



Pengembangan Aplikasi *Pose Detection* untuk Asesmen Kemajuan Fisioterapi Pasien Pasca Stroke dari Jarak Jauh

Febry Putra Rochim^{1*}, Anan Nugroho², Sri Sukamta³, Ahmad Zein Al Wafi⁴, Muhammad Fathurrahman⁵, Farah Amelia Damayanti⁶, Hildatul Wardah⁷

¹ Universitas Negeri Semarang; febry.putra@mail.unnes.ac.id

² Universitas Negeri Semarang; anannugroho@mail.unnes.ac.id

³ Universitas Negeri Semarang; ssukamta2014@mail.unnes.ac.id

⁴ Universitas Negeri Semarang; drakeequehours@students.unnes.ac.id

⁵ Universitas Negeri Semarang; 071203fathur@students.unnes.ac.id

⁶ Universitas Negeri Semarang; farahamelia2002@students.unnes.ac.id

⁷ Universitas Negeri Semarang; hildatulwardah003@gmail.com

* Korespondensi: febry.putra@mail.unnes.ac.id

Sitasi: Rochim, F. R.; Nugroho, A.; Sukamta, S.; Wafi, A. Z. A.; Fathurrahman, M.; Damayanti, F. A.; dan Wardah, H. (2024). Pengembangan Aplikasi *Pose Detection* untuk Asesmen Kemajuan Fisioterapi Pasien Pasca Stroke dari Jarak Jauh. JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia, 5(4), 290-301. <https://doi.org/10.35746/jtim.v5i4.415>

Diterima: 19-10-2023

Direvisi: 04-01-2024

Disetujui: 08-01-2024



Copyright: © 2024 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Abstract: Assessment has an important role in determining the diagnosis and subsequent treatment plan. In an effort to increase access and effectiveness of rehabilitation, this research aims to develop a mobile application that is able to report the results of post-stroke patient pose assessment remotely. Telemedicine approaches in post-stroke rehabilitation have become increasingly popular, allowing patients to access rehabilitation services remotely. This is especially beneficial for patients who live in remote areas or have limited mobility. Telemedicine also allows for real-time patient monitoring, allowing adjustments to rehabilitation plans as needed. The mobile app is designed to provide easy access to rehabilitation programs that can be tailored to individual patient needs. In addition to making access easier, this application is equipped with a monitoring feature that allows health professionals to follow patient progress in detail. Data collected from patients' daily exercise and activities provides valuable insight into their progress, which can be used in tailoring rehabilitation plans in real-time. The development of this mobile application technology has great potential to improve rehabilitation outcomes for post-stroke patients. Testing by three experts with two experts as healthy patients and stroke patients, as well as one patient who acts as a medical personnel to monitor, shows that from the graph, healthy patients tend to be consistent. On the other hand, post-stroke patients tend to be inconsistent. These results indicate that this application is effective for identifying patient movements during the rehabilitation process. Although there are several obstacles, such as delays in predictions on some devices, this application has great potential to improve the quality of life of post-stroke patients. Thus, the development of a pose detection application for remotely assessing the progress of physiotherapy in post-stroke patients has great potential in improving rehabilitation outcomes. The app facilitates patient access to appropriate, personalized and effective care, while providing medical personnel with objective and accurate data for monitoring and adjusting rehabilitation plans. This is a significant step in advancing the care of post-stroke patients.

Keywords: physiotherapy, rehabilitation, telemedicine

Abstrak: Asesmen memiliki peran penting dalam menentukan diagnosis dan rencana perawatan selanjutnya. Dalam upaya untuk meningkatkan akses dan efektivitas rehabilitasi, penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah aplikasi seluler yang mampu melaporkan hasil asesmen dera-

jat pose pasien pasca stroke dari jarak jauh. Pendekatan telemedicine dalam rehabilitasi pasca stroke telah menjadi semakin populer, memungkinkan pasien untuk mengakses layanan rehabilitasi dari jarak jauh. Ini sangat bermanfaat bagi pasien yang tinggal di daerah terpencil atau memiliki keterbatasan mobilitas. Telemedicine juga memungkinkan pemantauan pasien secara real-time, memungkinkan penyesuaian rencana rehabilitasi sesuai kebutuhan. Aplikasi seluler dirancang untuk memberikan akses mudah ke program rehabilitasi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan individu pasien. Selain memudahkan akses, aplikasi ini dilengkapi fitur pemantauan yang memungkinkan para profesional kesehatan mengikuti perkembangan pasien secara terperinci. Data yang dikumpulkan dari latihan dan aktivitas sehari-hari pasien memberikan wawasan berharga tentang kemajuan mereka, yang dapat digunakan dalam menyesuaikan rencana rehabilitasi secara real-time. Pengembangan teknologi aplikasi seluler ini berpotensi besar untuk meningkatkan hasil rehabilitasi pasien pasca stroke. Pengujian oleh ketiga pakar dengan dua pakar sebagai pasien sehat dan pasien stroke, serta satu pasien yang berperan sebagai tenaga medis untuk memonitor, menunjukkan bahwa dari grafik, pasien sehat cenderung konsisten. Di sisi lain, pasien pasca stroke cenderung tidak konsisten. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi ini efektif untuk mengidentifikasi gerakan pasien selama proses rehabilitasi. Meskipun ada beberapa kendala, seperti keterlambatan dalam prediksi pada beberapa perangkat, aplikasi ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas hidup pasien pasca stroke. Dengan demikian, pengembangan aplikasi pose detection untuk asesmen kemajuan fisioterapi pasien pasca stroke dari jarak jauh memiliki potensi besar dalam meningkatkan hasil rehabilitasi. Aplikasi ini memudahkan akses pasien ke perawatan yang sesuai, personalisasi, dan efektif, sambil memberikan data obyektif dan akurat kepada tenaga medis untuk pemantauan dan penyesuaian rencana rehabilitasi. Ini merupakan langkah signifikan dalam memajukan perawatan pasien pasca stroke.

Kata kunci: fisioterapi, rehabilitasi, telemedicine

1. Pendahuluan

Fisioterapi adalah salah satu jenis pelayanan kesehatan yang berperan penting dalam rehabilitasi pasien disabilitas fisik. Fisioterapi dapat membantu pasien untuk meningkatkan fungsi gerak dan kemampuan fisiknya, sehingga dapat menjalani kehidupan sehari-hari secara mandiri. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Pelayanan Fisioterapi, pelayanan fisioterapi dapat diselenggarakan di rumah sakit, puskesmas, klinik, dan praktik perorangan. Namun, dalam kenyataannya, pelayanan fisioterapi masih belum merata di Indonesia, terutama di daerah 3T (Terpencil, Tertinggal, dan Perbatasan) dengan proporsi terendah yang hanya mencapai 0,18% dari total tenaga kesehatan puskesmas di Indonesia pada tahun 2021 [1].

Rehabilitasi pasca stroke adalah bagian penting dalam pemulihan pasien yang telah mengalami serangan stroke. Stroke adalah gangguan neurologis yang dapat mengakibatkan kerusakan pada otak dan berpotensi mengganggu kemampuan fisik serta kognitif seseorang. Pasca fase akut, pasien stroke sering menghadapi tantangan dalam mengembalikan fungsi tubuh dan kemandirian mereka[2]. Namun, akses terhadap layanan rehabilitasi bisa menjadi sulit, terutama bagi pasien yang tinggal di daerah terpencil atau memiliki keterbatasan mobilitas. Dikarenakan pemulihan kemandirian pada pasien pasca stroke membutuhkan fisioterapi yang intens pada 6 bulan pertama[3] ini menjadikan telemedicine memainkan peran penting dalam memberikan solusi yang dapat diakses secara luas[4].

Penerapan telemedicine dalam rehabilitasi pasca stroke telah menjadi pilihan yang semakin populer dalam beberapa tahun terakhir. Teknologi telemedicine memungkinkan para pasien untuk mengakses layanan rehabilitasi dari jarak jauh, mengatasi hambatan geografis dan mobilitas[5]. Ini sangat menguntungkan bagi pasien yang mungkin sulit atau mahal untuk melakukan perjalanan rutin ke pusat rehabilitasi

fisik. Selain itu, telemedicine juga memungkinkan tim medis untuk melakukan pemantauan pasien secara real-time, melacak kemajuan pemulihan mereka, dan menyesuaikan rencana rehabilitasi sesuai kebutuhan[6]. Dengan adanya platform telemedicine, pasien dapat melakukan sesi latihan, terapi, dan konsultasi dengan para profesional kesehatan tanpa harus meninggalkan rumah mereka dengan efektif[7] terutama pada fasilitas kesehatan yang tidak memiliki instalasi fisioterapi. Sebelumnya telah dibuat aplikasi game berbasis microsoft kinect untuk mengatasi hal ini[8]. Dengan menggunakan microsoft kinect untuk menjadi teknologi sensor gerak untuk melakukan estimasi pose manusia, rehabilitasi dapat dilakukan[9]. Namun dalam pengaplikasian konsep rehabilitasi telemedicine ini disyaratkan harus memiliki perangkat microsoft kinect yang digunakan untuk mengidentifikasi postur tubuh, selain tidak praktis dan sulit untuk digunakan hal ini juga menambah biaya untuk melakukan latihan rehabilitasi.

Oleh karenanya potensi untuk membawa konsep ini ke perangkat yang lebih ringkas dan mudah dibawa oleh semua orang menjadi sangat potensial. Saat ini, perkembangan teknologi aplikasi mobile telah memberikan solusi yang memungkinkan dalam dunia kesehatan[10]. Teknologi ini dapat mengatasi beberapa tantangan dalam penerapan telemedicine untuk rehabilitasi pasca stroke[11]. Aplikasi mobile khusus yang dirancang untuk pemulihan pasca stroke dapat memberikan berbagai manfaat. Pertama, mereka memungkinkan pasien untuk memiliki akses mudah dan cepat ke program rehabilitasi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan individu. Ini mencakup latihan fisik, latihan kognitif, dan tugas-tugas lain yang dirancang untuk meningkatkan fungsi motorik dan kognitif[12]. Konsep ini didukung oleh keilmuan computer vision yang telah sangat maju untuk mendeteksi pose yang dilakukan oleh manusia[13]. Hal ini memberikan kemudahan yang sangat tinggi dalam telemedicine rehabilitasi pasca stroke hanya dengan menggunakan perangkat telepon genggam pintar, memberikan banyak sekali keunggulan daripada harus menggunakan perangkat microsoft kinect yang kurang ramah dan tidak ringkas untuk digunakan.

Selain itu, solusi aplikasi mobile yang diajukan juga dapat dilengkapi dengan fitur pemantauan yang memungkinkan para profesional kesehatan untuk mengikuti perkembangan pasien secara lebih terperinci[14] Data yang dikumpulkan dari latihan dan aktivitas sehari-hari pasien dapat memberikan wawasan berharga tentang kemajuan mereka. Tim medis dapat memantau perkembangan ini dan menyesuaikan rencana rehabilitasi secara real-time. Pemberian umpan balik dan dukungan melalui aplikasi juga dapat membantu memotivasi pasien untuk tetap konsisten dalam program rehabilitasi mereka[15]. Dengan bantuan kecerdasan buatan kepuasan pasien pun dapat dideteksi[16] sehingga hal ini dapat memberikan umpan balik untuk evaluasi pelaksanaan program.

Namun, dalam mengimplementasikan aplikasi mobile untuk rehabilitasi pasca stroke, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor seperti desain yang ramah pengguna, aksesibilitas bagi mereka yang mungkin memiliki keterbatasan teknologi, dan perlindungan data medis dan privasi[17]. Pengembangan aplikasi yang mudah digunakan, intuitif, dan dapat diakses oleh berbagai kelompok usia dan tingkat keterampilan teknologi adalah kunci kesuksesannya. Selain itu, keamanan data pasien harus dijaga dengan cermat untuk memastikan informasi medis pribadi tetap rahasia dan aman.

Dengan perkembangan terus-menerus dalam teknologi aplikasi mobile, peluang untuk meningkatkan rehabilitasi pasca stroke melalui penerapan yang lebih luas dan efektif dari telemedicine semakin terbuka lebar. Modifikasi dan kreatifitas dalam membentuk aplikasi permainan juga dapat membangun proses nyaman dan menyenangkan selama proses rehabilitasi sehingga hal ini dapat meningkatkan suasana hati dan motivasi pasien[18]. Kombinasi antara interaksi langsung dengan profesional kesehatan melalui telemedicine dan dukungan yang diberikan melalui aplikasi mobile

dapat membentuk pendekatan yang holistik dan inovatif dalam membantu pasien meraih pemulihan yang optimal setelah stroke.

2. Bahan dan Metode

2.1. Pembuatan Aplikasi

2.1.1. Identifikasi Kebutuhan Aplikasi

Dalam pengembangan aplikasi mobile untuk rehabilitasi pasca stroke, langkah awal yang kritis adalah mengidentifikasi kebutuhan aplikasi dengan cermat. Identifikasi ini akan membantu dalam merancang dan mengembangkan aplikasi yang efektif, relevan, dan sesuai dengan kebutuhan pasien. Berikut adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan aplikasi:

1. Tinjauan Literatur: Melakukan tinjauan literatur mendalam tentang rehabilitasi pasca stroke dan aplikasi yang sudah ada yang digunakan dalam konteks ini. Hal ini membantu dalam memahami tren terbaru, metode terbaik, dan fitur yang diperlukan.
2. Konsultasi dengan Profesional Kesehatan: Berkomunikasi dengan fisioterapis, dokter, dan profesional kesehatan lainnya yang memiliki pengalaman dalam merawat pasien pasca stroke. Mereka dapat memberikan wawasan berharga tentang jenis latihan, metode rehabilitasi, dan fitur yang dapat membantu dalam pemulihan pasien.
3. Survei dan Wawancara dengan Pasien: Melakukan survei dan wawancara dengan pasien pasca stroke untuk memahami kebutuhan mereka secara langsung. Pertanyaan yang diajukan dapat mencakup jenis tantangan yang dihadapi, preferensi dalam penggunaan aplikasi, dan harapan mereka terhadap aplikasi tersebut.
4. Studi Kasus Pasien: Melakukan studi kasus pada pasien pasca stroke yang telah mengikuti program rehabilitasi. Ini membantu dalam memahami perjalanan pemulihan mereka, apa yang berhasil, dan apa yang perlu diperbaiki.
5. Pembentukan Tim Multidisiplin: Melibatkan tim yang terdiri dari ahli dalam berbagai bidang, seperti pengembangan perangkat lunak, desain antarmuka pengguna, fisioterapi, dan kesehatan mental, untuk memastikan bahwa semua aspek kebutuhan pasien dipertimbangkan.
6. Validasi Kebutuhan: Memvalidasi hasil identifikasi kebutuhan dengan melibatkan beberapa pasien dan profesional kesehatan dalam diskusi kelompok atau uji coba prototipe aplikasi.

Setelah kebutuhan aplikasi teridentifikasi dengan baik melalui metode di atas, informasi ini dapat digunakan sebagai dasar untuk merancang, mengembangkan, dan menguji aplikasi rehabilitasi pasca stroke yang sesuai dengan kebutuhan pasien dan mampu memberikan manfaat yang signifikan dalam proses pemulihan mereka.

2.1.2. Arsitektur Aplikasi

Dalam pengembangan aplikasi ini, digunakan berbagai teknologi dan framework yang memungkinkan fungsionalitas yang diperlukan untuk memonitor kemajuan fisioterapi pasien pasca stroke dari jarak jauh. Berikut adalah komponen-komponen utama yang digunakan dalam arsitektur aplikasi:

1. Bahasa Pemrograman Jetpack Compose: Aplikasi ini dikodekan menggunakan bahasa pemrograman Kotlin bersama dengan Jetpack Compose sebagai framework antarmuka pengguna (UI). Jetpack Compose memungkinkan pembuatan antarmuka pengguna yang dinamis dan interaktif dengan cara yang lebih dekat dengan pengembangan berbasis deklaratif. Hal ini mempermudah integrasi elemen-elemen UI dengan komponen-komponen fungsional lainnya dalam aplikasi.
2. Database Firebase: Untuk menyimpan data dan memfasilitasi komunikasi antara aplikasi dan server, digunakan Firebase sebagai platform penyimpanan data dan

backend. Firebase menyediakan layanan otentikasi pengguna, penyimpanan data secara real-time, dan layanan cloud untuk memfasilitasi komunikasi secara efisien antara aplikasi dan server.

3. Deteksi Pose dengan Framework Mediapipe: Deteksi pose tubuh pasien dilakukan menggunakan framework Mediapipe yang telah diimplementasikan dalam bahasa Kotlin. Mediapipe menyediakan alat dan model untuk analisis visual yang dapat diintegrasikan dengan mudah dalam aplikasi Kotlin. Dengan memanfaatkan teknologi ini, aplikasi mampu mendeteksi dan melacak posisi tubuh pasien selama sesi rehabilitasi.

Arsitektur aplikasi ini memungkinkan integrasi yang mulus antara elemen-elemen kunci dalam pengembangan aplikasi ini. Jetpack Compose memastikan antarmuka pengguna yang responsif dan mudah diakses oleh pengguna, sementara Firebase memungkinkan penyimpanan dan manajemen data yang efisien. Mediapipe memainkan peran penting dalam memungkinkan deteksi pose tubuh pasien, yang menjadi fokus utama dari aplikasi ini.

2.1.3. Implementasi Pose Estimation

Pada tahap ini, penulis akan menggunakan bahasa pemrograman Kotlin dengan framework MediaPipe yang disediakan oleh Google untuk melakukan pose estimation. MediaPipe menyediakan alat dan model untuk analisis visual yang dapat diintegrasikan dengan mudah dalam aplikasi Kotlin. Pertama, penulis akan mengimpor pustaka MediaPipe ke dalam proyek Kotlin dengan menambahkannya ke dalam file konfigurasi Gradle. Setelah itu, penulis dapat mulai mengakses dan menggunakan berbagai komponen MediaPipe, termasuk model pose estimation yang digunakan untuk mendeteksi posisi tubuh manusia dalam gambar atau video. Penulis juga akan memperhatikan kinerja aplikasi karena pose estimation adalah tugas komputasi intensif, memastikan bahwa aplikasi dapat berjalan lancar dengan data masukan yang besar melalui pengoptimalan kode, pemilihan model pose estimation yang sesuai, dan pengelolaan sumber daya komputasi.

2.1.4. Pengukuran Derajat

Pada tahap ini, pengukuran derajat pose tubuh pasien akan dilakukan menggunakan teknologi pose estimation. Teknologi ini memungkinkan untuk mengukur sudut atau derajat dari berbagai posisi tubuh selama sesi rehabilitasi. Proses pengukuran derajat akan melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Penentuan Titik Referensi: Sebelum melakukan pengukuran, titik-titik referensi pada tubuh pasien akan diidentifikasi. Ini dapat termasuk siku, lutut, pinggul, dan bagian tubuh lainnya yang relevan untuk rehabilitasi pasca stroke.
2. Perekaman Data Pose: Selama sesi rehabilitasi, data pose pasien akan direkam secara terus menerus menggunakan teknologi pose estimation. Setiap gerakan dan posisi tubuh akan dicatat bersama dengan informasi sudut atau derajatnya.
3. Analisis Data: Data yang tercatat akan dianalisis untuk mengukur derajat pose pada setiap titik referensi. Ini dapat mencakup sudut fleksi, ekstensi, rotasi, atau pergerakan lainnya yang relevan untuk penilaian rehabilitasi.
4. Perekaman dan Monitoring Progres: Hasil pengukuran akan direkam dan dipantau selama sesi rehabilitasi berlangsung. Hal ini memungkinkan untuk melacak perubahan dan kemajuan dari waktu ke waktu.
5. Umpan Balik Real-time: Selama sesi rehabilitasi, pasien dan tenaga medis dapat melihat umpan balik visual mengenai derajat pose tubuh pasien. Ini membantu dalam memastikan bahwa gerakan dilakukan dengan benar dan sesuai dengan target rehabilitasi.
6. Penyimpanan Data: Data pengukuran derajat pose akan disimpan untuk referensi selanjutnya. Ini memungkinkan untuk melacak sejarah progres rehabilitasi pasien dan membantu dalam menyesuaikan program rehabilitasi sesuai kebutuhan.

Pengukuran derajat pose ini merupakan komponen kunci dalam memantau dan mengevaluasi kemajuan pasien pasca stroke selama sesi rehabilitasi. Dengan teknologi pose estimation, pengukuran ini dapat dilakukan secara objektif dan akurat, memberikan informasi berharga bagi tenaga medis dalam merancang program rehabilitasi yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan pasien.

2.2. Pengujian oleh pakar

Pada tahap ini, ketiga pakar akan melakukan evaluasi terhadap berbagai aspek aplikasi, termasuk antarmuka pengguna, performa algoritma pose estimation, serta kecukupan dan akurasi umpan balik yang diberikan kepada pasien selama latihan rehabilitasi. Penilaian ini akan berfokus pada sejauh mana aplikasi mampu mendukung proses rehabilitasi pasca stroke, sejauh mana data yang dihasilkan akurat, serta kemampuannya dalam memenuhi tujuan rehabilitasi yang telah ditetapkan.

Pakar akan menggunakan penilaian klinis untuk menilai kelayakan dan dampak positif yang dapat diberikan oleh aplikasi ini terhadap pasien pasca stroke. Selain itu, pakar akan membuat pasien tiruan yang perilakunya sangat menyerupai pasien pasca stroke dalam pengujian ini untuk mengukur persepsi dan tingkat kelayakan penggunaan aplikasi.

Tiga pakar akan melakukan pengujian dengan, satu pakar akan mensimulasikan menjadi pasien sehat, satu pakar mensimulasikan menjadi pasien pasca *stroke* ringan atau *Transient Ischemic Attack* (TIA) yang memiliki keterbatasan karena mengalami mati rasa, kelemahan otot, hingga kelumpuhan pada bagian tubuh tertentu yang dalam bergerak memiliki masalah pada ekstremitas atas seperti pada bahu, lengan, siku, pergelangan tangan, dan juga buku jari, dan satu pakar akan sebagai tenaga kesehatan untuk memonitoring gerakan kedua pasien dengan menggunakan pose detection. Rehabilitasi berbasis aplikasi dilakukan dengan melakukan gerakan-gerakan dengan *range of motion* kekuatan otot dan sendi ekstremitas atas mencakup gerak *Elevation & Depression, Protraction & Retraction, Shoulders Circles, Shoulders Flexion, Shoulder Abduction, Shoulder External Rotation* untuk latihan pada bagian bahu, dan gerakan *Scapular retraction, Scapular protraction, Shoulder abduction, Shoulder flexion, Shoulder rotation, Elbow extension, Forearm pronation/ supination, Wrist extension, Thumb abduction* untuk latihan peregangan lengan & tangan untuk spastisitas.

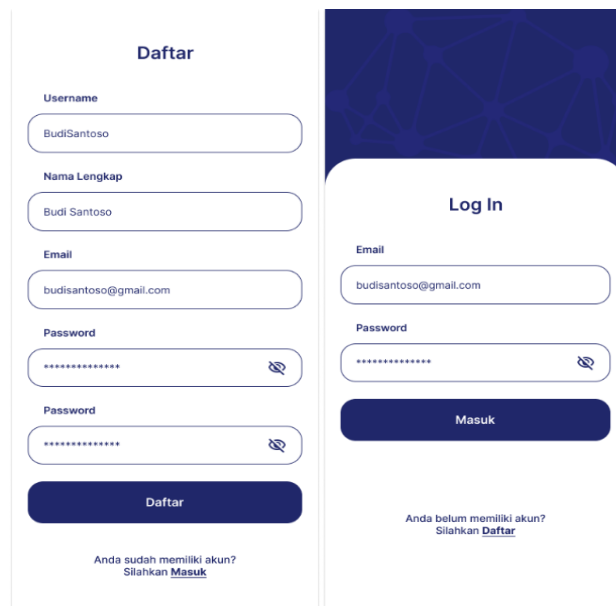
3. Hasil

Pada penelitian ini menghasilkan produk Aplikasi Rehabilitasi pasien pasca stroke dalam bentuk Aplikasi Mobile dan Pengujian Berdasarkan Hasil Pengujian Oleh pakar. Detail aplikasi dapat dilihat pada penjelasan Sebagai Berikut.

3.1. Hasil Aplikasi

3.1.1. Login dan Sign Up

Penulis berhasil membuat aplikasi dapat melakukan login dan sign up sesuai daftar akun yang terpilih, sehingga hanya pasien dan terapis yang dapat masuk ke dalam aplikasi. Seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Login dan SignUp

3.1.2. Fungsi Aplikasi yang Interaktif

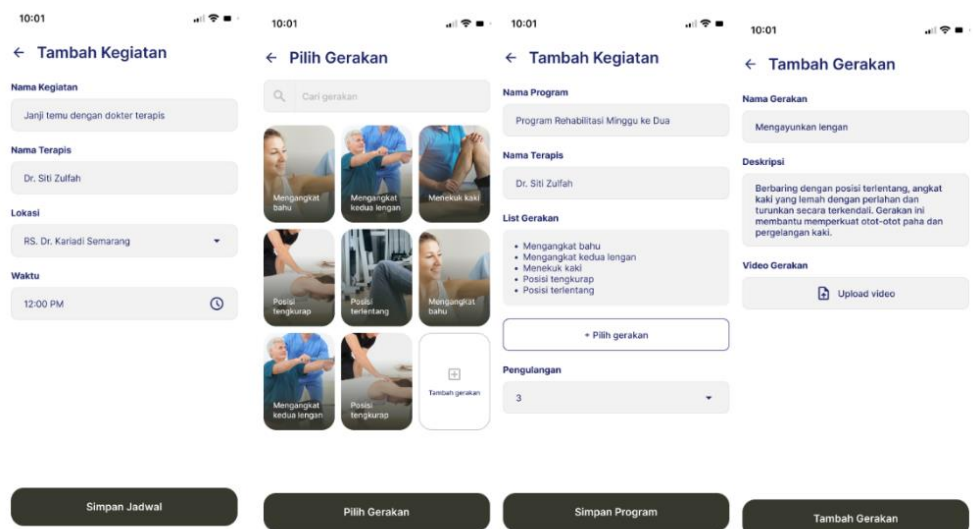
Penulis berhasil membuat aplikasi yang interaktif dengan aplikasi dapat berpindah dari satu halaman ke halaman yang lain dengan menekan tombol, dapat scroll aplikasi, dan menggeser aplikasi. Seperti Gambar 2. Tombol Navigasi pada aplikasi.



Gambar 2. Tombol Navigasi

3.1.3. Perumusan Gerakan dan Program Latihan

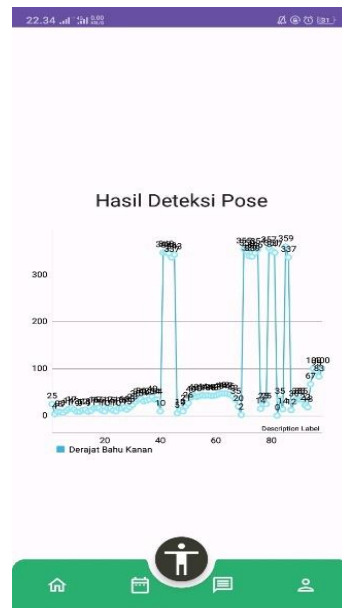
Penulis berhasil membuat aplikasi yang dapat memasukkan gerakan berupa video, detail gerakan, dan waktu. Aplikasi juga dapat sebagai media terapis untuk melakukan perumusan gerakan dan program latihan yang berisi gerakan-gerakan rehabilitasi. Seperti yang terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Perumusan Gerakan dan Program

3.1.4. Laporan Gerakan Pasien

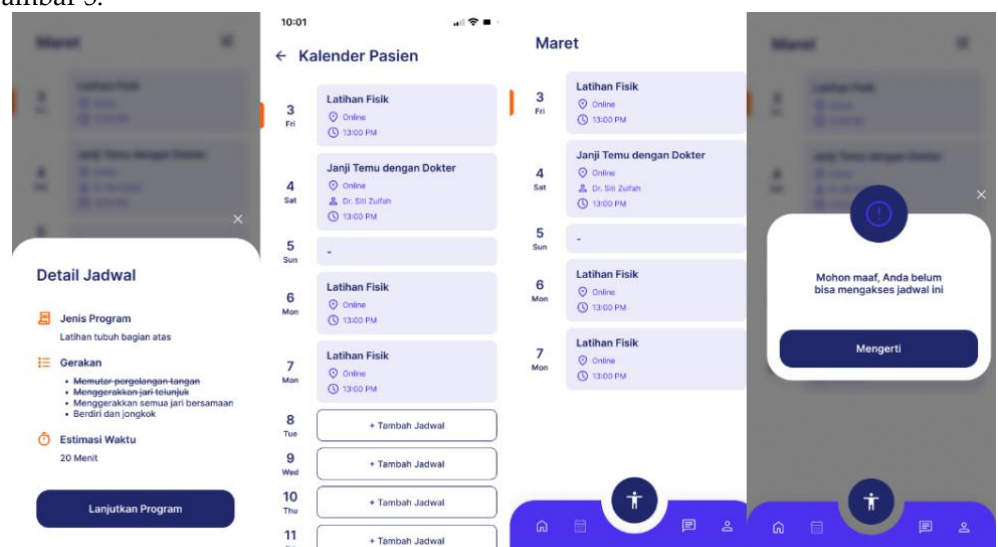
Penulis berhasil membuat laporan data dari database yang dapat ditampilkan pada tampilan terapis secara real-time dalam bentuk grafik, sehingga memungkinkan terapis untuk melihat perkembangan derajat gerakan pasien secara visual, baik dalam naik maupun turunnya. Hal ini membantu terapis dalam mengambil keputusan yang lebih tepat terkait perawatan pasien dan memungkinkan mereka untuk melakukan intervensi yang diperlukan dengan cepat. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Laporan Terapis

3.1.5. Kalender Jadwal Program Latihan

Penulis berhasil membuat aplikasi yang dapat menjadwalkan rehabilitasi pasien dengan menampilkannya pada kalender Pasien dan juga terapis. Fitur ini dapat sebagai pengingat pasien untuk melakukan rehabilitasi pasca stroke. Seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kalender Jadwal Program Rehabilitasi

3.1.6. Pose Detection

Penulis berhasil mengembangkan sistem computer vision pose detection yang dapat mendeteksi gerakan atau kerangka tubuh manusia dengan menggunakan 32 titik

kenal pada tubuh. Pose detection juga dapat menghitung derajat dari beberapa sudut yang dihasilkan oleh tubuh manusia hanya menggunakan kamera smartphone terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Pose Detection

3.2. Hasil Pengujian dengan Pakar

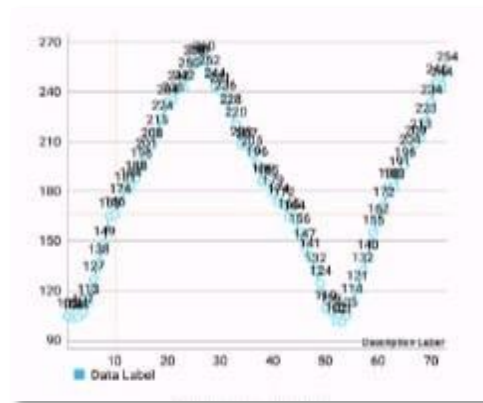
Pada implementasi aplikasi, error yang dikarenakan delay diukur untuk menentukan feasibility untuk melakukan rehabilitasi pasca stroke. Aplikasi diujicoba di beberapa smartphone untuk menilai performa dan feasibility di tiap perangkat. Objek yang diukur merupakan pakar dengan mensimulasikan menjadi pasien sehat dan pasien pasca stroke yang merentangkan tangan dari bawah ke sudut 90o kemudian kembali lagi dengan frekuensi 90o per 2 detik. Resolusi yang dipakai kamera adalah 1280 x 720 yang di dapat sebagai berikut.

Tabel 1. Perangkat yang digunakan pada Uji Coba

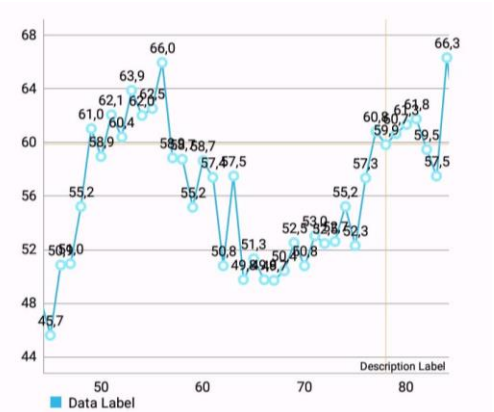
Perangkat	Estimasi rata-rata error pixel
Xiaomi Redmi Note 12	20 px
Samsung A72	22 px
Oppo A16	43 px

Pada perangkat Xiaomi Redmi Note 12 dan Samsung A72, kedua pakar di Griya Fisioterapi Center Semarang yang mensimulasikan menjadi pasien sehat dan pasien pasca stroke merasakan feedback yang didapat cukup baik untuk direspon kembali oleh pakar yang memantau dari jarak jauh. Pasien buatan dapat memahami perubahan sendi dengan lebih presisi karena adanya nilai sudut yang ditampilkan di setiap frame yang ditangkap. Namun pada perangkat Oppo A16 pakar menilai bahwa keterlambatan prediksi walaupun akurat dapat menghambat pakar

Pakar yang memantau berpendapat asesmen dapat dilakukan karena hasil dari gerakan ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 7. Grafik hasil gerakan pasien sehat



Gambar 8. Grafik hasil gerakan pasien pasca stroke

Pada hasil pengujian dihasilkan terdapat 2 karakteristik grafik yang berbeda untuk pasien sehat dan pasien pasca stroke. Pada gambar 7. terlihat hasil grafik untuk pasien sehat memiliki konsistensi grafik yang stabil, sedangkan untuk gambar 8. untuk grafik pasien pasca stroke memiliki grafik yang tidak konsisten. Menurut pakar grafik yang seperti ini memungkinkan pakar lain dapat menilai gerakan dari jarak jauh dengan jelas karena setiap perubahan yang signifikan terlihat karakteristiknya, serta noise yang dihasilkan di saat pasien melakukan gerakan juga terlihat dengan baik untuk menentukan ketidakstabilan pasien dalam melakukan suatu gerakan sendi yang spesifik. Hal ini menjadikan pemantauan secara langsung dan jarak tidak memiliki kendala pada esensi pemantauan yaitu karakteristik gerakannya. Delay yang terjadi dapat menjadi kendala, namun tidak mempengaruhi dalam kasus gerakan yang diberikan karena merupakan bentuk latihan yang biasa. Serta, ketiga pakar mengemukakan antarmuka aplikasi sudah sangat baik dan mudah dimengerti untuk setiap komponen bagi pasien pasca stroke.

4. Pembahasan

Rehabilitasi pasca *stroke* merupakan bagian penting dalam pemulihan pasien yang mengalami serangan *stroke*. teknologi berbasis pose estimation melalui aplikasi mobile merupakan salah satu solusi yang memungkinkan untuk diterapkan. Ketiga Pakar yang berada di pusat fisioterapi telah meninjau kelayakan aplikasi ini melalui berbagai pengujian yang sesuai. Ditemukan lima aspek utama dalam teknologi ini yaitu, menjaga kualitas, asesmen, aksesibilitas, personalisasi, dan dukungan emosional.

Dalam aspek menjaga kualitas, aplikasi mobile berbasis pose estimation dapat memberikan umpan balik visual secara real-time kepada pasien selama sesi rehabilitasi. Hal ini membantu pasien memperbaiki teknik gerakan mereka dengan lebih efektif, karena mereka dapat melihat perubahan postur tubuh mereka selama latihan. Studi ilmiah telah menunjukkan bahwa umpan balik visual dapat meningkatkan hasil rehabilitasi pasca *stroke* dengan meningkatkan motivasi dan pemahaman pasien terhadap gerakan yang benar.

Dalam aspek asesmen, teknologi pose estimation dapat mengukur dan merekam perkembangan pasien selama waktu. Data ini dapat digunakan oleh tenaga medis untuk menilai progres rehabilitasi pasca *stroke* secara objektif, yang penting untuk merancang program rehabilitasi yang tepat dan menyesuaikannya sesuai dengan kebutuhan individu pasien. Namun, terdapat evaluasi dari pakar pada beberapa perangkat yang digunakan saat pengujian dengan adanya keterlambatan prediksi pada perangkat Oppo A16. Hal ini dikarenakan spesifikasi perangkat yang tidak mendukung secara maksimal teknologi pose estimation yang diluncurkan pada perangkat.

Dalam aspek aksesibilitas, aplikasi mobile memungkinkan pasien untuk melakukan latihan rehabilitasi di rumah mereka sendiri, yang dapat meningkatkan aksesibilitas dan

kontinuitas perawatan. Pasien tidak perlu terus-menerus datang ke fasilitas medis, yang sering kali menjadi kendala dalam rehabilitasi pasca stroke.

Dalam aspek personalisasi, teknologi pose estimation dapat memungkinkan personalisasi latihan rehabilitasi berdasarkan kemampuan dan kondisi fisik pasien. Algoritma pose estimation dapat mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki dan memberikan latihan yang sesuai, sehingga memaksimalkan efektivitas sesi rehabilitasi.

Dalam aspek dukungan emosional, penggunaan teknologi ini juga dapat memotivasi pasien untuk berpartisipasi aktif dalam rehabilitasi mereka. Dengan memiliki alat yang interaktif dan menghibur, pasien cenderung lebih termotivasi untuk terlibat dalam latihan rehabilitasi mereka, yang dapat meningkatkan peluang keberhasilan dalam pemulihan pasca stroke.

5. Kesimpulan

Dalam rangka merancang program rehabilitasi pasca stroke berbasis pose estimation menggunakan aplikasi mobile, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang melibatkan pasien sekaligus tenaga medis untuk mengukur efektivitas, keamanan, dan efisiensi teknologi ini dalam kondisi dunia nyata. Namun, berdasarkan pendapat pakar yang telah ada, dapat disimpulkan bahwa pendekatan ini memiliki potensi yang sangat besar untuk meningkatkan hasil rehabilitasi pasca stroke. Untuk beberapa kasus gerakan latihan yang lebih ekstrem perlu dilakukan studi lanjut terkait trade

Hasil pengujian oleh pakar akan digunakan sebagai dasar untuk perbaikan aplikasi, sebelum aplikasi tersebut dapat digunakan secara luas dalam praktek medis. Evaluasi oleh pakar ini juga memastikan bahwa aplikasi memenuhi standar medis dan teknis yang relevan dalam konteks rehabilitasi pasca stroke, serta dapat memberikan manfaat yang nyata bagi pasien dan penyedia layanan kesehatan.

Ucapan Terima Kasih: Ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah membiayai penelitian dan publikasi melalui skema DIPA FT 2023 serta rekan-rekan pakar Griya Fisioterapi Semarang.

Referensi

- [1] A. S. . Lubis, A. . Zuhrah, M. . Harahap, N. G. B. . Ginting, S. A. Hutajulu, and D. . Agustina, "Literature Review: Peningkatan Jumlah dan Pendayagunaan Tenaga Kesehatan di Indonesia", JPDK, vol. 5, no. 1, pp. 2167–2174, Jan. 2023.
- [2] D. Krisnawati and L. Anggiat, "EXERCISE THERAPY IN STROKE CONDITION: A LITERATURE REVIEW," Jurnal Fisioterapi Terapan Indonesia, vol. 1, no.1, pp. 1-10, 2021.
- [3] T. Wulan Dari, "HUBUNGAN PROGRAM FISIOTERAPI DENGAN TINGKAT KEMANDIRIAN PADA PASIEN POST STROKE," E-Journal Keperawatan, vol 8, no.2, pp. 93-97, 2015.
- [4] J. Kandimalla et al., "Role of telemedicine in Prehospital Stroke Care," Current Cardiology Reports, vol. 23, no. 6, 2021.
- [5] M. Verduzco-Gutierrez, A. C. Bean, A. S. Tenforde, R. N. Tapia, and J. K. Silver, "How to conduct an outpatient telemedicine rehabilitation or prehabilitation visit," PM&R, vol. 12, no. 7, pp. 714–720, 2020.
- [6] F. Molteni et al., "Efficiency in stroke management from acute care to rehabilitation: Bedside versus telemedicine consultation," European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, vol. 55, no. 2, 2019.
- [7] S. Morales-Vidal and S. Ruland, "Telemedicine in stroke care and rehabilitation," Topics in Stroke Rehabilitation, vol. 20, no. 2, pp. 101–107, 2013.
- [8] B. Stiawan dkk., "REHAPS (Rehabilitasi Pasca Stroke) Game Rehabilitasi pasca Stroke berbasis Kinect untuk Memperkuat Memori Gerak." eProceedings of Applied Science, vol. 4, no.1, pp. 699-707, 2018.
- [9] P. Beshara, D. B. Anderson, M. Pelletier, dan W. R. Walsh, "The reliability of the microsoft kinect and ambulatory sensor-based motion tracking devices to measure shoulder range-of-motion: A systematic review and meta-analysis," Sensors, vol. 21, no. 24. MDPI, 1 Desember 2021.
- [10] M. Iqbal, E. D. Nurrahmawati, and H. Husin, "Feasibility evaluation of an Android-based nutrition app (Dietducate) among nutritionists using the user version of the Mobile Apps Rating Scale (umars)," JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2023.
- [11] M. M. Jhaveri et al., "Telemedicine-guided education on secondary stroke and fall prevention following inpatient rehabilitation for Texas patients with stroke and their caregivers: A feasibility pilot study," BMJ Open, vol. 7, no. 9, 2017.

-
- [12] T. L. Munea, Y. Z. Jembre, H. T. Weldegebriel, L. Chen, C. Huang, dan C. Yang, "The Progress of Human Pose Estimation: A Survey and Taxonomy of Models Applied in 2D Human Pose Estimation," *IEEE Access*, vol. 8, hlm. 133330–133348, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3010248.
- [13] M. Hasanah et al., "Neurorehabilitasi motorik pasca stroke Post stroke neurorehabilitation.," *Berkala Neurosains*, vol. 18, no.2, 2019.
- [14] Y. Fan, P. Xu, H. Jin, J. Ma, and L. Qin, "Vital sign measurement in telemedicine rehabilitation based on Intelligent Wearable Medical Devices," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 54819–54823, 2019.
- [15] Idha Nurfallah, "Penerapan telenursing Dalam Meningkatkan Pelayanan Keperawatan Pada pasien homecare dengan stroke: literatur review," *Promotif : Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 11, no. 2, pp. 215–224, 2021.
- [16] F. Fatmawati and N. Narti, "Perbandingan Algoritma C4.5 Dan naive Bayes Dalam klasifikasi Tingkat Kepuasan mahasiswa TERHADAP pembelajaran daring," *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2022.
- [17] F. S. Sarfo, N. Adusei, M. Ampofo, F. K. Kpeme, and B. Ovbiagele, "Pilot trial of a Tele-rehab intervention to improve outcomes after stroke in Ghana: A feasibility and user satisfaction study," *Journal of the Neurological Sciences*, vol. 387, pp. 94–97, 2018.
- [18] N. K. Diah Purnamayanti, N. Y. Pari Usemahu, F. H. M, and M. K. Layun, "Aplikasi latihan rentang Gerak Dengan Berbagai Pendekatan Pada Pasien stroke," *Jurnal Kesehatan*, vol. 13, no. 1, pp. 22–34, 2020.