

## Spinovate Development: Physiotherapy Application for Slipped Disc Patients Based on Augmented Reality

### Pembangunan Spinovate: Aplikasi Fisioterapi Bagi Pesakit Cakera Teranjak Berasaskan Realiti Terimbuh

*Amiera Adlina Naim Jemali<sup>1</sup>, Azana Hafizah Mohd Aman<sup>1\*</sup>, Mohamad Sirajuddin Jalil<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Faculty of Information Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia*

<sup>2</sup>*Malaysia Cyber Consumer Association, Malaysia*

*\*Corresponding author: azana@ukm.edu.my*

*Received 29 July 2024*

*Accepted 15 September 2024, Available online 3 October 2024*

#### ABSTRACT

The aim of "Spinovate" is to develop a revolutionary application based on Augmented Reality (AR) using 3D that aims to help and facilitate patients with slipped discs. The "Spinovate" application features interactive physiotherapy exercises that have been specially built utilizing state-of-the-art technology to promote public health awareness of slipped disc disease and facilitate remote treatment access for slipped disc patients. The application of Augmented Reality (AR) technology, which is revolutionizing healthcare delivery, is what makes the application unique. Agile methodology (Scrum) is used to develop this application because of its flexibility and to ensure that this project can be adapted to changing needs and involve early users through phased delivery. Overall, "Spinovate" is an application that provides a comprehensive healthcare approach that combines healthcare, advanced technology, and innovation to meet the needs of herniated disc patients holistically in a dynamic and user-centered way.

**Keywords:** slipped disc, physiotherapy, Augmented Reality

#### ABSTRAK

Matlamat utama pembangunan aplikasi "Spinovate" adalah untuk memudahkan pesakit cakera teranjak, juga dikenali sebagai 'slip disc' melakukan senaman fisioterapi. Aplikasi ini dibangunkan berasaskan Realiti Terimbuh atau lebih dikenali sebagai *Augmented Reality* (AR) dengan menggunakan teknologi 3D. Senaman fisioterapi interaktif yang direka khas

menggunakan teknologi canggih masa kini dalam aplikasi “*Spinovate*” membolehkan peningkatan kesedaran kesihatan masyarakat tentang penyakit cakera teranjak dan memudahkan pesakit cakera teranjak mengakses rawatan secara jarak jauh. Apa yang membezakan aplikasi ini adalah penggunaan teknologi AR yang membuat perubahan besar dalam penyampaian penjagaan kesihatan. Metodologi Agile (Scrum) digunakan bagi membangunkan aplikasi ini kerana bersifat fleksibiliti, dimana perkara ini membolehkan pembangunan aplikasi dapat disesuaikan dengan perubahan keperluan serta melibatkan pengguna awal melalui penyampaian secara berperingkat. “*Spinovate*” memberikan implikasi pendekatan penjagaan kesihatan diujung jari secara menyeluruh yang menggabungkan penjagaan kesihatan, teknologi canggih dan inovasi bagi memenuhi keperluan pesakit cakera teranjak secara holistik dengan cara yang dinamik dan berpusatkan pengguna.

Kata kunci: cakera teranjak, fisioterapi, Realiti Terimbuh

## PENGENALAN

“*Spinovate*” merupakan gabungan unik daripada dua perkataan iaitu “*Spine*” yang membawa maksud struktur tulang belakang manusia, dan “*Innovate*” merupakan inovasi dan pembaharuan yang terdapat dalam projek ini. Aplikasi ini bertujuan menyediakan alternatif rawatan yang lebih efektif dan interaktif menggunakan teknologi Realiti Terimbuh atau *Augmented Reality* (AR) bagi pesakit yang mengalami masalah cakera teranjak. Dengan menyediakan senaman fisioterapi yang berkualiti tinggi serta akses rawatan jarak jauh melalui aplikasi *Spinovate*, aplikasi ini bertujuan memudahkan pesakit dalam mengatasi cabaran kesihatan mereka. Aplikasi ini muncul sebagai respons terhadap keperluan pesakit yang semakin meningkat, dan ia memperkenalkan pendekatan rawatan yang inovatif dan mudah diakses, dengan berlandaskan data dan statistik semasa mengenai kejadian cakera teranjak, membantu pesakit dalam menghadapi masalah ini dan meningkatkan kualiti hidup mereka.

Dalam terminologi perubatan, cakera teranjak, yang lebih dikenali sebagai *slipped disc* atau *disc herniation* (Fatin Zahra 2022), adalah isu kesihatan yang semakin meningkat dalam masyarakat kita. Fungsi utama tulang belakang adalah memberikan sokongan struktural kepada badan dan memastikan kestabilan postur. Tulang belakang terdiri daripada rangkaian vertebra, yang tersusun bertingkat dan menghasilkan lajur. Antara vertebra ini, terdapat cakera yang bertindak sebagai penyerap tekanan dan pengurangan geseran di antara vertebra tersebut. Walau bagaimanapun, ada potensi bahawa cakera ini boleh bergeser dari lokasi semula jadi mereka, dan bahagian dalam cakera ini mungkin menonjol ke arah saraf yang bersebelahan (Gleneagles Hospital Malaysia t.th.).

Untuk mendiagnosis cakera teranjak, doktor menjalankan pemeriksaan fizikal yang termasuk menilai fungsi saraf, kekuatan otot, dan respon pesakit terhadap gerakan dan sentuhan pada kawasan yang terjejas. Sejarah perubatan dan gejala pesakit juga dikaji. Doktor mungkin merujuk pesakit untuk menjalani ujian imej seperti discograms, CT scan, MRI scan, dan sinar-X untuk melihat struktur tulang belakang dan cakera secara terperinci (Nall R. 2023). Hasil dari pemeriksaan dan ujian imej ini digunakan untuk menentukan punca ketidakselesaan,

kelemahan, atau kesakitan pesakit, yang kemudian membantu dalam merancang rawatan yang sesuai seperti terapi fisioterapi, pembedahan, atau pendekatan lain yang diperlukan.

Ikhtiar untuk merawat cakera teranjak adalah fisioterapi. Fisioterapi adalah bidang perubatan yang memberi tumpuan kepada pemulihan, pemeliharaan, dan peningkatan kesihatan fizikal seseorang melalui pelbagai kaedah. Pakar fisioterapi, yang merupakan profesional kesihatan yang berpengalaman, merancang dan melaksanakan pelbagai bentuk terapi yang direka khusus untuk mengendalikan masalah kesihatan fizikal, termasuk kecederaan sukan, masalah tulang belakang, dan gangguan pergerakan. Fisioterapi bertujuan untuk meningkatkan mobiliti, mengurangkan kesakitan, memulihkan fungsi kesihatan, dan memberikan pendidikan kesihatan serta latihan untuk menjaga kesihatan fizikal. Ia mencapai matlamat ini melalui terapi manual, latihan terkawal, penggunaan alat terapeutik, dan pendidikan kesihatan, memberikan pesakit alat yang diperlukan untuk pemulihan fizikal dan kesihatan jangka panjang (Gleneagles Hospital Malaysia t.th.).

Dalam konteks perubatan, AR berperanan untuk menjadi sebuah alat bantuan dalam pelbagai jenis prosedur perubatan. Bagi penyakit cakera teranjak, dalam fisioterapi, AR boleh digunakan sebagai panduan visual kepada pesakit tentang teknik postur yang baik dan senaman yang betul bagi mengelakkan peningkatan insiden penyakit ini. Penggunaan teknologi ini memudahkan penjagaan kesihatan pesakit (Kartik Subodh Ballal 2021). Ini kerana aplikasi ini membantu pesakit memahami dan melakukan senaman fisioterapi dengan hanya menggunakan telefon bimbit di rumah, secara tidak langsung dapat meningkatkan keberkesanan rawatan bagi mencegah cakera teranjak.

## METODOLOGI

Bagi membangunkan aplikasi yang berkesan, objektif projek perlu diutamakan di samping mengkaji aplikasi sedia ada. Metodologi yang diguna pakai perlulah menyokong objektif utama iaitu untuk membangunkan aplikasi AR yang memberikan bantuan dan sokongan kepada pesakit cakera teranjak melalui senaman fisioterapi interaktif. Selain itu, metodologi juga perlu mengambil kira kebolehan aplikasi untuk memberikan bimbingan jarak jauh dengan teknologi AR, bagi membantu pesakit pulih dengan lebih baik. Secara keseluruhannya, pembangunan aplikasi melibatkan metodologi yang menyokong pembangunan ciri-ciri aplikasi AR fisioterapi untuk pesakit cakera teranjak, mereka bentuk dan membangunkan aplikasi AR yang interaktif dan efektif, serta menguji penggunaannya untuk memastikan keberkesanannya dalam pemulihan pesakit.

Terdapat beberapa aplikasi sedia ada, antaranya PhysioMaster, dan Complete Anatomy '23. Kajian terhadap aplikasi PhysioMaster: Physical Therapy, PhysiApp, dan Complete Anatomy '23 menunjukkan pendekatan unik dalam terapi dan pembelajaran anatomi. PhysioMaster menyediakan latihan fisioterapi dengan pemantauan kemajuan dan komunikasi dua hala, sementara PhysiApp menawarkan sesi fisioterapi dalam talian melalui video dan gambar dengan akses mudah di rumah. Complete Anatomy '23 menonjol dengan model anatomi 3D dan integrasi AR untuk pembelajaran interaktif. Semua aplikasi ini boleh diakses di platform

Android dan iOS, dengan pelbagai model pembayaran. Spinovate, berasaskan AR, menggabungkan elemen terbaik daripada aplikasi ini dengan fokus khusus pada terapi fisioterapi dan pencegahan cakera teranjak, menyediakan pendidikan kesihatan tulang belakang dan komunikasi langsung dengan pakar, menjadikannya penyelesaian komprehensif yang menggabungkan teknologi canggih dengan pendekatan pengguna yang berpusatkan kesihatan.

Pembangunan aplikasi Spinovate menggunakan metodologi model Agile. Model ini merupakan gabungan model proses berulang dan tambahan, mengutamakan proses penyesuaian dan kepuasan pelanggan sambil menghantar produk yang berfungsi. Model Agile telah dipilih kerana ia membolehkan aplikasi disesuaikan dengan keperluan pengguna bagi mencapai objektif yang dinyatakan sebelum ini. Model ini juga membolehkan pasukan pengurusan dan pembangunan menyesuaikan diri dengan lebih pantas dan berkesan dengan perubahan yang berlaku sepanjang projek. Ia adalah kaedah kerjasama yang boleh menangani perubahan pantas. Ia juga cukup fleksibel dalam proses pembangunan projek. Ia mengutamakan sensitiviti terhadap perubahan, kerjasama yang berterusan, dan peningkatan berulang. Fleksibiliti model secara spesifik membantu dalam menangani keperluan pengguna yang mungkin berubah-ubah semasa pembangunan aplikasi.

Fasa perancangan, merupakan langkah awal yang penting dalam menetapkan hala tuju dan panduan projek. Pada fasa ini, objektif, sasaran dan keperluan pengguna ditentukan dengan teliti bagi memastikan kelancaran pelaksanaan projek, anggaran, tenaga kerja dan perisian yang digunakan. Setiap tugas yang dimasukkan dalam *backlog*, atau senarai tugas dinilai dan diutamakan dalam kitaran pembangunan yang lebih kecil iaitu *sprint*. Seterusnya adalah fasa analisis. Fasa ini merupakan langkah penting dalam proses pembangunan projek yang memerlukan pemahaman yang mendalam tentang keperluan projek. Fasa ini melibatkan kajian kelemahan aplikasi sedia ada sebagai rujukan. Selain itu, hasil keputusan responden dalam borang soal selidik juga telah dikumpulkan. Penentuan keperluan fungsian dan bukan fungsian ditentukan serta spesifikasi kes guna akan ditentukan bagi setiap fungsi. Fasa ini juga menetapkan keperluan dan juga perisian yang akan diguna.

Fasa yang seterusnya adalah fasa reka bentuk yang menentukan senibina dan algoritma sistem yang digunakan untuk aplikasi Spinovate. Pada fasa ini, keputusan mengenai reka bentuk antara muka (UI) dan pengalaman pengguna aplikasi (UX) dibuat dengan menggunakan perisian Unity 2022.3.12. Ini termasuk memilih elemen grafik, paparan maklumat, susunan butang dan struktur aplikasi secara keseluruhan yang akan menjadikan pengalaman pengguna mudah difahami dan menarik. Selain itu, aspek kebolehgunaan, seperti kemudahan antara pelbagai ciri dan kemudahan penggunaan, diambil kira. Pada fasa pembangunan, aplikasi Spinovate dibangunkan dengan melibatkan penulisan kod, integrasi realiti terimbu (AR) dengan menggunakan Vuforia Engine 10.9. Turut digunakan adalah bahasa pengaturcaraan C# Visual Studio 2019 untuk menulis, mengedit, menguji, dan debug kod sumber.

Fasa pengujian merupakan salah satu fasa yang penting dalam pembangunan sebuah aplikasi. Fasa pengujian merupakan proses untuk menguji aplikasi dengan teliti bagi memastikan

aplikasi Spinovate dapat beroperasi dengan lancar, bebas daripada masalah teknikal, dan dapat memenuhi keperluan pengguna. Hasil ujian dapat membantu dalam membuat perubahan dan penambahbaikan pada aplikasi sebelum ia tersedia untuk digunakan. Kaedah untuk mengumpulkan data atau mendapatkan keperluan pengguna ialah melalui soal selidik terhadap 30 orang responden dengan menggunakan Google Form sebagai alat pengumpulan data. Terdapat 13 item telah dibangunkan dalam soal selidik tersebut. Sasaran responden bagi soal selidik adalah pesakit cakera teranjak, pakar fisioterapi, kakitangan hospital, dan orang awam. Secara umumnya, soal selidik ini juga terbuka kepada sesiapa sahaja yang mengalami masalah atau simptom cakera teranjak, orang yang menjaga pesakit, dan sesiapa yang berminat dalam bidang perubatan dan teknologi canggih. Hasil keputusan daripada responden digunakan bagi analisis.

Kaedah yang sama juga digunakan untuk pengujian kebolegunaan dimana terdapat 18 item yang dicipta dalam soal selidik ini. Terdapat beberapa soalan skala Likert dan satu soalan terbuka mengenai penambahbaikan aplikasi. Tujuan ujian kebolegunaan ini untuk menilai sejauh mana aplikasi ini mesra pengguna, mudah digunakan, dan mencapai jangkauan pengguna dari segi reka bentuk dan fungsi. Ia terbahagi kepada lima bahagian iaitu bahagian A, menilai kebolegunaan, bahagian B, menilai reka bentuk visual, bahagian C, menilai kepuasan pengguna, bahagian D, menilai kemungkinan penggunaan semula, dan akhir sekali, bahagian E, iaitu cadangan penambahbaikan daripada responden. Borang soal selidik ini diedarkan melalui platform Whatsapp, Facebook dan Telegram bagi mendapatkan responden. Data yang diperoleh dari pengujian kebolegunaan telah dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan mengira nilai terendah (skor minimum) dari keseluruhan dataset. Dengan menggunakan skor minimum, kepuasan dan penerimaan pengguna terhadap aplikasi Spinovate dapat dievaluasi secara lebih tepat. Jadual 1 menunjukkan Skala Interpretasi Skor Min.

JADUAL 1. Skala Interpretasi Skor Min

| <b>Skor Min</b> | <b>Interpretasi Min</b> |
|-----------------|-------------------------|
| 1.00 – 2.19     | Sangat Rendah           |
| 2.20 – 3.39     | Rendah                  |
| 3.40 – 4.59     | Sederhana               |
| 4.60 – 5.69     | Tinggi                  |
| 5.70 – 7.00     | Sangat Tinggi           |

## HASIL DAN PENGESAHAN PENGGUNA

Halaman menu utama aplikasi Spinovate merupakan halaman utama navigasi untuk menggunakan fungsi-fungsi yang lain. Bar navigasi juga menjadi panduan bagi pengguna untuk mengakses ke fungsi-fungsi yang ada dengan lebih mudah, efisien dan mesra pengguna. Rajah 1 menunjukkan antara muka halaman menu utama aplikasi ini. Halaman menu utama direka untuk memberi pengalaman pengguna yang interaktif dan informatif. Di bahagian atas halaman, scroll horizontal digunakan untuk memaparkan pelbagai iklan atau maklumat yang menarik mengenai ciri-ciri aplikasi. Ia juga berfungsi sebagai cara untuk menarik perhatian

pengguna kepada aspek-aspek penting dalam aplikasi. Di bawah scroll horizontal, terdapat empat kategori utama iaitu, Information, Physiotherapy, Quiz dan Feedback. Butang Information akan membawa pengguna ke halaman modul informasi. Butang Physiotherapy akan membawa pengguna ke halaman memilih panduan dan latihan fisioterapi. Butang Quiz akan membawa pengguna ke halaman kuiz dan butang Feedback akan bawa pengguna ke halaman maklum balas dan penilaian. Di bawah halaman menu utama, terdapat seksyen khas untuk pilihan pakar fisioterapi secara shortcut. Bar navigasi juga bertujuan untuk memudahkan pengguna berubah dari halaman lain ke halaman yang lain.



RAJAH 1. Antara Muka Halaman Menu Utama

Apabila pengguna menekan butang “Information”, pengguna akan dibawa ke halaman seperti Rajah 2 yang akan memaparkan pop-up dengan tip harian secara rawak. Tip ini bertujuan untuk memberikan informasi berguna atau nasihat yang relevan dari segi fisioterapi dan kesihatan secara umum. Pengguna perlu menekan butang “X” untuk menutup pop-up tersebut. Pada halaman ini, terdapat pelbagai informasi tentang cakera teranjak, fisioterapi dan juga sakit belakang untuk pengguna menambah pengetahuan dan untuk menjaga kesihatan mereka. Halaman ini juga menunjukkan gambar bagaimana cakera teranjak berlaku.



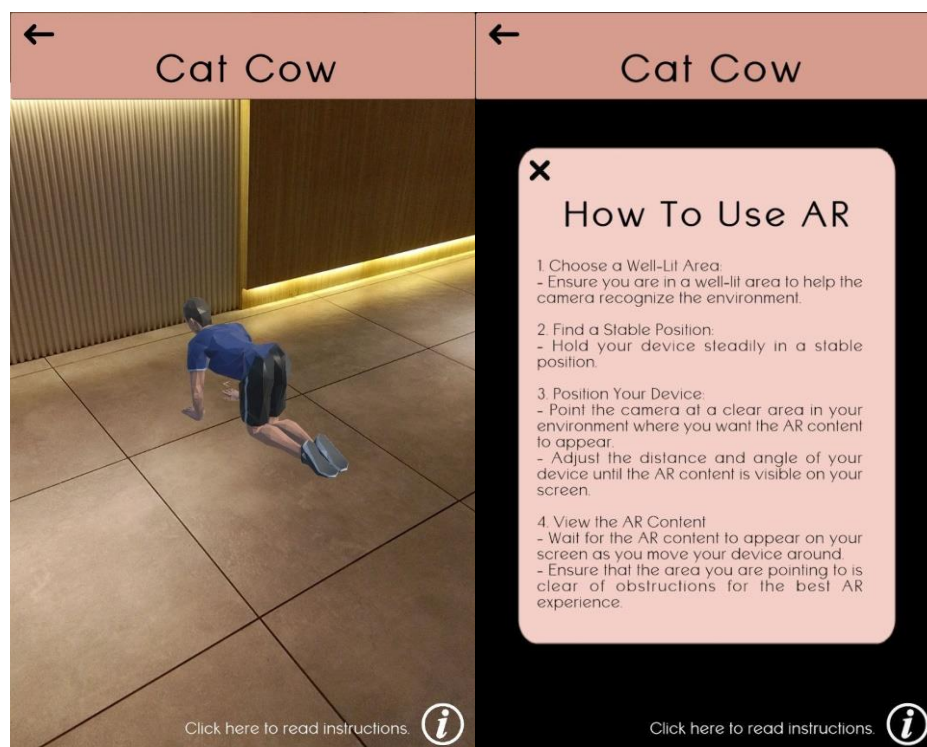
RAJAH 2. Antara Muka Halaman “*Information*”

Apabila pengguna menekan butang “*Physiotherapy*”, sistem akan memaparkan halaman pilihan fisioterapi seperti Rajah 3. Pengguna perlu memilih fisioterapi yang ingin dilakukan. Apabila pengguna tekan salah satu latihan fisioterapi yang disediakan, pengguna akan dibawa ke halaman latihan fisioterapi yang dipilih secara lebih terperinci. Pengguna boleh memilih untuk mengikuti latihan fisioterapi secara melihat visualisasi 3D AR dengan menekan butang “*Augmented Reality View*”, melihat video yang membolehkan pengguna mainkan video dengan menekan butang “*Play*” dan berhentikan video dengan menekan butang “*Pause*”, atau pun hanya membaca deskripsi dan arahan yang disediakan. Pengguna juga boleh menekan butang “*Start Timer*” untuk merekod masa pengguna melakukan latihan fisioterapi. Masa akan mula hitung secara menurun sebaik sahaja pengguna menekan butang.



RAJAH 3. Antara Muka Halaman “*Physiotherapy*”

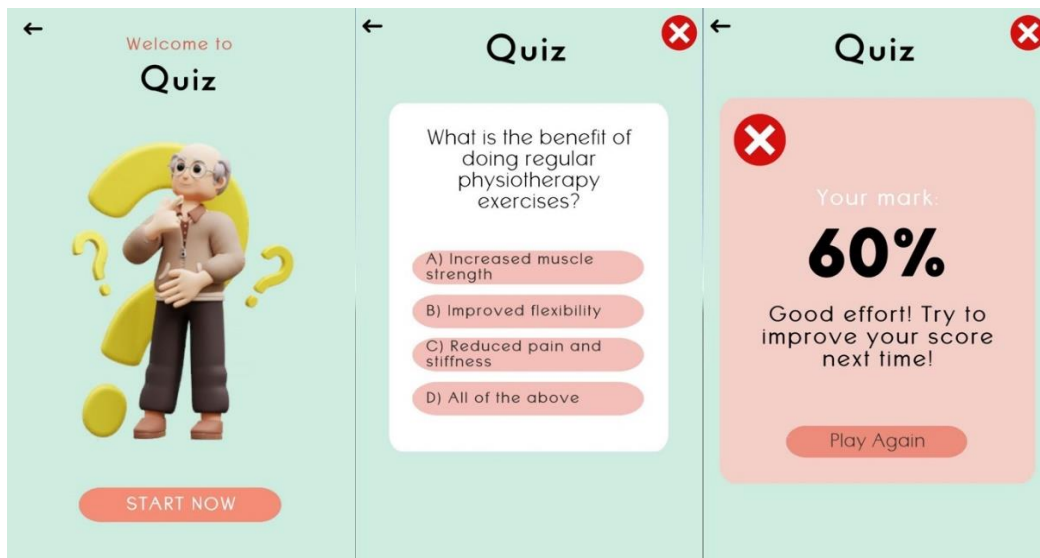
Rajah 4 merupakan model 3D fisioterapi dalam bentuk AR. Pengguna perlu mengikut panduan yang diberikan supaya model 3D dapat muncul pada skrin. Pengguna boleh mengubah kedudukan jika perlu. Pengguna boleh menekan butang panduan untuk menggunakan AR markerless atau tanpa penanda. Hal ini bagi memudahkan pengguna yang tidak tahu cara untuk menggunakan AR dengan cara menekan butang info di bawah.



RAJAH 4. Antara Muka Halaman Visualisasi 3D AR

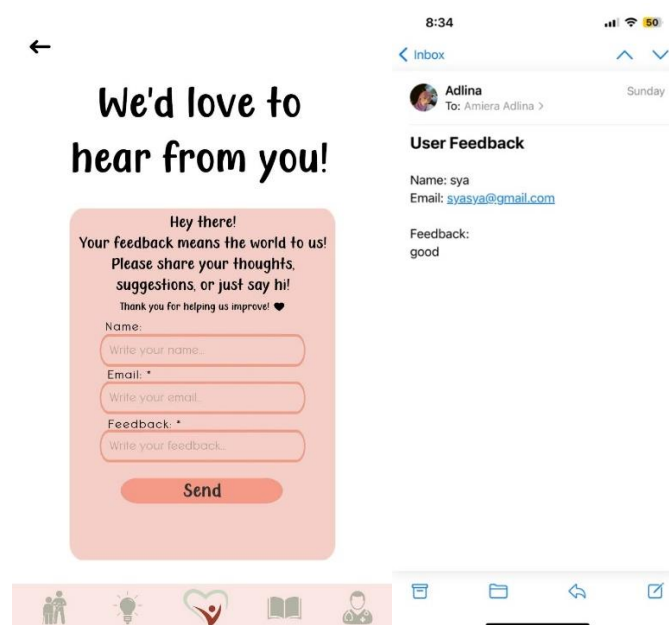


Rajah 5 menunjukkan antara muka halaman “Quiz”. Pengguna perlu menekan butang “Start Now” untuk memulakan kuiz. Soalan kuiz akan dipaparkan. Pengguna perlu menekan pilihan jawapan yang disediakan. Keputusan jawapan pengguna akan disiarkan sebaik sahaja jawapan ditekan. Jawapan yang betul juga akan diberikan. Selepas habis semua soalan kuiz, kata-kata semangat kepada pengguna dan markah keseluruhan akan dipaparkan secara peratus. Pengguna dibenarkan untuk mengulang semula kuiz dengan menekan butang “Play Again” dan menekan butang “X” untuk keluar.



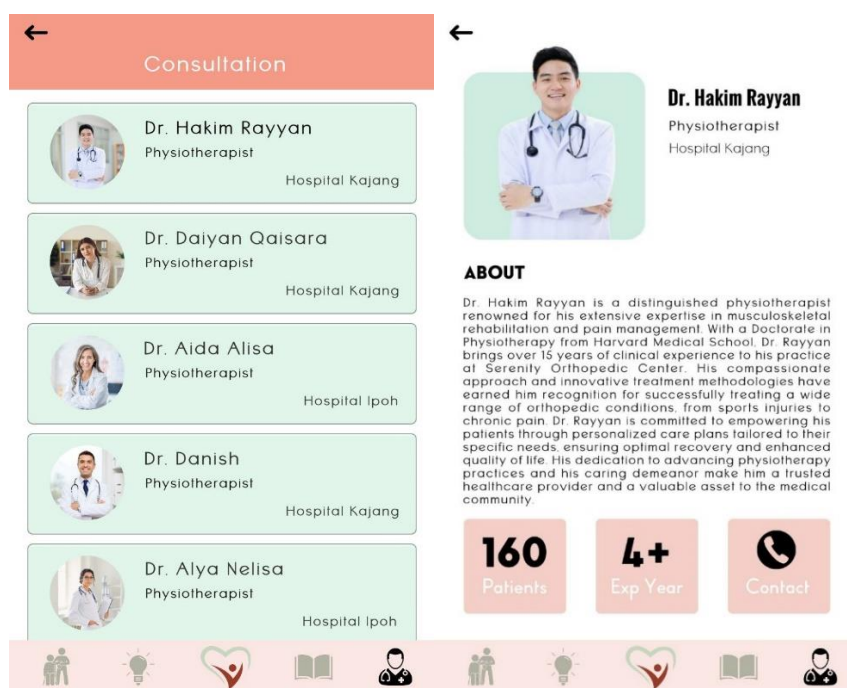
RAJAH 5. Antara Muka Halaman “Quiz”

Apabila pengguna menekan butang “Feedback”, sistem akan menunjukkan antara muka halaman “Feedback” seperti Rajah 6. Pengguna perlu menulis nama, e-mel, dan komen untuk memberikan feedback. Pengguna dapat memberikan maklum balas dan penilaian mengenai pengalaman mereka menggunakan aplikasi atau ingin menambak aplikasi ini.



RAJAH 6. Antara Muka Halaman “Feedback”

Rajah 7 menunjukkan antara muka halaman “Consultation”. Pengguna boleh memilih pakar fisioterapi yang mereka ingini dengan menekan pada butang pilihan pengguna. Informasi tentang pakar fisioterapi tersebut dipaparkan untuk pengguna membuat pilihan yang terbaik. Pengguna boleh menghubungi pakar fisioterapi untuk bertanyakan tentang masalah kesihatan atau perkara yang berkaitan dengan fisioterapi. Hal ini untuk membantu pengguna untuk mendapat akses langsung kepada nasihat profesional dengan membantu mereka mendapatkan panduan yang tepat dan sesuai.



RAJAH 7. Antara Muka Halaman “Consultation”

Pengujian kebolegunaan memainkan peranan penting dan merupakan langkah wajib dalam proses pengembangan produk. Ini bagi memastikan sistem serta fungsi item mudah digunakan dan diterima oleh pengguna. Tujuan pengujian kebolegunaan ini untuk menilai sejauh mana aplikasi dapat digunakan oleh pengguna secara efisien, efektif, dan memuaskan bagi mencapai tujuan tertentu dalam konteks penggunaan yang ditentukan. Jadual 2 menunjukkan skor min yang diterima daripada setiap item. Item 16 mendapat skor min yang tertinggi iaitu, 5.23. Manakala, item 6 dan 14 adalah yang paling rendah dengan skor min 4.52. Walaubagaimanapun, min keseluruhan ialah 4.75 yang berada pada skala Tinggi kerana ia melebihi 4.60 berdasarkan Jadual 1.

JADUAL 2. Skor Min Ujian Kebolegunaan

| No | Item   | Min  |
|----|--|------|
| 1  | Sejauh mana anda bersetuju bahawa aplikasi Spinovate mudah digunakan?                      | 4.96 |
| 2  | Adakah anda tidak menghadapi sebarang kesukaran semasa mengakses modul informasi?          | 4.57 |
| 3  | Adakah penentu masa untuk latihan fisioterapi memudahkan anda untuk membuat fisioterapi?   | 4.81 |
| 4  | Adakah anda dapat memahami deskripsi dan arahan latihan fisioterapi dengan mudah?          | 4.71 |
| 5  | Sejauh mana aplikasi Spinovate membantu anda menyelesaikan tugas fisioterapi dengan mudah? | 4.67 |

|    |  |      |
|----|--|------|
| 6  | Bagaimana anda menilai kemudahan mengakses maklumat tentang cakera teranjak dan tip harian?                            | 4.52 |
| 7  | Adakah fungsi kuiz membantu anda meningkatkan pengetahuan tentang fisioterapi dan penjagaan tulang belakang?           | 4.71 |
| 8  | Bagaimana anda menilai kualiti video fisioterapi dalam aplikasi?   | 4.57 |
| 9  | Adakah anda mendapati maklumat tentang pakar fisioterapi (latar belakang, pengalaman) berguna?                         | 4.81 |
| 10 | Adakah anda merasa mudah untuk menghubungi pakar fisioterapi melalui aplikasi?   | 4.81 |
| 11 | Bagaimana anda menilai reka bentuk visual aplikasi Spinovate secara keseluruhan?                                       | 4.76 |
| 12 | Adakah reka bentuk antara muka aplikasi membantu anda dalam menggunakan aplikasi dengan lebih baik?                    | 4.57 |
| 13 | Adakah visualisasi 3D dan AR dalam aplikasi membantu dalam memahami latihan fisioterapi?                               | 4.71 |
| 14 | Adakah anda merasa gembira semasa menggunakan aplikasi Spinovate?  | 4.52 |
| 15 | Adakah anda merasa puas hati dengan pengalaman menggunakan Spinovate untuk latihan fisioterapi?                        | 4.95 |
| 16 | Adakah anda merasa aplikasi ini memberi inspirasi untuk terus melakukan fisioterapi?                                   | 5.23 |
| 17 | Adakah anda bercadang untuk terus menggunakan Spinovate pada masa akan datang?   | 4.81 |
| 18 | Sejauh mana anda rasa aplikasi Spinovate akan membantu anda dalam jangka masa panjang untuk penjagaan tulang belakang? | 4.81 |
|    | <b>Min Keseluruhan</b>   | 4.75 |

Berdasarkan keputusan responden dan analisis yang dibuat, dapat disimpulkan bahawa kebolegunaan aplikasi Spinovate ini adalah pada skala positif. Kesemua skor min soalan menggunakan Skala Likert yang diterima dianggap tinggi kerana melebihi 4.60. Skor yang konsisten tinggi hampir pada semua item telah membuktikan bahawa aplikasi ini mudah digunakan, serta dapat membantu pengguna melaksanakan latihan fisioterapi dan fungsi-fungsi yang lain. Secara kesimpulannya, semua objektif aplikasi Spinovate ini telah tercapai. Jadual 3 merumuskan perbandingan kebolegunaan aplikasi sedia ada dan aplikasi Spinovate yang dibangunkan.

JADUAL 3. Perbandingan Aplikasi

| Ciri-ciri                               | Spinovate                                      | PhysioMaster:<br>Physical Therapy         | PhysiApp                                  | Complete Anatomy<br>AR                    |
|---|--|---|---|---|
| Fokus Aplikasi                          | Fisioterapi pencegahan sakit belakang          | Terapi fisioterapi                        | Terapi fisioterapi                        | Anatomi fungsi tubuh                      |
| Platform                                | Android  | Android dan IOS                           | Android dan IOS                           | Android dan IOS                           |
| Caj Aplikasi                            | Percuma  | Percuma dan Berbayar                      | Percuma                                   | Percuma dan berbayar                      |
| Teknologi Digunakan                     | AR dan 3D                                      | Postur dan pengukuran sudut pada gambar   | 3D  | AR dan 3D                                 |
| Komunikasi Dua Hala                     | Mempunyai konsultasi bersama pakar fisioterapi | Tidak mempunyai komunikasi dua hala       | Mempunyai komunikasi dua hala             | Tidak mempunyai komunikasi dua hala       |
| Kesedaran Tentang Penyakit Kebolegunaan | Mempunyai modul informasi untuk pengguna       | Tiada maklumat kesedaran tentang penyakit | Tiada maklumat kesedaran tentang penyakit | Tiada maklumat kesedaran tentang penyakit |
|   | 4.75   | 4.3                                       | 3.8                                       | 4.0                                       |

Kelemahan aplikasi Spinovate ini adalah keterbatasan untuk peranti Android sahaja. Hal ini kerana aplikasi Spinovate hanya tersedia untuk platform Android sahaja dan tidak dapat diakses oleh pengguna platform lain seperti iOS. Kelemahan ini membatasi jangkauan aplikasi kepada sebahagian besar pasaran pengguna peranti mudah alih. Selain itu, senarai latihan fisioterapi yang kurang kerana kekurangan model 3D. Hal ini menyebabkan senarai latihan fisioterapi yang tersedia dalam aplikasi menjadi terhad, yang boleh mengurangkan keberkesanan fisioterapi untuk pengguna yang memerlukan variasi latihan yang lebih luas.

Bagi meningkatkan keberkesanan dan jangkauan aplikasi Spinovate pada masa hadapan, terdapat beberapa cadangan penambahbaikan telah dikenal pasti. Cadangan yang pertama adalah memperluaskan ketersediaan aplikasi ke platform selain Android, seperti iOS adalah langkah penting. Dengan mengembangkan ketersediaan untuk peranti iOS, Spinovate dapat mencapai lebih ramai pengguna dan mengingatkan penggunaan aplikasi di kalangan pelbagai pengguna peranti mudah alih. Selain itu, aplikasi Spinovate perlu menambah bilangan model 3D yang mewakili pelbagai jenis latihan fisioterapi bagi memperbanyakkan senarai latihan yang tersedia. Cadangan yang terakhir adalah aplikasi Spinovate perlu menyediakan lebih banyak informasi tentang cakera teranjak dan berkaitan bagi membantu pengguna memahami lebih baik keadaan mereka.

## KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, aplikasi Spinovate berjaya dihasilkan. Projek ini telah mencapai semua objektif yang ditetapkan, termasuk mengenalpasti ciri-ciri penting, mereka bentuk, membangunkan aplikasi, dan menguji keberkesanan aplikasi fisioterapi Realiti Terimbuhan untuk pesakit cakera teranjak. Pengenalpastian ciri-ciri dan pembangunan aplikasi yang menekankan penggunaan teknologi AR telah meningkatkan interaktiviti dan efektiviti dalam sesi fisioterapi. Ujian menunjukkan bahawa pesakit cakera teranjak dapat dengan mudah memahami dan mengikuti senaman yang disediakan, meningkatkan keyakinan mereka dalam proses pemulihan. Walaupun terdapat beberapa halangan, ia berjaya diatasi menggunakan pelbagai cara. Skor Skala Likert yang konsisten tinggi melebihi 4.60 membuktikan bahawa aplikasi ini mudah digunakan dan membantu sesi fisioterapi dilaksanakan. Kekuatan aplikasi Spinovate adalah integrasi teknologi AR membolehkan visualisasi senaman fisioterapi yang interaktif dan menarik minat pengguna untuk menggunakan aplikasi ini. Ini juga akan memudahkan mereka untuk memahami dan melaksanakan fisioterapi dengan lebih efektif dan berkesan. Selain itu, reka bentuk antara muka pengguna aplikasi Spinovate dirancang untuk memastikan aksesibiliti dan keterlaksanaan yang tinggi. Warna yang sesuai dan kedudukan butang yang teratur amat memudahkan pengguna untuk menggunakan aplikasi ini. Reka bentuk yang menarik dan fungsi yang canggih menjadikan antara muka pengguna menjadi salah satu kelebihan utama aplikasi ini, yang menjadikan pengalaman pengguna lebih memuaskan dan produktif.

## PENGHARGAAN

Penulis kajian ini ingin ucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terima kasih kepada Malaysia Cyber Consumer Association (MCCA), dan Codam Protocol Sdn. Bhd. (CODM) kerana telah memberikan dana geran industri Kod Penyelidikan TT-2022-005. Serta jutaan penghargaan juga untuk pihak Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat (FTSM).

## RUJUKAN

- Aishah Mahat & Izyan Izzati Kamsani. 2021. Covid 19: Impak e-pembelajaran terhadap kesihatan pelajar universiti. *Jurnal Dunia Pendidikan* 3(3): 53-60. [2 Oktober 2023].
- Anon. t.th. Cakera Tergelincir: Simptom, Diagnosis, Rawatan. *Gleneagles Hospital*. <https://gleneagles.com.my/ms/medical-specialties/orthopaedic-trauma-surgery/slipped-discs> [2 Oktober 2023].
- Anon. 2023. Fisioterapi, Ini yang Harus Anda Ketahui. *Alodokter*, 9 Januari. <https://www.alodokter.com/fisioterapi-ini-yang-harus-anda-ketahui> [2 Oktober 2023]
- Anon. 2020. Mangkin perubahan corak pembelajaran baharu dalam talian. *Berita Harian*, 27 Disember. <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2020/12/769338/covid-19-mangkin-perubahan-corak-pembelajaran-baharu-dalam-talian> [2 Oktober 2023].
- Fatin Zahra. 2022. Sakit tulang belakang atau *slipped disc*, bolehkah ia dicegah? *Hello Doktor*, 8 September. <https://hellodokter.com/masalah-neurologikal/otak-tulang-belakang/sakit-tulang-belakang-slipped-disc/> [2 Oktober 2023].
- Hidayatul Akmal Ahmad. 2017. Henti hadap gajet. *Harian Metro*, 2 Julai. <https://www.hmetro.com.my/sihat/2017/07/241616/henti-hadap-gajet> [2 Oktober 2023].
- Lee, S. L. 2019. *Slipped Disc* pada Tulang Belakang - PORTAL MyHEALTH. *MyHEALTH*, 13 Disember. <http://www.myhealth.gov.my/slipped-disc-pada-tulang-belakang/> [2 Oktober 2023].
- Nall, R. N. M. 2023. *Slipped (Herniated) Disc*. *healthline*, 15 Mac. <https://www.healthline.com/health/herniated-disk> [2 Oktober 2023].
- Siti Farah Eliani Solleh. 2020. Derita angkara slipped disc. *Sinar Harian*, 15 Januari. <https://www.sinarharian.com.my/article/65988/sinar-aktif/slipped-disc-sakit-tulang-belakang-kaki-kebas-kelumpuhan> [2 Oktober 2023].
- Anon. 2020. Apa itu Augmented Reality dan Contohnya?. *Dicoding*, 10 November. <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-augmented-reality-dan-contohnya/> [18 November 2023].
- Rozilawati. 2023. AUGMENTASI REALITI (AR). *RMATZIN*, 11 September. <https://people.utm.my/rozilawati-kl/pengkomputeraan-awan/#:~:text=Augmentasi%20Reality%20atau%20AR%20adalah%20teknologi%20penggabungan%20secara,teks%2C%20imej%2C%20bunyi%2C%20dan%20sebagainya%20pada%20dunia%20sebenar> [18 November 2023].
- Muskan. 2021. 6 Applications of Augmented Reality in Healthcare. *Analytics Steps*, 10 Julai. <https://www.analyticssteps.com/blogs/6-applications-augmented-reality-healthcare> [18 November 2023].

- Kartik Subodh Ballal. 2021. Application of Augmented Reality in Healthcare. *Wipro*, June. <https://www.wipro.com/innovation/application-of-augmented-reality-in-healthcare/> [20 November 2023].
- Joseph, T. 2023. Augmented Reality in Healthcare: Use Cases, Example, and Trends. *Fingent*, 22 Mac. <https://www.fingent.com/blog/augmented-reality-in-healthcare-use-cases-examples-and-trends/> [20 November 2023].
- Yeung, A. W. K., Tosevska, A., Klager, E., Eibensteiner, F., Laxar, D., Stoyanov, J., ... & Willschke, H. 2021. Virtual and augmented reality applications in medicine: analysis of the scientific literature. *Journal of medical internet research*, 23(2), e25499. <https://boris.unibe.ch/152396/> [20 November 2023].
- Mahani Ishak. 2021. Fahami punca sakit belakang bersama Pusat Perubatan Sunway. *Berita Harian*, 25 Ogos. <https://www.bharian.com.my/hujung-minggu/sihat/2021/08/855636/fahami-punca-sakit-belakang-bersama-pusat-perubatan-sunway> [20 November 2023].
- Lumbantobing, M., Siagian, L., & Silangit, T.. 2020. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEBERHASILAN FISIOTERAPI TERHADAP PENURUNAN NYERI PADA PASIEN HERNIA NUKLEUS PULPOSUS (HNP). *Jurnal Kedokteran Methodist* 13(1): 37-42. [20 November 2023].
- Rathish Manickam, Dirk Laubscher, & Amjad Moiffak Moreden. 2020. ESSENTIAL ASPECTS OF PHYSIOTHERAPY IN THE SUCCESSFUL TREATMENT OF A PATIENT WITH CERVICAL DISC HERNIATION: A CASE REPORT. *International Journal of Physiotherapy* 7(2): 81–85. [20 November 2023].
- Daria Shorsh Abdulrahman, Nabaz Ali Ahmad, Haval Mohammed Ali, Shakhawan Azad Ahmed & Peshraw Khdir Ibrahim. 2023. Effectiveness of Physiotherapy on Reducing Numbness and Paresthesia of Lower Limb among Lumbar Disc Prolapse Patients at Rania District. *University of Thi-Qar Journal Of Medicine* 25(1): 207-215. [20 November 2023].
- Samir Benbelkacem, Nadia Zenati-Henda, Djamel Aouam, Yousra Izountar, & Samir Otmane. 2020. MVC-3DC: Software architecture model for designing collaborative augmented reality and virtual reality systems. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 32(4), 433-446. [18 Januari 2024].