

# Penerapan Pose Estimation dan LSTM dalam Analisis Gerakan Gym untuk Optimalisasi Teknik Latihan

**<sup>1\*</sup>Alfan Faradudin Attar, <sup>2</sup>Intan Nur Farida, <sup>3</sup>Daniel Swanjaya**

<sup>1,2,3</sup> Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: [\\*1faradudinattaralfan6@gmail.com](mailto:*1faradudinattaralfan6@gmail.com), [2in.nfarida@gmail.com](mailto:2in.nfarida@gmail.com), [3daniel@unpkediri.ac.id](mailto:3daniel@unpkediri.ac.id)

Penulis Korespondens : Alfan Faradudin Attar

**Abstrak**— Kurangnya pemahaman terhadap teknik latihan yang benar saat berolahraga di gym dapat menyebabkan cedera dan mengurangi efektivitas latihan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem analisis gerakan menggunakan teknologi pose estimation dan metode LSTM untuk mendeteksi gerakan yang benar dan salah secara otomatis. Data diperoleh dari video gerakan Dumbbell Bicep Curl dan Shoulder Press yang dilakukan oleh personal trainer, kemudian diekstraksi menggunakan MediaPipe dan dianotasi untuk menghasilkan dataset berlabel. Model LSTM dilatih menggunakan data tersebut dan diintegrasikan ke dalam sistem berbasis website. Sistem ini mampu menghitung jumlah repetisi benar dan salah secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model mencapai akurasi 100% dalam mengklasifikasikan gerakan Shoulder Press dan 96,3% untuk gerakan Bicep Curl, dengan hasil yang konsisten dan dapat diandalkan. Penelitian ini menunjukkan potensi teknologi sebagai alat bantu latihan mandiri yang efektif di bidang kebugaran.

**Kata Kunci**— Latihan GYM;LSTM;Mediapipe;Pose Estimation

**Abstract**— Lack of understanding of proper exercise techniques during gym workouts can lead to injury and reduce training effectiveness. This study aims to develop a movement analysis system using pose estimation technology and the LSTM method to automatically detect correct and incorrect exercise movements. Data were collected from videos of Dumbbell Bicep Curl and Shoulder Press exercises performed by a personal trainer, then extracted using MediaPipe and annotated to produce a labeled dataset. The LSTM model was trained using this data and integrated into a web-based system. The system can calculate the number of correct and incorrect repetitions in real-time. The test results show that the model achieved 100% accuracy in classifying Shoulder Press movements and 96.3% accuracy for Bicep Curl, producing consistent and reliable predictions. This study demonstrates the potential of technology to support effective, independent training in the field of fitness.

**Keywords**— GYM Workout; LSTM; Mediapipe; Pose Estimation

This is an open access article under the CC BY-SA License.



## I. PENDAHULUAN

Olahraga merupakan fenomena sosial yang selalu relevan karena dilakukan oleh berbagai kalangan usia [1]. Kata “olahraga” berasal dari dua kata, yaitu “olah” yang berarti melatih diri menjadi terampil, dan “raga” yang berarti badan [2]. Saat ini, gaya hidup sehat semakin digemari masyarakat sebagai solusi menjaga kebugaran di tengah kesibukan [3]. Banyak orang yang memilih Fitness sebagai alternatif latihan dalam ruangan, terhindar dari panas matahari. Fitness meliputi aktivitas seperti latihan angkat beban, aerobik, dan pemenuhan nutrisi [4]. Meski demikian, masih banyak anggota baru yang tidak memahami teknik latihan yang benar, yang dapat menyebabkan cedera [5]. Oleh karena itu, kehadiran Personal Trainer menjadi penting

dalam membimbing gerakan latihan yang tepat [6]. Personal Trainer adalah profesi dengan pelatihan dan sertifikasi khusus dalam kebugaran tubuh dan metode latihan [7]. Namun, keterbatasan jumlah dan biaya Personal Trainer sering kali menjadi kendala dalam penerapannya [8].

Sebagai solusi dari permasalahan tersebut, teknologi kecerdasan buatan (AI) dengan metode estimasi pose mulai dikembangkan untuk membantu pelacakan otomatis gerakan Fitness. Penelitian ini mengangkat topik Deteksi Gerak menggunakan Estimasi Pose untuk olahraga angkat dumbbell. Estimasi pose memungkinkan deteksi dan pemantauan posisi tubuh berdasarkan titik-titik kunci seperti pergelangan tangan, siku, dan bahu, dengan bantuan library seperti Mediapipe dan OpenCV. Melalui webcam atau video rekaman, sistem dapat membentuk kerangka tubuh dan mengikuti gerakan pengguna secara real-time. Teknologi ini memberikan panduan visual akurat, mengurangi ketergantungan pada Personal Trainer, serta memfasilitasi latihan mandiri yang efisien. Implementasi dilakukan menggunakan bahasa Python dan Visual Studio Code guna menciptakan pengalaman latihan yang lebih optimal.

## II. METODE

Pada penelitian ini menggunakan MediaPipe dan metode LSTM (Long Short Term Memory) untuk mendeteksi keypoints gerakan, ditambahkan proses anotasi untuk memberi setiap titik keypoints pada tubuh dengan ( $x_0, y_0, z_0, v_0$ ), yang menandakan posisi dan visibilitas dari keypoint ke-0, dan pola ini berlanjut hingga seluruh 33 keypoint tubuh yang diekstrak. Untuk kemudian diberi label pada setiap gerakan guna membuat model untuk dilatih dan digunakan pada website supaya dapat memunculkan label dan menghitung gerakan benar dan salah.

### 2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan merekam video gerakan olahraga dari seorang Personal Trainer sebagai subjek utama. Gerakan yang direkam meliputi Dumbbell Bicep Curl dan Dumbbell Shoulder Press, baik dengan teknik yang benar maupun salah. Data video ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk proses anotasi dan pelatihan model pendekripsi gerakan menggunakan pose estimation dan LSTM.

### 2.2 Anotasi Data

Setelah video direkam, proses anotasi dilakukan dengan mengekstrak setiap frame menjadi data keypoint menggunakan *MediaPipe Pose*. Hasil ekstraksi ini disimpan dalam format CSV, yang berisi koordinat dari 33 *keypoint* tubuh manusia. Setiap *keypoint* direpresentasikan dalam empat nilai:  $x_n, y_n, z_n$ , dan  $v_n$ , yang menandakan posisi horizontal, vertikal, kedalaman, serta visibilitas dari keypoint ke-n. Sebagai contoh,  $x_0, y_0, z_0$ , dan  $v_0$  menunjukkan posisi dan visibilitas dari keypoint pertama, dan pola ini berlanjut hingga keypoint ke-32. Data ini kemudian diberi label berdasarkan teknik gerakan yang dilakukan, apakah benar atau salah, dan digunakan untuk melatih model pendekripsi gerakan berbasis LSTM.

#### 2.2.1 Deteksi MediaPipe

Tabel 1 Contoh tabel Keypoints

	x	y	z	v
1	0,4	0,3	-0,5	0,9
2	0,4	0,4	-0,5	1,0
3	0,4	0,4	-0,5	1,0
4	0,4	0,4	-0,5	1,0
5	0,4	0,4	-0,6	1,0
6	0,4	0,4	-0,6	1,0
7	0,4	0,4	-0,6	1,0
8	0,4	0,4	-0,3	1,0
9	0,4	0,4	-0,5	1,0
10	0,4	0,4	-0,5	1,0

Tabel 2.1 adalah gambaran dari Proses Data Input yang akan dilakukan. Video dataset akan dimasukkan ke dalam sistem dan kemudian akan mengekstraksi Keypoints tubuh dan menyimpannya kedalam format .csv dengan atribut koordinat 3D (x,y,z) dan tingkat kepercaayaan (visibility) dari setiap frame pada video dan kemudian data ini akan disusun kemudian diberi label untuk identitasnya.

### 2.3 Modelling

Setelah proses anotasi selesai dan data CSV berlabel siap, tahap selanjutnya adalah pemodelan. Data keypoint yang telah diekstraksi digunakan sebagai input untuk membangun model Long Short-Term Memory (LSTM), yang dirancang untuk mengenali pola urutan gerakan dari setiap frame video. LSTM merupakan metode yang lebih unggul dibandingkan metode konvensional dan sangat sesuai untuk diterapkan dalam analisis sentimen. Dalam penelitian ini, peneliti akan mengombinasikan metode LSTM dengan CNN. Kombinasi antara LSTM dan CNN diharapkan dapat meningkatkan performa dalam analisis sentimen [9]. Long Short-Term Memory (LSTM) sendiri merupakan salah satu jenis arsitektur Recurrent Neural Network (RNN) yang pertama kali diperkenalkan oleh Hochreiter dan Schmidhuber pada tahun 1997 [10]. Model ini dilatih untuk mengklasifikasikan apakah suatu rangkaian gerakan termasuk dalam kategori “benar” atau “salah” berdasarkan perubahan posisi keypoint dari waktu ke waktu. Proses pelatihan dilakukan dengan membagi data menjadi data latih, validasi, dan uji (64:20:16) guna memastikan performa model dapat dievaluasi secara menyeluruh. Data validasi diperoleh dari sebagian data latih (20% dari data latih) menggunakan parameter validation\_split selama pelatihan model. Selama pelatihan, metrik evaluasi seperti akurasi, precision, recall, dan F1-score digunakan untuk mengukur efektivitas model dalam mendeteksi teknik gerakan. Model yang telah dilatih kemudian diintegrasikan ke dalam sistem untuk mendeteksi gerakan secara real-time dan memberikan output berupa jumlah total gerakan yang benar dan salah. Proses perhitungan metode LSTM secara manual akan dijelaskan seperti berikut:

### 2.3.1 LSTM

#### a. Forget Gate ( $f_t$ )

$$f_t = \sigma(\mathbf{W}_f \cdot \mathbf{X}_t + \mathbf{b}_f) \quad (1)$$

Keterangan:

$F_t$ : Forget Gate, menentukan informasi dari  $C_{t-1}$  yang perlu dilupakan

$\mathbf{W}_f$ : Bobot forget gate

$X_t$ : Input saat ini (gabungan  $x_t$  dan  $h_{t-1}$ )

$b_f$ : Bias forget gate

$\sigma$ : Fungsi aktivasi sigmoid

#### b. Input Gate ( $i_t$ )

$$i_t = \sigma(\mathbf{W}_i \cdot \mathbf{X}_t + \mathbf{b}_i) \quad (2)$$

Keterangan:

$i_t$ : Input Gate, mengatur informasi baru yang masuk ke cell state.

$\mathbf{W}_i$ : Bobot input gate

$b_i$ : Bias input gate

$\sigma$ : Fungsi aktivasi sigmoid

#### c. Candidate Cell State ( $\tilde{c}_t$ )

$$\tilde{c}_t = \tanh(\mathbf{W}_c \cdot \mathbf{X}_t + \mathbf{b}_c) \quad (3)$$

Keterangan:

$\tilde{c}_t$ : Candidate Cell State, nilai kandidat yang akan ditambahkan ke memori.

$\mathbf{W}_c$ : Bobot candidate cell.

$b_c$ : Bias candidate cell.

$\tanh$ : Fungsi aktivasi tanh.

#### d. Cell State ( $c_t$ )

$$c_t = f_t \cdot c_{t-1} + i_t \cdot \tilde{c}_t \quad (4)$$

Keterangan:

$c_t$ : Cell State, memori utama LSTM yang menyimpan informasi penting dalam jangka panjang.

$c_{t-1}$ : Cell state sebelumnya.

$f_t \cdot c_{t-1}$ : Informasi lama yang dipertahankan.

$i_t \cdot \tilde{c}_t$ : Informasi baru yang ditambahkan.

e. Output Gate ( $o_t$ )

$$o_t = \sigma(\mathbf{W}_o \cdot \mathbf{X}_t + \mathbf{b}_o) \quad (5)$$

Keterangan:

$o_t$ : Output Gate, menentukan bagian dari memori yang akan dikeluarkan sebagai output.

$\mathbf{W}_o \cdot \mathbf{X}_t$ : Bobot output gate.

$\mathbf{b}_o$ : Bias output gate.

$\sigma$ : Fungsi aktivasi sigmoid.

f. Hidden State ( $h_t$ )

$$h_t = o_t \cdot \tanh(c_t) \quad (6)$$

Keterangan:

$h_t$ : Hidden State, output utama LSTM pada waktu  $t$ , digunakan untuk prediksi dan input waktu selanjutnya.

$\tanh(c_t)$ : Aktivasi dari cell state saat ini.

## 2.4 Evaluasi Awal

Tahap berikutnya adalah evaluasi awal untuk menguji performa model LSTM yang telah dibangun. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan data uji yang sebelumnya telah dipisahkan dari dataset utama. Model dijalankan untuk mendeteksi gerakan pada data uji, kemudian hasil prediksi dibandingkan dengan label ground truth yang telah ditentukan sebelumnya oleh Personal Trainer. Hasil evaluasi dianalisis menggunakan metrik seperti akurasi, precision, recall, dan F1-score untuk mengukur sejauh mana model mampu mengenali gerakan dengan benar. Selain itu, confusion matrix juga digunakan untuk memberikan gambaran jumlah prediksi benar dan salah pada masing-masing kelas (gerakan benar dan gerakan salah). Evaluasi ini penting untuk menilai kinerja awal sistem sebelum dilakukan validasi lebih lanjut dan memastikan bahwa model layak untuk diterapkan dalam skenario nyata.

## 2.5 Deploying

Setelah proses evaluasi awal selesai, tahap selanjutnya adalah deployment sistem ke dalam platform berbasis website. Sistem yang telah dilatih dan diuji kemudian diintegrasikan ke dalam antarmuka web agar dapat diakses dan digunakan secara lebih praktis oleh pengguna. Website ini dirancang untuk menerima input video gerakan latihan, kemudian menampilkan hasil analisis berupa jumlah gerakan yang dilakukan dengan benar dan salah. Dengan demikian, pengguna dapat memperoleh umpan balik secara mandiri dan real-time tanpa perlu bergantung langsung pada Personal Trainer, serta memudahkan akses bagi siapa saja yang ingin melakukan latihan dengan panduan visual yang akurat.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengumpulan Data

Dalam proses pengumpulan data ini dipilih salah satu tempat pelatihan kebugaran (GYM) di Kota Kediri, yang dimana data tersebut berupa video yang diantaranya:

- a. Dumbell Bicep Curl Benar
- b. Dumbell Bicep Curl Salah
- c. Dumbell Shoulder Press Benar
- d. Dumbell Shoulder Press Salah

### 3.2 Anotasi Data

<code>x_0_y_0_x_0_y_0_x_1_y_1_x_1_y_1_x_2_y_2_x_2_y_2_x_3_y_3_x_3_y_4_x_4_y_4_x_4_y_5_x_5_y_5_x_6_y_6_x_6_y_6_x_7_y_7_x_7_y_7_x_8_y_8_x_8_y_8_x_9_y_9_x_9_x_10_y_10_x_10_y_11_x_11_y_11_x_11_y_11</code>
0.506181823492050917, 0.19732102751731773, 0.6170867681503296, 0.9999995231628418, 0.5022132396971998, 0.184591237301616, 0.5722717642748119, 0.9999995694885254, 0.507986664720337, 0.1
0.516553521516311, 0.201185941696117, 0.6316686272621155, 0.999999403953522, 0.5064208507537842, 0.18649746477603912, 0.5844143629074097, 0.999982714653015, 0.5104429493460693, 0.187
0.520911451514419, 0.20181764662265778, 0.6319869061832428, 0.9999993443489075, 0.5087049007415771, 0.18669573962688446, -0.5860933065414429, 0.99999809265131672, 0.5119889974594116, 0.18
0.520556986319397, 0.20217575132846832, 0.6383939981460571, 0.99999928474267, 0.5085453391075134, 0.1867716535129547, -0.5927664637565613, 0.999997934420776, 0.5119840466963196, 0.1
0.521189987659453, 0.20288394391536713, 0.653393975152588, 0.99999910593284, 0.508081284512179, 0.1873748514713287, 0.6068927051532303, 0.99997615814209, 0.51216810941696170, 0.18
0.5224048454125977, 0.2027645707130432, 0.624208474159241, 0.999999463256836, 0.509049415583738, 0.187382772564888, 0.5753376483917236, 0.999974966049194, 0.5122647881507874, 0.1875
0.521670401096344, 0.202518493793708, 0.6226623058319092, 0.999999463256836, 0.50642016288773, 0.1868924674569564, 0.57593469699850, 0.999974370002747, 0.5096566677093506, 0.1871
0.5226362943649292, 0.202637236166004, 0.598399221897152, 0.9999986867210388, 0.5072380900282996, 0.186929076911001892, 0.555901367301944, 0.999972581863403, 0.5093009693535852, 0.1
0.5224015116691589, 0.2027993947267523, 0.658075213432312, 0.999988675117493, 0.5068715214232909, 0.18698106706142426, -0.609878032019043, 0.999970197671612, 0.509609580209978, 0.18
0.5216267704963684, 0.2015339434146881, 0.5739010572433472, 0.99999874830245970, 0.50472015434408, 0.185972644256918, 0.5332396216472473, 0.99996621308926, 0.5070948600769043, 0.1861
0.5165804627571106, 0.20109184086322784, 0.5476244688034058, 0.9999985098838806, 0.4998235569725036, 0.1856474223689728, 0.50862807035461, 0.9999960064888, 0.501780569532752, 0.185
0.5130623579025269, 0.20103387534618378, 0.5441147685050964, 0.999998331069946, 0.4967200302505493, 0.185420423746109, 0.504583655481, 0.99999529516418, 0.4989936053752899, 0.185
0.5119272238845825, 0.2010128796106165, 0.501175165163916, 0.9999980926513672, 0.49568644165997377, 0.1853618174791336, 0.4599357572364807, 0.9999949336051941, 0.4978739321231842, 0.1
0.510119680862427, 0.20111932797647827, 0.483354922867473, 0.999997615814209, 0.4949519336232602, 0.1854937970638275, 0.4412013292316272, 0.9999938011169434, 0.49705764651298523, 0.1
0.5118194818496704, 0.200902059674263, -0.3988071382045746, 0.999996621398926, 0.49500083923339844, 0.18538762629932135, -0.36255974193573, 0.99999165349713, 0.49735954406722, 0.185
0.5086157917976379, 0.2008960920978546, 0.45238795876502999, 0.999997084655762, 0.49309659004211426, 0.18538062274456024, 0.4108249954097351, 0.9999990327453613, 0.495328843935974, 0.1
0.50299606223106384, 0.20089301466941833, 0.5387979386559257, 0.999995350887705, 0.48974677039124, 0.3369052290916443, 0.4929880790710449, 0.49284520745277405, 0.1
0.5018838313560486, 0.20118901133537292, 0.5387979386559257, 0.9999954567680359, 0.4895696105842593, 0.185568992174243927, 0.52652472257614140, 0.9999858140945435, 0.492374956078186, 0.1
0.500273273490909399, 0.20130462945076, -0.567379891872406, 0.999992907047217, 0.488829358391461, 0.51997572183609, 0.5028271371141052, 0.2013920098543167, 0.5236150622367859, 0.9999986287918091, 0.485684548234936, 0.1856423914432526, 0.47553210522156, 0.9999738335609436, 0.49174103140830994, 0.1
0.49614855647087097, 0.202893042564392, 0.5202012658119202, 0.999985933303833, 0.48650258779525757, 0.1884328729537964, -0.4685744320776367, 0.999965250492096, 0.4898700714111328, 0.1

Gambar 1 CSV Keypoints

<code>x_0_y_0_x_0_y_0_x_1_y_1_x_1_y_1_x_2_y_2_x_2_y_2_x_3_y_3_x_3_y_4_x_4_y_4_x_4_y_5_x_5_y_5_x_6_y_6_x_6_y_6_x_7_y_7_x_7_y_7_x_8_y_8_x_8_y_8_x_9_y_9_x_9_x_10_y_10_x_10_y_11_x_11_y_11_x_11_y_11</code>
0.506181823492050917, 0.19732102751731773, 0.6170867681503296, 0.9999995231628418, 0.5022132396971998, 0.184591237301616, 0.5722717642748119, 0.9999995694885254, 0.507986664720337, 0.1
0.516553521516311, 0.201185941696117, 0.6316686272621155, 0.999999403953522, 0.5064208507537842, 0.18649746477603912, 0.5844143629074097, 0.999982714653015, 0.5104429493460693, 0.187
0.520911451514419, 0.20181764662265778, 0.6319869061832428, 0.9999993443489075, 0.5087049007415771, 0.18669573962688446, -0.5860933065414429, 0.99999809265131672, 0.5119889974594116, 0.18
0.520556986319397, 0.20217575132846832, 0.6383939981460571, 0.99999928474267, 0.5085453391075134, 0.1867716535129547, -0.5927664637565613, 0.999997934420776, 0.5119840466963196, 0.1
0.521189987659453, 0.20288394391536713, 0.653393975152588, 0.99999910593284, 0.508081284512179, 0.1873748514713287, 0.6068927051532303, 0.99997615814209, 0.51216810941696170, 0.18
0.5224048454125977, 0.2027645707130432, 0.624208474159241, 0.999999463256836, 0.509049415583738, 0.187382772564888, 0.5753376483917236, 0.999974966049194, 0.5122647881507874, 0.1875
0.521670401096344, 0.202518493793708, 0.6226623058319092, 0.999999463256836, 0.50642016288773, 0.1868924674569564, 0.57593469699850, 0.999974370002747, 0.5096566677093506, 0.1871
0.5226362943649292, 0.202637236166004, 0.598399221897152, 0.9999986867210388, 0.5072380900282996, 0.186929076911001892, 0.5559001367301944, 0.9999972581863403, 0.5093009693535852, 0.1
0.5224015116691589, 0.2027993947267523, 0.658075213432312, 0.999988675117493, 0.5068715214232909, 0.18698106706142426, -0.609878032019043, 0.999970197671612, 0.509609580209978, 0.18
0.5216267704963684, 0.2015339434146881, 0.5739010572433472, 0.99999874830245970, 0.50472015434408, 0.185972644256918, 0.5332396216472473, 0.99996621308926, 0.5070948600769043, 0.1861
0.5165804627571106, 0.20109184086322784, 0.5476244688034058, 0.9999985098838806, 0.4998235569725036, 0.1856474223689728, 0.50862807035461, 0.9999960064888, 0.501780569532752, 0.185
0.5130623579025269, 0.20103387534618378, 0.5441147685050964, 0.999998331069946, 0.4967200302505493, 0.185420423746109, 0.504583655481, 0.99999529516418, 0.4989936053752899, 0.185
0.5119272238845825, 0.2010128796106165, 0.501175165163916, 0.9999980926513672, 0.49568644165997377, 0.1853618174791336, 0.4599357572364807, 0.9999949336051941, 0.4978739321231842, 0.1
0.510119680862427, 0.20111932797647827, 0.483354922867473, 0.999997615814209, 0.4949519336232602, 0.1854937970638275, 0.4412013292316272, 0.9999938011169434, 0.49705764651298523, 0.1
0.5118194818496704, 0.200902059674263, -0.3988071382045746, 0.999996621398926, 0.49500083923339844, 0.18538762629932135, -0.36255974193573, 0.99999165349713, 0.49735954406722, 0.185
0.5086157917976379, 0.2008960920978546, 0.45238795876502999, 0.999997084655762, 0.49309659004211426, 0.18538062274456024, 0.4108249954097351, 0.9999990327453613, 0.495328843935974, 0.1
0.50299606223106384, 0.20089301466941833, 0.5387979386559257, 0.999995350887705, 0.48974677039124, 0.3369052290916443, 0.4929880790710449, 0.49284520745277405, 0.1
0.5018838313560486, 0.20118901133537292, 0.5387979386559257, 0.9999954567680359, 0.4895696105842593, 0.185568992174243927, 0.52652472257614140, 0.9999858140945435, 0.492374956078186, 0.1
0.500273273490909399, 0.20130462945076, -0.567379891872406, 0.999992907047217, 0.488829358391461, 0.51997572183609, 0.5028271371141052, 0.2013920098543167, 0.5236150622367859, 0.9999986287918091, 0.485684548234936, 0.1856423914432526, 0.47553210522156, 0.9999738335609436, 0.49174103140830994, 0.1
0.49614855647087097, 0.202893042564392, 0.5202012658119202, 0.999985933303833, 0.48650258779525757, 0.1884328729537964, -0.4685744320776367, 0.999965250492096, 0.4898700714111328, 0.1

Gambar 2 Labelling CSV

Gambar 1 menunjukkan cuplikan isi dari file CSV hasil ekstraksi *keypoint* tubuh menggunakan *MediaPipe Pose* dari video gerakan gym. Setiap baris dalam file CSV mewakili satu frame video, sementara setiap kolom berisi informasi koordinat (x, y, z) dan tingkat visibilitas (v) dari masing-masing titik tubuh atau keypoint. Format kolom menggunakan notasi seperti x\_0, y\_0, z\_0, v\_0, yang menandakan posisi dan visibilitas dari keypoint ke-0, dan pola ini berlanjut hingga seluruh 33 keypoint tubuh yang diekstrak. Data numerik ini menjadi fitur masukan penting dalam proses pelatihan model machine learning, khususnya untuk mendekripsi dan mengevaluasi teknik gerakan olahraga.

Gambar 2 menampilkan daftar file CSV yang dihasilkan dari proses ekstraksi data gerakan latihan menggunakan *MediaPipe*. File-file tersebut dinamai berdasarkan jenis latihan, kategori teknik gerakan, dan urutan data, seperti dumbbell\_bicep\_curl\_benar\_1 atau dumbbell\_shoulder\_press salah\_2. Penamaan ini memudahkan klasifikasi antara data gerakan yang dilakukan dengan teknik benar dan salah. File tersebut berasal dari video yang telah dianotasi dan digunakan sebagai dataset pelatihan dan pengujian dalam pengembangan sistem deteksi otomatis teknik latihan berbasis model LSTM.

### 3.3 Modelling

Pada proses perhitungan manual untuk metode LSTM akan dicantumkan contoh menggunakan *frame* pertama dengan nilai  $c_{t-1}$  adalah [0,0,0] karena masih diinisialisasi dengan vektor nol. Perhitungan juga akan dilakukan terus-menerus dan diulang untuk setiap *Landmark* pada setiap *frame* video.

#### a. Forget Gate ( $f_t$ )

$$f_t = \begin{bmatrix} 0,573 \\ 0,508 \\ 0,444 \end{bmatrix} \quad (1)$$

#### b. Input Gate ( $i_t$ )

$$i_t = \begin{bmatrix} 0,428 \\ 0,472 \\ 0,408 \end{bmatrix} \quad (2)$$

#### c. Candidate Cell State ( $\tilde{c}_t$ )

$$\tilde{c}_t = \begin{bmatrix} -0,168 \\ 0,030 \\ 0,069 \end{bmatrix} \quad (3)$$

#### d. Cell State ( $c_t$ )

$$c_t = \begin{bmatrix} -0,081 \\ 0,014 \\ 0,028 \end{bmatrix} \quad (4)$$

#### e. Output Gate ( $o_t$ )

$$o_t = \begin{bmatrix} 0,499 \\ 0,536 \\ 0,456 \end{bmatrix} \quad (5)$$

#### f. Hidden State ( $h_t$ )

$$h_t = \begin{bmatrix} -0,040 \\ 0,008 \\ 0,013 \end{bmatrix} \quad (6)$$

```

4/4      1s 118ms/step - accuracy: 0.8918 - loss: 0.2646 - val_accuracy: 0.9630 - val_loss: 0.1245
Epoch 24/100
4/4      1s 95ms/step - accuracy: 0.9369 - loss: 0.1742 - val_accuracy: 0.8889 - val_loss: 0.1887
Epoch 25/100
4/4      0s 42ms/step - accuracy: 0.9685 - loss: 0.1074
WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via `model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file form
4/4      0s 107ms/step - accuracy: 0.9671 - loss: 0.1105 - val_accuracy: 0.9630 - val_loss: 0.0912
Epoch 26/100
4/4      1s 87ms/step - accuracy: 0.9518 - loss: 0.1064 - val_accuracy: 0.8519 - val_loss: 0.3410
Epoch 27/100
4/4      0s 80ms/step - accuracy: 0.9396 - loss: 0.2050 - val_accuracy: 0.8519 - val_loss: 0.3340
Epoch 28/100
4/4      0s 86ms/step - accuracy: 0.9839 - loss: 0.2322 - val_accuracy: 0.8889 - val_loss: 0.2164
Epoch 29/100
4/4      0s 83ms/step - accuracy: 0.9664 - loss: 0.1340 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.2695
Epoch 30/100
4/4      1s 96ms/step - accuracy: 0.9265 - loss: 0.2425 - val_accuracy: 0.8519 - val_loss: 0.3293
Epoch 31/100
4/4      0s 91ms/step - accuracy: 0.8356 - loss: 0.2885 - val_accuracy: 0.9630 - val_loss: 0.1641
Epoch 32/100
4/4      0s 94ms/step - accuracy: 0.9483 - loss: 0.2382 - val_accuracy: 0.8889 - val_loss: 0.1970
Epoch 33/100
4/4      1s 95ms/step - accuracy: 0.9220 - loss: 0.1768 - val_accuracy: 0.8889 - val_loss: 0.1796
Epoch 34/100
4/4      1s 70ms/step - accuracy: 0.9604 - loss: 0.1408 - val_accuracy: 0.9630 - val_loss: 0.0925
Epoch 35/100
4/4      0s 88ms/step - accuracy: 0.9882 - loss: 0.0917 - val_accuracy: 0.9259 - val_loss: 0.1504
 Model Bicep Curl dan LabelEncoder disimpan.

```

Gambar 3 Bicep Curl Modelling

```

Epoch 9/100
3/3      0s 169ms/step - accuracy: 0.9905 - loss: 0.0495 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0439
Epoch 10/100
3/3      0s 163ms/step - accuracy: 0.9716 - loss: 0.0410 - val_accuracy: 0.9130 - val_loss: 0.2863
Epoch 11/100
3/3      0s 42ms/step - accuracy: 0.8885 - loss: 0.2810
WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via `model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file fo
3/3      0s 141ms/step - accuracy: 0.8914 - loss: 0.2923 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0059
Epoch 12/100
3/3      1s 121ms/step - accuracy: 0.8932 - loss: 0.2766 - val_accuracy: 0.9130 - val_loss: 0.1861
Epoch 13/100
3/3      0s 119ms/step - accuracy: 0.9309 - loss: 0.1867 - val_accuracy: 0.6957 - val_loss: 0.7402
Epoch 14/100
3/3      0s 115ms/step - accuracy: 0.6687 - loss: 0.4844 - val_accuracy: 0.8261 - val_loss: 0.3034
Epoch 15/100
3/3      0s 107ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.2278 - val_accuracy: 0.9565 - val_loss: 0.2719
Epoch 16/100
3/3      0s 95ms/step - accuracy: 0.8986 - loss: 0.3169 - val_accuracy: 0.9565 - val_loss: 0.2763
Epoch 17/100
3/3      0s 108ms/step - accuracy: 0.9599 - loss: 0.2606 - val_accuracy: 0.9565 - val_loss: 0.1774
Epoch 18/100
3/3      0s 98ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.1419 - val_accuracy: 0.8696 - val_loss: 0.2863
Epoch 19/100
3/3      0s 92ms/step - accuracy: 0.9905 - loss: 0.1661 - val_accuracy: 0.9565 - val_loss: 0.1612
Epoch 20/100
3/3      0s 116ms/step - accuracy: 0.9944 - loss: 0.0741 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0510
Epoch 21/100
3/3      0s 184ms/step - accuracy: 0.9905 - loss: 0.0369 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0292
 Model Shoulder Press dan LabelEncoder disimpan.

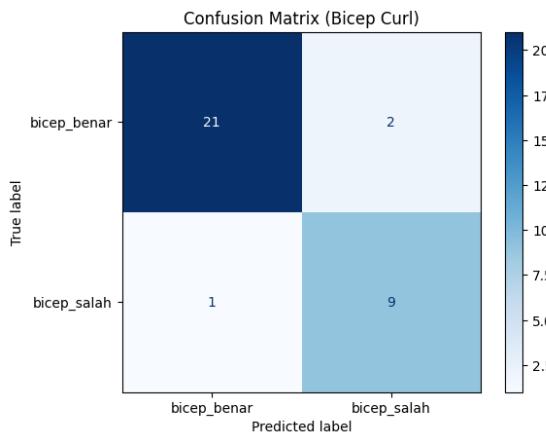
```

Gambar 4 Shoulder Press Modelling

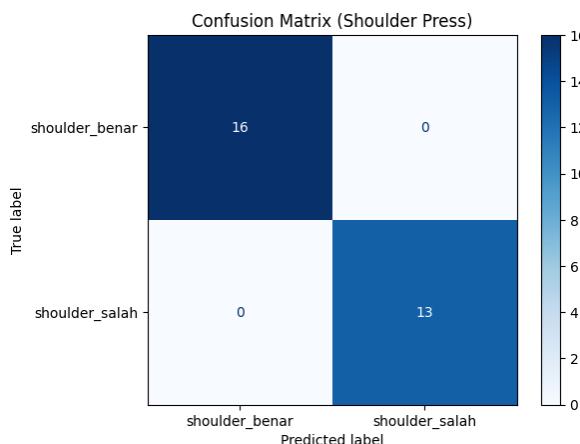
Pada gambar 3 dan 4 dilakukan proses pemodelan dengan melatih dua model klasifikasi gerakan, yaitu *Shoulder Press* dan *Bicep Curl*, menggunakan arsitektur LSTM. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model *Shoulder Press* mencapai akurasi validasi tertinggi sebesar 100%

dengan nilai *loss validasi* serendah 0.0059 pada *epoch* ke-11, sementara model *Bicep Curl* menunjukkan performa yang stabil dengan *akurasi validasi* mencapai 96.3% dan *loss validasi* serendah 0.0912. Model kemudian disimpan bersama *LabelEncoder* untuk digunakan dalam proses pengenalan gerakan pada tahap selanjutnya.

### 3.4 Evaluasi Awal



Gambar 5 Confusion Matriks Bicep Curl

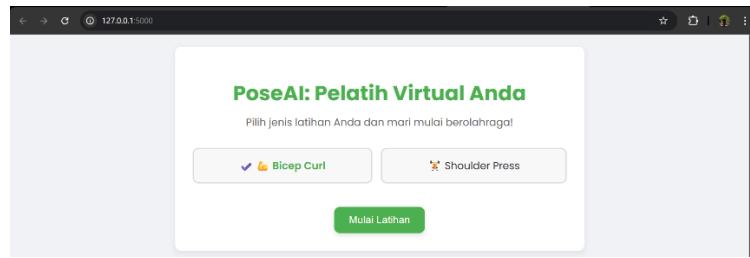


Gambar 6 Confusion Matrix Shoulder Press

Berdasarkan hasil training yang telah dilakukan, model untuk gerakan *Bicep Curl* berhasil mengklasifikasikan 21 data sebagai "bicep\_benar" secara tepat, dan 9 data sebagai "bicep salah" secara akurat, dengan hanya 3 kesalahan klasifikasi. Sementara itu, model untuk *Shoulder Press* menunjukkan hasil yang sangat baik, dengan klasifikasi sempurna tanpa kesalahan 16 data terkласifikasi benar sebagai "shoulder\_benar" dan 13 data sebagai "shoulder salah". Hasil ini menunjukkan bahwa model *Shoulder Press* memiliki performa klasifikasi yang lebih konsisten dibanding model *Bicep Curl*.

### 3.5 Deploying

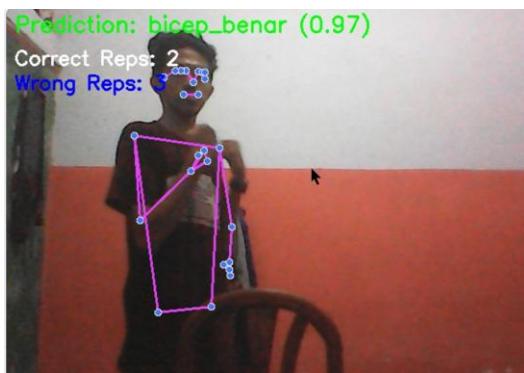
#### 3.5.1 Halaman User



Gambar 7 Halaman User

Pada Gambar 7 terdapat halaman antarmuka utama dari sistem PoseAI, di mana pengguna dapat memilih jenis latihan yang ingin dilakukan. Terdapat dua pilihan yaitu " Bicep Curl" dan " Shoulder Press". Dalam gambar ini, opsi "Bicep Curl" telah dipilih, ditandai dengan tanda centang berwarna ungu dan latar belakang yang sedikit lebih gelap. Terdapat juga tombol "Mulai Latihan" berwarna hijau di bagian bawah untuk memulai sesi latihan setelah memilih jenis gerakan. Antarmuka ini dirancang dengan tampilan yang bersih dan intuitif, memudahkan pengguna untuk langsung memilih dan memulai latihan.

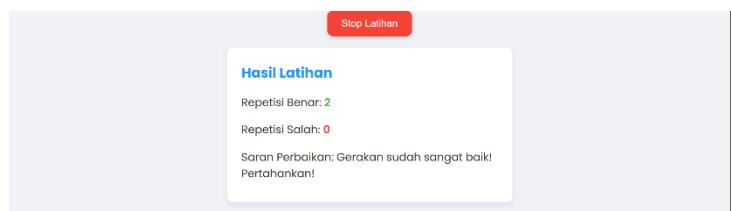
### 3.5.2 Halaman Web Cam



Gambar 8 Halaman WebCam

Pada Gambar 8 terdapat hasil dari sistem deteksi pose secara real-time saat pengguna melakukan latihan. Pada layar video, terdapat prediksi model yang menunjukkan bahwa gerakan yang dilakukan termasuk dalam kategori bicep\_benar dengan *Confidence Score* sebesar 1.00. Di bawahnya juga terdapat hitungan *Correct Reps: 1* dan *Wrong Reps: 0*. Sistem juga memvisualisasikan titik-titik pose (keypoints) pada tubuh pengguna, seperti bagian wajah dan lengan, yang digambarkan dengan garis berwarna ungu. Visualisasi ini berfungsi untuk membantu pengguna melihat posisi tubuh mereka dan memastikan konsistensi gerakan.

### 3.5.3 Halaman Hasil



Gambar 9 Halaman Hasil

Pada Gambar 9 terdapat hasil evaluasi dari sesi latihan gerakan gym yang dilakukan oleh pengguna. Terdapat dua metrik utama yang ditampilkan, yaitu jumlah *Repetisi Benar* sebanyak 2 kali (ditampilkan dalam warna hijau) dan *Repetisi Salah* sebanyak 0 (ditampilkan dalam warna merah). Selain itu, sistem memberikan saran perbaikan berupa kalimat motivasi: "Gerakan sudah sangat baik! Pertahankan!", yang menandakan bahwa gerakan yang dilakukan telah sesuai dengan standar gerakan yang benar menurut model deteksi pose yang digunakan. Tampilan ini membantu pengguna untuk mengetahui kualitas teknik latihan mereka secara instan.

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan meningkatkan akurasi pengenalan gerakan gym menggunakan metode *pose estimation* dan LSTM, khususnya pada gerakan Dumbbell Bicep Curl dan Dumbbell Shoulder Press. Berdasarkan hasil implementasi sistem, dapat disimpulkan bahwa pendekatan ini mampu membedakan gerakan yang dilakukan dengan benar dan tidak benar secara efektif, serta mencatat jumlah repetisi real-time. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi visi komputer dan pembelajaran mesin dapat memberikan kontribusi nyata dalam bidang teknik industri, terutama dalam pengembangan sistem monitoring kebugaran cerdas yang mendukung peningkatan efektivitas latihan dan pengambilan keputusan berbasis data dalam konteks kesehatan dan keselamatan kerja.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Wijayanto, "Loncatan Perkembangan Ilmu Keolahragaan dan Pendidikan Jasmani", doi: <https://doi.org/10.31219/osf.io/afbkc>.
- [2] A. Mulyadiono, "PENTINGNYA MANAJEMEN OLAHRAGA TERHADAP PERKEMBANGAN PRESTASI DAN PEMBINAAN TIM FUTSAL SUMUR WARU," *Jurnal Edukasimu*, vol. 1, no. 3, 2021.
- [3] S. Hamzah and A. B. Baan, "Persepsi member fitness terhadap program latihan kebugaran di Thor Gym Palu," *Tadulako Journal Sport Sciences And Physical Education*, vol. 9, no. 2, pp. 80–90, 2021, doi: <https://doi.org/10.22487/tjsspe.v9i2.1525>.
- [4] K. Koloay, S. R. U. A. Sompie, and S. D. E. Paturusi, "Rancang Bangun Aplikasi Fitness Berbasis Android (Studi Kasus: Popeye Gym Suwaan)," 2020.
- [5] S. M. Murtadho, W. Hidayat, D. Abidin, and A. F. Ridlo, "Sosialisasi Penanganan Dan Pencegahan Cedera Dalam Olahraga," *An-Nizam*, vol. 2, no. 1, pp. 84–90, 2023, doi: <https://doi.org/10.33558/an-nizam.v2i1.6576>.
- [6] L. Apriliani and J. Kasih, "Pengembangan Pelayanan Konsumen Berbasis Web Pada Iron Gym Timika," *Jurnal STRATEGI-Jurnal Maranatha*, vol. 3, no. 1, pp. 150–177, 2021.
- [7] T. Triyanto, L. Lusiana, and Y. Purnama, "Analisis Profesional Personal Trainer di Fitness Center Hotel Kota Semarang Tengah," *Journal of Education and Sport Science*, vol. 2, no. 1, 2021.

- [8] A. N. Kurnianto and C. Rismayanthi, “Kesiapan Profesi Personal Trainer Dalam Penyusunanprogram Latihan Dan Jasa Layanan Yang Diberikanpada Members Fitness Di Yogyakarta,” *MEDIKORA: Jurnal Ilmiah Kesehatan Olahraga*, vol. 14, no. 1, 2015, doi: <https://doi.org/10.21831/medikora.v14i1.4571>.
- [9] D. T. Hermanto, A. Setyanto, and E. T. Luthfi, “Algoritma LSTM-CNN untuk Binary Klasifikasi dengan Word2vec pada Media Online,” *Creative Information Technology Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 64–77, 2021, doi: <https://doi.org/10.24076/citec.2021v8i1.264>.
- [10] M. Q. Andiyantama, I. Zahira, and A. Irawan, “Prediksi energi listrik kincir angin berdasarkan data kecepatan angin menggunakan LSTM,” *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*, vol. 5, no. 01, pp. 1–7, 2021, doi: <https://doi.org/10.25077/JITCE.5.01.1-7.2021>.