

**PENGEMBANGAN APLIKASI BERBASIS WEB UNTUK PENGHITUNGAN
REPETISI DAN KOREKSI GERAKAN DEADLIFT
MENGUNAKAN ESTIMASI POSE**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom.)
Pada Program Studi Teknik Informatika



Oleh :

Kevin Ragil Krisna Dyansyah
NPM : 2013020254

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
2025**

Skripsi oleh:

Kevin Ragil Krisna Dyansyah
NPM : 2013020254

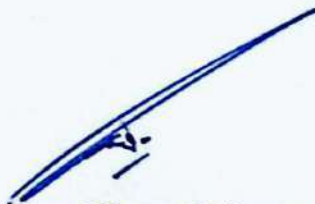
Judul :

**PENGEMBANGAN APLIKASI BERBASIS WEB UNTUK PENGHITUNGAN
REPETISI DAN KOREKSI GERAKAN DEADLIFT
MENGUNAKAN ESTIMASI POSE**

Telah Disetujui Untuk Diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal : 25 Juni 2025

Pembimbing I



Ahmad Bagus Setiawan, ST, M.Kom., MM.
NIDN. 0703018704

Pembimbing II



Patmi Kasih, M. Kom
NIDN. 0701107802

Skripsi oleh:

Kevin Ragil Krisna Dyansyah
NPM : 2013020254

Judul :

**PENGEMBANGAN APLIKASI BERBASIS WEB UNTUK PENGHITUNGAN
REPETISI DAN KOREKSI GERAKAN DEADLIFT
MENGUNAKAN ESTIMASI POSE**

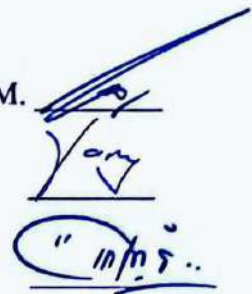
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Pada tanggal : 14 Juli 2025

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Syarat

Panitia Penguji :

1. Ketua : Ahmad Bagus Setiawan, ST, M.Kom., MM.
2. Penguji I : Danang Wahyu Widodo, S.P. M.Kom
3. Penguji II : Patmi Kasih, M. Kom



Mengetahui,
Dekan FTIK

Dr. Sulistiono, M.Si
NIDN. 0007076801

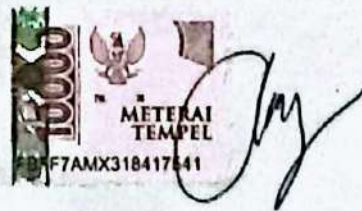
HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Kevin Ragil Krisna Dyansyah
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat/Tgl Lahir : Nganjuk, 05 juli 2003
NPM : 2113020254
Fakultas/Prodi : Teknik dan Ilmu Komputer/ Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak dapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 14 Bulan 2025
Yang Menyatakan



Kevin Ragil Krisna Dyansyah
NPM : 2113020254

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulisan skripsi ini dengan tulus saya dedikasikan kepada:

1. Kedua orang tua saya, yang dengan penuh kesabaran senantiasa mendoakan, memberikan dukungan terbaik, serta menjadi sumber motivasi tak henti-hentinya dalam perjalanan menyelesaikan skripsi ini.
2. Kakak-kakak saya, yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral, sehingga saya dapat menyelesaikan proses ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan pelajaran berharga, baik dalam ranah akademik maupun kehidupan sehari-hari.
4. Teman-teman seperjuangan di kampus, yang menjadi tempat berbagi suka dan duka, serta saling menyemangati selama menjalani masa perkuliahan hingga tahap akhir ini.
5. Almamater tercinta, Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah menjadi tempat saya tumbuh, belajar, dan mengembangkan diri selama masa perkuliahan.
6. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi dalam berbagai bentuk dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.

Semoga dedikasi ini dapat menjadi penghormatan atas semua dukungan, doa, dan kebersamaan yang telah diberikan.

HALAMAN MOTTO

“Manusia tidak akan pernah saling memahami jika mereka tidak pernah merasakan penderitaan yang sama” - Pain Tendo A.K.A Nagato

"Dunia ini memang tidak adil, maka dari itu biasakanlah dirimu berada di dunia ini" – Patrick Star

PRAKATA

Puji Syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas ridha dan karunianya peneliti dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini. Penulisan ini juga tak lepas dari dukungan pihak yang selalu membantu dalam penulisan penelitian ini. Oleh karenanya peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd. selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri.
2. Dr. Sulistiono, M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri.
3. Risa Helilintar, M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri.
4. Ahmad Bagus Setiawan, S.T., M.Kom., M.M dan Patmi Kasih, M. Kom selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah dan mengarahkan kami selama mengerjakan skripsi.
5. Kedua Orang Tua saya dan Keluarga atas doa dan dukungannya.
6. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu menyelesaikan penulisan penelitian ini.

Disadari penelitian ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak.

Kediri, 14 Juli 2025

Kevin Ragil Krisna Dyansyah
2113020254

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Batasan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. Teori dan Penelitian Terdahulu	7
1. Landasan Teori.....	7
2. Kajian Pustaka.....	19
B. Kerangka Berpikir	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Desain Penelitian.....	25
1. Jenis Penelitian.....	25
2. Variabel Penelitian	26
3. Metode Pengumpulan Data	27
B. Instrumen Penelitian.....	28
1. Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	28
2. Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	29
3. <i>Dataset</i>	30
4. Analisis Hasil	30
C. Jadwal Penelitian.....	31
1. Jadwal Penelitian.....	31
D. Objek Penelitian/ Subjek Penelitian	31
1. Analisis Kebutuhan Sistem	31

2. Objek penelitian	33
3. Subjek penelitian.....	33
E. Prosedur Penelitian.....	34
1. Analisis Kebutuhan	35
2. Desain Sistem.....	35
3. Implementasi	35
4. Pengujian.....	35
5. Evaluasi Model.....	35
F. Teknik analisis data.....	36
1. Desain Sistem.....	36
2. Simulasi Penyelesaian Masalah	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
A. Hasil Penelitian	53
1. Implementasi Desain Sistem	53
2. Pengujian Fungsional	58
3. Pengujian Non-Fungsional.....	60
B. Pembahasan	73
BAB V PENUTUP.....	77
A. Kesimpulan.....	77
B. Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Gerakan Deadlift	8
Gambar 2. 2 Landmark Movenet single pose	12
Gambar 3. 1 Diagram Waterfall.....	34
Gambar 3. 2 DFD Level 0.....	36
Gambar 3. 3 DFD Level 1.....	37
Gambar 3. 4. Flowchart Sistem.....	40
Gambar 3. 5 Tampilan Utama Sistem.....	41
Gambar 3. 6 Tampilan Menu Pengaturan	42
Gambar 3. 7 Tampilan Log Data Evaluasi Sudut	43
Gambar 3. 8 Contoh Sebagian Dataset Sebelum Penyaringan	44
Gambar 4. 1 Tampilan Kamera Dan Estimasi Pose.....	53
Gambar 4. 2 Tampilan Pengaturan.....	54
Gambar 4. 3 Komponen Perhitungan Dan Visualisasi Sudut	55
Gambar 4. 4 Tampilan Ringkasan Sudut Dan Evaluasi Latihan.....	55
Gambar 4. 5 Tampilan Akurasi Gerakan Deadlift	56
Gambar 4. 6 Confusion Matrix Model XGBoost Front View	61
Gambar 4. 7 Confusion Matrix Model XGBoost Side View	62
Gambar 4. 8 Pengujian Movenet Lighting Postur Tubuh Ideal	63
Gambar 4. 9 Pengujian Movenet Thunder Postur Tubuh Ideal	64
Gambar 4. 10 Pengujian BlazePose Postur Tubuh Ideal.....	65
Gambar 4. 11 Pengujian Movenet Lighting Postur Tubuh Kurang Proporsional. 66	
Gambar 4. 12 Pengujian Movenet Thunder Postur Tubuh Kurang Proporsional. 67	
Gambar 4. 13 Pengujian Blazepose Postur Tubuh Kurang Proporsional	67
Gambar 4. 14 Pengujian Movenet Lighting Postur Tubuh Kurus	68
Gambar 4. 15 Pengujian Movenet Thunder Postur Tubuh Kurus.....	69
Gambar 4. 16 Pengujian Blazepose Postur Tubuh Kurus	70
Gambar 4. 17 Pengujian Movenet Lighting Sisi Samping.....	71
Gambar 4. 18 Pengujian Movenet Thunder Sisi Samping.....	71
Gambar 4. 19 Pengujian Movenet Lighting Sisi Samping.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Kinerja dan Latensi Model Deteksi Pose.....	13
Tabel 2. 2 Diagram Kerangka Berpikir Penelitian.....	24
Tabel 3. 1 Diagram Kerangka Berpikir Penelitian.....	31
Tabel 3. 2 Contoh Sebagian Dataset Sesudah Penyaringan.....	44
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Fungsional Sistem	58
Tabel 4. 2 Hasil Evaluasi Model XGBoost - Front View	60
Tabel 4. 3 Hasil Evaluasi Model XGBoost - Side View.....	62

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Olahraga didefinisikan sebagai serangkaian gerakan tubuh terstruktur yang dirancang secara sadar untuk meningkatkan kemampuan fungsional individu sesuai dengan tujuan spesifik dalam pelaksanaannya. Salah satu bentuk olahraga yang populer adalah latihan beban, yang bertujuan untuk meningkatkan kebugaran tubuh dan membentuk otot agar mendapatkan postur ideal. Latihan ini biasanya dilakukan di pusat kebugaran atau *gym*, di mana individu memanfaatkan berbagai alat untuk menunjang latihan secara efektif. Fenomena ini menunjukkan bahwa bergabung dengan klub kebugaran telah menjadi gaya hidup umum di masyarakat dalam upaya menjaga kesehatan dan kebugaran tubuh (S et al., 2019).

Namun, tidak semua individu memiliki akses terhadap pelatih profesional di *gym* karena biaya yang relatif tinggi (Pardeshi et al., 2022). Keterbatasan ini mendorong banyak individu untuk berlatih secara mandiri tanpa pengawasan langsung. Kondisi ini memunculkan dua masalah utama: kesulitan dalam menjaga akurasi perhitungan repetisi dan mempertahankan bentuk gerakan yang benar selama latihan. Berdasarkan penelitian Kirill Alekseyev et al. (2020), dari 885 responden yang berasal dari 40 negara, sebanyak 295 responden (33,3%) mengalami cedera saat melakukan *CrossFit*. Cedera yang paling sering terjadi adalah cedera punggung (32,2%), bahu (20,7%), lutut (10%), dan tangan (8%). Jenis latihan yang dominan menyebabkan cedera adalah *squats* (22%) dan *deadlift* (18%). Data ini mengindikasikan bahwa latihan tanpa pengawasan, terutama pada gerakan kompleks seperti *deadlift*, memiliki risiko cedera yang signifikan (Alekseyev et al., 2020). Penelitian sebelumnya oleh Bukhary (2023) menunjukkan bahwa *deadlift* dengan beban maksimal dianggap sebagai faktor risiko signifikan terhadap cedera pada area lumbopelvik, menghasilkan torsi signifikan pada area tersebut. Selain itu, prevalensi cedera bahu pada *powerlifter* ditemukan

sebesar 36% hingga 53%. Temuan ini menegaskan pentingnya menjaga bentuk gerakan yang benar selama latihan untuk mengurangi risiko cedera (Bukhary et al., 2023).

Dalam upaya menghadirkan solusi terhadap permasalahan ini, perkembangan teknologi menawarkan pendekatan inovatif melalui metode estimasi pose berbasis *machine learning* (ML). Estimasi pose adalah salah satu aplikasi ML yang memungkinkan sistem mendeteksi dan memperkirakan pose seseorang dari gambar atau video dengan mengidentifikasi lokasi spasial dari sendi-sendi utama tubuh (*keypoint*) (Tensorflow Blog, 2021). Dalam konteks latihan, teknologi ini dapat mengenali titik-titik kunci seperti bahu, pinggul, lutut, dan pergelangan kaki dengan tingkat akurasi yang tinggi. Salah satu model yang sangat menjanjikan dalam bidang ini adalah *MoveNet*, sebuah model deteksi pose manusia yang cepat dan akurat, dikembangkan oleh Google Research (Tensorflow Blog, 2021). Penelitian oleh Bazarevsky (2020) menunjukkan bahwa *BlazePose* mampu mendeteksi hingga 33 keypoints tubuh dengan akurasi tinggi, meskipun membutuhkan sumber daya komputasi lebih besar dibandingkan model lain (Bazarevsky et al., 2020). Sementara itu, *MoveNet* menawarkan deteksi yang lebih cepat dengan jumlah keypoints lebih sedikit, sehingga lebih cocok untuk aplikasi real-time di web. Oleh karena itu, penelitian ini membandingkan performa *MoveNet* (*Lightning* dan *Thunder*) dan *BlazePose* untuk menentukan model yang paling efektif dalam sistem pelatih digital. Selain mendeteksi repetisi, sistem ini juga dirancang untuk memberikan umpan balik koreksi postur secara langsung. Untuk itu, digunakan algoritma *XGBoost* yang dilatih menggunakan data sudut hasil estimasi pose, menggantikan metode *threshold* manual yang kurang fleksibel. Pendekatan berbasis klasifikasi ini membuat sistem lebih adaptif terhadap variasi pengguna dan kondisi lingkungan. Sistem dikembangkan sepenuhnya di sisi klien menggunakan *React.js* dan *TensorFlow.js*, sehingga dapat berjalan real-time langsung di browser. Fokus utama penelitian ini adalah merancang sistem pelatih digital berbasis web yang menggabungkan estimasi pose dan klasifikasi

berbasis data guna mendeteksi repetisi serta mengoreksi postur deadlift secara otomatis dan efisien.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, permasalahan utama yang diidentifikasi adalah:

1. Tingginya risiko cedera saat melakukan latihan deadlift secara mandiri akibat kesalahan postur, yang disebabkan oleh salah satu faktor yaitu masih terbatasnya ketersediaan sistem yang mampu memberikan koreksi gerakan secara real-time saat latihan berlangsung.
2. Diperlukan penerapan metode klasifikasi berbasis *machine learning*, seperti XGBoost, yang mampu mengenali fase gerakan dan mengevaluasi postur tubuh secara otomatis berdasarkan data sudut keypoint hasil estimasi pose, guna menggantikan metode threshold manual yang kurang fleksibel dan tidak adaptif terhadap variasi gerakan pengguna.
3. Kurangnya evaluasi performa terhadap beberapa model estimasi pose seperti MoveNet Lightning, MoveNet Thunder, dan BlazePose dalam konteks akurasi serta kecepatan deteksi pose secara real-time pada platform berbasis web, guna memperoleh model yang paling sesuai dengan kebutuhan pengguna saat melakukan gerakan latihan deadlift.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, berikut adalah rumusan masalah untuk penelitian ini:

1. Bagaimana cara mengurangi risiko cedera pada latihan deadlift yang disebabkan oleh kesalahan postur, khususnya karena belum tersedianya sistem yang mampu memberikan koreksi gerakan secara real-time saat latihan mandiri?
2. Bagaimana penerapan algoritma XGBoost untuk mengklasifikasikan fase gerakan dan mengevaluasi postur tubuh secara otomatis berdasarkan data sudut hasil estimasi pose, guna menggantikan metode threshold manual yang kurang fleksibel?

3. Model estimasi pose manakah di antara MoveNet Lightning, MoveNet Thunder, dan BlazePose yang memiliki performa terbaik dalam hal akurasi serta kecepatan deteksi pose secara real-time pada platform berbasis web untuk mendukung latihan deadlift?

D. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan yang ditetapkan untuk memperjelas ruang lingkup dan cakupan pengembangan sistem yang dirancang. Adapun batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi web untuk mendeteksi gerakan deadlift, menghitung repetisi, serta memberikan umpan balik postur dengan menggunakan estimasi pose dan klasifikasi sudut berbasis algoritma XGBoost.
2. Sistem menggunakan kamera real-time dengan resolusi minimal 720p dan diakses melalui aplikasi berbasis web dengan React.js serta TensorFlow.js. Penelitian ini tidak mencakup pelatihan ulang model estimasi pose, namun mencakup pelatihan model klasifikasi XGBoost berdasarkan data sudut hasil estimasi pose.
3. Deteksi pose hanya mendukung satu pengguna (single-user) dalam satu waktu tanpa memerlukan perangkat keras tambahan selain kamera.
4. Pengujian sistem dilakukan dalam kondisi pencahayaan standar dan sudut kamera yang sesuai untuk latihan deadlift. Sistem tidak dirancang untuk mendukung latar belakang kompleks, kondisi ekstrem, atau multi-user secara simultan.
5. Sistem hanya memanfaatkan keypoint pada bagian bahu (shoulder), pinggul (hip), dan lutut (knee) untuk menghitung sudut tubuh. Keypoint lain seperti pergelangan tangan dan siku tidak digunakan dalam klasifikasi, sehingga evaluasi form tidak mencakup kesalahan pada posisi tangan atau lengan.

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan sistem penghitung repetisi gerakan fitness menggunakan metode estimasi pose ini bertujuan untuk:

1. Mengurangi risiko cedera pada latihan deadlift yang disebabkan oleh kesalahan postur, melalui pengembangan solusi digital berbasis web yang mampu memberikan umpan balik koreksi gerakan secara real-time.
2. Menerapkan algoritma XGBoost untuk mengklasifikasikan fase gerakan dan mengevaluasi postur tubuh secara otomatis berdasarkan data sudut hasil estimasi pose, sebagai pengganti metode threshold manual yang kurang fleksibel.
3. Mengevaluasi dan membandingkan performa model estimasi pose MoveNet Lightning, MoveNet Thunder, dan BlazePose dalam hal akurasi serta kecepatan deteksi pose secara real-time pada platform berbasis web untuk mendukung sistem pelatihan gerakan deadlift.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara praktis maupun teoritis sebagai berikut:

1. Manfaat Praktis

a. Bagi Pengguna Gym atau Individu yang Berlatih Mandiri

Sistem yang dikembangkan dapat membantu pengguna dalam menjaga *form* gerakan *deadlift* yang benar, sehingga mengurangi risiko cedera, meningkatkan efisiensi latihan, dan memudahkan perhitungan repetisi secara otomatis.

b. Bagi Pengembang Teknologi

Studi ini memberikan panduan praktis dalam penerapan model pre-trained estimasi pose seperti MoveNet Lightning, MoveNet Thunder, dan BlazePose, serta integrasi algoritma XGBoost untuk membangun aplikasi web interaktif yang mampu mendeteksi dan mengoreksi gerakan olahraga secara otomatis dan adaptif.

2. Manfaat Teoritis

Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan pengetahuan di bidang teknologi estimasi pose berbasis machine learning dan klasifikasi berbasis data. Studi ini memperluas literatur terkait evaluasi performa model estimasi pose dalam konteks aplikasi real-time berbasis web. Selain itu, penelitian ini memberikan wawasan baru tentang pemanfaatan data sudut tubuh yang diolah menggunakan XGBoost untuk mendukung latihan fisik yang lebih aman, efektif, dan berbasis personalisasi, khususnya pada gerakan deadlift.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul muthalib, M., Irfan, I., Kartika, K., & Selamat Meliala, S. M. (2023). PENGIRAAN POSE MODEL MANUSIA PADA REPETISI KEBUGARAN AI PEMOGRAMAN PYTHON BERBASIS KOMPUTERISASI. *INFOTECH Journal*, 9(1), 11–19. <https://doi.org/10.31949/infotech.v9i1.4233>
- Ahn, J. M., Kim, J., & Kim, K. (2023). Ensemble Machine Learning of Gradient Boosting (XGBoost, LightGBM, CatBoost) and Attention-Based CNN-LSTM for Harmful Algal Blooms Forecasting. *Toxins*, 15(10), 608. <https://doi.org/10.3390/toxins15100608>
- Alam, E., Sufian, A., Dutta, P., & Leo, M. (2024). *Real-Time Human Fall Detection Using a Lightweight Pose Estimation Technique* (pp. 30–40). https://doi.org/10.1007/978-3-031-48879-5_3
- Alekseyev, K., John, A., Malek, A., Lakdawala, M., Verma, N., Southall, C., Nikolaidis, A., Akella, S., Erosa, S., Islam, R., Perez-Bravo, E., & Ross, M. (2020). Identifying the Most Common CrossFit Injuries in a Variety of Athletes. *Rehabilitation Process and Outcome*, 9. <https://doi.org/10.1177/1179572719897069>
- Asmoro, S. S., Wulanningrum, R., & Sanjaya, A. (2024). PENILAIAN GERAKAN BARIS-BERBARIS BERBASIS AI DAN LSTM PADA SELEKSI PASKIBRAKA. *Jurnal Simantec*, 12(2), 41–52. <https://doi.org/10.21107/simantec.v12i2.26095>
- Badiola-Bengoia, A., & Mendez-Zorrilla, A. (2021). A Systematic Review of the Application of Camera-Based Human Pose Estimation in the Field of Sport and Physical Exercise. *Sensors*, 21(18), 5996. <https://doi.org/10.3390/s21185996>
- Bazarevsky, V., Grishchenko, I., Raveendran, K., Zhu, T., Zhang, F., & Grundmann, M. (2020). *BlazePose: On-device Real-time Body Pose tracking*. <https://arxiv.org/abs/2006.10204>
- Bukhary, H. A., Basha, N. A., Dobel, A. A., Alsufyani, R. M., Alotaibi, R. A., & Almadani, S. H. (2023). Prevalence and Pattern of Injuries Across the Weight-Training Sports. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.49759>
- CACM Staff. (2016). React. *Communications of the ACM*, 59(12), 56–62. <https://doi.org/10.1145/2980991>
- Cao, Z., Simon, T., Wei, S.-E., & Sheikh, Y. (2017). *Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields*. <http://arxiv.org/abs/1611.08050>

- Chen, H. (2023). Enterprise marketing strategy using big data mining technology combined with XGBoost model in the new economic era. *PLOS ONE*, 18(6), e0285506. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285506>
- Chen, S., & Yang, R. R. (2020). *Pose Trainer: Correcting Exercise Posture using Pose Estimation*. <http://arxiv.org/abs/2006.11718>
- Choe, K. H., Coburn, J. W., Costa, P. B., & Pamukoff, D. N. (2021). Hip and Knee Kinetics During a Back Squat and Deadlift. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(5), 1364–1371. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002908>
- Chung, J.-L., Ong, L.-Y., & Leow, M.-C. (2022). Comparative Analysis of Skeleton-Based Human Pose Estimation. *Future Internet*, 14(12), 380. <https://doi.org/10.3390/fi14120380>
- Grishchenko, I., Bazarevsky, V., Zanfir, A., Bazavan, E. G., Zanfir, M., Yee, R., Raveendran, K., Zhdanovich, M., Grundmann, M., & Sminchisescu, C. (2022). *BlazePose GHUM Holistic: Real-time 3D Human Landmarks and Pose Estimation*.
- Jo, B., & Kim, S. (2022). Comparative Analysis of OpenPose, PoseNet, and MoveNet Models for Pose Estimation in Mobile Devices. *Traitement Du Signal*, 39(1), 119–124. <https://doi.org/10.18280/ts.390111>
- Josyula, R., & Ostadabbas, S. (2021). *A Review on Human Pose Estimation*. <http://arxiv.org/abs/2110.06877>
- Komperla, V., Pratiba, D., Ghuli, P., & Pattar, R. (2022). React: A detailed survey. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 26(3), 1710. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v26.i3.pp1710-1717>
- Listiani, W., & Juju Rohaeni, A. (2024). PEMANFAATAN ESTIMASI POSE GERAK PADA PENARI TRANCE DALAM RITUAL ADAT NGALAKSA. *Jurnal Budaya Nusantara*, 6(3), 365–371. <https://doi.org/10.36456/JBN.vol6.no3.8881>
- Martín-Fuentes, I., Oliva-Lozano, J. M., & Muyor, J. M. (2020). Electromyographic activity in deadlift exercise and its variants. A systematic review. *PLOS ONE*, 15(2), e0229507. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229507>
- Pardeshi, H., Ghaiwat, A., Thongire, A., Gawande, K., & Naik, M. (2022). *Fitness Freaks: A System for Detecting Definite Body Posture Using OpenPose Estimation* (pp. 1061–1072). https://doi.org/10.1007/978-981-19-5037-7_76
- Ronai, P. (2020). The Deadlift. *ACSM'S Health & Fitness Journal*, 24(2), 31–36. <https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000559>

- S, W., Umar, U., & Wellis, W. (2019). Pengaruh Metode Latihan Beban dengan Gerakan Cepat dan Gerakan Lambat terhadap Peningkatan Hipertrofi Otot Paha. *Jurnal Keolahragaan*, 5(2), 30. <https://doi.org/10.25157/jkor.v5i2.2440>
- Smilkov, D., Thorat, N., Assogba, Y., Yuan, A., Kreeger, N., Yu, P., Zhang, K., Cai, S., Nielsen, E., Soergel, D., Bileschi, S., Terry, M., Nicholson, C., Gupta, S. N., Sirajuddin, S., Sculley, D., Monga, R., Corrado, G., Viégas, F. B., & Wattenberg, M. (2019). *TENSORFLOW.JS: MACHINE LEARNING FOR THE WEB AND BEYOND*.
- Suhandi, V., & Santoso, H. (2024). Personal Training with Tai Chi: Classifying Movement using Mediapipe Pose Estimation and LSTM. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 6(2), 767–775. <https://doi.org/10.47065/bits.v6i2.5536>
- Sunney, J., Jilani, M., Pathak, P., & Styne, P. (2023). A Real-time Machine Learning Framework for Smart Home-based Yoga Teaching System. *2023 7th International Conference on Machine Vision and Information Technology (CMVIT)*, 107–114. <https://doi.org/10.1109/CMVIT57620.2023.00029>
- TensorFlow. (n.d.). *MoveNet: Ultra fast and accurate pose detection model*. <https://www.tensorflow.org/hub/tutorials/movenet>.
- Tensorflow Blog. (2021, August 16). *Pose estimation and classification on edge devices with MoveNet and TensorFlow Lite*. <https://blog.tensorflow.org/2021/08/pose-estimation-and-classification-on-edge-devices-with-movenet-and-tensorflow-lite.html>.
- Upadhyay, A., Basha, N. K., & Ananthakrishnan, B. (2023). Deep Learning-Based Yoga Posture Recognition Using the Y_PN-MSSD Model for Yoga Practitioners. *Healthcare*, 11(4), 609. <https://doi.org/10.3390/healthcare11040609>
- Wiens, M., Verone-Boyle, A., Henscheid, N., Podichetty, J. T., & Burton, J. (2025). A Tutorial and Use Case Example of the <scp>eXtreme</scp> Gradient Boosting (<scp>XGBoost</scp>) Artificial Intelligence Algorithm for Drug Development Applications. *Clinical and Translational Science*, 18(3). <https://doi.org/10.1111/cts.70172>
- Yu, D., Zhang, H., Zhao, R., Chen, G., An, W., & Yang, Y. (2024). *MovePose: A High-Performance Human Pose Estimation Algorithm on Mobile and Edge Devices* (pp. 144–158). https://doi.org/10.1007/978-3-031-72338-4_11