

Jurulatih Senaman Maya Berasaskan Teknologi Sensor dan Aplikasi Pintar Interaktif (Virtual Exercise Trainer using Sensor-based and Interactive Smartphone Application Technology)

Adam Linoby^{1,2*}, Jamiaton Kusrin¹, Muhammad Iskandar Asraff¹, Muhammad Azamuddin Rodzi¹, Sufyan Zaki¹, Hosni Hasan^{1,3}

¹Fakulti Sains Sukan dan Rekreasi, Universiti Teknologi MARA, Malaysia

²Sekolah Sukan dan Sains Kesihatan, Kampus St. Luke's, University of Exeter, United Kingdom,

³Pusat Kejuruteraan dan Kecerdasan Buatan, Universiti Teknologi MARA

*E-mel: linoby@uitm.edu.my

Tarikh terima: 16 Ogos 2019

Tarikh diluluskan: 20 Januari 2020

ABSTRAK

Penggunaan instrumen pemantauan elektronik dalam peralatan latihan konvensional mempunyai pengaruh positif terhadap tahap minat pengguna, seterusnya meningkatkan pengalaman latihan dan prestasi keseluruhan. Oleh yang demikian, individu boleh mendapatkan manfaat optima dari sebarang latihan sekiranya individu diberi sasaran prestasi tertentu yang mudah difahami, dimaklumkan mengenai kemajuan latihan, diberi motivasi, bimbingan, dorongan dan arahan lisan. Walau bagaimanapun, instrumen pemantauan elektronik konvensional tidak berfungsi secara langsung untuk memotivasi atau melatih individu di dalam program latihan mereka. Malah, peralatan komersial ini terhad penggunaannya di dalam latihan bukan kardiovaskular (contohnya, angkatan bebanan dan latihan isometrik). Sistem prototaip jurulatih senaman maya berupaya menyelesaikan masalah ini dengan menyediakan sensor gerak pintar yang dapat diletakkan secara magnetik ke permukaan alatan senaman seperti dumbbell, atau sebahagian daripada peralatan senaman, seperti pemegang logam dari peralatan senaman. Sensor ini akan menghantar isyarat terus ke aplikasi di peranti mudah alih pengguna untuk diproses dan mengeluarkan output panduan senaman, maklum balas interaktif, output visual dan audio motivasi semasa latihan senaman. Penciptaan sistem senaman yang praktikal ini berpotensi membantu bukan sahaja individu yang aktif, malahan atlet, pesakit yang menjalani senaman rehabilitasi, warga emas dan individu kurang aktif untuk melaksanakan latihan senaman yang lebih berkesan, interaktif dan selamat.

Kata kunci: *Jurulatih Senaman Maya, Teknologi Sensor, Aplikasi Pintar, Automasi Pengajaran, Latihan Gimnasium*

ABSTRACT

The use of electronic monitoring instruments in conventional exercise training equipments has had a positive influence on user interest level, subsequently increasing the overall exercise experience and performance. Accordingly, the most beneficial results of any exercise are obtained when an individual is given a specific, easily understandable performance target, is informed of the exercise progress, and is given verbal motivation, coaching, encouragement, and instruction. However, conventional electronic monitoring instruments do not serve to directly motivate or coach the individual to complete an exercise program. Moreover, such a device is of limited use in non-cardiovascular, strength training exercise equipment (e.g free weights and isometric exercises). The present invention responds to this problem by providing a smart motion sensor magnetically retrofittable into exercise apparatus such as a dumbbell, or as part of a piece of exercise equipment, such as a metal handle of exercise equipment that undergoes reciprocal movement. This sensor will continuously transmit a signal to an application in user's smart device, which then correspondingly generated guided instructional, interactive feedback as well as motivational visual and audio output with respect to various physical exercise a user might undertake. The development of such a practical

exercise system would certainly help the active individual, clinical population, athletes, aging and sedentary population to implement a more effective, interactive and safer exercise training regime.

Keywords: *Virtual Exercise Trainer, Sensor Technology, Smart Application, Teaching Automation, Gymnasium Exercises*

PENGENALAN

Kebanyakan peralatan latihan kardiovaskular di pasaran kini dilengkapi dengan alat pemantauan elektronik untuk memantau prestasi pengguna. Peralatan seperti basikal *ergometer*, pendaki tangga dan mesin *treadmill* sering menawarkan peranti pemantau terbina seperti pemantau denyutan nadi, denyutan jantung, kalori, meter halaju dan *pedometer* sebagai ciri teknologi tambahan. Bagi membolehkan sebarang latihan memberi kesan optimum kepada individu, amat penting bagi individu diberikan sasaran prestasi yang jelas, menerima maklum balas mengenai perkembangan senaman, diberi motivasi, bimbingan, dorongan dan arahan lisan (Cooper, 2016). Walau bagaimanapun, peranti pengawasan elektronik konvensional hanya menyediakan maklum balas latihan yang objektif, tanpa memberi sebarang motivasi, mengarah atau melatih individu untuk menyelesaikan latihan atau program latihan (Case & Martin, 2018). Peranti sedemikian lebih tertumpu kepada dinamika kardiovaskular dan metabolik senaman manakala penggunaannya dalam senaman bukan kardiovaskular adalah terhad (contohnya, berat beban dan senaman isometrik).

Walaupun matlamat utama latihan kardiovaskular adalah untuk mengekalkan kadar denyutan jantung pada kadar optimal untuk jangka masa yang lama (Wilson, Ellison, & Cable, 2016), namun matlamat kebanyakan latihan bukan kardiovaskular adalah untuk meningkatkan daya sasaran otot individu (Schoenfeld, 2010). Latihan sedemikian biasanya tidak mengakibatkan kenaikan kadar denyutan jantung dalam jangka masa yang lama. Oleh itu, peralatan latihan komersial bukan kardiovaskular tidak dipasang pada peralatan pemantauan elektronik tersebut. Individu yang menggunakan peralatan tersebut perlu mendapatkan bantuan jurulatih kecergasan untuk mengelak dari melakukan rutin latihan bebanan dengan cara yang salah tanpa maklum balas pemantauan senaman dari individu profesional.

Meskipun beberapa paten yang dianugerahkan berkaitan reka bentuk sistem senaman maya telah dicadangkan dalam kajian semasa dan dalam industri, namun tiada yang menggambarkan secara khusus sistem jurulatih maya seperti yang dicadangkan oleh penyelidik. Huraian paten paling hampir kepada sistem yang dicadangkan penyelidik ialah penggunaan sistem Realiti Maya (*Virtual Reality*) untuk aplikasi kecergasan kardio oleh (De Sane, 2002). Semua sistem jurulatih maya yang diterangkan dalam penerbitan terdahulu tidak mempunyai sama ada pengesanan pergerakan semasa latihan, tiada *output* pengajaran untuk membimbing pengguna sepanjang latihan dan / atau tidak mengeluarkan *output* motivasi baik dari segi audio, video atau animasi. Majoriti sistem latihan jurulatih maya komersial menyasarkan komuniti bina badan professional atau pasaran instrumen penyelidikan, dengan memberi tumpuan khusus kepada latihan berprestasi tinggi.

Selain itu, sistem-sistem ini dijual dengan kos yang sangat tinggi di pasaran (purata USD 5,000) (Buttussi, Chittaro, & Nadalutti, 2006; Cho & Sohng, 2014; Lowe & O'Laighin, 2012). Ini jelas berbeza dengan cadangan harga jualan sistem jurulatih senaman maya yang dibangunkan adalah sekitar USD 50. Trend terkini menunjukkan, terdapat tiga (3) syarikat yang telah menghasilkan sistem jurulatih latihan maya.

Tendo dan Atlas Wearables (syarikat yang berpangkalan di Amerika Syarikat) telah mencipta instrumen yang dapat mengukur kelajuan pergerakan peralatan gim, memberikan *output* pengguna seperti *output* kuasa purata dan puncak. Sistem tersebut sangat terhad penggunaannya, tidak menawarkan panduan pengajaran atau sebarang *output* motivasi dan memerlukan penetapan penggunaan *sensor* yang agak rumit (Atlas Wearables, 2019; Tendo Sports Machines, 2019). Manakala, *Gymwatch* adalah syarikat yang berpangkalan di Jerman yang menawarkan pelbagai *output* dari *sensor* canggih termasuk *accelerometer*, giroskop dan *magnetometer* yang memantau kekuatan dan pergerakan pengguna menggunakan peralatan gim.

Walau bagaimanapun, seperti Tendo dan Atlas Wearables, *Gymwatch* tidak menawarkan medium untuk memotivasi pengguna semasa latihan (Gymwatch, 2019).

Berdasarkan kajian terdahulu (Linoby, Khairi, & Kamaruddin, 2014), penyelidik telah mengenal pasti keperluan penghasilan sistem menggunakan *sensor* pergerakan yang dapat digabungkan bersama alatan senaman dan aplikasi peranti pintar, dapat membantu memberikan maklum balas interaktif serta *output* visual dan audio motivasi, seterusnya menjadi jurulatih senaman maya yang efektif. Secara rumusannya, penyelidik mendapati terdapat keperluan yang jelas untuk mewujudkan jurulatih senaman maya yang berperanan memberi arahan latihan kepada pengguna serta motivasi dalam masa nyata latihan. Oleh yang demikian, dua objektif dirangka dalam kajian ini iaitu:

1. Membina sistem jurulatih senaman maya yang merangkumi pembinaan peranti *sensor* pergerakan yang bekerja bersama aplikasi peranti pintar.
2. Menilai kebolehlaksanaan penggunaan sistem prototaip yang dibangunkan dalam latihan senaman.

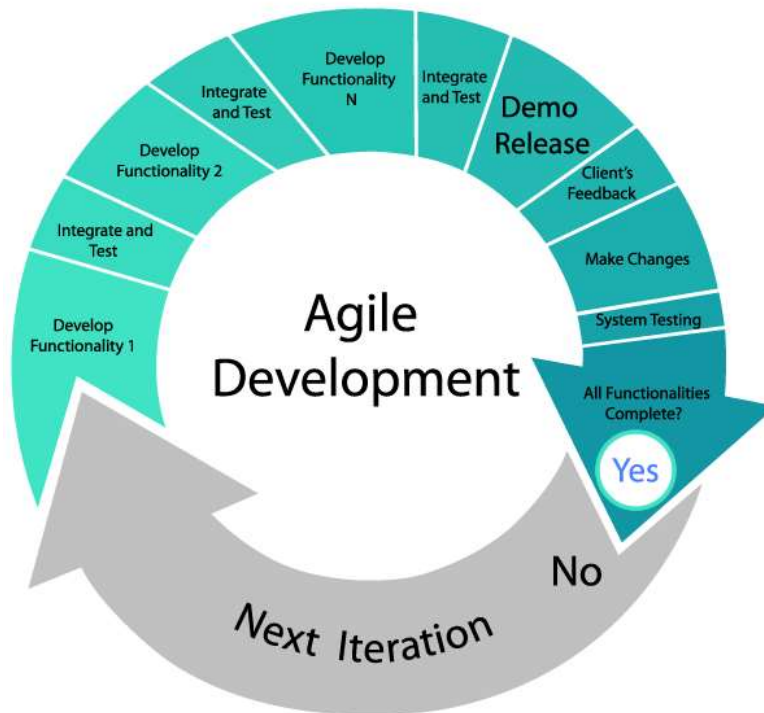
METODOLOGI

Menerusi bahagian ini, penyelidik menyarankan sistem jurulatih latihan maya berasaskan *sensor*, aplikasi telefon pintar dan sistem aliran data dihasilkan. Pada akhir seksyen ini, metodologi prototaip yang dicadangkan turut dijelaskan. Kajian ini melibatkan 2 fasa utama iaitu:

1. Fasa Pembangunan sistem prototaip jurulatih senaman maya.
2. Fasa Penilaian kebolehlaksanaan sistem prototaip jurulatih senaman maya.

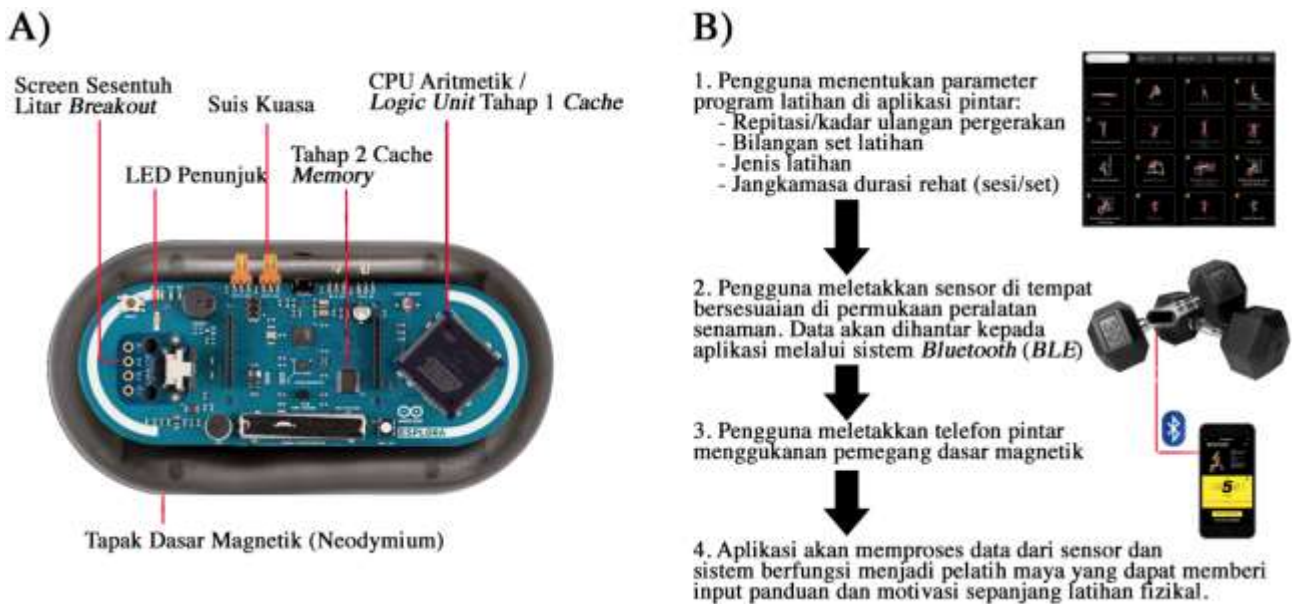
1. FASA PEMBANGUNAN PROTOTAIP: PERANTI SENSOR PERGERAKAN & APLIKASI TELEFON PINTAR

Untuk fasa ini, hasil pembangunan prototaip akan termasuk reka bentuk peranti *sensor*, *output* reka bentuk serta pengesahan produk dan pelan pengesahan. Metodologi *Agile* (Rajah 1) digunakan untuk pembangunan sistem prototaip ini (Brhel, Meth, Maedche, & Werder, 2015). Kaedah pengurusan projek ini telah disokong oleh pengarang lain sebagai lebih produktif berbanding dengan pendekatan tradisional seperti teknik *waterfall* (Balaji & Murugaiyan, 2012). Carta alir di bawah menunjukkan aliran kerja dalam metodologi ini:



Rajah 1: Aliran kerja pengurusan projek Agile
Sumber: Brhel, Meth, Maedche, & Werder (2015)

Sistem ini adalah gabungan *sensor* yang dipadatkan dalam skrin sentuh membolehkan *shell* yang menggunakan kombinasi 3D *acceleration*, giroskop dan *sensor magnetometer* (mengukur dengan tepat halaju timbal balik pada kadar sampel 50 Hz; lihat Rajah 2A). Peranti *sensor* juga direka bentuk untuk dipasang pada badan keluli peralatan sukan senaman. *Sensor* ini akan menghantar isyarat terus ke peranti elektronik mudah alih yang lain (telefon bimbit pengguna) yang kemudiannya dihasilkan oleh pengajaran berpandu, maklum balas interaktif serta *output* visual dan audio motivasi berkenaan dengan pelbagai latihan fizikal yang mungkin dilakukan pengguna. Semua komunikasi antara *shell sensor* dan aplikasi telefon pintar dilakukan menggunakan protokol *Bluetooth* (Rajah 2B).



Rajah 2: A) Papan Litar Peranti Sensor Pergerakan ; B) Turutan Aliran Penggunaan Peranti Sensor Pergerakan & Aplikasi Telefon Pintar

2. FASA PENILAIAN SISTEM PROTOTAIP JURULATIH SENAMAN MAYA

Berikutan pembangunan awal prototaip asas peranti *sensor* pergerakan dan aplikasi telefon pintar ini, satu penilaian berbentuk kuantitatif dilakukan bagi mendapatkan persepsi pengguna dengan menggunakan teknik persampelan bertujuan. Kajian rintis ini berkaitan ketersauran/kebolehlaksanaan sistem prototaip telah dijalankan melibatkan responden seramai 26 peserta, yang naif kepada sebarang sistem latihan fizikal maya. Kajian terdahulu berpendapat sasaran bilangan responden ini adalah mencukupi bagi tujuan kajian rintis (Johanson & Brooks, 2010). Instrumen kajian berbentuk set soal selidik digunakan bagi menilai sistem prototaip jurulatih senaman maya yang dibangunkan. Secara khususnya, set soal selidik yang digunakan dalam kajian ini terbahagi kepada empat bahagian utama yang terdiri daripada 3 item berikut:

A. Bahagian A:

Bahagian ini mengandungi 5 item bagi menilai maklumat peribadi diri dan sejarah latihan bebanan fizikal

B. Bahagian B:

Bahagian ini terdiri dari 15 item yang terbahagi kepada 4 kategori bagi mendapatkan maklumat berkaitan aspek teknikal iaitu:

- Rekaan antara muka aplikasi telefon pintar (audio dan visual)
- Kebolegunaan navigasi aplikasi telefon pintar,
- Ketersauran/kebolehlaksanaan sistem prototaip memberi panduan latihan fizikal
- Kadar mesra pengguna keseluruhan sistem prototaip

C. Bahagian C:

Bahagian ini dikhususkan bagi penilaian subjektif subjek di mana responden diberi peluang untuk mengemukakan cadangan dan terhadap penggunaan sistem prototaip jurulatih senaman maya yang dibangunkan.

ANALISIS DATA

Data yang diperolehi dianalisis dengan menggunakan perisian *GraphPad Software Inc., La Jolla, California, USA versi 7.0b*, bagi mendapatkan statistik deskriptif. Statistik deskriptif digunakan bagi mendapatkan

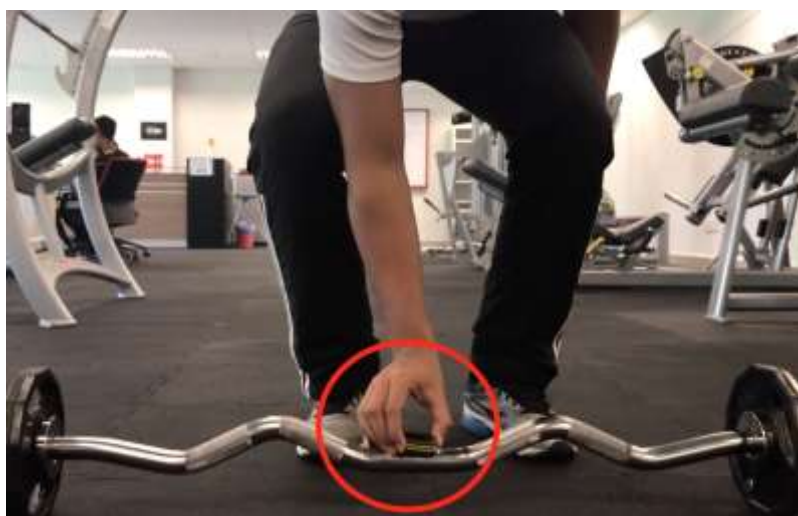
taburan kekerapan, peratusan, min dan sisihan piawai.

DAPATAN KAJIAN

PEMBANGUNAN: PERANTI SENSOR PERGERAKAN & APLIKASI TELEFON PINTAR

Berdasarkan fasa pembangunan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1, analisis keperluan, reka bentuk, pembangunan, penilaian dan pelaksanaan, satu aplikasi telefon pintar yang diguna pakai secara berpasangan bersama *sensor* pergerakan sebagai jurulatih senaman maya telah dibangunkan. Aplikasi telefon pintar ini dibangunkan untuk kegunaan iOS 12 (yang serasi dengan iPhone 5s dan siri terbaharu) (Edwards, 2019). Platform ini menyokong *Bluetooth Low Energy (BLE; versi 4.0)* yang penting untuk projek ini. Projek ini akan dibangunkan menggunakan Xcode IDE Apple, yang direka untuk pembangunan aplikasi untuk peranti Apple. Swift akan digunakan sebagai bahasa pengaturcaraan projek, kerana ia digunakan secara meluas untuk aplikasi iOS (Kaczmarek, Lees, Bennett, & Fisher, 2018). Data pergerakan pengguna dari *sensor* dihantar ke peranti *sensor* pergerakan melalui komunikasi radio BLE. Oleh kerana isyarat perubahan inersia pergerakan dikumpulkan dan dihantar ke aplikasi telefon pintar dalam masa nyata (*real-time*), ia diproses oleh *Central Processing Unit (CPU)* di peranti telefon pintar pengguna. Pembangunan perisian berfungsi dengan mengatur peranti telefon pintar pengguna untuk menerima, melalui BLE, dari peranti *sensor* pergerakan yang mengukur kadar inersia pergerakan pengguna.

Proses menggunakan sistem prototaip ini bermula apabila pengguna meletakkan tapak dasar magnetik (Rajah 2A) peranti *sensor* pergerakan di atas permukaan yang sesuai pada peralatan senaman seperti Rajah 3.



Rajah 3: Meletakkan Peranti Sensor Pada Permukaan Peralatan Senaman

Kemudian, menerusi aplikasi telefon pintar, pengguna akan log masuk ke dalam akaun peribadi. Pengguna akan diminta membuat tetapan maklumat latihan fizikal seperti pemilihan senaman dan parameter senaman (seperti kadar bebanan, ulangan angkatan dan kadar set latihan) bagi satu sesi latihan seperti Rajah 4.



Rajah 4: Pengguna Membuat Tetapan Log Masuk Dan Skrin Maklumat Latihan Fizikal

Secara umumnya, peranti *sensor* pergerakan (yang dilengkapi giroskop dan *sensor magnetometer*) ini akan menghantar maklumat pergerakan timbal balik (*reciprocal movement*) pengguna ketika senaman kepada aplikasi telefon pintar yang kemudian akan memproses maklumat ini dan mengawal paparan skrin termasuk video animasi multimedia dan audio (Rajah 5). Akhirnya, aplikasi di peranti pengguna akan menjadi jurulatih senaman maya yang dapat memberikan *input* mengenai kelajuan angkatan bebanan, cara mengangkat bebanan yang betul secara maklum balas interaktif dan juga *output* visual dan audio yang memberi motivasi kepada pengguna dalam masa nyata (*real-time*). Di akhir setiap set/sesi senaman, pengguna dapat melihat dan mendengar notifikasi durasi rehat yang sesuai bagi setiap latihan senaman. Selain itu, pengguna dapat melihat kadar halaju setiap ulangan angkatan bebanan seperti ditunjukkan di Rajah 5.



Rajah 5: Notifikasi Dari Aplikasi Jurulatih Senaman Maya

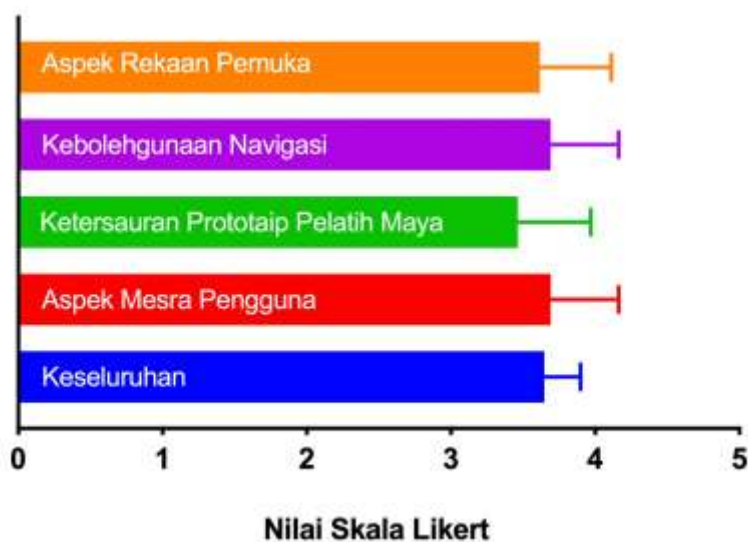
PERSEPSI PENGGUNA TERHADAP APLIKASI

Dapatan kajian diperolehi daripada set soal selidik yang diedarkan kepada seramai 26 responden bertujuan menilai persepsi pengguna terhadap sistem prototaip jurulatih senaman maya dari sudut empat aspek utama iaitu rekaan antara muka aplikasi telefon pintar (audio, video dan visual), kebolegunaan navigasi aplikasi telefon pintar, kebolegunaan sistem prototaip memberi panduan latihan fizikal dan kadar mesra pengguna keseluruhan sistem prototaip. Sampel kajian adalah terdiri daripada 18 lelaki (69.2%) dan 8 perempuan (30.8%). Kesemua responden terdiri dari individu dengan latar belakang pengajian sukan dan tidak pernah menggunakan mana-mana sistem latihan fizikal maya sebelum penyertaan dalam kajian ini. Seramai 2 subjek (1 lelaki dan 1 perempuan) melaporkan purata kekerapan latihan bebanan kurang daripada sekali seminggu, 4 subjek (3 lelaki dan 1 perempuan) melaporkan purata kekerapan latihan bebanan sekali seminggu, 5 subjek (4 lelaki dan 1 perempuan) melaporkan purata kekerapan latihan bebanan hampir setiap minggu dan majoriti (15 subjek; 10 lelaki dan 5 perempuan) melaporkan purata kekerapan latihan senaman bebanan di gimnasium sebanyak 2 atau 3 kali seminggu (Rajah 6).



Rajah 6: Purata Peratusan Kekerapan Latihan Senaman Bebanan Di Gimnasium

Dalam kajian ini, persepsi pelajar terhadap aplikasi yang dibangunkan (Rajah 7) adalah sangat tinggi iaitu dengan min keseluruhan untuk bahagian ini ialah 3.65 dengan sisihan piawai 0.25. Min keseluruhan aspek rekaan antara muka ialah 3.62 dengan sisihan piawai 0.50. Manakala min dari segi kebolegunaan navigasi sebanyak 3.69 dengan sisihan piawai 0.47. Min keseluruhan aspek ketersauran prototaip jurulatih senaman maya pula menunjukkan min sebanyak 3.5 dengan sisihan piawai 0.51. Dapatan ini menunjukkan responden kajian secara keseluruhannya menyatakan aplikasi sistem prototaip jurulatih senaman maya ini berjaya mencapai objektifnya sebagai jurulatih senaman maya yang dapat memberikan bimbingan dan motivasi secara langsung, sesuai dan menarik perhatian pengguna sebagai alat sokongan ketika melakukan latihan senaman di gimnasium.



Rajah 7: Persepsi Responden Terhadap Sistem Prototaip Jurulatih Senaman Maya

Jadual 1: Input & Cadangan Responden Terhadap Sistem Prototaip Jurulatih Senaman Maya

Input & Cadangan
1 Jurulatih maya ini benar-benar membuat saya bersemangat melakukan senaman di gim; cadangan saya fikir lebih baik jika ada alih bahasa ke bahasa Melayu.
2 Dengan penggunaan jurulatih maya ini sesi senaman saya lebih seronok daripada bersenam bersendirian di gim; cadangan saya adalah sertakan sekali <i>earphones</i> supaya audio lebih

jas dan tambahan animasi selain teks di paparan akan membuat arahan jurulatih maya lebih jelas.

- 3 Jurulatih maya ini merupakan alat sokongan yang bagus untuk saya di gim, memberi saya bimbingan dan motivasi secara langsung; saranan supaya aplikasi ini dapat mencadangkan jenis senaman secara automatik mengikut objektif pengguna.
 - 4 Sangat mudah digunakan dan mesra pengguna, syabas kepada penyelidik! Lebih baik jika rekod log senaman dapat dimuat naik secara atas talian.
 - 5 Paparan antara muka yang menarik dan sistem ini saya jangkakan mempunyai nilai komersial yang tinggi; cadangan saya perbanyakkan jenis seleksi senaman dan maklum balas visual.
-

Jadual 1 menunjukkan dapatan bagi bahagian *input* dan cadangan responden terhadap sistem prototaip jurulatih senaman maya yang dibangunkan. Sebanyak 15 responden memberikan maklum balas dan hanya 5 responden sahaja yang memberikan cadangan penambahbaikan. *Input* dan cadangan yang dikemukakan responden dalam Jadual 1 adalah sangat positif terutamanya dari segi penggunaan jurulatih senaman maya membantu latihan senaman responden. Kebanyakan responden berpendapat sistem prototaip jurulatih senaman maya ini memberikan bimbingan dan motivasi secara langsung kepada mereka ketika melakukan sesi senaman. Malah, mereka juga menyokong sistem jurulatih senaman maya ini membuatkan sesi senaman lebih menyeronokkan, mesra pengguna dan memudahkan proses pembelajaran senaman di gymnasium. Skrin paparan antara muka juga dilaporkan sangat menarik dan memudahkan navigasi.

PERBINCANGAN

Berdasarkan dapatan persepsi keseluruhan responden terhadap sistem prototaip jurulatih senaman maya yang dipaparkan, kajian rintis ini jelas menunjukkan kadar kebolegunaan dan penerimaan umum terhadap sistem prototaip jurulatih senaman maya adalah pada kadar yang sangat tinggi. Ini berdasarkan kepada hasil analisis ke atas empat aspek iaitu aspek rekaan antara muka, kebolegunaan navigasi, ketersauran prototaip dan aspek mesra pengguna yang telah dikemukakan kepada responden dalam set soal selidik. Skor mata yang diperolehi untuk setiap aspek utama iaitu min 3.5 dan ke atas menunjukkan bahawa sistem prototaip jurulatih senaman maya ini mendapat sambutan yang baik di kalangan responden. Respons yang sangat positif ini memberikan gambaran kepada penyelidik mengenai kebolehan sistem prototaip ini untuk menjadi alternatif kepada pelatih senaman biasa, yang lazimnya pengguna perlu membayar kos servis yang tinggi. Aplikasi yang dibangunkan ini mempunyai reka bentuk antara muka yang sangat baik seperti mana garis panduan yang dinyatakan dalam kajian oleh Schnall et al. (2016). Secara keseluruhannya, ini menunjukkan impak yang positif hasil penggunaan gabungan teknologi *sensor* dan aplikasi pintar dalam membantu menyelesaikan masalah berkaitan kesihatan dan kecergasan (Case & Martin, 2018).

Selain hasil analisis set soal selidik, peserta turut memberikan *input* dan mencadangkan kaedah untuk memperbaiki sistem prototaip. Antaranya adalah menambah lebih banyak pilihan senaman dalam aplikasi telefon pintar dan memperbaiki paparan visual supaya aplikasi menjadi lebih jelas dan lebih intuitif. Sebagai contoh, pengguna diarah untuk meningkatkan halaju pergerakan mengangkat bebanan seterusnya secara visual sebagai tambahan kepada pemberitahuan audio. Memandangkan pengguna sasaran adalah rakyat Malaysia, pengguna sepatutnya mempunyai pilihan untuk menggunakan maklum balas audio bahasa Melayu sebagai panduan semasa pengulangan latihan. Sebagai contoh, mengarahkan pengguna melakukan teknik senaman yang betul mengikut turutan dalam bahasa ibunda boleh memberi kesan besar kepada pemahaman pengguna terhadap teknik yang betul untuk melaksanakan latihan. Demonstrasi animasi tutorial ringkas berkenaan teknik senaman yang betul sebelum memulakan latihan sebenar juga boleh membantu pengguna yang tidak biasa dengan satu-satu latihan senaman. Selain itu, mesej motivasi untuk memberi dorongan supaya pengguna melakukan latihan sehingga tamat seperti dirancang sebelum senaman serta menambah elemen gamifikasi dalam aplikasi boleh menjadikan sistem ini lebih menarik dan menyeronokkan untuk

digunakan. Tambahkan unsur-unsur gamifikasi seperti mata, ganjaran dan mencabar rakan melalui platform media sosial dijangka meningkatkan nilai pengkomersialan sistem (Agu, Tulu, Chokchaisiripakdee, Sujumngong, & Khachonkitkosol, 2015). Penyelidik juga mengambil maklum cadangan pengguna untuk mengimport beberapa kesan animasi apabila teks sedang dipaparkan.

Penyelidikan ini membuktikan bahawa pendekatan pilihan penyelidik berfungsi sebagai titik permulaan yang mencukupi untuk jurulatih senaman maya yang dibangunkan. Walau bagaimanapun, pembangunan selanjutnya diperlukan untuk membawa sistem ke tahap penilaian dengan pelbagai kumpulan sasaran berbeza meliputi golongan tidak aktif, klinikal dan juga warga emas. Penambahbaikan sistem yang perlu dilakukan adalah seperti berikut:

1. Menambahkan lebih banyak pilihan bahasa asli kepada pengguna sasaran;
2. Meningkatkan grafik dan visualisasi sistem;
3. Menggunakan elemen gamifikasi;
4. Menambah pemilihan senaman dalam permohonan; dan
5. Menambah fungsian untuk memuat naik dan mengambil semula log latihan secara automatik.

RUMUSAN

Sistem prototaip jurulatih senaman maya direka bentuk dengan gabungan peranti *sensor* pergerakan dan aplikasi telefon pintar untuk membantu, membimbing dan memberi motivasi secara langsung kepada pengguna ketika melakukan sesi senaman. Menerusi pengukuran halaju pergerakan, jurulatih senaman maya ini dapat menghasilkan bimbingan maklum balas interaktif serta *output* animasi dan motivasi audio visual secara langsung. Kajian rintis ini mendapati sistem prototaip ini berpotensi sebagai jurulatih maya untuk latihan bebanan di gimnasium. Responden kajian telah menyumbang *input* yang berharga dan telah mengenal pasti beberapa penambahbaikan yang boleh dilakukan kepada sistem prototaip ini. Langkah penyelidikan seterusnya adalah untuk membangunkan, menapis dan melakukan reka bentuk perindustrian ke arah prototaip sedia berfungsi untuk pasaran peranti yang dicadangkan. Sistem ini juga terbukti bermanfaat dalam membantu pengguna aktif melakukan senaman bebanan mereka. Sistem jurulatih senaman maya ini juga dijangkakan bakal memberi manfaat kepada populasi individu yang kurang aktif, serta pesakit yang menjalani latihan rehabilitasi untuk melaksanakan latihan senaman yang lebih berkesan, bermotivasi dan selamat.

PENGHARGAAN

Penyelidikan ini dibiayai oleh Skim Geran Penyelidikan Pembangunan Prototaip (PRGS) (PRGS/1/2018/SKK06/UITM/02/2), Kementerian Pengajian Tinggi, Malaysia. Sekalung penghargaan kepada semua responden dan individu yang terlibat secara langsung dan tidak langsung kepada kajian dan pembangunan sistem prototaip ini.

PRA-SYARAT

1. Pingat Emas - International Invention, Innovation And Design (IIDCNS 2018) (persembahan konsep)
2. Pingat Emas - Breakthrough Invention & Design Exhibition (BiiDE 2018) (persembahan aplikasi telefon pintar)
3. Anugerah Khas dan Pingat Emas - Asia Innovation Show (AIS 2018) (persembahan peranti *sensor*)
4. Pingat Emas - Invention, Innovation & Design Exposition (IIDEX 2018) (persembahan lengkap sistem prototaip)

RUJUKAN

- Agu, E., Tulu, B., Chokchaisiripakdee, A., Sujumnong, N., & Khachonkitkosol, L. (2015). Making exergames appealing: An assessment of commercial exergames. *Handbook of Research on Holistic Perspectives in Gamification for Clinical Practice*. doi:10.4018/978-1-4666-9522-1.ch014
- Atlas Wearables. (2019). Retrieved April 1, 2019, from <https://atlaswearables.com/>
- Balaji, S., & Murugaiyan, S. (2012). Waterfall vs V-model vs Agile : A comparative study on SDLC. *International Journal of Information Technology and Business Management*.
- Brhel, M., Meth, H., Maedche, A., & Werder, K. (2015). Exploring principles of user-centered agile software development: A literature review. *Information and Software Technology*. doi:10.1016/j.infsof.2015.01.004
- Buttussi, F., Chittaro, L., & Nadalutti, D. (2006). Bringing mobile guides and fitness activities together: a solution based on an embodied virtual trainer. In *Human-computer interaction with mobile devices and services ACM*. doi:10.1145/1152215.1152222
- Case, C. W., & Martin, J. P. (2018). Multi-*sensor* monitoring of athletic performance. Google Patents.
- Cho, H., & Sohng, K.-Y. (2014). The effect of a virtual reality exercise program on physical fitness, body composition, and fatigue in hemodialysis patients. *Journal of Physical Therapy Science*. doi:10.1589/jpts.26.1661
- De Sane, J. R. (2002). U.S. Patent No. 6,342,028. Washington, DC, U.S: U.S. Patent and Trademark Office.
- Edwards, A. (2019). Gear Live. Gear Live Media.
- Gymwatch. (2019). Retrieved April 1, 2019, from <https://www.gymwatch.com/en/>
- Johanson, G. A., & Brooks, G. P. (2010). Initial scale development: Sample size for pilot studies. *Educational and Psychological Measurement*. doi:10.1177/0013164409355692
- Kaczmarek, S., Lees, B., Bennett, G., & Fisher, M. (2018). Programming Basics. In *Objective-C for Absolute Beginners* (pp. 15–42). Springer.
- Linoby, A., Khairi, F., & Kamaruddin, F. (2014). Development of Heart Rate Monitor Using Colour-Coding System to Communicate Exercise Intensity. *Proceedings of the International Colloquium on Sports Science, Exercise, Engineering and Technology 2014 (ICoSSEET 2014)*, 421–428.
- Lowe, S., & ÓLaighin, G. (2012). The age of the virtual trainer. In *Procedia Engineering*. doi:10.1016/j.proeng.2012.04.042
- Schnall, R., Rojas, M., Bakken, S., Brown, W., Carballo-Diequez, A., Carry, M., ... Travers, J. (2016). A user-centered model for designing consumer mobile health (mHealth) applications (apps). *Journal of Biomedical Informatics*. doi:10.1016/j.jbi.2016.02.002
- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e840f3
- Tendo Sports Machines. (2019). Retrieved April 1, 2019, from <https://www.tendosport.com/>
- Wilson, M. G., Ellison, G. M., & Cable, N. T. (2016). Basic science behind the cardiovascular benefits of exercise. *British Journal of Sports Medicine*. doi:10.1136/bjsports-2014-306596rep