambar 3. 6 Arsitektur CNN-1D	86
Gambar 3. 7 3 <i>Keypoints</i> utama Gerakan <i>Biceps Curl</i>	89
Gambar 3. 8 Proses Konvolusi <i>Keypoints</i> Bahu	91
Gambar 3. 9 Feature Map <i>Keypoints</i> Bahu	92
Gambar 3. 10 Proses Konvolusi <i>Keypoints</i> Sikut	92
Gambar 3. 11 <i>Feature Map Keypoints</i> Sikut	93

Gambar 3. 12 Proses Konvolusi <i>Keypoints</i> Pergelangan Tangan	93
Gambar 3. 13 Feature Map <i>Keypoints</i> Pergelangan Tangan.....	94
Gambar 3. 14 Hasil Feature Map dari 3 <i>keypoints</i>	95
Gambar 3. 15 Hasil Aktivasi ReLU	96
Gambar 3. 16 Ilustrasi Hasil <i>Max Pooling</i> 1D.....	97
Gambar 3. 17 Hasil <i>Flatten Layer</i>	97
Gambar 3. 18 Lapisan <i>Fully Connected</i>	98
Gambar 3. 19 Sistem Berjalan di Doctor Fit Gym.....	106
Gambar 3. 20 Sistem Usulan.....	107
Gambar 3. 21 <i>Use Case Diagram</i> Aplikasi Deteksi Gerakan.....	111
Gambar 3. 22 <i>Activity Diagram</i> Lihat informasi Gerakan.....	115
Gambar 3. 23 <i>Activity Diagram</i> Deteksi Gerakan <i>Realtime</i>	116
Gambar 3. 24 <i>Activity Diagram</i> Lihat Riwayat.....	117
Gambar 3. 25 <i>Sequence Diagram</i> Lihat informasi Gerakan.....	118
Gambar 3. 26 <i>Sequence Diagram</i> Deteksi Gerakan <i>Realtime</i>	118
Gambar 3. 27 <i>Sequence Diagram</i> Lihat Riwayat.....	119
Gambar 3. 28 Class Diagram	120
Gambar 3. 29 Perancangan Tampilan <i>Splashscreen</i>	121
Gambar 3. 30 Perancangan Tampilan <i>OnBoarding</i>	122
Gambar 3. 31 Perancangan Tampilan Beranda.....	123
Gambar 3. 32 Perancangan Tampilan Panduan	125
Gambar 3. 33 Perancangan Tampilan Evaluasi	126
Gambar 3. 34 Perancangan Tampilan Detail Gerakan.....	128
Gambar 3. 35 Perancangan Tampilan Deteksi	129
Gambar 3. 36 Perancangan Tampilan Riwayat.....	130
Gambar 3. 37 Perancangan Tampilan Tentang Aplikasi	131
Gambar 4. 1 Tampilan <i>Splashscreen</i>	143
Gambar 4. 2 Tampilan <i>OnBoarding</i>	144
Gambar 4. 3 Tampilan Beranda	145
Gambar 4. 4 Tampilan Panduan Gerakan	147
Gambar 4. 5 Tampilan Evaluasi.....	148

Gambar 4. 6 Tampilan Detail Gerakan	149
Gambar 4. 7 Tampilan Deteksi	150
Gambar 4. 8 Tampilan Riwayat	151
Gambar 4. 9 Tampilan Detail Riwayat	152
Gambar 4. 10 Tampilan Info Aplikasi	153
Gambar 4. 11 Struktur Folder Dataset	155
Gambar 4. 12 Contoh Dataset	156
Gambar 4. 13 Arsitektur <i>YOLOv8n-Pose</i>	157
Gambar 4. 14 Kode Normalisasi <i>Keypoints</i>	157
Gambar 4. 15 Visualisasi Grid Hasil Ekstraksi <i>keypoints</i>	158
Gambar 4. 16 Visualisasi Skeleton Overlay Hasil Ekstraksi <i>Keypoints</i>	159
Gambar 4. 17 Kode Labeling Dataset	162
Gambar 4. 18 Kode Penggabungan Labeling Dan <i>Keypoints</i>	164
Gambar 4. 19 Kode Pembentukan <i>Sequence Time-series</i>	168
Gambar 4. 20 Kode Pembagian Dataset	170
Gambar 4. 21 Kode Augmentasi Dataset	172
Gambar 4. 22 Hasil Augmentasi Dataset	173
Gambar 4. 23 Arsitektur CNN-1D	174
Gambar 4. 24 Proses Training Model <i>Biceps Curl</i>	177
Gambar 4. 25 Proses Training Model <i>Squat</i>	178
Gambar 4. 26 Proses Training Model <i>Lateral Raise</i>	179
Gambar 4. 27 Proses Training Model <i>Shoulder Press</i>	180
Gambar 4. 28 Grafik Akurasi Model CNN-1D Gerakan <i>Biceps Curl</i>	182
Gambar 4. 29 <i>Confusion Matrix</i> Gerakan <i>Biceps Curl</i>	183
Gambar 4. 30 Akurasi Keseluruhan Gerakan <i>Biceps Curl</i>	185
Gambar 4. 31 Grafik Akurasi Model CNN-1D Gerakan <i>Squat</i>	185
Gambar 4. 32 <i>Confusion Matrix</i> Gerakan <i>Squat</i>	186
Gambar 4. 33 Akurasi Keseluruhan Gerakan <i>Squat</i>	188
Gambar 4. 34 Grafik Akurasi Model CNN-1D Gerakan <i>Lateral Raise</i>	188
Gambar 4. 35 <i>Confusion Matrix</i> Gerakan <i>Lateral Raise</i>	189
Gambar 4. 36 Akurasi Keseluruhan Gerakan <i>Lateral Raise</i>	191

Gambar 4. 37 Grafik Akurasi Model CNN-1D Gerakan <i>Shoulder Press</i>	191
Gambar 4. 38 Confusion Matrix Gerakan <i>Shoulder Press</i>	192
Gambar 4. 39 Akurasi Keseluruhan Gerakan <i>Shoulder Press</i>	194
Gambar 4. 40 Struktur Folder Asset	195
Gambar 4. 41 Flowgraph Deteksi Pose	198
Gambar 4. 42 Hasil Pengujian <i>Rule-Based</i>	206
Gambar 4. 43 Hasil Pengujian Jarak	208

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Penelitian Sebelumnya.....	5
Tabel 2. 1 <i>Use Case Diagram</i>	43
Tabel 2. 2 <i>Activity Diagram</i>	44
Tabel 2. 3 <i>Sequence Diagram</i>	46
Tabel 2. 4 <i>Class Diagram</i>	48
Tabel 2. 5 Simbol <i>Flowchart</i> (Smrti et al., 2023).	51
Tabel 2. 6 Pilihan Jawaban (Agusti & Alfian, 2022).....	59
Tabel 2. 7 Contoh Pengujian(Agusti & Alfian, 2022).....	59
Tabel 2. 8 Kriteria Skor (Agusti & Alfian, 2022).....	60
Tabel 2. 9 Penelitian Sebelumnya.....	61
Tabel 2. 10 Kerangka Teoritis.....	65
Tabel 3. 1 Karakteristik Video.....	76
Tabel 3. 2 Keterangan Rumus Normalisasi.....	78
Tabel 3. 3 Daftar <i>Keypoints Yolov8n-pose</i>	78
Tabel 3. 4 Label yang Digunakan pada Dataset.....	80
Tabel 3. 5 Struktur Dataset Gabungan Hasil Ekstraksi dan Labeling.....	81
Tabel 3. 6 Komponen <i>Sequence Time-series</i>	83
Tabel 3. 7 Rincian Pembagian dataset.....	84
Tabel 3. 8 Data <i>Keypoints X Gerakan Biceps Curl</i>	88
Tabel 3. 9 3 <i>Keypoints</i> dalam 5 <i>frame</i>	90
Tabel 3. 10 Kernel atau Filter berukuran 2.....	90
Tabel 3. 11 Proses perhitungan manual <i>keypoints</i> bahu.....	91
Tabel 3. 12 Perhitungan Manual <i>Keypoints</i> Sikut.....	92
Tabel 3. 13 Perhitungan Manual <i>Keypoints</i> Pergelangan Tangan.....	94
Tabel 3. 14 Hasil feature map gabungan.....	95
Tabel 3. 15 Hasil Max Pooling 1D.....	96
Tabel 3. 16 Parameter penilaian Gerakan <i>Biceps Curl</i>	102
Tabel 3. 17 Parameter penilaian Gerakan <i>Squat</i>	102
Tabel 3. 18 Parameter penilaian gerakan <i>Lateral Raise</i>	103
Tabel 3. 19 Parameter <i>Rule-Based</i> Gerakan <i>Shoulder Press</i>	104

Tabel 3. 20 Kebutuhan Perangkat Keras.....	110
Tabel 3. 21 Skenario <i>Use Case</i> Lihat informasi Gerakan.....	112
Tabel 3. 22 Skenario <i>Use Case</i> Deteksi Gerakan	112
Tabel 3. 23 Skenario <i>Use Case</i> Lihat Riwayat.....	114
Tabel 3. 24 Komponen Splashscreen	121
Tabel 3. 25 Komponen OnBoarding	123
Tabel 3. 26 Tampilan Beranda	124
Tabel 3. 27 Komponen Panduan	126
Tabel 3. 28 Komponen Evaluasi	127
Tabel 3. 29 Komponen Detail Gerakan.....	128
Tabel 3. 30 Komponen Deteksi.....	129
Tabel 3. 31 Komponen Riwayat.....	131
Tabel 3. 32 Komponen Tentang Aplikasi	132
Tabel 3. 33 Tabel Pengujian <i>Black Box</i>	133
Tabel 3. 34 Rancangan Pengujian Jarak	136
Tabel 3. 35 Rancangan Pengujian <i>Rule-Based</i>	138
Tabel 3. 36 Bobot Nilai.....	140
Tabel 3. 37 Daftar Pertanyaan UAT	141
Tabel 4. 1 Jumlah <i>Frame</i> Hasil Ekstraksi Berdasarkan Gerakan dan Kondisi ...	160
Tabel 4. 2 Hasil Labeling Dataset.....	163
Tabel 4. 3 Dataset Final CSV Gerakan <i>Biceps Curl</i>	164
Tabel 4. 4 Dataset Final CSV Gerakan <i>Shoulder Press</i>	165
Tabel 4. 5 Dataset Final CSV Gerakan <i>Lateral Raise</i>	165
Tabel 4. 6 Dataset Final CSV Gerakan <i>Squat</i>	166
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil dataset Final	167
Tabel 4. 8 Hasil <i>Sequence Time-series</i>	169
Tabel 4. 9 Jumlah <i>Sequence Time-series</i>	169
Tabel 4. 10 Data Pembagian Dataset	171
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Performa Model CNN-1D.....	194
Tabel 4. 12 Pengujian White Box	196
Tabel 4. 13 Pengujian Black Box.....	200

Tabel 4. 14 Pengujian <i>Rule-Based</i>	204
Tabel 4. 15 Pengujian Jarak	206
Tabel 4. 16 Bobo Nilai	208
Tabel 4. 17 Daftar Pertanyaan UAT	209
Tabel 4. 18 Tabel Hasil Pengujian	210

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Riwayat Hidup (Curriculum Vitae)	227
Lampiran 2 SK Pembimbing.....	228
Lampiran 3 SK Judul	229
Lampiran 4 Kartu Bimbingan	230
Lampiran 5 Kartu Mengikuti Seminar SUP	232
Lampiran 6 Hasil SUP	233
Lampiran 7 Lembar Revisi SUP	235
Lampiran 8 Kartu Mengikuti Seminar SHP	239
Lampiran 9 Hasil SHP	240
Lampiran 10 Lembar Revisi SHP	241
Lampiran 11 Submit Jurnal	243
Lampiran 12 Cek Plagiarisme	244
Lampiran 13 Hasil Wawancara	245
Lampiran 14 Hasil Observasi.....	256
Lampiran 15 Proses Pengujian Aplikasi dan UAT	257
Lampiran 16 Hasil Penelitian.....	257
Lampiran 17 Google Form User Acceptance Testing (UAT).....	258
Lampiran 18 Data Responden.....	259
Lampiran 19 Grafik Batang Penilaian UAT	259
Lampiran 20 Pertanyaan UAT	260
Lampiran 21 Spreadsheet Hasil Responden.....	260
Lampiran 22 Contoh Dataset Final CSV	261
Lampiran 23 Hasil Labelling dataset	261
Lampiran 24 Dataset Gerakan sesuai Kondisi	262
Lampiran 25 Hasil Lengkap Pengujian Rule-Based	264