

Penerapan Metode Posenet untuk Deteksi Ketepatan Pose Yoga

Raynaldi Ahmad Asshidiqy, Agus Setiawan, Dimas Sasongko*

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang, Indonesia

Email: ¹1805040026@student.ummg.ac.id, ²setiawan@ummg.ac.id, ³dimassasongko@ummg.ac.id

Email Penulis Korespondensi: dimassasongko@ummg.ac.id

Submitted: 29/10/2022; Accepted: 20/11/2022; Published: 30/11/2022

Abstrak—Pada saat seseorang melakukan aktivitas yoga, biasanya seseorang akan mengikuti panduan yoga berupa kelas yoga, panduan mandiri yoga yang biasanya berupa gambar, video, dan audio. Namun seiring perkembangan teknologi yang pesat, kini panduan yoga telah banyak dan mudah untuk didapat. Kegiatan yoga juga kini dapat dilakukan mandiri tanpa harus mendatangkan instruktur yoga. Tujuan penelitian ini adalah membantu para yogis agar dapat melakukan yoga dengan benar dan mengikuti panduan yoga dengan pose yang benar dengan sistem yang terdapat pose yoga dan juga sebagai fitur utama yaitu mengoreksi pose yoga yang dilakukan Yogis agar mendapatkan pose yoga secara benar. sistem yang dihasilkan akan menangkap pose yoga dan melakukan deteksi apakah pose tersebut sudah benar atau belum sesuai dengan panduan pose yoga. Berdasarkan hasil verifikasi peletakan jarak antara device atau perangkat yang terdapat kamera yaitu ditempatkan pada jarak 200cm – 250cm antara perangkat ke yogis, dan ketinggian device diletakan pada tempat yang memiliki ketinggian setengah dari ukuran seluruh tubuh yogis, atau berada di ketinggian 85cm. Hasil pengujian menggunakan metode blackbox mendapatkan hasil tidak ditemukan kesalahan, selain itu sistem dapat berjalan baik pada ruangan yang menggunakan lampu led 7 watt dan tidak ada objek yang menghalangi yogis, sehingga seluruh tubuh tertangkap kammera.

Kata Kunci: Yoga; Posenet; Yoga Guide; Computer Vision

Abstract—When someone does yoga activities, usually, someone follows yoga guidelines in the form of yoga classes and yoga self-guidance, which is usually in the form of images, videos, and audio. But along with the rapid development of technology, now there are many yoga guides and easy to get. Yoga activities can now be done independently without approaching a yoga instructor. The purpose of this study is to help yogis to be able to do yoga correctly and to follow yoga guidelines with the correct poses with a system that contains yoga poses and also as the main feature of correcting yoga poses that yogis do to get yoga poses correctly. The resulting system will capture yoga poses and detect whether the pose is correct according to the yoga pose guidelines. Based on the verification of the distance between the device or the device that has a camera, it is placed at a distance of 200cm – 250cm between the device and the yogis. The device's height is placed in a place that has a height half the size of the yogi's whole body or at the height of 85cm. The test results using the BlackBox method get no errors. Besides that, the system can run well in a room with 7-watt LED lights, and no objects block the yogis, so the camera catches the whole body.

Keywords: Yoga; Posenet; Yoga Guide; Computer Vision

1. PENDAHULUAN

Yoga adalah sebuah aktivitas yang mengarahkan seseorang untuk berkonsentrasi, mengatur nafas, menenangkan pikiran dengan pose-pose tertentu [1], [2]. Gerakan pose yoga yang benar memang telah terbukti dalam pengaruh positif bagi berbagai macam kehidupan manusia [3], [4]. Dalam melakukan aktivitas yoga, banyak para yogis (seseorang yang melakukan yoga) yang melakukannya sendiri dari rumah melalui panduan-panduan yoga yang ada atau melakukan yoga bersama melalui *virtual* dengan orang lain menggunakan instruktur yoga dan jika melakukan tanpa instruktur, yogis bisa mengikuti panduan yoga yang sudah ada berupa gambar dua dimensi atau video dan audio yang dapat membantu [5].

Pada era modern ini dapat membudahkan para yogis dalam melakukan aktivitas yoga, mulai dari panduan yoga yang dapat diunduh melalui aplikasi atau bahkan kelas yoga yang dilakukan secara *online* yang terdapat instruktur yoga didalamnya. Namun dalam melakukan aktivitas yoga terlebih jika melakukan sendiri seperti mengikuti kelas yoga secara *online*, instruktur yoga hanya bisa memandu gerakan seperti apa yang harus dilakukan dan berapa lama waktu yang dibutuhkan pada saat mempraktikkan gerakan pose yoga tersebut, sama halnya dengan menggunakan panduan yoga berupa aplikasi. Intinya para yogis tidak dapat mengetahui pose yang dilakukan dalam melakukan yoga sudah benar atau belum jika melakukan aktivitas yoga sendiri [6], [7].

Pose yoga yang tepat juga sangat memengaruhi efektifitas dari para yogis dalam melakukan yoga itu sendiri, seperti contoh beberapa pose dari yoga *asana* yang merupakan tipe yoga mendasar yang memiliki pose tidak terlalu rumit namun jika pose tidak sesuai maka para yogis tidak mendapatkan manfaat yoga yang sebenarnya [8]. Yoga juga dapat membantu dalam pembentukan karakter seseorang melalui aktivitas yoga dengan mengikuti beberapa pose yoga dan dipandu oleh instruktur yang benar maka akan mendapatkan bukan hanya kebugaran jasmani, tetapi rohani yang dapat membentuk karakter seseorang menjadi lebih baik lagi [9].

Penelitian tentang pembuatan atau perancangan panduan yoga sebelumnya sudah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian yang dilakukan oleh Rosady & Santoso (2021) yang membahas media interaktif untuk pengembangan panduan gerakan yoga berbasis android dengan metode *UCD (User Centered Design)* yang berfokus pada bagaimana peranan pengguna dapat memastikan kebutuhannya yang berupa panduan yoga berupa gambar, audio, dan video yang dikemas didalam *platform* aplikasi android [5]. Penelitian oleh Deshpande (2021) tentang pendeteksi pose yoga yang menggunakan *computer vision* yang di implementasikan melalui *CNN*

(Convolutional Neural Network) yang digunakan untuk pengenalan gambar yang diambil melalui kamera perangkat, lalu diproses menggunakan Neural Network yang akan mengenali bahwa gambar tersebut pose manusia dan selanjutnya dideteksi berupa titik-titik koordinat beberapa bagian tubuh manusia yang membentuk pose yoga, pada penelitian ini memiliki kelemahan karena sistem yang berjalan lambat karena beratnya beban memori perangkat yang digunakan dalam menganalisa tubuh manusia [10]. Penelitian yang dilakukan oleh Orel Balilti (2021) membahas platform yang dapat membaca gerak tubuh manusia yang disebut Pose Estimation menggunakan python, react, tensorflow.js, dan canvas dengan masukan yang diambil yaitu frame yang ditangkap kamera yang lalu mendeteksi tubuh manusia dan mendapatkan beberapa titik koordinat yang ditangkap oleh pose net dan disimpan lalu menghasilkan beberapa memori pose tubuh manusia [11]. Tujuan penelitian ini adalah membantu para yogis agar dapat melakukan pose yoga dengan benar yang sesuai dengan panduan yoga. Dengan adanya sistem yang dihasilkan pada penelitian ini diharapkan mampu mengoreksi pose yoga yang dilakukan yogis sehingga yogis mendapatkan manfaat maksimal dengan melakukan gerakan yang benar.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

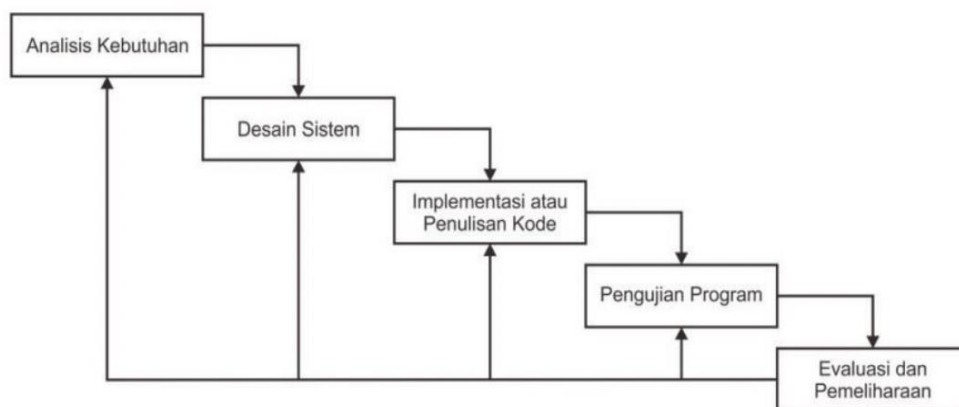
Dalam melakukan penelitian, melalui tinjauan pustaka, perumusan masalah, pengembangan aplikasi, dan pengambilan kesimpulan ataupun saran. Tahapan penelitian digambarkan dengan bagan alir penelitian yang digambarkan pada Gambar 1. Penelitian dimulai dengan analisis dan pengumpulan data yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu data berupa pose yoga yang dibutuhkan dan menerjemahkan pose tersebut kedalam koordinat X dan Y yang akan digunakan dalam menggunakan sistem pose net untuk mengoreksi pose yoga itu sendiri. Tahapan selanjutnya yaitu melakukan perancangan sistem dengan pemodelan menggunakan Flowchart. Setelah tahap perancangan dilanjutkan tahapan pembuatan sistem dengan metode Waterfall. Tahapan berikutnya adalah pengujian sistem merupakan tahapan uji coba sistem, dimana sistem akan diuji dan dijalankan. Setelah tahap pengujian dan akan diperoleh hasil dari pengujian sistem berupa kelebihan dan kekurangan, kompatibilitas perangkat keras dan lunak pada saat pengujian apakah sangat berpengaruh pada jalannya sistem dan efektifitas sistem ini pada kebutuhan koreksi gerakan yoga apakah benar-benar didapat atau tidaknya akan diketahui pada saat tahap pengujian ini. Setelah pengujian sistem dapat diimplementasikan kepada kegunaan yang sesungguhnya dan dapat digunakan secara umum.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2 Metode Pengembangan Aplikasi

Metode pengembangan aplikasi ini dalam proses analisis kebutuhan dan perancangan sistem menggunakan metode Waterfall. Tahapan metode Waterfall seperti yang terlihat pada Gambar 2. Metode Waterfall adalah model proses pembangunan perangkat lunak yang memiliki siklus.



Gambar 2. Tahapan Metode Waterfall [12]

Waterfall merupakan metode pengembangan sistem yang menggunakan pendekatan sistematis dan berurutan, tahapan model waterfall antara lain requirements, design, implementation, verification, maintenance. Kelebihan dalam menggunakan metode Waterfall yaitu akan dihasilkan sistem yang baik karena pelaksanaannya

dilakukan secara bertahap dan kualitas dari efisiensi sistem akan maksimal, sementara pengembangan sistem membutuhkan waktu yang cukup lama [13].

a. Fase *Requirements*

Fase ini merupakan fase pertama yang mempertemukan antara penganalisis dan calon pengguna untuk mengidentifikasi tujuan dari sistem yang akan dibangun serta mencari apa saja informasi yang dibutuhkan yang akan timbul untuk mencapai tujuan berupa sistem yang dapat memenuhi calon pengguna [14].

b. Fase *Design*

Informasi hasil dari fase *Requirements* pertama yang telah didapatkan kemudian di analisa pada tahap ini untuk kemudian diimplementasikan pada desain pengembangan sistem. Perancangan desain dilakukan dengan tujuan membantu memberikan gambaran lengkap mengenai apa yang harus dikerjakan dan akan menggambarkan apa saja yang terdapat pada setiap sesi di sistem yang sedang dikembangkan [14].

c. Fase *Implementation*

Tahap implementasi merupakan tahap pengembangan sistem. Pembuatan perangkat lunak atau perancangan sistem dilakukan pada fase ini. Fase ini mendapatkan beberapa kebutuhan yang didapat berdasarkan fase desain dan *requirements* dan dikembangkan berupa sistem berdasarkan kriteria yang diinginkan para calon pengguna [14].

d. Fase *Verification*

Selanjutnya seluruh sistem dikembangkan dan diuji ditahap verifikasi ini. Disini dilakukan pemeriksaan dan pengujian sistem secara keseluruhan untuk mengidentifikasi adanya kegagalan seperti bug dan ketidak cocokan sistem setelah dikembangkan dengan calon pengguna [14].

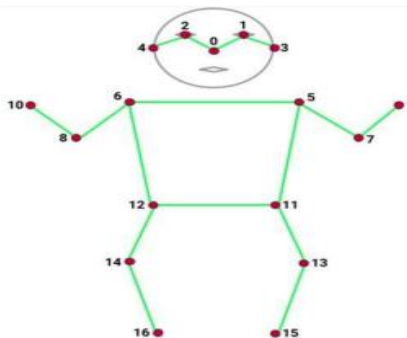
e. Fase *Maintenance*

Pada tahap terakhir dalam metode Waterfall, sistem yang sudah jadi dioperasikan dan digunakan oleh pengguna dan dilakukan pemeliharaan. Pemeliharaan itu meliputi pengembangan sistem seperti penambahan fitur dan pemeliharaan perbaikan dan kesalahan yang tidak terdeteksi pada fase sebelumnya, dan disini juga dilakukan penyesuaian sistem agar sesuai dengan kebutuhan pengguna [14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Fase *Requirements*

Analisa kebutuhan pengguna diawali dengan melakukan analisa terhadap sistem yang berjalan yaitu ketika akan melakukan aktivitas yoga para yogis mengikuti panduan yoga yang kadang berupa mengikuti kelas yoga yang terdapat instruktur didalamnya dan ada juga panduan yoga berupa gambar, video, ataupun audio yang dapat dilakukan para yogis dalam melakukan yoga tetapi tanpa mengikuti kelas yoga dan melakukan yoga sendiri. Ada juga yang mengikuti kelas yoga tetapi secara *online* menggunakan media *video conference*. Rancangan sistem yang diusulkan adalah sistem yang dapat membantu para yogis dalam mengikuti yoga maupun itu secara mandiri atau mengikuti kelas yoga secara *online* agar dapat mengetahui pose yoga yang dilakukan sudah benar atau masih salah. Pada sistem ini yogis dapat memilih tahapan yoga sesuai yang diharapkan dan mengikuti pose yoga yang akan langsung diverifikasi oleh sistem yang dibuat melalui kamera yang dapat diakses melalui perangkat pengguna.



Gambar 3. Titik tubuh yang dideteksi poseset [15].

Pada pembuatan sistem ini terdapat kebutuhan yang berupa beberapa pose yoga yang dibutuhkan, dan selanjutnya pose yoga berupa bentuk postur tubuh tersebut dideteksi titik tertentu pada bagian tubuh manusia seperti yang terdapat pada gambar 3.

Tabel 1. Titik deteksi poseset pada tubuh manusia [16].

number	spot human body	number	spot human body
0	Nose	9	Left wrist

number	spot human body	number	spot human body
1	Left eye	10	Right wrist
2	Right eye	11	Left hip
3	Left ear	12	Right hip
4	Right ear	13	Left knee
5	Left shoulder	14	Right knee
6	Right shoulder	15	Left ankle
7	Left elbow	16	Right ankle
8	Right elbow		

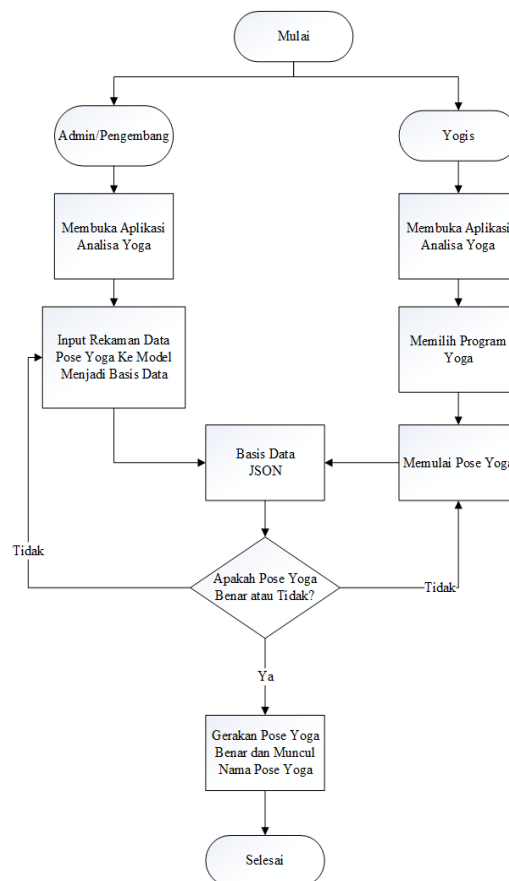
Setelah titik tubuh manusia dideteksi, kemudian titik tersebut didapatkan koordinat yang berupa X (*horizontal*) dan Y (*vertical*) yang kemudia koordinat tersebut disimpan kedalam basis data yang akan digunakan untuk memvalidasi pose yoga yang dilakukan yogis dalam melakukan aktivitas yoga sudah benar atau belum. Pada pengembangan sistem ini dibutuhkan juga perangkat keras dan perangkat lunak. Spesifikasi yang digunakan peneliti sebagai berikut: *Processor* Intel Celeron 3060, *Integrated Intel HD Graphic* 520, 4GB DDR4 Ram, SSD 32GB, Kamera 8Mp. Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem ini yaitu: Vs Code, Codeigniter4, P5.js, Microsoft Windows 10.

3.2 Fase Design

Pada fase ini akan diuraikan beberapa desain yang dibutuhkan dalam perancangan sistem sebagai berikut:

a. Desain Sistem

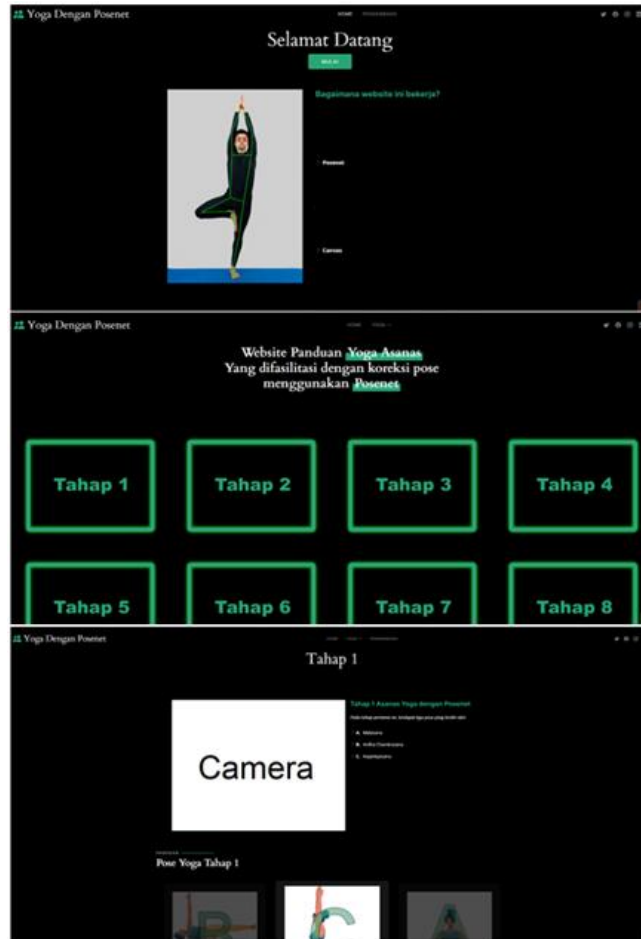
Pada desain sistem ini menggunakan penggambaran alur kerja sistem berupa *Flowchart*. *Flowchart* digunakan untuk mendeskripsikan bagaimana cara kerja sistem, bagaimana alur penggunaan sistem nanti setelah jadi, bagaimana pengguna memahami sistem yang berjalan. *Flowchart* dapat sangat membantu kita sebagai peneliti sekaligus pengembang sistem yang menyusun kebutuhan sebuah sistem, mengkomunikasikan rancangan sistem dengan calon pengguna, memudahkan alur penggunaan aplikasi. *Flowchart* dari sistem ini seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart system yoga dengan posenet

b. Desain Tampilan

Desain tampilan merupakan tahap awal untuk melihat bayangan bagaimana sistem aplikasi ini nanti pada saat sudah jadi, pada tahap desain ini tampilan sistem sudah jadi tetapi logika utama atau fitur yang terdapat pada sistem belum bekerja secara sempurna. Pembuatan desain tampilan seperti yang terlihat pada Gambar 5.

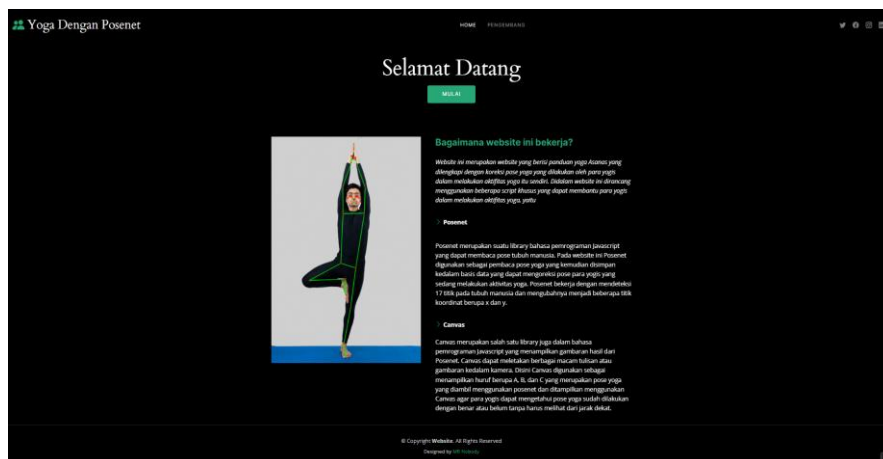


Gambar 5. Desain tampilan sistem yoga dengan posenet

3.3 Fase Implementation

a. Implementasi halaman utama (*home*)

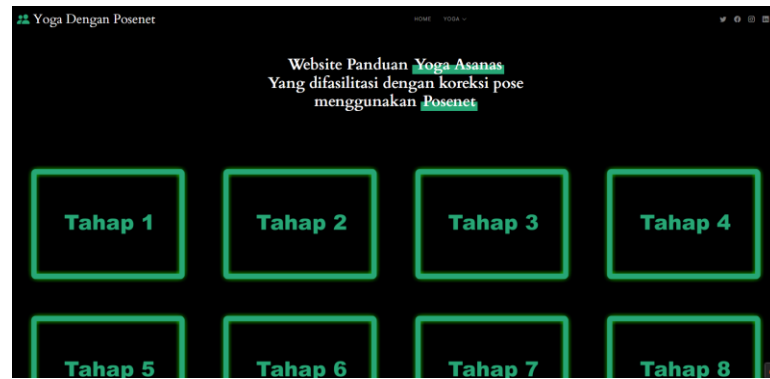
Halaman utama pada sistem aplikasi Yoga Dengan Posenet merupakan halaman pertama yang dijumpai pengguna pada saat mengakses sistem ini. Pada halaman ini terdapat penjelasan bagaimana sistem ini bekerja, bagaimana Posenet mengoreksi pose yoga yang dilakukan, dan tombol “Mulai” untuk mengarahkan pengguna kepada halaman yang dimana yogis dapat memulai aktivitas yoga dengan bantuan sistem aplikasi Yoga Dengan Posenet. Tampilan halaman utama seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Halaman utama sistem yoga dengan posenet

b. Implementasi halaman pemilihan tahap yoga

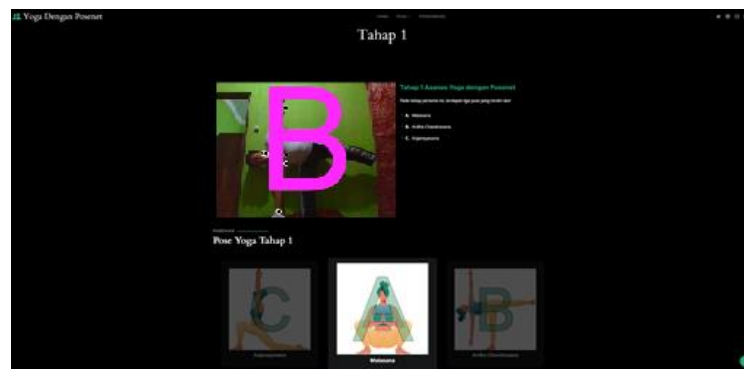
Halaman ini merupakan halaman dimana yogis dapat memilih tahap-tahap yoga yang akan dilakukan. Setiap tahapnya memiliki pose yoga yang berbeda-beda, sesuai yang diinginkan yogis pada saat melakukan aktivitas yoga. Tampilan halaman ini dapat dilihat seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Halaman pemilihan tahap yoga

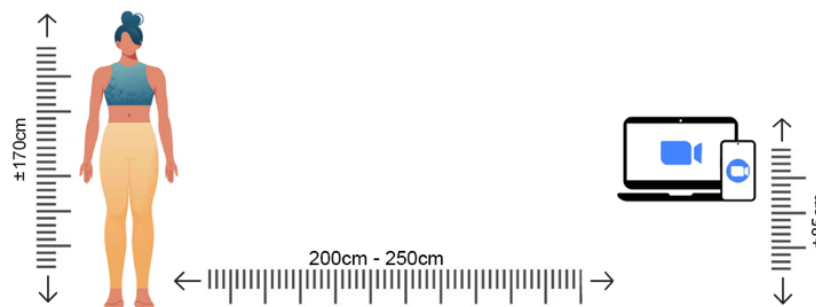
c. Implementasi halaman mulai yoga

Pada halaman ini telah diimplementasikan bagaimana kegunaan utama dari sistem aplikasi ini, yaitu koreksi gerakan yoga. Pada halaman ini terdapat 3 jenis pose yoga yang akan dilakukan yogis, kamera yang akan menangkap pose yogis pada saat mempraktekan pose yoga dan untuk menampilkan apakah pose tersebut sudah benar atau belum, dan terdapat panduan pose yoga di bawah halaman ini. Tampilan halaman ini dapat terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman mulai yoga

Pada pelaksanaan yoga, peletakan jarak antara *device* atau perangkat yang terdapat kamera yaitu ditempatkan pada jarak 200cm – 250cm antara perangkat ke yogis, dan ketinggian *device* diletakan pada tempat yang memiliki ketinggian setengah dari ukuran seluruh tubuh yogis, atau berada di ketinggian 85cm (di ambil berdasarkan setengah dari rata-rata tinggi orang Indonesia [17]) atau dengan syarat seluruh tubuh yogis terdapat didalam *frame* kamera perangkat. Contoh simulasi jarak dan posisi perangkat dan yogis dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Simulasi letak jarak antara *device* dan yogis

3.4 Fase Verification

Setelah proses implementasi sistem yang sudah jadi, selanjutnya dibuat, selanjutnya dilakukan verifikasi atau evaluasi sistem dengan melakukan pengujian. Pengujian perlu dilakukan untuk memastikan fungsi dari sistem ini berjalan, performa sistem yang optimal, dan perancangan sistem telah bebas dari kesalahan. Pengujian sistem Yoga Dengan Posenet dilakukan dengan menggunakan metode BlackBox Testing. Pada pengujian ini digunakan

perangkat keras berupa laptop dengan spesifikasi yang digunakan peneliti sebagai berikut: *Processor* Intel Celeron n3060, *Integrated* Intel HD Graphic 520, 4GB DDR4 Ram, SSD 32GB, Kamera 8Mp. Hasil pengujian Blackbox seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel pengujian sistem yoga dengan posenet

Komponen yang diuji	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapatkan	Hasil Test
Splash Screen	Splash screen sebagai animasi pemanis disetiap awal halaman.	Splash screen berhasil ditampilkan disetiap pembukaan halaman.	Sesuai
Halaman utama	Halaman utama ditampilkan setiap pada saat pertama kali mengakses sitem ini, setelah Splash Screen.	Halaman utama berhasil ditampilkan pada saat pertama kali akses sistem ini.	Sesuai
Halaman Pemilihan Tahap Yoga	Halaman yang akan muncul setelah pengguna klik tombol "Mulai" dihalaman Utama, dan berisi tahapan menuju halaman yoga.	Halaman muncul setelah pengguna klik "Mulai" dan terdapat banyak tahapan yoga, jika di klik mengarahkan ke halaman yoga	Sesuai
Halaman mulai yoga	Halaman yang berisi akses kamera yang memverifikasi pose yoga pengguna berdasarkan tahapan yang dipilih.	sistem berhasil memunculkan halaman ini dan berhasil juga dalam memverifikasi pose yoga yang sedang dilakukan.	Sesuai
Performa Sistem	Sistem berjalan dengan optimal dan tidak perlu beban berat baik pada perangkat keras maupun perangkat lunak pengguna.	sistem lumayan berat, pada saat melakukan verifikasi pose yoga kerja processor meningkat drastis dan penggunaan ram juga meningkat.	Sesuai
Lingkungan sekitar	Sistem berjalan dengan baik dilingkungan dengan pencahayaan yang cukup (tidak terlalu terang dan gelap) selama tubuh pengguna terdeteksi kamera dan jarak perangkat sesuai saran dari peneliti.	Sistem berjalan baik pada ruangan yang menggunakan lampu led 7 watt dan tidak ada objek yang menghalangi yogis, sehingga seluruh tubuh tertangkap kammera.	Sesuai

3.5 Fase Maintenance

Setelah semua fase sebelumnya selesai dan sebuah sistem telah berjalan dan memiliki kelebihan dan kekurangan, selanjutnya pada fase ini dilakukan pemeliharaan sistem seperti penambahan pose-pose yoga dan juga koreksi jika ada pose yang kurang akurat pada sistem.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian yang dilakukan telah menghasilkan sistem Yoga dengan Posenet yang merupakan sistem yang dapat mengoreksi atau memandu pose yoga menggunakan metode Posenet. Penerapan pengembangan sistem menggunakan metode *Waterfall* untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Pada fase requirement menghasilkan deteksi pose yoga yang dibutuhkan, dan selanjutnya pose yoga berupa bentuk postur tubuh tersebut dideteksi titik tertentu pada bagian tubuh manusia. Cara kerja sistem ini yaitu dengan kamera yang ada pada sistem akan menangkap pose yogis pada saat mempraktekan pose yoga dan menampilkan apakah pose tersebut sudah benar atau belum sesuai dengan panduan pose yoga. Berdasarkan hasil verifikasi peletakan jarak antara *device* atau perangkat yang terdapat kamera yaitu ditempatkan pada jarak 200cm – 250cm antara perangkat ke yogis, dan ketinggian *device* diletakan pada tempat yang memiliki ketinggian setengah dari ukuran seluruh tubuh yogis, atau berada di ketinggian 85cm. Hasil pengujian menggunakan metode blackbox mendapatkan hasil tidak ditemukan kesalahan, selain itu sistem dapat berjalan baik pada ruangan yang menggunakan lampu led 7 watt dan tidak ada objek yang menghalangi yogis, sehingga seluruh tubuh tertangkap kammera. Implementasi sistem ini akan memberikan kemudahan kepada pengguna dalam melakukan aktivitas yoga. Pengguna juga mendapatkan kemudahan dalam mengakses sistem ini karena berbasis *website* dan dapat diakses melalui perangkat apa saja selama perangkat tersebut memiliki kamera dan dukungan akses internet.

REFERENCES

- [1] P. Wirmayani and Drs. Supriyadi, “Pengaruh Yoga Terhadap Kemampuan Konsentrasi Belajar Anak Sd Negeri Di Denpasar,” *Jurnal Psikologi Udayana*, vol. 4, no. 02, p. 460, 2018, doi: 10.24843/jpu.2017.v04.i02.p20.
- [2] P. Movva, H. Pasupuleti, and H. Sarma, “A Self Learning Yoga Monitoring System Based on Pose Estimation,” in *International Conference on Human-Computer Interaction*, 2022, pp. 81–91.

- [3] R. T. R. Lestari, N. M. N. Wati, I. G. Juanamasta, N. L. P. Thrisnadewi, and N. K. A. S. Paramita, “Pengaruh Terapi Yoga (Paschimottanasana dan Adho Mukha Padmasana) terhadap Intensitas Nyeri pada Remaja Putri yang Mengalami Dismenore Primer.” 2019. doi: <http://doi.org/10.29080/jhsp.v3i2.221>.
- [4] K. Sharma, V. Agarwal, and A. K. Rajpoot, “Digital Yoga Game with Enhanced Pose Grading Model,” in *2022 Second International Conference on Computer Science, Engineering and Applications (ICCSEA)*, 2022, pp. 1–6.
- [5] M. M. Rosady and B. Santoso, “Pengembangan Media Interaktif Gerakan Yoga Berbasis Mobile Android Menggunakan Metode User Centered Design,” *Sistemasi*, vol. 10, no. 3, p. 538, 2021, doi: 10.32520/stmsi.v10i3.1345.
- [6] A. Meyliana, Kusriani, and E. T. Luthfi, “Sistem Pakar Pada Konsultasi Jenis Senam Dengan Metode Forward Chaining,” *Jurnal INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta*, vol. 1, no. 3, pp. 10–16, 2016.
- [7] B. Dittakavi *et al.*, “Pose Tutor: An Explainable System for Pose Correction in the Wild,” in *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2022, pp. 3540–3549.
- [8] Ni Putu Ani Astuti, *Yoga Asana Untuk Anak Usia Sekolah Dasar*. Google E-Books, 2020.
- [9] M. G. Juniarta, “Manfaat Aktivitas Yoga dalam Mengatasi Degradasi Karakter Anak dan Remaja.” 2022.
- [10] R. Deshpande, M. Kanade, V. Waghmare, A. Rodge, and M. Wankhede, “YOGA POSE DETECTION .,” vol. 8, no. 6, pp. 549–551, 2021.
- [11] Orel Balilti, “The Machine Learning Web — Pose and Actions Estimator — Part 1,” 2021.
- [12] H. Hermansyah, S. Wahyuni, and A. Akbar, “Perancangan Sarana Media Informasi Berbasis Web Desa Klambir Lima Menggunakan Metode Waterfall,” *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 9, no. 2, pp. 515–521, 2022.
- [13] A. A. Wahid, “Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi,” *Jurnal Ilmu-ilmu Informatika dan Manajemen STMIK*, no. November, pp. 1–5, 2020.
- [14] Adminlp2m, “METODE WATERFALL – DEFINISI DAN TAHAP-TAHAP PELAKSANAANNYA,” *Metode Waterfall*, 2022.
- [15] Ahmedsabic, “Pose Detection.” 2022.
- [16] R. Agrawal, “Posture Detection using PoseNet with Real-time Deep Learning project,” 2021.
- [17] I. Mahfud, A. Gumantan, and Bagus eko Fahrizqi, “Analisis IMT (Indeks Massa Tubuh) Atlet UKM Sepakbola Universitas Teknokrat Indonesia,” *Sports Athleticism in Teaching and Recreation on Interdisciplinary Analysis*, vol. 3, no. 1, pp. 9–13, 2020.