

**PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI GERAKAN HOME WORKOUT
SECARA REAL-TIME BERBASIS COMPUTER VISION UNTUK
KOREKSI POSTUR DAN PERHITUNGAN REPETISI**



**CHOIRUNNISA ZALFAA NABILAH
NIM. 2210511070**

**PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
JAKARTA
2026**

**PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI GERAKAN HOME WORKOUT
SECARA REAL-TIME BERBASIS COMPUTER VISION UNTUK
KOREKSI POSTUR DAN PERHITUNGAN REPETISI**

**CHOIRUNNISA ZALFAA NABILAH
NIM. 2210511070**

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk melaksanakan
penelitian oleh mahasiswa pada

Program Studi S1 Informatika

**PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
JAKARTA
2026**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Choirunnisa Zalfaa Nabilah
NIM : 2210511070
Tanggal : 30 Juli 2026
Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI GERAKAN
HOME WORKOUT SECARA REAL-TIME BERBASIS
COMPUTER VISION UNTUK KOREKSI POSTUR
DAN PERHITUNGAN REPETISI**

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 30 Juli 2026

Yang menyatakan,



Choirunnisa Zalfaa Nabilah

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Choirunnisa Zalfaa Nabilah
NIM : 2210511070
Fakultas : Ilmu Komputer
Program Studi : S-1 Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan karya ilmiah saya kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) untuk publikasi dengan judul:

PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI GERAKAN HOME WORKOUT SECARA REAL-TIME BERBASIS COMPUTER VISION UNTUK KOREKSI POSTUR DAN PERHITUNGAN REPETISI

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media atau memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasi artikel ilmiah selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 30 Juli 2026

Yang menyatakan,



Choirunnisa Zalfaa Nabilah

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI GERAKAN *HOME WORKOUT* SECARA *REAL-TIME* BERBASIS *COMPUTER VISION* UNTUK KOREKSI POSTUR DAN PERHITUNGAN REPETISI” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir proposal ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.

Jakarta, 30 Juli 2026



Choirunnisa Zalfaa Nabilah
2210511070

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Pengembangan Sistem Deteksi Gerakan *Home Workout* Secara *Real-Time* Berbasis *Computer Vision* untuk Koreksi Postur dan Perhitungan Repetisi
Nama : Choirunnisa Zalfaa Nabilah
NIM : 2210511070
Program Studi : S1 Informatika

Disetujui oleh:

Penguji 1:

Dr. Didit Widiyanto, S.Kom., M.Si.

Penguji 2:

I Wayan Rangga Pinastawa, M.Kom.

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, M.T., IPM.

Diketahui oleh:

Koordinator Program Studi:

Dr. Ridwan Raafi'udin, S.Kom., M.Kom.

NIP. 198805022021211001

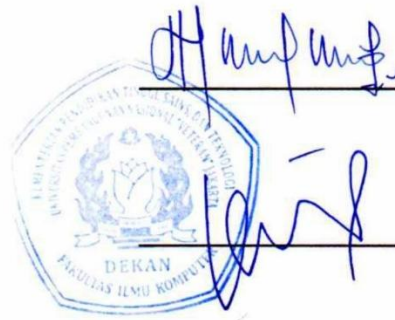
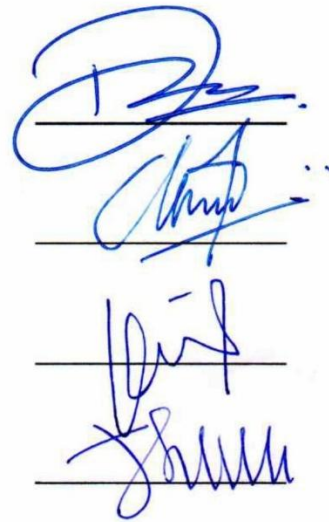
Dekan Fakultas Ilmu Komputer:

Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM.

NIP. 197605082003121002

Tanggal Ujian Tugas Akhir:

27 Juli 2026



ABSTRAK

Praktik *home workout* secara mandiri belum selalu disertai pemantauan postur dan penghitungan repetisi, sehingga kesalahan gerakan dapat terjadi tanpa umpan balik selama latihan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi desktop berbasis *computer vision* untuk mendeteksi dan menganalisis lima gerakan *home workout* secara *real-time* pada mode *single person* dan *multi person*. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dan adaptasi metode *Rapid Application Development*. Data berasal dari rekaman primer dan dataset Kinetics-700 dengan total 1.745 klip setelah prapemrosesan, meliputi *jumping jacks*, *squat*, *mountain climber*, *knee push up*, dan *sit up*. Sistem mengintegrasikan YOLO untuk deteksi dan *tracking* pengguna, MediaPipe Pose untuk ekstraksi *landmark*, LSTM-Attention untuk klasifikasi gerakan, serta aturan kinematik untuk analisis fase, postur, dan repetisi. Model mencapai akurasi 97,42% pada 349 data uji, dengan *macro average precision*, *recall*, dan *F1-score* masing-masing 97%. Setelah diintegrasikan, persentase prediksi benar mencapai 92% pada mode *single person* dan 90% pada mode *multi person*, dengan rata-rata latensi *end-to-end* sebesar 56,919 ms dan 74,880 ms. Seluruh 35 skenario fungsional dan 17 skenario validasi postur menghasilkan keluaran sesuai. Estimasi pose tetap stabil pada variasi kondisi yang diuji, tetapi *tracking* identitas belum konsisten ketika peserta bersilangan atau keluar dari *frame*.

Kata Kunci: *computer vision*, *home workout*, koreksi postur, LSTM-Attention, penghitungan repetisi

ABSTRACT

Independent home workouts are not always accompanied by posture monitoring and repetition counting, allowing movement errors to occur without feedback. This study developed a computer-vision-based desktop application to detect and analyze five home workout exercises in real time in single-person and multi-person modes. The study used a quantitative approach and an adaptation of the Rapid Application Development method. Data were obtained from primary recordings and the Kinetics-700 dataset, totaling 1,745 clips after preprocessing and covering jumping jacks, squats, mountain climbers, knee push-ups, and sit-ups. The system integrates YOLO for user detection and tracking, MediaPipe Pose for landmark extraction, LSTM-Attention for exercise classification, and kinematic rules for phase, posture, and repetition analysis. The model achieved 97.42% accuracy on 349 test samples, with macro-averaged precision, recall, and F1-score of 97% each. After integration, correct-prediction rates reached 92% in single-person mode and 90% in multi-person mode, with mean end-to-end latencies of 56.919 ms and 74.880 ms, respectively. All 35 functional scenarios and 17 posture-validation scenarios produced the expected outputs. Pose estimation remained stable under the tested variations, but identity tracking was inconsistent when participants crossed paths or left the frame.

Keywords: computer vision, home workout, LSTM-Attention, posture correction, repetition counting

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini hingga akhir. Skripsi ini dibuat sebagai bentuk rencana dan panduan dalam pelaksanaan penelitian dengan topik utama *Computer Vision*, sehingga terbentuklah skripsi dengan judul “Pengembangan Sistem Deteksi Gerakan *Home Workout* Secara *Real-Time* Berbasis *Computer Vision* untuk Koreksi Postur dan Perhitungan Repetisi”.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan secara khusus rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Dosen Pembimbing Akademik, dan Dosen Pembimbing 1, yang telah memberikan bimbingan, arahan, pendampingan, dan bantuan selama proses penyusunan skripsi ini. Beliau telah mendampingi penulis sejak tahap pencarian topik dan penentuan judul, proses pelaksanaan penelitian, hari dilaksanakannya sidang tugas akhir penulis, hingga penyelesaian administrasi pada akhir rangkaian skripsi. Selain itu, sebagai Dosen Pembimbing Akademik, beliau juga senantiasa memberikan arahan dan pendampingan selama penulis menjalani perkuliahan. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas perhatian, kebaikan, serta dedikasi beliau dalam membimbing dan membantu penulis dan para mahasiswa di Fakultas Ilmu Komputer.
2. Bapak Dr. Ridwan Raafi'udin, S.Kom., M.Kom. selaku Koordinator Program Studi Sarjana Jurusan Informatika Fakultas Ilmu Komputer UPN Veteran Jakarta, yang telah memberikan arahan, bantuan, dan dukungan selama proses perkuliahan dan penyelesaian studi. Penulis juga menyampaikan terima kasih atas berbagai kebijakan dan kemudahan akademik yang diberikan sehingga mahasiswa Program Studi Informatika dapat menjalani dan menyelesaikan proses studi dengan baik.
3. Prof. Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah S.T., M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta sekaligus Dosen Pembimbing 2, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini. Arahan beliau yang lugas, jelas, dan sistematis telah membantu penulis dalam memahami berbagai kekurangan dan menentukan langkah perbaikan yang tepat. Penulis menyampaikan terima kasih atas waktu, perhatian, serta dukungan yang telah diberikan hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Orang tua penulis, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral, emosional, dan materi selama penulis menjalani perkuliahan hingga

menyelesaikan skripsi ini. Di tengah berbagai kekhawatiran, ketidakpastian, dan tekanan penulis rasakan selama proses penyusunan skripsi, beliau selalu memberikan ketenangan, keyakinan, serta mengingatkan penulis agar tidak larut dalam rasa takut dan tetap menjalani setiap proses dengan sebaik-baiknya. Terima kasih atas segala pengorbanan, kesabaran, kepercayaan, dan rasa aman yang diberikan sehingga penulis mampu bertahan dan menyelesaikan studi ini.

5. Saudara serta seluruh keluarga, yang telah memberikan doa, perhatian, semangat, dan dukungan baik emosional maupun materiil kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi. Kehadiran dan kepedulian yang diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung, menjadi kekuatan bagi penulis untuk terus melangkah dan menyelesaikan skripsi ini.
6. Adin, Doy, Hani, Intan, Kai, Hira, Una, Alma, Awa, Widya, dan Wina, selaku teman-teman seperjuangan yang telah menemani penulis dalam berbagai suka dan duka sejak semester pertama hingga akhir masa perkuliahan. Khususnya selama semester tujuh dan delapan, masing-masing menjalani proses penyusunan skripsi dengan tantangan yang berbeda, tetapi tetap saling memberikan semangat, bantuan, dan dukungan. Terima kasih atas kebersamaan yang terjalin melalui berbagai pertemuan virtual di Discord Prikitiw, mulai dari sekadar berbincang dan bermain bersama hingga mengerjakan skripsi, begadang, mengejar jadwal sidang, dan menyelesaikan revisi bersama.
7. Adin, Farhani, dan Awa, selaku teman-teman satu bimbingan yang telah bersama-sama menghadapi berbagai tantangan selama proses penyusunan skripsi. Terima kasih karena senantiasa mengajak penulis untuk melakukan bimbingan bersama, berbagi informasi mengenai berbagai persiapan yang diperlukan sejak tahap penyusunan skripsi hingga pelaksanaan sidang, dan saling memberikan semangat dan dukungan dalam upaya menyelesaikan studi tepat waktu pada Program Studi Informatika.
8. Pak Fariz, selaku administrator Program Studi Informatika, yang telah memberikan banyak bantuan selama proses administrasi akademik dan penyelesaian skripsi. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kesabaran, keramahan, dedikasi, dan kesediaan beliau dalam membantu dan melayani berbagai kebutuhan mahasiswa dengan baik.
9. Hiburan yang telah menemani penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Secara khusus, penulis menyampaikan terima kasih kepada VTuber merah H. Caine, Podcast Raditya Dika, dan Windah Basudara melalui berbagai tayangan yang menemani penulis ketika menyusun dokumen, mengembangkan program, dan menyelesaikan berbagai pekerjaan skripsi lainnya. Terima kasih juga kepada berbagai permainan yang menjadi sarana untuk beristirahat sejenak dan menjernihkan pikiran ketika penulis mengalami kejenuhan. Selain itu, serial D dan serial P turut menjadi hiburan yang mengisi waktu jeda di tengah proses penyelesaian skripsi ini.

Skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan menjadi acuan yang jelas dalam pelaksanaan kegiatan atau penelitian yang direncanakan. Penulis juga menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Jakarta, 30 Juli 2026

Choirunnisa Zalfaa Nabilah
2210511070

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	i
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	ii
PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR RUMUS	xvii
DAFTAR SIMBOL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. <i>Home Workout</i>	7
2.2. <i>Deep Learning</i>	7
2.3. <i>Computer Vision</i>	9
2.4. <i>Human Activity Recognition</i>	11
2.5. <i>Human Pose Estimation</i>	13
2.6. YOLO	15
2.7. MediaPipe Pose BlazePose.....	15
2.8. OpenCV	16
2.9. <i>Long Short-Term Memory</i>	17
2.10. Metrik Evaluasi Model <i>Deep Learning</i> untuk Tugas Klasifikasi.....	19
2.11. Perhitungan Kalori Terbakar	21
2.12. <i>Flowchart</i> dan <i>Unified Modeling Language</i>	23
2.13. Aplikasi Desktop	24

2.14. Python dan PyQt.....	24
2.15. Metode <i>Rapid Application Development</i>	25
2.16. Pengujian Kotak Hitam	26
2.17. Perumusan Hipotesis	27
2.18. Penelitian Terdahulu.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	38
3.1. Tahapan Penelitian	38
3.1.1. Identifikasi Masalah	39
3.1.2. Studi Literatur.....	39
3.1.3. Pengumpulan Data.....	39
3.1.4. Pra-proses Data.....	40
3.1.5. Pengembangan Model	41
3.1.6. Evaluasi Model	43
3.1.7. Perencanaan Kebutuhan Sistem	44
3.1.7.1 Kebutuhan Fungsional.....	45
3.1.7.2 Kebutuhan Non-Fungsional.....	47
3.1.8. Perancangan Sistem.....	49
3.1.8.1 Arsitektur Sistem	49
3.1.8.2 Diagram <i>Use Case</i>	51
3.1.8.3 Diagram Aktivitas	52
3.1.8.4 Diagram Sekuens.....	54
3.1.8.5 Diagram Alur Analisis Gerakan <i>Home Workout</i> secara <i>Real-Time</i>	56
3.1.9. Rancangan Basis Data	58
3.1.9.1 Identifikasi Entitas.....	58
3.1.9.2 Diagram Relasi Entitas	59
3.1.9.3 Rancangan Struktur Tabel	59
3.1.10. <i>Construction</i>	61
3.1.11. <i>Cutover</i>	61
3.2. Pengujian Hipotesis.....	78
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	79
3.3.1. Perangkat Keras.....	79
3.3.2. Perangkat Lunak.....	80

3.4. Waktu dan Tempat Penelitian	81
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	83
4.1. Implementasi dan Hasil Pengembangan Model LSTM-Attention	83
4.1.1. Hasil Pengumpulan Dan Penyaringan Data	83
4.1.2. Hasil Pra-Pemrosesan Data	83
4.1.3. Hasil Pengembangan Model.....	84
4.1.4. Hasil Evaluasi Model	86
4.2. Integrasi Model LSTM-Attention dan Analisis Gerakan Berbasis Aturan Kinematik pada Aplikasi	88
4.2.1. Implementasi Model LSTM-Attention pada Aplikasi.....	88
4.2.2. Implementasi Analisis Gerakan Berbasis Aturan Kinematik pada Aplikasi.....	90
4.2.3. Mekanisme Integrasi Klasifikasi Gerakan dan Analisis Gerakan Berbasis Aturan Kinematik dalam Sistem <i>Workout</i>	92
4.3. Pengujian Fungsional Aplikasi.....	93
4.3.1. Hasil Pengujian <i>Black Box</i>	94
4.3.2. Analisis Hasil Pengujian <i>Black Box</i>	98
4.4. Pengujian Model LSTM-Attention dan Analisis Gerakan Berbasis Aturan Kinematik pada Aplikasi	98
4.4.1. Hasil Klasifikasi Gerakan <i>Home Workout</i> pada Aplikasi (<i>Single Person</i>)	99
4.4.2. Hasil Klasifikasi Gerakan <i>Home Workout</i> pada Aplikasi (<i>Multi Person</i>)	102
4.4.3. Hasil Pengujian Deteksi Urutan Fase dan Penyelesaian Siklus Gerakan	108
4.4.4. Hasil Pengujian Validasi Postur Gerakan.....	110
4.4.5. Hasil Pengujian Logika Terpadu Penghitungan Repetisi	118
4.4.6. Analisis Hasil Pengujian Model LSTM-Attention dan Aturan Kinematik	120
4.5. Pengujian Ketahanan Deteksi Pose dan <i>Tracking</i> Pengguna	123
4.5.1. Hasil Pengujian Variasi Kondisi Lingkungan	123
4.5.2. Hasil Pengujian <i>Collision</i> dan Oklusi Mode <i>Multi Person</i>	125
4.5.3. Hasil Pengujian Kestabilan Pose Berdasarkan Kelompok Usia.....	127

4.5.4. Analisis Hasil Pengujian Ketahanan Deteksi Pose dan <i>Tracking</i> Pengguna	129
4.6. Pengujian Performa Aplikasi.....	131
4.6.1. Hasil Pengukuran Latensi Pemrosesan <i>End-to-End</i>	131
4.6.2. Hasil Pengukuran <i>Frame Rate</i> Efektif	132
4.6.3. Hasil Pengukuran Penggunaan Sumber Daya	133
4.6.4. Hasil Pengujian Keandalan, Keamanan, Kompatibilitas, dan <i>Fault Tolerance</i>	134
4.6.5. Analisis Hasil Pengujian Performa Aplikasi	136
4.7. Hasil Pengujian Hipotesis.....	139
BAB V PENUTUP.....	142
5.1. Kesimpulan.....	142
5.2. Saran	143
DAFTAR PUSTAKA	145
LAMPIRAN.....	153

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan Saraf Tiruan	8
Gambar 2.2 Sistem Penglihatan Manusia dan Sistem Visi Komputer.....	10
Gambar 2.3 Alur Umum <i>Human Activity Recognition</i>	12
Gambar 2.4 Model Tubuh Manusia dalam HPE.....	14
Gambar 2.5 Topologi <i>Landmark</i> BlazePose	16
Gambar 2.6 Arsitektur LSTM.....	18
Gambar 2.7 <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi Biner dan Multi-kelas	20
Gambar 2.8 Metode <i>Rapid Application Development</i>	26
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian dengan Metode <i>Rapid Application Development</i>	38
Gambar 3.2 LSTM <i>Baseline</i>	41
Gambar 3.3 LSTM dengan Attention	42
Gambar 3.4 Desain Arsitektur Sistem.....	50
Gambar 3.5 Diagram <i>Use Case</i> Sistem.....	51
Gambar 3.6 Diagram Aktivitas Fitur Utama Sistem.....	53
Gambar 3.7 Diagram Sekuens Fitur Utama Sistem	55
Gambar 3.8 Diagram Alur Deteksi dan Analisis Gerakan <i>Home Workout</i>	57
Gambar 3.9 Diagram Relasi Entitas Sistem.....	59
Gambar 4.1 Grafik <i>Loss</i> dari <i>Training</i> dan <i>Validation</i>	86
Gambar 4.2 Visualisasi <i>Confusion Matrix</i> Model LSTM-Attention	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Keberhasilan Pengembangan Model	21
Tabel 2.2 Matriks Penelitian Terdahulu	28
Tabel 3.1 Pelabelan Kelas Gerakan <i>Home Workout</i>	41
Tabel 3.2 Kebutuhan Fungsional	45
Tabel 3.3 Kebutuhan Non-Fungsional	48
Tabel 3.4 Identifikasi Entitas Utama Sistem	58
Tabel 3.5 Entitas Pengguna	60
Tabel 3.6 Struktur Tabel Profil Pengguna	60
Tabel 3.7 Struktur Tabel Sesi <i>Workout</i>	60
Tabel 3.8 Struktur Tabel Partisipan <i>Workout</i>	60
Tabel 3.9 Struktur Tabel Laporan <i>Workout</i>	61
Tabel 3.10 Skenario Pengujian Fungsional	62
Tabel 3.11 Skenario Pengujian Ketahanan Deteksi, <i>Tracking</i> , dan Variasi Pengguna	71
Tabel 3.12 Skenario Pengujian Performa dan Non-Fungsional Lainnya	73
Tabel 3.13 Spesifikasi Perangkat Keras	79
Tabel 3.14 Keterangan Perangkat Lunak	80
Tabel 4.1 Rincian Jumlah Video Gerakan <i>Workout</i> Per Kategori	83
Tabel 4.2 Distribusi Label Data <i>Training</i> (Setelah Augmentasi)	84
Tabel 4.3 Arsitektur Model LSTM-Attention	84
Tabel 4.4 Metrik Evaluasi Performa Model	86
Tabel 4.5 Konfigurasi Inferensi Model LSTM-Attention pada Aplikasi	89
Tabel 4.6 Mekanisme Analisis Kinematik Setiap Gerakan	91
Tabel 4.7 Mekanisme Pengambilan Keputusan Terintegrasi	93
Tabel 4.8 Hasil Pengujian <i>Black Box</i> Aplikasi	94
Tabel 4.9 Hasil Klasifikasi LSTM-Attention pada Mode <i>Single Person</i>	100
Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Klasifikasi <i>Single Person</i>	101
Tabel 4.11 Metrik Klasifikasi <i>Single Person</i>	102
Tabel 4.12 Hasil Klasifikasi LSTM-Attention pada Mode <i>Multi Person</i>	103
Tabel 4.13 Rekapitulasi Klasifikasi <i>Multi Person</i>	106
Tabel 4.14 Metrik Klasifikasi <i>Multi Person</i>	107
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Deteksi Urutan Fase Gerakan	108
Tabel 4.16 Hasil Percobaan Fase Gerakan Tidak Lengkap	109
Tabel 4.17 Kriteria Validasi Postur Gerakan	111
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Validasi Postur Gerakan	113
Tabel 4.19 Rekapitulasi Pengujian Validasi Postur	118
Tabel 4.20 Hasil Pengujian Logika Terpadu Penghitungan Repetisi	119
Tabel 4.21 Hasil Pengujian Variasi Kondisi Lingkungan	124
Tabel 4.22 Hasil Pengujian <i>Collision</i> dan Oklusi Mode <i>Multi Person</i>	126
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Kestabilan Pose Berdasarkan Variasi Usia	127

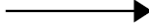
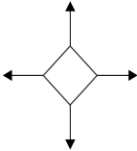
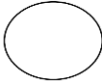
Tabel 4.24 Hasil Pengukuran Latensi Pemrosesan <i>End-to-End</i>	131
Tabel 4.25 Hasil Pengukuran <i>Frame Rate</i> Efektif	132
Tabel 4.26 Hasil Pengukuran Penggunaan Sumber Daya.....	133
Tabel 4.27 Hasil Pengujian Aspek Nonfungsional Lainnya	134
Tabel 4.28 Rekapitulasi Hasil Pengujian Hipotesis	140

DAFTAR RUMUS

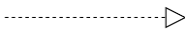
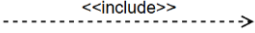
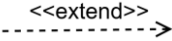
Nomor	Judul Rumus	Halaman
2.1.	<i>Recall</i>	20
2.2.	<i>Specificity</i>	20
2.3.	<i>Precision</i>	20
2.4.	NPV	20
2.5.	<i>Accuracy</i>	20
2.6.	<i>Balanced Accuracy</i>	21
2.7.	<i>F1 – Score</i>	21
2.8.	MCC	21
2.9.	Kalori Bruto	22
2.10.	RMR (Wanita)	22
2.11.	RMR (Pria)	22
2.12.	Kalori Total	22

DAFTAR SIMBOL

Simbol 1. Simbol Standar *Flowchart*

No.	Simbol	Nama Simbol	Keterangan
1.		Terminal	Menyatakan awal atau akhir dari sekumpulan proses komputer.
2.		<i>Input/Output</i>	Mewakili operasi masukan atau keluaran.
3.		<i>Computer Processing</i>	Mewakili pemrosesan oleh sistem komputer.
4.		<i>Predefined Processing</i>	Mengindikasikan proses yang tidak didefinisikan secara khusus dalam <i>flowchart</i> .
5.		Komentar	Menulis pernyataan penjelasan yang diperlukan untuk menjelaskan sesuatu.
6.		Garis Alur	Menghubungkan simbol-simbol.
7.		<i>Document Input/Output</i>	Digunakan ketika masukan berasal dari suatu dokumen dan keluaran diarahkan ke dokumen lain.
8.		Keputusan	Menunjukkan titik dalam proses di mana keputusan harus diambil untuk menentukan langkah selanjutnya.
9.		Konektor Satu Halaman	Menghubungkan bagian-bagian dari <i>flowchart</i> yang dilanjutkan di halaman yang sama.
10.		Konektor Halaman Berbeda	Menghubungkan bagian-bagian dari <i>flowchart</i> yang dilanjutkan di halaman yang berbeda.

Simbol 2. Simbol Diagram *Use Case*

No.	Simbol	Nama Simbol	Keterangan
1.		Aktor	Entitas yang berinteraksi langsung dengan sistem, dapat berupa pengguna manusia atau sistem eksternal.
2.		Sistem	Menggambarkan batasan sistem yang sedang dimodelkan.
3.		<i>Use Case</i>	Fungsi atau layanan yang disediakan oleh sistem untuk memenuhi kebutuhan aktor.
4.		Asosiasi	Garis yang menghubungkan aktor dengan <i>use case</i> , menunjukkan hubungan interaksi antara aktor dan fungsi.
5.		Generalisasi	Hubungan pewarisan antara dua aktor atau dua <i>use case</i> .
6.		<i>Include</i>	Suatu <i>use case</i> selalu menyertakan <i>use case</i> lain sebagai bagian dari prosesnya.
7.		<i>Extend</i>	Suatu <i>use case</i> dapat diperluas dengan fungsi tambahan yang sifatnya opsional atau hanya terjadi pada kondisi tertentu.

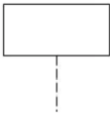
Simbol 3. Simbol Diagram Aktivitas

No.	Simbol	Nama Simbol	Keterangan
1.		Status Awal	Mengawali alur aktivitas pada diagram aktivitas.
2.		Aktivitas	Aktivitas yang dilakukan sistem, biasanya diawali dengan kata kerja.
3.		Percabangan/ <i>Decision</i>	Menunjukkan titik pengambilan keputusan

No.	Simbol	Nama Simbol	Keterangan
			yang menghasilkan dua atau lebih alur berdasarkan kondisi tertentu.
4.		Penggabungan/ <i>Join</i>	Menyinkronkan dua atau lebih alur paralel menjadi satu alur.
5.		<i>Swimlane</i>	Memisahkan komponen organisasi bisnis yang bertanggung jawab terhadap aktivitas yang terjadi
6.		<i>Transition</i>	Menunjukkan arah perpindahan alur kendali dari satu aktivitas ke aktivitas berikutnya.
7.		Status Akhir	Mengakhiri alur aktivitas pada diagram aktivitas

Simbol 4. Simbol Diagram Sekuens

No.	Simbol	Nama Simbol	Keterangan
1.		Aktor	Entitas yang berinteraksi dengan sistem.
2.		<i>Entity Class</i>	Mengilustrasikan objek yang memiliki data atau informasi yang dikelola oleh sistem dan merepresentasikan konsep dalam domain bisnis.
3.		<i>Control Class</i>	Mengilustrasikan objek yang bertanggung jawab mengatur alur proses, menerima permintaan dari <i>boundary class</i> , dan mengoordinasikan interaksi dengan <i>entity class</i> .
4.		<i>Boundary Class</i>	Mengilustrasikan objek yang menjadi perantara komunikasi antara aktor dengan sistem.

No.	Simbol	Nama Simbol	Keterangan
5.		<i>Object Lifeline</i>	Mengilustrasikan tempat mulai dan berakhirnya sebuah <i>message</i> , indikasi bahwa terdapat suatu objek pada situasi tertentu.
6.		<i>Message</i>	Menunjukkan komunikasi antar partisipan dalam bentuk pemanggilan operasi, pengiriman data, atau pengembalian hasil.
7.		<i>Activation</i>	Menunjukkan rentang waktu ketika suatu objek sedang menjalankan operasi atau memproses pesan.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Implementasi Antarmuka Aplikasi	153
Lampiran 2. Hasil Implementasi Basis Data dengan Supabase	160
Lampiran 3. Struktur Direktori dan Modul Aplikasi	162
Lampiran 4. Laporan Hasil <i>Workout Mode Single Person</i> pada Pengujian Performa	172
Lampiran 5. Laporan Hasil <i>Workout Mode Multi Person</i> pada Pengujian Performa	173
Lampiran 6. Surat Permohonan Riset	174
Lampiran 7. Hasil Wawancara	174
Lampiran 8. Acuan Rentang Sudut Gerakan <i>Home Workout</i>	180
Lampiran 9. Bukti Wawancara	181
Lampiran 10. Hasil Pengecekan Turnitin.....	183