



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM STUDI S1 ILMU KOMPUTER

Jalan Universitas No. 9 Kampus USU, Kec. Medan Baru, Medan 20155
Tel/Fax: 061 8228048, e-mail: ilkom@usu.ac.id, laman: <http://ilkom.usu.ac.id>

FORM PENGAJUAN JUDUL

Nama : Rizky Azmi Swandy

NIM : 211401051

Judul diajukan oleh* : ☐ Dosen
☒ Mahasiswa



Bidang Ilmu (tuliskan dua bidang) : Deep Learning dan Computer Vision

Uji Kelayakan Judul** : ☐ Diterima ☐ Ditolak

Hasil Uji Kelayakan Judul :

Calon Dosen Pembimbing I:
Dr. Eng Ade Candra, S.T., M.Kom.
NIP. 197909042009121002

Paraf Calon Pembimbing 1

Calon Dosen Pembimbing II:
Dr. Fauzan Nurahmadi, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198512292018051001

Paraf Calon Pembimbing 2

Medan, Maret 2025
Ka. Laboratorium Penelitian

* Centang salah satu atau keduanya

** Pilih salah satu

(Dr. Pauzi Ibrahim Nainggolan,
S.Kom., M.Sc.)
NIP. 198809142020011001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM STUDI S1 ILMU KOMPUTER

Jalan Universitas No. 9 Kampus USU, Kec. Medan Baru, Medan 20155
Tel/Fax: 061 8228048, e-mail: ilkom@usu.ac.id, laman: <http://ilkom.usu.ac.id>

RINGKASAN JUDUL YANG DIAJUKAN

Judul / Topik Skripsi	AANG: <i>Adaptive Action Network for Gaming</i> - Pendekatan <i>Self-Attention</i> Berbasis <i>Bi-directional LSTM</i> untuk Pengenalan Sekuens Gerakan Cepat
Latar Belakang dan Penelitian Terdahulu	<p>Penelitian dalam bidang <i>Human Action Recognition</i> (HAR) telah mengalami perkembangan signifikan dalam berbagai domain aplikasi seperti sistem pengawasan, interaksi manusia-komputer, dan analisis aktivitas sehari-hari (Cob-Parro et al., 2024). Meskipun demikian, implementasi HAR dalam konteks permainan digital masih sangat terbatas dalam literatur penelitian akademis (Karim et al., 2024). Fenomena ini menciptakan celah penelitian yang menarik, terutama mengingat karakteristik unik yang dimiliki oleh gim, seperti kebutuhan pengenalan aksi dengan durasi sangat singkat (1-2 detik) dan variabilitas gerakan pengguna yang kompleks.</p> <p>Dalam pengembangan gim "Bender Force Saga" (Swandy & Motio Studio, 2024) yang merupakan <i>motion-based game</i>, peneliti mengidentifikasi tantangan teknis spesifik yang belum teratasi dengan baik oleh pendekatan HAR konvensional. Implementasi awal menggunakan CreateML menunjukkan keterbatasan signifikan pada tingkat kustomisasi model dan fleksibilitas parameter, yang berpengaruh pada keakuratan pengenalan aksi dan berimplikasi pada pengalaman pengguna yang belum optimal. Hasil pengujian dengan 50 pemain dalam 8 kali <i>user testing</i> (UT) menunjukkan bahwa 70% pemain mengalami kesulitan akibat kegagalan sistem dalam mengenali aksi dengan akurat secara acak, terutama pada kondisi di mana pemain mengenakan pakaian yang mengurangi visibilitas fitur tubuh.</p> <p>Pendekatan terkini dalam penelitian HAR menunjukkan kemajuan metodologis yang memiliki karakteristik masing-masing. Liu et al. (2021) mengembangkan pendekatan berbasis 3D-CNN dengan <i>temporal encoding</i> yang mampu mereduksi ukuran model hingga di bawah 5 MB, suatu pencapaian yang signifikan untuk implementasi pada perangkat dengan sumber daya terbatas. Wang et al. (2024) memperkenalkan <i>Integrated Motion Feature Extractor</i> (IMFE) yang mengintegrasikan <i>Temporal Shift Module</i> dengan arsitektur 2D-CNN untuk ekstraksi fitur gerak yang lebih efisien pada <i>embedded platforms</i>.</p> <p>Karim et al. (2024) melalui kerangka kerja HADE (<i>Human Actions in Diverse Environments</i>) memberikan kontribusi pada peningkatan akurasi pengenalan hingga 83,57% pada dataset yang dikurasi secara cermat dari rekaman kamera <i>smartphone</i>. Aouaidjia et al. (2025) mengusulkan pendekatan IMDAR (<i>Invariant Multi-Descriptors for Action Recognition</i>) yang memanfaatkan representasi <i>spatio-temporal invariant</i> untuk meningkatkan akurasi pengenalan berbasis <i>skeleton</i> dengan implementasi lima deskriptor komplementer. Pendekatan ini menunjukkan ketahanan terhadap variasi sudut pandang kamera dan kecepatan aksi pada proses pengenalan.</p> <p>Abdelkawy et al. (2025) mengembangkan EPAM-Net (<i>efficient pose-driven attention-guided multimodal network</i>) yang mencapai efisiensi komputasi hingga 72,8 kali lipat dalam Floating Point per Second (FLOPS) dan 48,6 kali lipat dalam jumlah parameter, memberikan perspektif penting untuk implementasi pada perangkat dengan kapabilitas komputasi terbatas seperti gawai <i>mobile</i>. Peningkatan efisiensi pada FLOPS sangat berpengaruh dalam proses <i>inference</i> karena</p>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM STUDI S1 ILMU KOMPUTER

Jalan Universitas No. 9 Kampus USU, Kec. Medan Baru, Medan 20155
Tel/Fax: 061 8228048, e-mail: ilkom@usu.ac.id, laman: <http://ilkom.usu.ac.id>

dapat menurunkan tingkat penggunaan memori pada perangkat yang memiliki sumber daya komputasi yang relatif rendah seperti *mobile device*.

Tabel 1. Karakteristik Metodologi HAR(Fokus Convolutional Network): Keunggulan Teknis dan Keterbatasan dalam Implementasi Gim

Peneliti	Metodologi	Keunggulan Teknis	Keterbatasan Konteks Game	Relevansi Implementasi dalam “Bender Force Saga”
Liu et al, (2021)	T-C3D	Kompresi model (<5 MB), <i>temporal encoding</i>	Tidak dioptimalkan untuk durasi pendek	Potensial untuk implementasi perangkat terbatas
Want et al, (2024)	IMFE	Efisiensi komputasi pada <i>embedded platforms</i>	Belum diuji untuk gerakan spesifik gim	Pendekatan yang menjanjikan untuk optimasi proses <i>real time</i>
Karim et al, (2024)	HADE	Akurasi tinggi pada dataset <i>smartphone</i>	<i>Dataset</i> berfokus pada aktivitas umum	Framework pengembangan <i>dataset</i> yang adaptif
Aouaidjia et al, (2025)	IMDAR	Ketahanan terhadap variasi sudut dan kecepatan	Kompleksitas komputasi deksriptor	Pendekatan multi-deskriptor untuk variasi gerakan
Abdelkawy et al.	EPAM-Net	Reduksi FLOPS dan jumlah parameter <i>network</i>	Belum divalidasi untuk aksi gim-spesifik	Sangat potensial untuk implementasi <i>mobile</i>

Beberapa pendekatan terkini lainnya yang menunjukkan kemajuan dalam domain HAR khususnya berkaitan dengan implementasi berbasis video dan pengenalan gerakan juga perlu diperhatikan. Athira dan Divya (2024) mengusulkan pendekatan fusi temporal yang menggabungkan VGG-16 terdistribusi waktu dengan LSTM untuk meningkatkan akurasi pengenalan aksi. Metode ini menunjukkan kemampuan ekstraksi fitur spasial-temporal yang efisien dengan hanya menganalisis setiap *frame* ketiga, sehingga mengurangi beban komputasi. Pendekatan ini mencapai akurasi 98% pada *dataset* UCF-50, mengungguli metode *state-of-the-art* lainnya dengan margin signifikan.

Senthilkumar et al. (2022) memperkenalkan model relasional spasial-temporal yang mengintegrasikan CNN dilasi dengan bi-LSTM dan blok residual. Pendekatan hierarkis mereka



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM STUDI S1 ILMU KOMPUTER

Jalan Universitas No. 9 Kampus USU, Kec. Medan Baru, Medan 20155
Tel/Fax: 061 8228048, e-mail: ilkom@usu.ac.id, laman: <http://ilkom.usu.ac.id>

mengklasifikasikan titik sendi tubuh manusia ke dalam tiga tingkatan (global, tengah, dan lokal), yang memungkinkan model untuk menangkap hubungan kompleks antar sendi dengan lebih baik. Model ini menunjukkan performa yang menjanjikan pada berbagai *dataset benchmark*, mencapai akurasi 95,3% pada J-HMDB dan 98,1% pada *dataset Sports*.

Dalam konteks pengenalan gerakan dinamis, Geng et al. (2025) mengusulkan jaringan 3D CRLCA (*3D Central Difference Separable Residual LSTM Coordinate Attention*) yang menggabungkan tiga komponen inovatif: konvolusi yang dapat dipisahkan dengan perbedaan tengah 3D (3D CDSC), modul residual, dan mekanisme perhatian koordinat-LSTM. Pendekatan ini secara efektif menangani tantangan pengenalan gerakan seperti fleksibilitas dan skala spasial, serta faktor eksternal seperti pencahayaan dan latar belakang, mencapai akurasi 58,52% untuk data RGB pada *dataset IsoGD*.

Shen dan Ding (2022) mengajukan metode ekstraksi fitur skeleton berbasis jaringan kompleks untuk pengenalan aksi 3D. Pendekatan mereka mengkodekan hubungan antara titik-titik skeleton sebagai jaringan, menggunakan atribut topologi jaringan sebagai vektor fitur, dan menggabungkan pengkodean jaringan kompleks dengan LSTM untuk pengenalan. Metode ini mencapai hasil yang baik pada dataset NTU RGB+D60, MSR Action3D, dan UTKinect-Action3D, dengan akurasi masing-masing 83,3% (*cross-subject*), 90,7%, dan 90,5%.

Saoudi et al. (2023) memperkenalkan pendekatan *hybrid* yang menggabungkan 3D CNN (khususnya model I3D) dengan jaringan LSTM berbasis perhatian untuk pengenalan aksi video. Mereka mengimplementasikan LSTM dua arah dengan 4 lapisan dan mekanisme perhatian-diri untuk fokus pada bagian yang relevan dari sekuens *input*. Pendekatan mereka mencapai performa luar biasa pada dataset HMDB51 dengan akurasi 97,98%, menunjukkan potensi signifikan untuk implementasi HAR dalam skenario dunia nyata.

Tabel 2. Karakteristik Metodologi HAR(Fokus LSTM): Keunggulan Teknis dan Keterbatasan dalam Implementasi Gim

Peneliti	Metodologi	Keunggulan Teknis	Keterbatasan	Implementasi dalam Bender Force Saga
Athira & Divya (2024)	VGG-16-LSTM Temporal Fusion	Efisiensi komputasi (hanya memproses setiap frame ketiga), akurasi tinggi (98%)	Belum diuji untuk aksi durasi sangat pendek	Pendekatan efisien untuk pengenalan aksi cepat
Senthilkumar et al. (2022)	Spatial-Temporal Relational Model	Model hierarkis yang menangkap relasi kompleks antar sendi	Kompleksitas komputasi tinggi untuk pemrosesan real-time	Framework untuk gerakan spesifik-karakter dalam gim
Geng et al. (2025)	3D CRLCA	Ketahanan terhadap variasi pencahayaan dan latar belakang	Akurasi moderat (58,52% RGB)	Potensial untuk menangani variabilitas lingkungan bermain
Shen & Ding	Complex	Representasi efektif	Memerlukan	Potensial untuk



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM STUDI S1 ILMU KOMPUTER

Jalan Universitas No. 9 Kampus USU, Kec. Medan Baru, Medan 20155
Tel/Fax: 061 8228048, e-mail: ilkom@usu.ac.id, laman: <http://ilkom.usu.ac.id>

(2022)	Network Coding	hubungan antar titik skeleton	ekstraksi skeleton yang akurat	pelacakan gerakan presisi tinggi
Saoudi et al. (2023)	3D CNN-LSTM dengan Attention	Akurasi sangat tinggi (97,98% HMDB51), integrasi mekanisme attention	Kompleksitas model relatif tinggi	Framework komprehensif untuk fusi spasial-temporal

Berbeda dengan aplikasi HAR sering dibahas dalam ruang lingkup riset akademis, implementasi HAR dalam skenario gim memiliki tantangan teknis yang cukup distingtif. Selama proses pengembangan, teridentifikasi bahwa gim memerlukan pengenalan aksi dalam rentang waktu sangat pendek (1-2 detik) dibandingkan dengan *dataset benchmark* standar yang umumnya beroperasi pada 6-10 detik. Selanjutnya, variabilitas gerakan pemain yang cukup unik menciptakan kompleksitas pengenalan yang tidak ditemui dalam *dataset* terstruktur seperti NTU RGB+D (Liu et al., 2020) yang hanya berisi aktivitas sehari-hari seperti melompat, melambaikan tangan, dan lain sebagainya. Kesenjangan ini menciptakan peluang signifikan untuk pengembangan metodologi HAR yang dioptimalkan khusus untuk konteks gim.

Selain tantangan teknis dalam konteks pengenalan, keterbatasan metodologis pada implementasi HAR sebelumnya menjadi hambatan signifikan dalam pengembangan sistem pengenalan aksi untuk gim. Pada pengembangan gim "Bender Force Saga", peneliti menggunakan CreateML—platform pengembangan *machine learning* eksklusif dan dioptimasi untuk ekosistem Apple—yang meskipun menyediakan antarmuka yang intuitif, secara fundamental membatasi kustomisasi data dan arsitektur model. Parameter yang dapat disesuaikan dalam aplikasi CreateML hanya 4, yaitu jumlah iterasi, *frame rate*, durasi aksi, dan augmentasi *flip* horizontal. Hal ini tentu sangat membatasi opsi dan aksi yang dapat dilakukan pengembang terhadap set data dan arsitektur yang sesuai dengan kebutuhan kasus.

Melihat kesenjangan dan tantangan yang telah diidentifikasi, terdapat kesempatan untuk mengembangkan sistem HAR yang secara spesifik dioptimalkan untuk konteks gim digital. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pendekatan inovatif dalam implementasi HAR untuk "Bender Force Saga" yang tidak hanya mengatasi keterbatasan durasi aksi singkat dan variabilitas gerakan pengguna, tetapi juga mempertimbangkan efisiensi komputasi dan adaptabilitas terhadap berbagai kondisi penggunaan. Dengan memanfaatkan kemajuan terkini dalam metodologi HAR seperti yang diusulkan oleh berbagai peneliti, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam menjembatani kesenjangan antara kemajuan metodologis HAR secara umum dan implementasi praktis dalam konteks gim digital.

Rumusan Masalah

Implementasi *Human Action Recognition* (HAR) dalam permainan digital menghadapi tantangan spesifik, yaitu pengenalan aksi berdurasi sangat singkat (1–2 detik), yang belum dapat diselesaikan secara efektif oleh pendekatan konvensional. Keterbatasan platform pengembangan saat ini, seperti CreateML, menyebabkan akurasi pengenalan masih rendah (81,9%), yang berdampak signifikan terhadap pengalaman pengguna. Sebanyak 70% pemain dilaporkan mengalami kesulitan dalam berinteraksi melalui gerakan. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengembangan sistem HAR yang dioptimalkan untuk konteks permainan digital, dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya komputasi serta



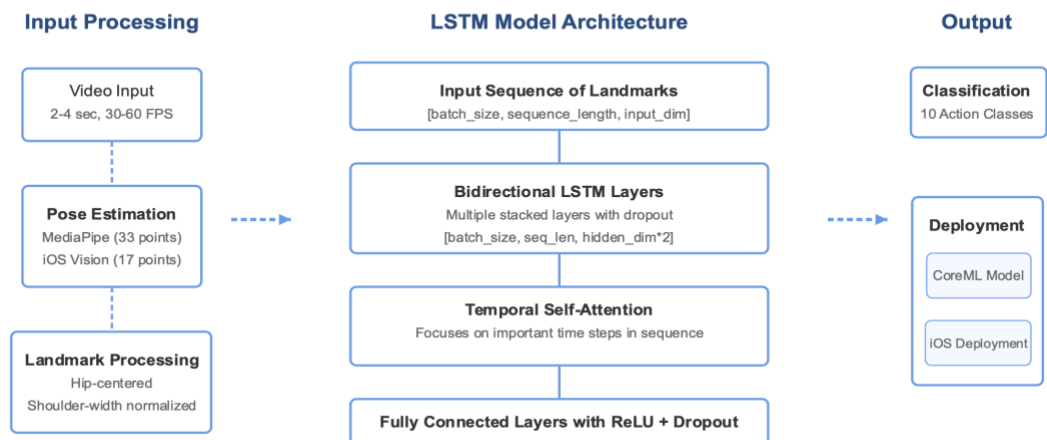
KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM STUDI S1 ILMU KOMPUTER

Jalan Universitas No. 9 Kampus USU, Kec. Medan Baru, Medan 20155
Tel/Fax: 061 8228048, e-mail: ilkom@usu.ac.id, laman: <http://ilkom.usu.ac.id>

kebutuhan adaptabilitas lintas *platform*.

Metodologi

AANG: Adaptive Action Network for Gaming - System Architecture



Gambar 1. Arsitektur Umum Sistem

Arsitektur umum sistem AANG terdiri dari tiga komponen utama: (1) Pemrosesan *Input* yang mengakuisisi dan memproses data gerakan pengguna melalui video singkat 2-4 detik, mengimplementasikan estimasi pose yang sesuai dengan *iOS deployment* (MediaPipe memiliki 33 titik *landmark* (Google, 2023) dan iOS Vision memiliki 17 titik *landmark* (Apple, 2023), sehingga kita harus membuatnya seragam menjadi 17 untuk menyesuaikan dengan *framework* iOS Vision), serta normalisasi berbasis pusat pinggul dan lebar bahu; (2) Arsitektur Model LSTM yang merupakan inti *framework* yang dioptimasi untuk pengenalan aksi durasi pendek, terdiri dari lapisan LSTM bi-directional dengan dropout, mekanisme self-attention temporal untuk pembobotan frame-frame informatif, dan lapisan fully-connected dengan ReLU; serta (3) Output dan Deployment yang menghasilkan prediksi untuk 10 kelas aksi spesifik dan mengkonversi model ke format CoreML untuk implementasi yang efisien pada ekosistem iOS.

Pendekatan yang diusulkan pada komponen *input* memungkinkan implementasi lintas platform dengan tetap mempertahankan kompatibilitas pada ekosistem Apple, sementara arsitektur LSTM dengan self-attention memberikan keunggulan signifikan dibandingkan pendekatan 3D CNN konvensional, meliputi adaptabilitas yang lebih baik terhadap variasi durasi gerakan, efisiensi komputasi baik saat training maupun inference di *edge device* seperti perangkat mobile, dan kemampuan fokus pada frame-frame kunci dalam gerakan cepat yang merupakan karakteristik dalam permainan Bender Force Saga.

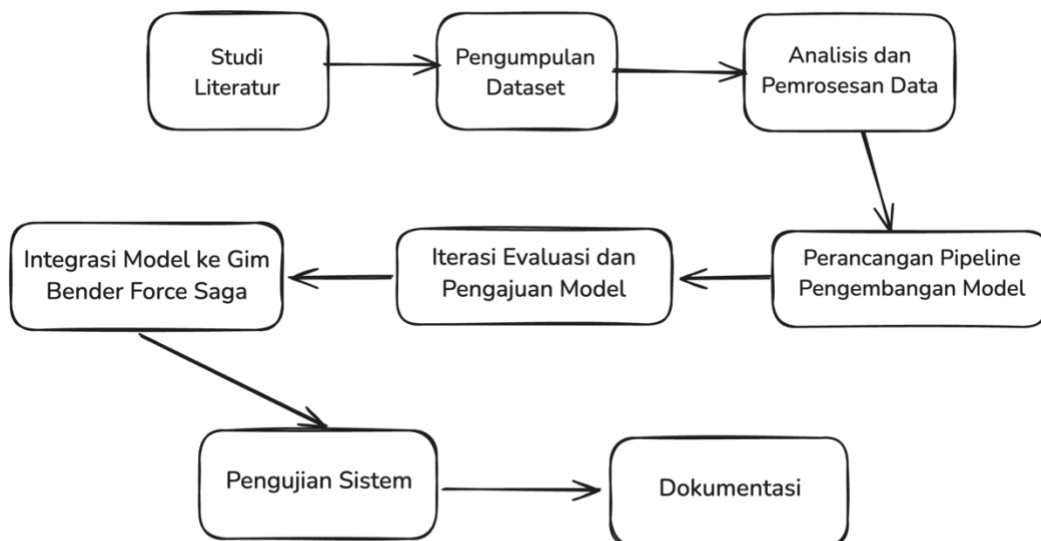
Pendekatan AANG dengan Self-Attention Weighted Bi-directional LSTM diproyeksikan memiliki potensi yang besar untuk mengatasi tantangan pengenalan aksi dalam konteks gim Bender Force Saga. Dibandingkan dengan pendekatan berbasis Graph Convolutional Networks (GCNs) yang memiliki kompleksitas komputasi tinggi, arsitektur LSTM yang diusulkan menawarkan keseimbangan yang lebih baik antara akurasi dan efisiensi sumber daya. Hal ini sangat krusial untuk implementasi pada perangkat mobile yang memiliki keterbatasan daya



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM STUDI S1 ILMU KOMPUTER

Jalan Universitas No. 9 Kampus USU, Kec. Medan Baru, Medan 20155
Tel/Fax: 061 8228048, e-mail: ilkom@usu.ac.id, laman: <http://ilkom.usu.ac.id>

komputasi. Dari perspektif deployment iOS, pendekatan ini memiliki keunggulan karena kompatibilitas yang mulus dengan framework CoreML, memungkinkan konversi model yang efisien dengan overhead minimal. Selain itu, dukungan native untuk sequence modeling dalam CoreML sangat menguntungkan untuk implementasi model LSTM, berbeda dengan arsitektur berbasis graph yang memerlukan operasi kustom yang kompleks. Estimasi awal menunjukkan bahwa model AANG dapat dijalankan dengan latency di bawah 30ms pada perangkat iPhone terbaru, memenuhi persyaratan untuk pengenalan aksi real-time dalam konteks permainan yang responsif.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Studi literatur

Penelitian diawali dengan pengumpulan referensi dari berbagai sumber yang ter-indeks dan resmi, seperti jurnal, makalah konferensi, dan situs resmi. Studi ini berfokus pada topik-topik yang relevan, seperti *human action recognition*, gim, dan integrasi *machine learning* pada *edge device*.

2. Pengumpulan *Dataset*

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah *dataset* yang digunakan dalam pengembangan Bender Force Saga sebelumnya. *Dataset* terdiri dari 10 kelas: Attack Air, Attack Api, Attack Angin, Attack Tanah, Defense Air, Defense Api, Defense Angin, Defense Tanah, Default(Berdiri diam), dan Kombo. *Dataset* total berjumlah 859 video, dan persebaran sekitar 80-90 video per-kelas.

3. Analisis dan Pemrosesan Data

Data yang telah dikumpulkan sebelumnya dalam pengembangan Bender Force Saga,



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM STUDI S1 ILMU KOMPUTER

Jalan Universitas No. 9 Kampus USU, Kec. Medan Baru, Medan 20155
Tel/Fax: 061 8228048, e-mail: ilkom@usu.ac.id, laman: <http://ilkom.usu.ac.id>

	<p>memerlukan analisis lebih lanjut agar diketahui bentuk, variasi, dan keunikannya. Hal ini diperlukan agar dataset yang akan digunakan sesuai dengan <i>input</i> yang diminta oleh arsitektur model HAR. Pemrosesan data lanjut tentu perlu dilakukan jika kita ingin mengekstrak skeleton dan pemetaan RGB dalam video dataset sesuai dengan bentuk <i>input</i> yang dibutuhkan oleh model.</p> <p>4. Perancangan <i>Pipeline</i> Pengembangan Model HAR</p> <p>Perancangan <i>Pipeline</i> dibutuhkan dalam pengembangan model HAR karena kita akan mencoba tidak hanya satu arsitektur model dan juga tidak hanya dataset yang ada sekarang. Sehingga agar perubahan-perubahan tersebut tidak mengganggu dan merusak keseluruhan alur pengembangan yang telah kita rancang, dibutuhkan “cetak biru” dari keseluruhan pengembangan sejak awal. Pengembangan dilakukan dengan PyTorch dengan opsi akselerasi menggunakan CUDA <i>kernel programming</i> jika dibutuhkan.</p> <p>5. Evaluasi dan Pengujian Model</p> <p>Model yang telah dikembangkan dievaluasi menggunakan metrik akurasi, presisi, F1 <i>score</i>, <i>recall</i>, dan nilai <i>loss</i> untuk menilai kemampuan model dalam mengenali data yang digunakan dalam <i>training</i>, maupun data yang belum pernah dilihat oleh model.</p> <p>6. Integrasi dan Penerapan Model ke Gim Bender Force Saga</p> <p>Model yang menunjukkan performa yang baik setelah dievaluasi dan diuji menggunakan <i>unseen data</i> akan diintegrasikan dengan aplikasi mobile “DetAction”, yaitu aplikasi iOS yang digunakan player sebagai pendeteksi gerakan dalam permainan Bender Force Saga. Integrasi ini membutuhkan beberapa langkah teknis seperti konversi model ONNX menjadi format ekstensi <i>mlpackage</i> yang dibutuhkan oleh CreateML.</p> <p>7. Pengujian Sistem</p> <p>Model yang telah terintegrasi ke dalam aplikasi mobile DetAction diuji untuk memastikan apakah model fit dengan sistem yang sudah ada dan hasil klasifikasi sesuai dengan kebutuhan game untuk mendeteksi gerakan pemain secara efisien dan <i>real-time</i>.</p> <p>8. Dokumentasi</p> <p>Seluruh proses penelitian, mulai dari analisis hingga pengujian sistem didokumentasikan dalam laporan akhir dan sebuah repositori github. Laporan ini disusun sesuai dengan format penulisan skripsi yang disyaratkan.</p>
Referensi	<p>Abdelkawy, A., Ali, A., & Farag, A. (2025, February). EPAM-Net: An efficient pose-driven attention-guided multimodal network for video action recognition. <i>Neurocomputing</i>, 633, 129781. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2025.129781</p> <p>Antonio Carlos Cob-Parro, C., Losada-Gutiérrez, C., Marrón-Romera, M., Gardel-Vicente, A., & Bravo-Muñoz, I. (2024). A new framework for deep learning video based Human Action Recognition on the edge. <i>Expert Systems with Applications</i>, 238(Part E). https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122220</p> <p>Aouaidjia, K., Zhang, C., & Pitas, I. (2025, January). Spatio-temporal invariant descriptors for skeleton-based human action recognition. <i>Information Sciences</i>, 700, 121832. https://doi.org/10.1016/j.ins.2024.121832</p>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM STUDI S1 ILMU KOMPUTER

Jalan Universitas No. 9 Kampus USU, Kec. Medan Baru, Medan 20155
Tel/Fax: 061 8228048, e-mail: ilkom@usu.ac.id, laman: <http://ilkom.usu.ac.id>

- Apple Inc. (2023). Core ML | Machine Learning. <https://developer.apple.com/machine-learning/core-ml/>
- Athira, K. A., & Divya, U. J. (2024). Temporal Fusion of Time-Distributed VGG-16 and LSTM for Precise Action Recognition in Video Sequences. *Procedia Computer Science*, 233, 892-901. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.278>
- Geng, L., Chen, J., Tie, Y., Qi, L., & Liang, C. (2025). Dynamic gesture recognition using 3D central difference separable residual LSTM coordinate attention networks. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 107, 104364. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2024.104364>
- Karim, M., Khalid, S., Aleryani, A., Khan, J., Ullah, I., & Ali, Z. (2024, March). Human Action Recognition Systems: A Review of the Trends and State-of-the-Art. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3373199>
- Karim, M., Khalid, S., Aleryani, A., Tairan, N., Ali, Z., & Ali, F. (2024, March). HADE: Exploiting Human Action Recognition Through Fine-Tuned Deep Learning Methods. *IEEE Access*, 12, 42769-42790. <http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3378515>
- Liu, J., Shahroudy, A., Perez, M., Wang, G., Duan, L.-Y., & Kot, A. C. (2020). NTU RGB+D 120: A Large-Scale Benchmark for 3D Human Activity Understanding. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 42(10), 2684-2701. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2019.2916873>
- Liu, K., Liu, W., Ma, H., Tan, M., & Gan, C. (2021, February). A Real-Time Action Representation With Temporal Encoding and Deep Compression. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 31(2). <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2020.2984569>
- Saoudi, E. M., Jaafari, J., & Andaloussi, S. J. (2023). Advancing human action recognition: A hybrid approach using attention-based LSTM and 3D CNN. *Scientific African*, 21, e01796. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01796>
- Senthilkumar, N., Manimegalai, M., Karpakam, S., Ashokkumar, S. R., & Premkumar, M. (2022). Human action recognition based on spatial-temporal relational model and LSTM-CNN framework. *Materials Today: Proceedings*, 57, 2087-2091. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.004>
- Shen, X., & Ding, Y. (2022). Human skeleton representation for 3D action recognition based on complex network coding and LSTM. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 82, 103386. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2021.103386>
- Swandy, R. A., & Motio Studio. (2024). Bender Force Saga (Version 1.0.1) [Desktop application software]. Apple App Store. <https://apps.apple.com/id/app/bender-force-saga/id6737160348>
- Wang, R., Wang, Z., Gao, P., Li, M., Jeong, J., Xu, Y., Lee, Y. C., Lisa, & Lu, C. (2024, September). Real-Time Human Action Recognition on Embedded Platforms. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.05662>
- Google. (2023). MediaPipe Pose. <https://github.com/google-ai>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM STUDI S1 ILMU KOMPUTER

Jalan Universitas No. 9 Kampus USU, Kec. Medan Baru, Medan 20155
Tel/Fax: 061 8228048, e-mail: ilkom@usu.ac.id, laman: <http://ilkom.usu.ac.id>

	edge/mediapipe/blob/master/docs/solutions/pose.md Apple. (2023). Vision - Human Body Pose Estimation. https://developer.apple.com/documentation/vision/detecting_human_body_poses_in_i mages
--	--

Medan, 25 Maret 2025

Mahasiswa yang mengajukan,

(Rizky Azmi Swandy)

NIM. 211401051