

Aplikasi Neurogaming untuk Meningkatkan Tumpuan melalui Latihan Berasaskan EEG

JONG KARUNA

LAM MENG CHUN

*Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi,
Selangor Darul Ehsan, Malaysia*

ABSTRAK

FocusFly merupakan sebuah aplikasi neurogaming yang dibangunkan sebagai intervensi berasaskan permainan untuk meningkatkan kawalan tumpuan dalam kalangan pengguna. Permainan ini direka dalam persekitaran 2D berkonsepkan gaya Flappy Bird menggunakan enjin Unity, dan menawarkan dua mod visual berbeza bagi menguji variasi dalam keterlibatan kognitif semasa permainan. Projek ini turut merangkumi satu kajian eksperimen yang menggunakan peranti Emotiv EPOC X EEG bagi menilai kesan permainan terhadap tahap perhatian pengguna. Seramai 20 peserta sihat dibahagikan kepada dua kumpulan: kumpulan eksperimen yang memainkan FocusFly, dan kumpulan kawalan yang menonton video neutral berdurasi sama. Setiap peserta menjalani lima fasa rakaman EEG yang merangkumi keadaan rehat (sebelum dan selepas), ujian Flanker (pra dan pasca), serta intervensi. Data EEG dianalisis berdasarkan nisbah theta kepada beta bagi enam saluran prefrontal (AF3, AF4, F3, F4, FC5, FC6), dengan nilai nisbah yang lebih rendah ditafsirkan sebagai peningkatan keupayaan tumpuan. Selain itu, prestasi peserta dalam ujian Flanker digunakan sebagai ukuran tingkah laku tambahan untuk menyokong dapatan EEG. Walau bagaimanapun, disebabkan kekangan perisian EmotivPRO Lite, hanya lima set data EEG penuh berjaya dirakam dan dianalisis. Hasil kajian ini dijangka menunjukkan bahawa kumpulan eksperimen yang memainkan FocusFly akan mengalami peningkatan yang lebih ketara dari segi tahap perhatian berbanding kumpulan kawalan, berdasarkan kedua-dua metrik EEG dan prestasi Flanker. Analisis perbandingan antara kumpulan dijalankan untuk menilai keberkesanan FocusFly sebagai alat bantu latihan tumpuan. Secara keseluruhan, FocusFly berpotensi untuk diterapkan dalam konteks pendidikan, kesihatan mental, dan latihan profesional, serta sebagai asas bagi intervensi digital yang bersifat kos efektif dan mudah diakses.

ABSTRACT

FocusFly is a neurogaming application developed as a game-based intervention to enhance users' attentional control. The game is designed in a 2D environment inspired by the Flappy Bird concept using the Unity engine and offers two different visual modes to explore variations in cognitive engagement during gameplay. This project includes an experimental study utilizing the Emotiv EPOC X EEG device to evaluate the game's impact on users' attention levels. A total of 20 healthy participants were divided into two groups: the experimental group played FocusFly, while the control group watched a neutral video of the same duration. Each participant underwent five EEG recording phases: resting-state (pre and post), Flanker Task (pre and post), and intervention. EEG data were analyzed using the theta-to-beta ratio across six prefrontal channels (AF3, AF4, F3, F4, FC5, FC6), where a lower ratio indicates improved attentional capacity. In addition, participants' performance in the Flanker Task served as a behavioral measure to support the EEG findings. However, due to the limitations of EmotivPRO Lite, only five complete EEG datasets were successfully recorded and analyzed. The expected outcome of this study is that the experimental group will show greater improvements in attention compared to the control group, based on both EEG indicators and Flanker Task performance. A comparative analysis was conducted to evaluate the effectiveness of FocusFly as a cognitive training tool. Overall, FocusFly demonstrates potential for application in educational, mental health, and professional training contexts, serving as a cost-effective and accessible foundation for digital interventions.

1 PENGENALAN

Pada era teknologi digital masa kini, permainan video bukan sahaja berfungsi sebagai hiburan, tetapi turut berkembang sebagai medium untuk penyelidikan kognitif dan latihan mental. Perkembangan dalam bidang neurosains telah melahirkan konsep neurogaming, iaitu gabungan permainan digital dengan teknologi neurosains untuk mengukur, menilai, dan merangsang keupayaan kognitif pengguna. Melalui pendekatan ini, data otak seperti gelombang elektroensefalografi (EEG) boleh digunakan untuk menilai tahap fokus, perhatian, dan tindak balas kognitif seseorang.

Masalah kekurangan tumpuan dan kawalan perhatian semakin ketara dalam kalangan masyarakat moden, terutamanya pelajar dan golongan pekerja. Keadaan ini sering dikaitkan dengan pendedahan berlebihan kepada gangguan digital serta tahap stres yang tinggi. Walau bagaimanapun, kaedah tradisional untuk meningkatkan perhatian biasanya berbentuk latihan kognitif manual atau intervensi klinikal yang terhad aksesnya. Oleh itu, wujud keperluan untuk membangunkan alat latihan fokus yang bersifat digital, interaktif, kos efektif, dan boleh diakses oleh masyarakat umum.

Sebagai respon kepada cabaran ini, projek FocusFly telah dibangunkan. FocusFly merupakan sebuah aplikasi permainan gaya Flappy Bird yang direka untuk melatih kawalan fokus melalui mekanik permainan berasaskan cabaran berterusan. Permainan ini disokong dengan penilaian saintifik menggunakan peranti Emotiv EPOC X EEG, di mana nisbah gelombang theta/beta dijadikan indikator tahap perhatian. Selain itu, tugas Flanker Task turut digunakan untuk mengukur prestasi tingkah laku pengguna sebelum dan selepas intervensi permainan.

Dengan gabungan pendekatan permainan dan analisis EEG, FocusFly berfungsi bukan sahaja sebagai hiburan digital, tetapi juga sebagai intervensi berasaskan sains untuk meningkatkan fokus mental. Projek ini dijangka memberi sumbangan kepada bidang pendidikan, kesihatan mental, serta pembangunan aplikasi kognitif di Malaysia.

2 KAJIAN LITELATUR

Kajian literatur ini memberi tumpuan kepada bidang neurogaming, EEG (Electroencephalogram) dan latihan kognitif berasaskan permainan digital. Neurogaming merujuk kepada penggunaan permainan video yang berinteraksi dengan isyarat otak untuk tujuan hiburan, pendidikan atau terapi. Melalui integrasi teknologi EEG, permainan bukan sahaja berfungsi sebagai hiburan, tetapi turut digunakan sebagai alat untuk meningkatkan fungsi kognitif seperti fokus, memori, dan kawalan perhatian.

Beberapa kajian lepas menunjukkan bahawa penggunaan EEG dalam latihan kognitif mampu memberikan maklum balas masa nyata terhadap aktiviti otak, sekali gus membolehkan pengguna memahami tahap tumpuan mereka dengan lebih baik. Salah satu metrik yang sering digunakan dalam kajian berkaitan perhatian ialah nisbah gelombang theta/beta, di mana penurunan nisbah tersebut biasanya dikaitkan dengan peningkatan tahap fokus dan pengawalan diri.

Selain itu, penggunaan permainan digital sebagai medium latihan kognitif semakin mendapat perhatian kerana ia menawarkan persekitaran yang menyeronokkan, interaktif dan mudah diakses. Kajian oleh penyelidik terdahulu mendapati bahawa permainan berasaskan neurofeedback dapat membantu meningkatkan prestasi pelajar, memperbaiki keupayaan menyelesaikan masalah, serta memberi kesan positif terhadap keupayaan mengekalkan perhatian dalam tempoh masa yang lebih panjang.

Berdasarkan sorotan kajian ini, jelas bahawa integrasi permainan digital dengan EEG berpotensi besar untuk dimanfaatkan dalam meningkatkan tahap tumpuan. Justeru, pembangunan aplikasi FocusFly adalah selari dengan arah aliran semasa dalam bidang neurogaming, iaitu menggunakan mekanisme permainan ringkas untuk menyokong latihan fokus dan perhatian pengguna.

3 METHODOLOGI

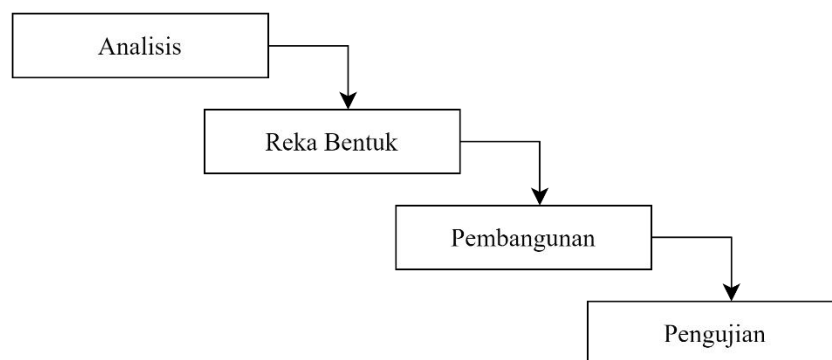
Metodologi projek ini melibatkan proses reka bentuk, pembangunan, dan pengujian aplikasi neurogaming yang dinamakan FocusFly. Aplikasi ini dibangunkan menggunakan enjin permainan Unity dengan bahasa pengaturcaraan C#, dan direka bentuk berdasarkan konsep permainan kasual ala *Flappy Bird*. Walau bagaimanapun, permainan ini mempunyai ciri khas iaitu elemen gangguan visual yang berfungsi sebagai cabaran tambahan untuk menguji tahap tumpuan pengguna.

Dalam pembangunan sistem, kerangka metodologi yang digunakan merangkumi beberapa peringkat utama. Pertama, proses keperluan sistem dikenal pasti melalui analisis keperluan pengguna, iaitu permainan yang ringkas tetapi berupaya mengukur kawalan perhatian. Seterusnya, fasa reka bentuk dilakukan dengan menghasilkan rajah seni bina aplikasi, carta alir, serta antara muka pengguna (UI) yang mudah dan mesra pengguna.

Fasa pembangunan dilaksanakan dalam Unity, di mana modul-modul utama seperti mekanik pergerakan pemain, penghasilan halangan secara rawak, serta pengiraan skor dibangunkan secara berasingan sebelum digabungkan dalam permainan penuh. Elemen tambahan seperti mod permainan berbeza (gangguan warna dan bentuk) turut dibangunkan untuk melihat perbezaan tahap fokus pemain dalam situasi yang berbeza.

Bagi fasa pengujian, aplikasi ini dinilai melalui dua kaedah. Pertama ialah ujian kebolehgunaan yang melibatkan pengguna sasaran untuk menilai kefahaman, kemudahan penggunaan, dan pengalaman interaksi dengan permainan. Kedua ialah ujian keberkesanan, di mana prestasi pengguna dibandingkan sebelum dan selepas intervensi menggunakan Ujian Flanker dan rakaman EEG. Data EEG dianalisis menggunakan nisbah theta/beta untuk menentukan sama ada terdapat peningkatan tahap perhatian selepas interaksi dengan permainan.

Metodologi ini dipilih kerana ia memberi tumpuan bukan sahaja kepada pembangunan teknikal aplikasi, tetapi juga kepada penilaian keberkesanan dari aspek psikologi kognitif, selaras dengan objektif projek untuk menghasilkan aplikasi neurogaming yang mampu merangsang tumpuan pengguna.



Jadual 3.1 Metodologi Air Terjun (*Waterfall model*)

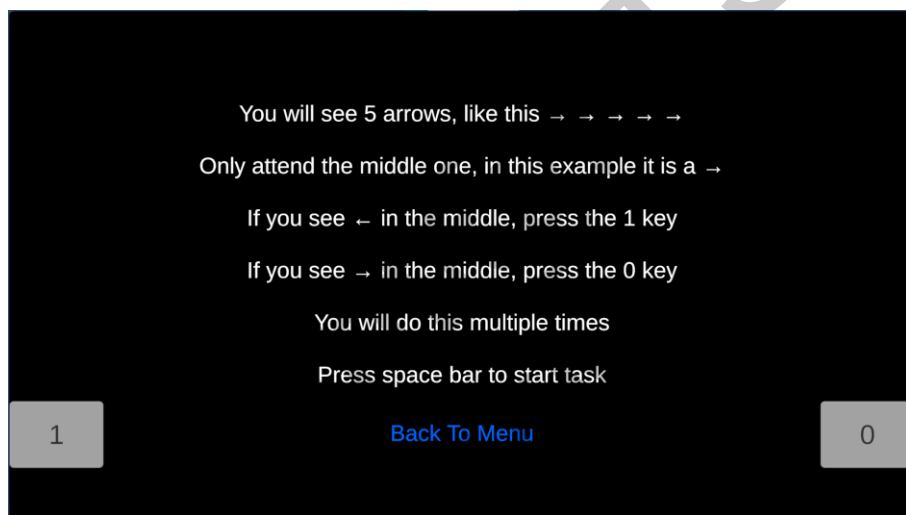
4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Antara muka pengguna (UI) dalam permainan FocusFly direka bentuk dengan gaya visual yang ringkas dan bertemakan piksel, bertujuan untuk menyerlahkan elemen retro sambil mengekalkan kejelasan dan kebergunaan. UI memainkan peranan penting dalam membimbing pemain dari satu fasa permainan ke fasa yang lain, termasuklah navigasi menu utama, paparan peraturan, tugas Flanker Task, serta paparan ringkasan dan skor permainan. Reka bentuk UI ini dioptimumkan untuk kedua-dua peranti mudah alih dan komputer. Setiap antara muka dibangun dengan elemen visual minimalis yang menekankan tipografi besar, warna kontras tinggi, dan butang bersaiz besar yang sesuai untuk interaksi sentuhan atau papan kekunci. Selain itu, kedudukan elemen-elemen seperti skor, maklumat prestasi dan arahan pengguna juga dirancang secara sistematik bagi memudahkan pemahaman serta memastikan aliran permainan berjalan lancar. Bahagian-bahagian berikut akan menghuraikan secara terperinci setiap antara muka pengguna yang terlibat dalam permainan FocusFly berdasarkan paparan visual dan fungsinya dalam sistem. Rajah 4.11 menunjukkan menu utama aplikasi FocusFly yang mengandungi tiga butang iaitu Flanker, Fly dan Quit. Pengguna boleh memilih untuk memulakan ujian Flanker Task, terus bermain permainan utama, atau keluar daripada aplikasi. Reka bentuk latar belakang menggunakan gaya piksel awan bagi mengekalkan tema retro permainan.

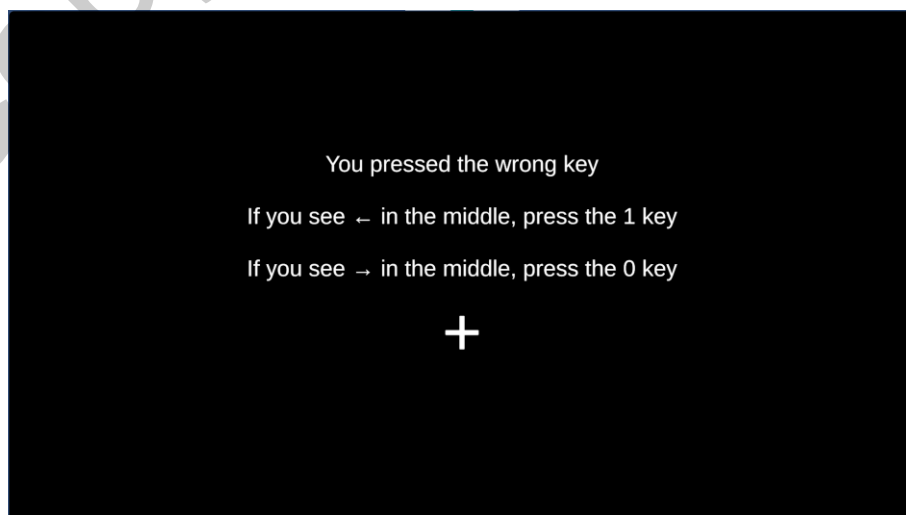


Rajah 4.1 Antara Muka Menu Utama

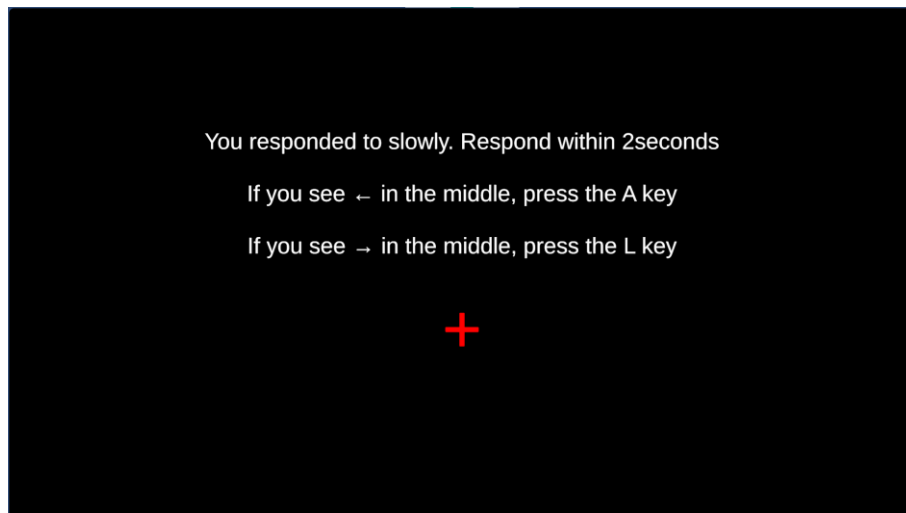
Rajah 4.12 sehingga 4.14 menunjukkan antara muka panduan dan amaran dalam modul Flanker Task sebelum ujian bermula. Paparan ini menerangkan kepada pemain cara menjawab dengan betul berdasarkan simbol tengah dalam barisan simbol, contohnya jika simbol tengah ialah ←, pemain perlu menekan kekunci '1', dan jika simbol →, tekan '0'. Ini membantu memastikan pemain faham arahan sebelum memulakan ujian. Selain itu, dua amaran turut dipaparkan semasa ujian dijalankan. Jika pemain menekan kekunci yang salah, satu mesej akan muncul untuk memberitahu kesalahan dan mengulangi panduan menjawab. Jika pemain lambat memberi respons melebihi 2 saat, mesej amaran lain akan dipaparkan bagi mengingatkan mereka supaya bertindak lebih cepat. Paparan ini memastikan pemain kekal fokus dan mengikuti peraturan sepanjang ujian.



Rajah 4.2 Antara Muka Panel Peraturan Ujian *Flanker*

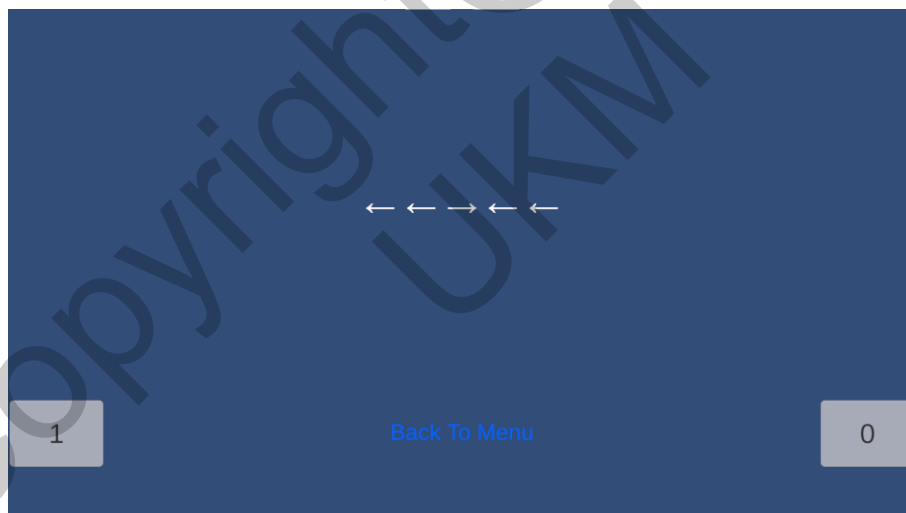


Rajah 4.3 Antara Muka Panel Amaran Salah Menjawab Soalan *Flanker Task*



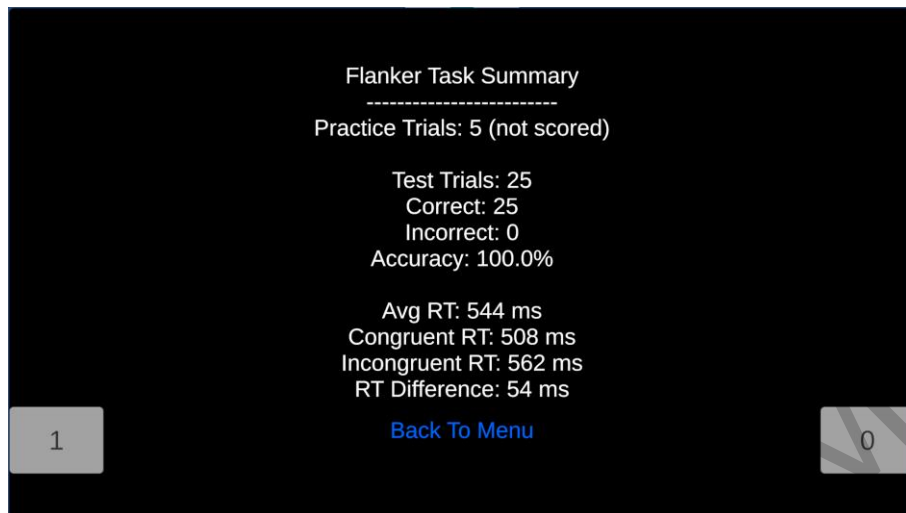
Rajah 4.4 Antara Muka Panel Amaran Had Masa Menjawab Soalan *Flanker Task*

Rajah 4.5 menunjukkan antara muka semasa pemain menjalani ujian *Flanker Task*. Rentetan lima huruf seperti “HHKHH” akan dipaparkan di tengah skrin, dan pemain perlu menjawab berdasarkan huruf tengah menggunakan butang ‘0’ atau ‘1’. Reka bentuk adalah minimalis dengan latar belakang putih untuk memastikan fokus penuh pada tugas.



Rajah 4.5 Antara Muka Soalan Ujian *Flanker*

Rajah 4.6 memaparkan ringkasan keputusan selepas semua soalan *Flanker Task* selesai dijawab. Antara muka ini menunjukkan jumlah soalan betul dan salah, purata masa tindak balas, perbezaan masa antara soalan congruent dan incongruent, serta kadar ketepatan. Satu butang “Back to Menu” turut disediakan untuk kembali ke halaman utama.

Rajah 4.6 Antara Muka Ringkasan Ujian *Flanker*

Rajah 4.7 menunjukkan antara muka permainan sebelum permainan FocusFly dimulakan. Skor dipaparkan di atas, bersama butang “Play” di bahagian tengah untuk memulakan permainan. Latar belakang kekal dengan tema langit biru dan awan, manakala elemen pemain dan halangan masih belum aktif.



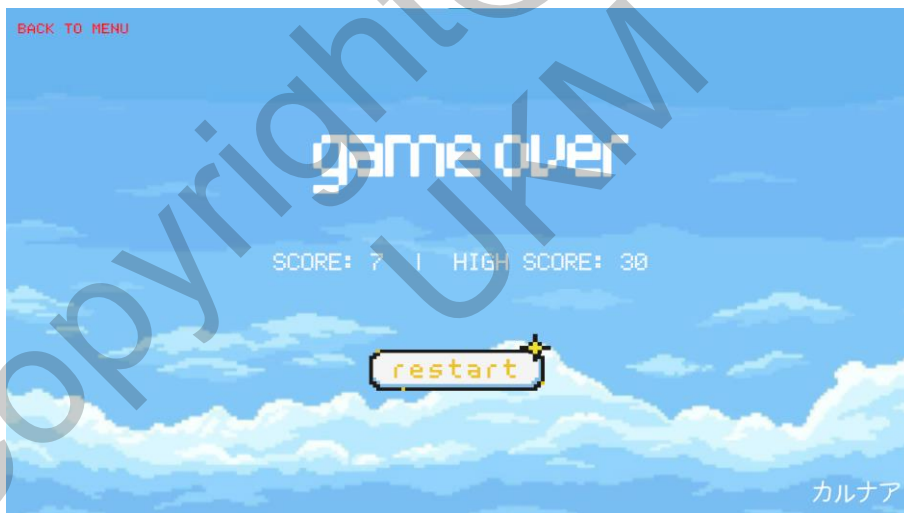
Rajah 4.7 Antara Muka Permainan FocusFly (Pra-Permulaan)

Rajah 4.8 menunjukkan paparan semasa permainan FocusFly sedang berlangsung. Pemain perlu mengelak halangan sambil mengekalkan posisi dalam lorong yang selamat. Skor akan meningkat setiap kali pemain melepasi satu set halangan. Antara muka ini turut memaparkan gangguan visual seperti pemain palsu dan panel hitam yang muncul secara rawak.



Rajah 4.8 Antara Muka Semasa Permainan FocusFly

Rajah 4.9 memaparkan halaman Game Over yang muncul apabila pemain gagal. Ia menunjukkan skor semasa, skor tertinggi, dan menyediakan pilihan untuk memulakan semula permainan atau kembali ke menu utama. Antara muka ini juga memaparkan ringkasan prestasi dalam bentuk teks yang ringkas dan jelas.

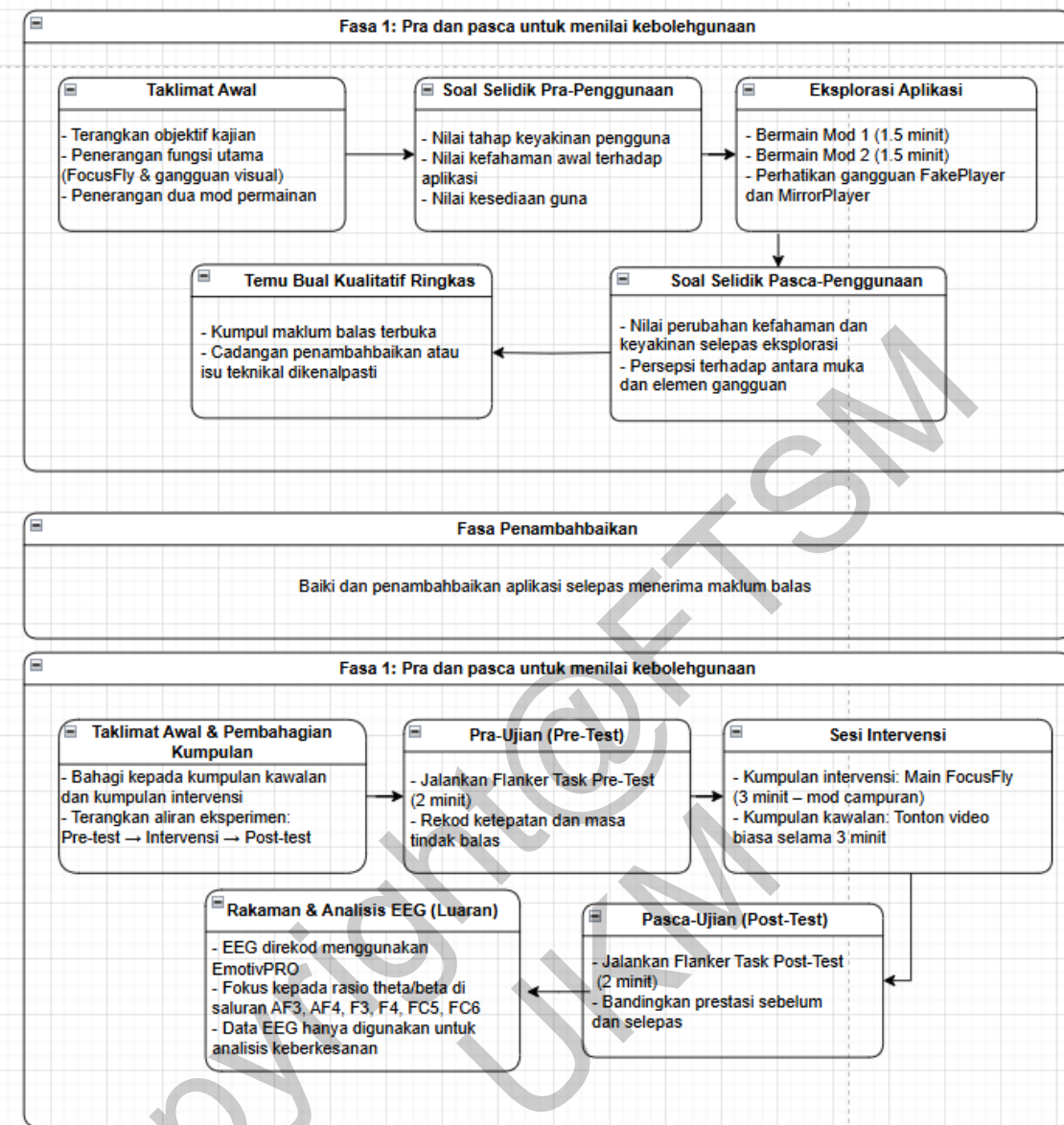
Rajah 4.9 Antara Muka *Game Over* dan Ringkasan Skor

4.1 Pengujian Kebolegunaan

Pengujian kebolegunaan telah dijalankan untuk menilai sejauh mana aplikasi FocusFly memenuhi keperluan pengguna dari aspek kemudahan penggunaan, kefahaman terhadap fungsi, serta pengalaman interaksi dalam konteks permainan latihan kognitif. Ujian ini penting untuk memastikan antara muka, reka bentuk visual, dan kawalan dalam permainan dapat difahami dengan mudah oleh pengguna sasaran, yang terdiri daripada orang awam tanpa latar belakang teknikal atau klinikal.

Ujian ini dijalankan menggunakan pendekatan eksplorasi sendiri bersama soal selidik pra dan pasca penggunaan. Peserta diberikan taklimat awal mengenai objektif kajian, cara penggunaan aplikasi, serta perbezaan antara dua mod visual iaitu Mod 1 (grafik sama, warna berbeza) dan Mod 2 (warna sama, grafik berbeza). Peserta kemudian dibenarkan bermain secara bebas dalam tempoh yang ditetapkan dan memberikan maklum balas melalui soal selidik dan temu bual selepas sesi tamat.

Maklum balas yang dikumpulkan daripada pengujian ini digunakan untuk mengenal pasti aspek-aspek yang boleh diperbaiki dalam reka bentuk antaramuka, susun atur kawalan, persepsi terhadap gangguan visual, serta kefahaman pengguna terhadap matlamat permainan. Walaupun bilangan peserta adalah terhad, pendekatan ini membolehkan pembangun mengenal pasti isu kebolegunaan yang signifikan sebelum aplikasi digunakan dalam ujian eksperimen sebenar.



Rajah 4.10 Ringkasan aliran proses pengujian kebolehgunaan aplikasi FocusFly

4.2 Peserta

Pengujian kebolehgunaan aplikasi FocusFly melibatkan seramai 10 orang peserta yang terdiri daripada pelajar universiti berumur antara 20 hingga 25 tahun. Semua peserta direkrut secara sukarela dan diberikan taklimat ringkas berkenaan objektif kajian serta prosedur pengujian sebelum dimulakan. Setiap peserta perlu menjalani dua sesi pengujian utama iaitu pengujian kebolehgunaan aplikasi dan pengujian keberkesanan intervensi. Dalam ujian kebolehgunaan, peserta diminta meneroka antara muka aplikasi, mencuba kedua-dua mod visual (Mod 1 dan Mod 2), serta menjawab soal selidik pra dan pasca penggunaan.

Bagi pengujian intervensi, peserta dibahagikan kepada dua kumpulan: kumpulan kawalan (menonton video biasa) dan kumpulan intervensi (bermain FocusFly). Pembahagian kumpulan dilakukan secara rawak. Kedua-dua kumpulan akan menjalani Flanker Task sebelum dan

selepas intervensi bagi tujuan perbandingan prestasi. Semua peserta tidak mempunyai latar belakang atau pengalaman dalam penggunaan aplikasi neurogaming, justeru memberikan gambaran realistik tentang keberkesanan dan kebolegunaan sistem dalam kalangan pengguna umum.

4.3 Instrumen

Dalam proses pengujian, beberapa instrumen digunakan untuk menilai kebolegunaan dan keberkesanan aplikasi FocusFly. Soal selidik pra dan pasca digunakan bagi mengukur tahap kefahaman, keyakinan, dan penerimaan pengguna terhadap aplikasi melalui skala Likert 1 hingga 5. Selain itu, borang pemerhatian turut dilengkapkan bagi mencatat reaksi spontan peserta, cabaran yang dihadapi, serta interaksi mereka dengan antaramuka permainan. Ujian Flanker pula dilaksanakan sebelum dan selepas intervensi untuk menilai tahap tumpuan serta kawalan perhatian peserta. Di samping itu, rekod skor permainan yang disimpan secara automatik oleh FocusFly dianalisis untuk menilai prestasi pengguna dalam permainan. Bagi melengkapkan data kuantitatif, temu bual tidak formal turut dijalankan selepas pengujian bagi mendapatkan pandangan serta maklum balas tambahan daripada peserta.

4.5 Prosedur

Prosedur pengujian aplikasi FocusFly dirancang secara sistematik bagi menilai aspek kebolegunaan dan keberkesanan aplikasi dalam konteks peningkatan kawalan perhatian. Proses ini dibahagikan kepada tiga fasa utama, iaitu Fasa 1: Pengenalan dan Eksplorasi, Fasa 2: Penambahbaikan Aplikasi, dan Fasa 3: Ujian Eksperimen. Setiap fasa dijalankan mengikut turutan logik yang membolehkan pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif secara menyeluruh.

Fasa pertama dimulakan dengan taklimat awal kepada peserta berkenaan objektif kajian, tatacara pengujian, dan pengenalan ringkas kepada antara muka serta mod permainan FocusFly. Seterusnya, peserta diminta mengisi soal selidik pra-penggunaan yang bertujuan menilai persepsi awal terhadap kefungsiian aplikasi. Peserta kemudiannya diberi peluang untuk meneroka kedua-dua mod visual iaitu Mod 1 (grafik sama, warna berbeza) dan Mod 2 (warna sama, grafik berbeza), serta memberi maklum balas secara spontan semasa sesi eksplorasi. Selepas selesai sesi percubaan, peserta dikehendaki menjawab soal selidik pasca penggunaan bagi menilai perubahan kefahaman dan pengalaman pengguna.

Fasa kedua dilaksanakan oleh penyelidik tanpa penglibatan langsung peserta. Dalam fasa ini, maklum balas yang diperoleh daripada soal selidik dan borang pemerhatian dianalisis untuk mengenal pasti kelemahan antara muka atau fungsi yang mengelirukan. Sebarang penambahbaikan kecil dari segi paparan visual, kejelasan maklumat, atau responsif kawalan dalam aplikasi dilakukan sebelum ujian eksperimen dijalankan.

Fasa ketiga melibatkan ujian eksperimen untuk menilai keberkesanan FocusFly sebagai satu bentuk intervensi kognitif. Dalam fasa ini, peserta dibahagikan kepada dua kumpulan secara

rawak, iaitu kumpulan intervensi dan kumpulan kawalan. Kumpulan intervensi akan bermain FocusFly selama tiga minit manakala kumpulan kawalan akan menonton video biasa dalam tempoh yang sama. Sebelum dan selepas sesi intervensi, semua peserta akan menjalani Flanker Task untuk menilai prestasi kawalan perhatian dari segi ketepatan dan masa tindak balas. Dalam masa yang sama, rakaman EEG juga dilakukan secara luaran menggunakan perisian EmotivPRO untuk menganalisis perubahan rasio theta/beta pada enam saluran utama iaitu AF3, AF4, F3, F4, FC5 dan FC6.

Keseluruhan prosedur pengujian direka untuk memastikan data yang diperoleh adalah sah, boleh diulang, dan mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap kebolegunaan serta potensi aplikasi FocusFly sebagai alat latihan kognitif berasaskan permainan.

4.6 Persekitaran Pengujian

Pengujian aplikasi FocusFly dijalankan dalam persekitaran terkawal yang direka untuk memastikan keselesaan peserta serta ketepatan pengumpulan data. Semua sesi pengujian berlangsung di MyXLab, tertutup dan bebas daripada gangguan luar. Pemilihan lokasi ini adalah penting untuk mengurangkan sebarang faktor persekitaran yang boleh mempengaruhi tumpuan peserta semasa menjalani ujian.

Setiap peserta menjalani sesi pengujian secara individu menggunakan komputer riba dilengkapi dengan sistem operasi Windows dan perisian Unity Player bagi menyokong jalannya aplikasi FocusFly. Skrin bersaiz 15 inci digunakan bagi memastikan paparan visual aplikasi dapat dilihat dengan jelas. Selain itu, tetikus dan papan kekunci digunakan sebagai input utama untuk mengawal pergerakan dalam permainan dan menjawab Flanker Task.

Semasa ujian Flanker Task dijalankan, suasana bilik dijaga agar sunyi dan konsisten supaya peserta dapat memberi tumpuan penuh. Bagi peserta dalam kumpulan intervensi, sesi permainan FocusFly juga dijalankan dalam keadaan yang sama, manakala peserta kumpulan kawalan menonton video biasa dengan menggunakan fon kepala untuk memastikan tumpuan mereka tidak terganggu oleh bunyi luar.

Untuk pengumpulan data EEG, peralatan Emotiv EPOC X digunakan dan disambungkan kepada perisian EmotivPRO di komputer penyelidik. Rakaman EEG dilakukan hanya semasa sesi ujian Flanker dan semasa intervensi (bermain atau menonton video), dan peserta diminta duduk diam tanpa banyak pergerakan kepala bagi mengelakkan gangguan pada isyarat gelombang otak yang direkodkan.

Semua sesi dijalankan mengikut jadual yang telah ditetapkan, dan hanya satu peserta berada dalam bilik pengujian pada satu-satu masa untuk menjamin kerahsiaan serta mengelakkan pengaruh antara peserta. Keadaan pencahayaan dan suhu bilik juga dikekalkan pada tahap selesai sepanjang tempoh pengujian.

4.7 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam kajian ini merangkumi kaedah kuantitatif dan kualitatif yang dirancang bagi mendapatkan maklumat menyeluruh berkaitan kebolegunaan dan keberkesanan aplikasi FocusFly. Data dikumpulkan secara berperingkat berdasarkan tiga fasa pengujian yang telah ditetapkan, iaitu eksplorasi aplikasi, sesi intervensi, dan ujian keberkesanan. Bagi data kuantitatif, soal selidik pra dan pasca penggunaan digunakan untuk menilai perubahan persepsi pengguna terhadap aplikasi. Soal selidik ini mengandungi item yang diukur menggunakan skala Likert lima mata, merangkumi aspek kefahaman, keyakinan, dan kesediaan menggunakan aplikasi. Data daripada soal selidik ini direkod secara manual dan dipindahkan ke dalam helaian elektronik untuk dianalisis.

Selain itu, keputusan daripada Flanker Task direkodkan secara automatik oleh sistem dalam bentuk ketepatan (bilangan jawapan betul dan salah) serta masa tindak balas bagi setiap soalan. Data ini dikumpul bagi setiap peserta sebelum dan selepas intervensi untuk membolehkan perbandingan prestasi dilakukan. Skor akhir permainan FocusFly pula direkod secara dalaman oleh aplikasi itu sendiri, di mana setiap sesi permainan menyimpan skor yang dicapai oleh peserta. Skor ini membolehkan penyelidik menilai prestasi peserta dalam menghadapi gangguan visual serta mengenal pasti sebarang corak atau perbezaan antara Mod 1 dan Mod 2.

Bagi data kualitatif, borang pemerhatian digunakan oleh penyelidik semasa sesi eksplorasi aplikasi. Pemerhatian ini merangkumi reaksi peserta semasa mengendalikan antara muka, kesukaran yang dialami, dan sebarang komen spontan yang diluahkan. Data ini penting untuk melengkapkan maklumat daripada soal selidik, khususnya dalam mengenal pasti aspek pengalaman pengguna yang tidak dapat diukur secara angka. Selain itu, temu bual secara tidak formal turut dijalankan sejurus selepas sesi pengujian. Maklum balas lisan daripada peserta direkod dalam bentuk nota ringkas oleh penyelidik, dan digunakan untuk mengenal pasti cadangan penambahbaikan atau isu kebolegunaan yang belum ditangkap oleh instrumen lain.

Kesemua data yang diperoleh dikumpulkan secara sistematik dan disusun mengikut kategori sebelum dianalisis dalam bab seterusnya. Gabungan data kuantitatif dan kualitatif ini membolehkan satu penilaian menyeluruh dibuat terhadap aplikasi FocusFly dari aspek fungsi, pengalaman pengguna, serta keberkesanan sebagai alat latihan kognitif.

Selain itu, pengumpulan data turut merangkumi elemen daripada fasa ujian eksperimen. Dalam fasa ini, setiap peserta menjalani Flanker Task sebelum dan selepas intervensi (sama ada bermain FocusFly atau menonton video), dan data prestasi seperti masa tindak balas dan ketepatan jawapan direkodkan secara automatik. Maklumat ini digunakan untuk menilai perubahan kawalan perhatian sebelum dan selepas sesi intervensi. Walaupun analisis keberkesanan tidak dibincangkan secara terperinci dalam bab ini, data eksperimen tersebut telah dikumpul dan akan diuraikan dalam bab seterusnya. Tambahan pula, rakaman EEG dijalankan menggunakan perisian EmotivPRO untuk mendapatkan rasio theta/beta sebagai sokongan terhadap penilaian tumpuan peserta.

4.8 Teknik Analisis Data

Analisis data dalam kajian ini melibatkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif bagi menilai kebolegunaan serta keberkesanan aplikasi FocusFly sebagai alat latihan kognitif. Data yang dikumpul dianalisis menggunakan kaedah statistik deskriptif dan analisis tematik, bergantung pada jenis data yang diperoleh. Bagi data kuantitatif daripada soal selidik pra dan pasca penggunaan, setiap item yang menggunakan skala Likert lima mata dianalisis untuk mengenal pasti perubahan persepsi peserta sebelum dan selepas eksplorasi aplikasi. Purata skor bagi setiap soalan dikira dan dibandingkan untuk melihat peningkatan atau penurunan dalam kefahaman, keyakinan, dan kesediaan menggunakan aplikasi. Analisis ini dijalankan menggunakan perisian Microsoft Excel bagi menghasilkan carta dan jadual perbandingan yang mudah difahami.

Data daripada Flanker Task pula dianalisis berdasarkan dua metrik utama: ketepatan (jumlah jawapan betul dan salah) dan masa tindak balas. Setiap peserta mempunyai skor pra dan pasca ujian, dan perbandingan dilakukan untuk mengenal pasti sebarang peningkatan prestasi selepas intervensi. Analisis ini membantu menilai kesan aplikasi FocusFly dalam meningkatkan fokus dan kawalan perhatian. Data dari kedua-dua kumpulan (intervensi dan kawalan) dibandingkan bagi menyokong dapatan eksperimen. Selain itu, skor permainan yang direkodkan secara automatik dalam aplikasi digunakan untuk menganalisis pola prestasi dalam kedua-dua mod visual. Skor daripada Mod 1 dan Mod 2 dibandingkan untuk menilai sama ada terdapat perbezaan tahap kesukaran atau gangguan kognitif berdasarkan rekaan visual yang berbeza.

Bagi data kualitatif, analisis dilakukan terhadap borang pemerhatian dan temu bual tidak formal yang dikumpulkan semasa sesi pengujian. Pemerhatian yang melibatkan tingkah laku pengguna, masalah antara muka, dan reaksi spontan dikategorikan mengikut tema yang berulang. Ini membantu mengenal pasti aspek antaramuka yang perlu ditambah baik. Maklum balas daripada temu bual pula dianalisis secara tematik untuk mendapatkan gambaran menyeluruh tentang pengalaman pengguna dari sudut pandang mereka sendiri.

Akhir sekali, data EEG yang direkod menggunakan perisian EmotivPRO dianalisis secara deskriptif berdasarkan purata rasio theta/beta yang diperoleh dari enam saluran utama (AF3, AF4, F3, F4, FC5, FC6). Data ini digunakan sebagai bukti sokongan untuk menilai keberkesanan intervensi FocusFly dalam merangsang perhatian. Walaupun analisis EEG tidak dijalankan secara statistik kompleks dalam kajian ini, ia tetap memberi panduan berguna terhadap kesan kognitif yang mungkin berlaku hasil daripada penggunaan aplikasi.

4.9 Hasil dan Dapatan Pengujian

Bahagian ini membentangkan hasil pengujian dan analisis data yang diperoleh daripada pelaksanaan eksperimen terhadap aplikasi FocusFly. Analisis melibatkan empat komponen utama iaitu data EEG (berbentuk dashboard garis masa dan purata nisbah theta/beta), maklum

balas pengguna melalui soal selidik kebolegunaan, serta perbandingan prestasi peserta dalam Ujian Flanker sebelum dan selepas intervensi.

Kesemua data ini digunakan untuk menilai sejauh mana keberkesanan aplikasi FocusFly sebagai alat latihan kognitif yang bertujuan meningkatkan kawalan tumpuan. Penganalisisan dibuat secara kualitatif dan kuantitatif, serta disokong oleh visualisasi data dan jadual ringkasan.

4.9.1 Jadual Ringkasan Purata Nisbah Theta/Beta

Jadual Ringkasan Purata Nisbah Theta/Beta menunjukkan purata nilai nisbah gelombang theta kepada beta yang diperoleh daripada enam saluran prefrontal EEG (AF3, AF4, F3, F4, FC5, FC6) bagi setiap peserta semasa tiga segmen masa utama iaitu awal, pertengahan, dan akhir setiap sesi. Jadual ini membolehkan perbandingan kuantitatif terhadap perubahan tumpuan sepanjang tempoh intervensi. Secara umum, penurunan purata nisbah theta/beta pada segmen pertengahan menandakan peningkatan tahap tumpuan semasa peserta sedang aktif menyesuaikan diri dengan tugas permainan. Nilai ini kemudiannya sedikit meningkat semula menjelang akhir sesi, berkemungkinan akibat keletihan kognitif. Dapatan ini menyokong keberkesanan permainan dalam merangsang tumpuan secara sementara.

Timestamp	Ratio AF3	Ratio AF4	Ratio F3	Ratio F4	Ratio F5	Ratio F6
00:18:00	1.3	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
00:54:00	1.6	0.7	0.6	0.9	0.6	0.9
01:20:00	1.2	1.3	0.6	1	0.6	1
01:48:00	1.9	0.8	0.9	1.1	0.9	1.1
02:17:00	1.7	0.8	0.9	0.5	0.9	0.5
02:20:00	0.7	0.9	0.8	1	0.8	1
02:52:00	1	0.6	0.9	0.7	0.7	0.6
03:29:00	0.4	0.6	1.2	0.6	1	0.4
03:50:00	0.7	0.8	0.8	0.5	0.6	0.5
04:21:00	1	0.6	1.3	0.4	1	0.4
05:08:00	0.8	0.3	0.7	0.8	0.6	0.6
05:30:00	0.4	0.5	1.1	0.7	0.9	0.6
06:06:00	0.9	0.5	0.4	0.8	0.4	0.6
06:34:00	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4
07:17:00	1.1	0.6	0.8	0.8	0.6	0.6
07:29:00	0.5	0.5	0.8	0.5	0.6	0.5
07:40:00	0.7	0.8	0.8	0.9	0.7	0.8
08:28:00	1.1	0.6	0.8	1.1	0.6	0.9
08:53:00	1.4	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
09:15:00	1	0.7	0.9	1	0.7	0.8
09:39:00	0.5	0.6	0.7	0.5	0.7	0.5
10:27:00	0.9	0.5	1.3	0.5	1.3	0.5
10:47:00	1.1	0.7	1	0.9	1	0.9
11:15:00	1.1	1	0.9	0.6	0.9	0.6
11:35:00	1.1	1.2	1	0.7	1	0.7
11:59:00	1.9	1.2	1.1	0.5	1.1	0.5

Rajah 4.11 Jadual nisbah theta/beta peserta VIG001 mengikut bahagian masa setiap sesi.

Timestamp	Ratio AF3	Ratio AF4	Ratio F3	Ratio F4	Ratio F5	Ratio F6
00:07:00	0.8	0.6	0.7	0.5	0.9	1.1
00:28:00	1.1	0.7	0.6	0.7	0.6	0.9
00:56:00	0.9	0.8	1	0.4	0.6	1
01:31:00	0.5	0.5	1.1	0.7	0.9	1.1
01:52:00	0.5	0.6	0.7	0.9	0.9	0.5
02:20:00	0.5	1	0.6	0.5	0.8	1
02:55:00	0.7	0.7	0.6	0.5	0.7	0.6
03:16:00	0.6	0.7	0.6	0.7	1	0.4
03:44:00	0.6	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5
04:19:00	0.8	0.3	0.8	0.6	1	0.4
04:40:00	0.8	0.8	0.6	0.4	0.6	0.6
05:08:00	0.8	0.3	0.8	0.5	0.9	0.6
05:43:00	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.6
06:04:00	0.9	0.8	0.8	0.5	0.5	0.4
06:32:00	0.7	1.1	0.5	0.4	0.6	0.6
07:07:00	0.6	0.7	0.7	0.8	0.6	0.5
07:28:00	1.3	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8
07:56:00	0.6	0.5	0.7	0.5	0.6	0.9
08:31:00	0.9	0.3	0.7	0.7	0.5	0.5
08:52:00	0.4	0.9	0.6	0.4	0.7	0.8
09:20:00	0.6	0.8	0.7	0.9	0.7	0.5
09:55:00	0.5	0.7	0.5	0.6	1.3	0.5
10:16:00	0.7	0.7	1.4	0.8	1	0.9
10:44:00	0.5	0.8	0.9	0.6	0.9	0.6
11:19:00	0.6	0.7	0.4	1.3	1	0.7
11:40:00	1.2	0.7	1.1	0.6	1.1	0.5

Rajah 4.12 Jadual nisbah theta/beta peserta VIG002 mengikut bahagian masa setiap sesi.

Timestamp	Ratio AF3	Ratio AF4	Ratio F3	Ratio F4	Ratio F5	Ratio F6
00:00:00	1.2	0.6	2	0.7	0.7	0.9
00:28:00	0.8	0.6	1.9	0.7	0.5	0.4
00:56:00	1	0.4	0.9	0.6	1	0.5
01:24:00	0.7	0.8	1	0.7	1	0.9
01:52:00	0.8	0.5	0.8	0.8	1.1	0.7
02:20:00	1.1	0.8	1.2	0.8	0.8	0.8
02:48:00	0.7	0.4	0.8	0.5	0.5	0.4
03:16:00	0.5	0.6	0.7	0.5	0.9	0.4
03:44:00	0.7	0.5	0.6	0.4	1.3	0.5
04:12:00	0.9	0.4	0.8	0.7	0.6	0.6
04:40:00	0.6	0.7	0.6	0.5	1.1	0.4
05:08:00	0.6	0.6	1	0.5	0.5	0.6
05:36:00	1.1	0.5	0.5	0.4	0.6	0.8
06:04:00	0.9	0.7	0.5	0.4	0.6	0.4
06:32:00	0.6	0.3	0.8	0.4	0.7	0.6
07:00:00	0.8	0.6	0.8	0.7	0.5	0.4
07:28:00	0.8	0.5	0.8	0.8	1.1	0.3
07:56:00	0.7	0.5	1	0.6	0.8	0.5
08:24:00	0.8	0.3	0.5	0.7	0.8	0.8
08:52:00	0.4	0.5	0.4	0.5	0.8	0.4
09:20:00	0.9	0.8	0.4	0.8	0.6	0.5
09:48:00	0.7	0.6	1	0.8	0.7	0.7
10:16:00	0.5	0.4	0.7	0.6	0.8	0.8
10:44:00	0.6	0.8	0.9	0.8	1	0.9
11:12:00	1.1	1.1	0.7	1	0.7	0.8
11:40:00	0.9	0.8	0.8	0.9	0.7	0.9

Rajah 4.13 Jadual nisbah theta/beta peserta VIG003 mengikut bahagian masa setiap sesi.

Timestamp	Ratio AF3	Ratio AF4	Ratio F3	Ratio F4	Ratio F5	Ratio F6
00:00:00	0.4	0.3	0.7	0.7	0.4	0.4
00:33:00	0.9	0.4	0.5	0.7	0.5	0.4
00:56:00	0.5	0.4	0.3	0.8	0.6	0.5
01:29:00	0.7	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4
01:52:00	0.6	0.3	0.7	0.5	0.4	0.4
02:25:00	0.6	0.4	0.4	0.4	0.7	0.5
02:48:00	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
03:21:00	0.6	0.4	0.6	0.4	0.4	0.3
03:44:00	0.5	0.4	0.5	0.6	0.4	0.3
04:17:00	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0.6
04:40:00	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.6
05:13:00	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5
05:36:00	0.6	0.3	0.7	0.3	0.5	0.5
06:09:00	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5
06:32:00	0.9	0.3	0.5	0.6	0.4	0.5
07:05:00	0.7	0.2	0.8	0.5	0.4	0.5
07:28:00	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5
08:01:00	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5
08:24:00	0.4	0.3	0.6	0.5	0.5	0.4
08:57:00	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6
09:20:00	0.4	0.5	0.5	0.3	0.4	0.4
09:53:00	0.7	0.3	0.6	0.4	0.5	0.6
10:16:00	0.4	0.6	0.7	0.4	0.4	0.5
10:49:00	1.2	0.6	0.5	0.5	0.3	0.6
11:12:00	0.4	0.4	0.7	0.6	0.5	0.4
11:45:00	0.6	0.4	0.5	0.4	0.3	0.5

Rajah 4.14 Jadual nisbah theta/beta peserta VIG004 mengikut bahagian masa setiap sesi.

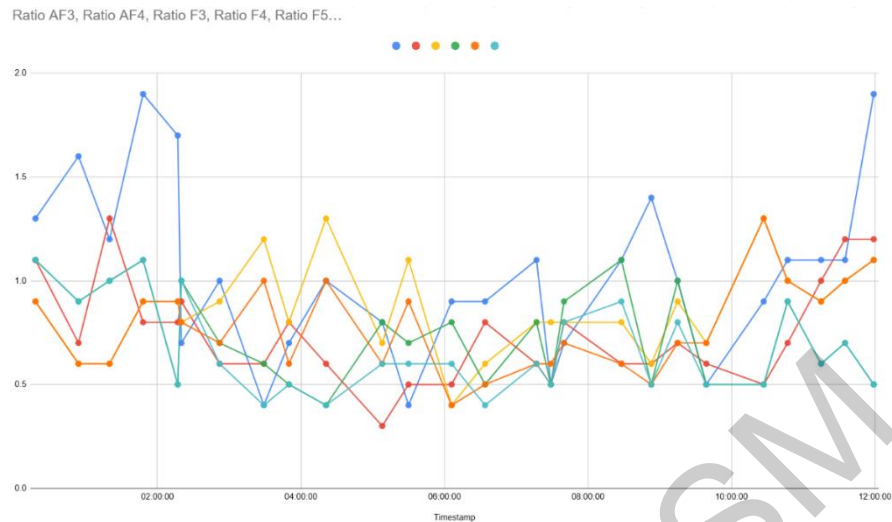
Timestamp	Ratio AF3	Ratio AF4	Ratio F3	Ratio F4	Ratio F5	Ratio F6
00:00:00	0.6	0.8	1.2	0.7	1.6	0.7
00:28:00	0.6	0.6	1.2	0.6	1	0.6
00:56:00	0.6	0.9	0.7	0.3	0.6	0.4
01:24:00	1.1	0.6	1	0.6	1	0.5
01:52:00	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	0.7
02:20:00	1.1	0.3	0.8	0.4	1	0.5
02:48:00	0.6	0.6	1	0.7	0.7	0.5
03:16:00	0.9	0.4	0.7	0.6	0.7	0.5
03:44:00	0.7	0.7	0.7	0.5	1	0.5
04:12:00	0.8	0.6	1	0.5	0.7	0.6
04:40:00	0.8	0.5	1	0.5	2	0.7
05:08:00	0.7	0.4	0.8	0.5	1	0.7
05:36:00	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5
06:04:00	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.6
06:32:00	0.4	0.9	0.9	0.4	0.9	0.4
07:00:00	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5
07:28:00	0.8	0.9	1	0.3	1.4	0.3
07:56:00	0.7	0.4	1	0.8	0.9	0.6
08:24:00	0.6	0.6	0.9	0.4	0.8	0.6
08:52:00	0.6	0.6	0.5	0.5	0.8	0.5
09:20:00	1.9	0.9	0.7	0.5	0.6	0.4
09:48:00	0.6	0.6	0.7	0.6	0.9	0.7
10:16:00	0.9	0.9	0.9	0.8	1	0.7
10:44:00	0.8	1.3	1.1	0.5	0.7	0.5
11:12:00	0.8	0.7	1	0.9	0.8	0.6
11:40:00	2.1	1.1	1	0.4	0.7	0.4

Rajah 4.15 Jadual nisbah theta/beta peserta VIG05 mengikut bahagian masa setiap sesi.

4.9.2 EEG (Nisbah Theta/Beta) – Dashboard Garis Masa

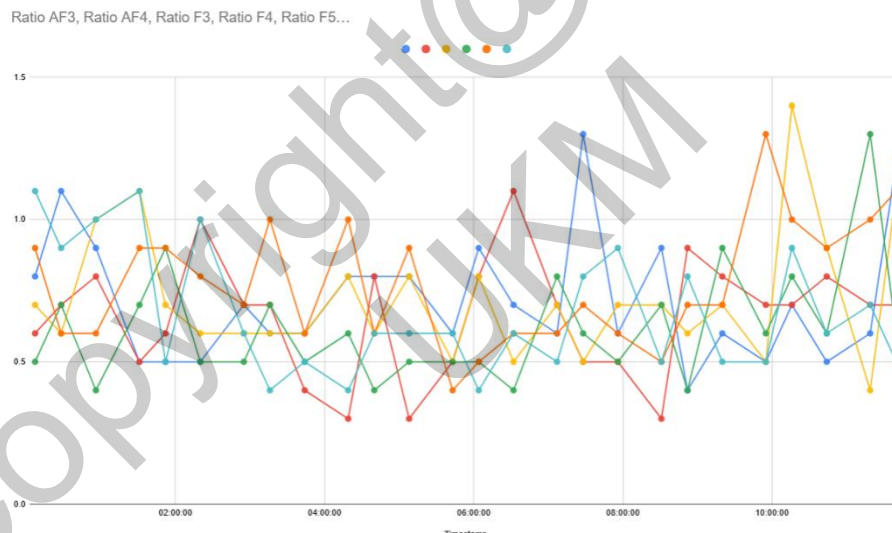
Bahagian ini merangkumi analisis visual nisbah theta kepada beta bagi lima peserta kumpulan intervensi (VIG001–VIG005) semasa memainkan aplikasi FocusFly. Setiap dashboard menunjukkan garis masa bacaan EEG bagi enam saluran prefrontal (AF3, AF4, F3, F4, FC5, FC6). Secara umum, pola yang diperhatikan adalah: nisbah tinggi pada permulaan (tumpuan rendah), menurun di pertengahan (tumpuan meningkat), dan sedikit naik semula menjelang akhir (kemungkinan keletihan).

Rajah 4.16 menunjukkan fluktuasi tinggi pada awal sesi dengan penurunan ketara di tengah permainan. Terdapat peningkatan semula ke arah akhir, sejajar dengan corak keletihan kognitif.



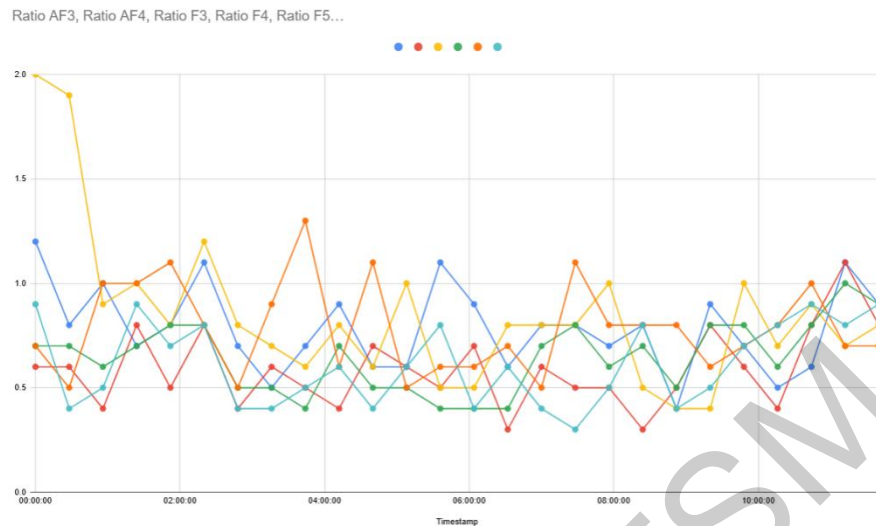
Rajah 4.16: EEG Theta/Beta Ratio untuk peserta VIG001.

Data rajah 4.17 menunjukkan kestabilan nisbah yang lebih baik di pertengahan permainan, menandakan tumpuan semakin mantap. Corak naik-turun di akhir sesi menunjukkan gangguan tumpuan mula berlaku.



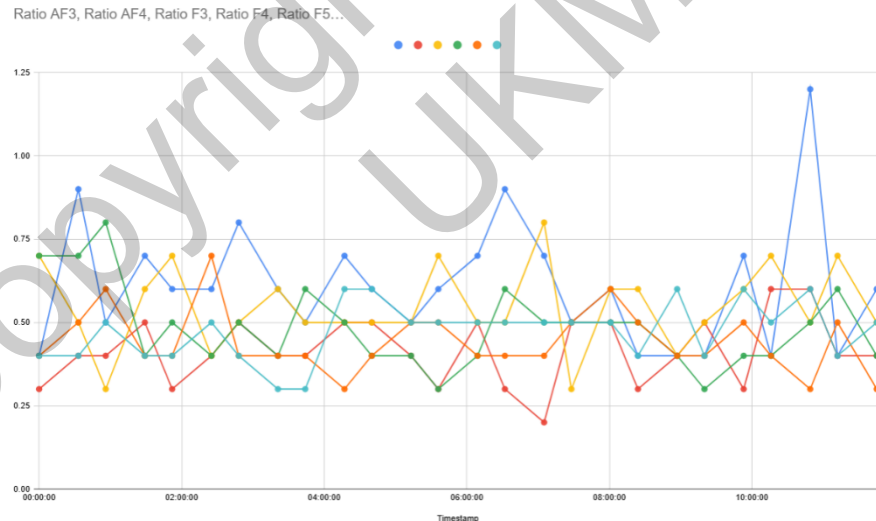
Rajah 4.17: EEG Theta/Beta Ratio untuk peserta VIG002.

Corak rajah 4.18 penurunan yang jelas dapat dilihat selepas 1–2 minit pertama, dengan tahap rendah berpanjangan sebelum sedikit meningkat semula menjelang akhir sesi.



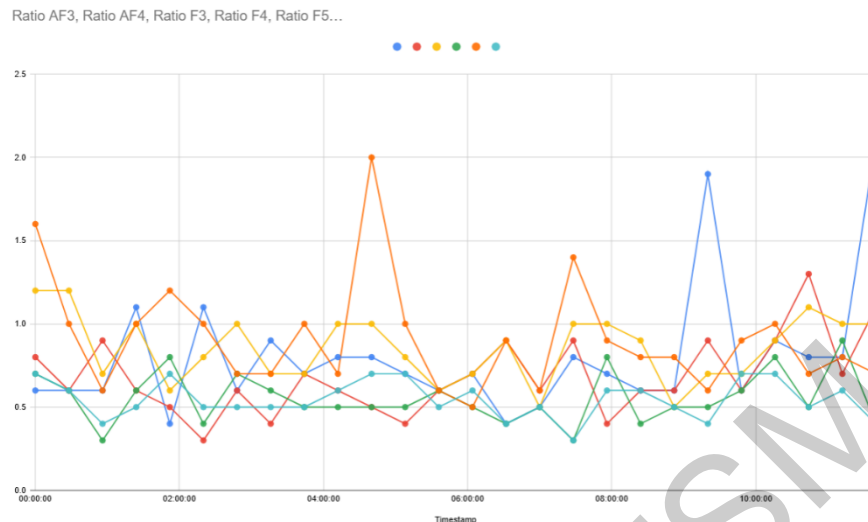
Rajah 4.18: EEG Theta/Beta Ratio untuk peserta VIG003.

Bacaan awal sederhana, diikuti oleh penurunan ketara. Bahagian akhir menunjukkan sedikit lonjakan, tetapi masih dalam lingkungan bacaan terkawal, menandakan prestasi fokus yang baik.



Rajah 4.19 : EEG Theta/Beta Ratio untuk peserta VIG004.

Terdapat variasi besar di awal sesi, kemudian stabil untuk satu tempoh pertengahan, sebelum berlaku kenaikan yang menandakan keletihan atau gangguan fokus menjelang akhir.



Rajah 4.20: EEG Theta/Beta Ratio untuk peserta VIG005.

4.9.3 Perbandingan Prestasi Ujian Flanker (Sebelum dan Selepas Intervensi)

Ujian Flanker telah dijalankan sebelum dan selepas sesi permainan FocusFly untuk menilai perubahan dalam prestasi tingkah laku peserta, khususnya dari segi ketepatan dan masa tindak balas (response time). Dapatan menunjukkan bahawa majoriti peserta mengalami peningkatan dalam ketepatan (accuracy) selepas intervensi, dengan tiga daripada lima peserta mencatat ketepatan 100% selepas sesi permainan. Selain itu, purata masa tindak balas keseluruhan juga menurun, menunjukkan peningkatan kelajuan pemprosesan maklumat.

Perbezaan masa tindak balas antara soalan "congruent" dan "incongruent" ($RT\ Difference = Congruent\ RT - Incongruent\ RT$) turut berubah secara signifikan. Sebelum intervensi, peserta menunjukkan perbezaan RT yang lebih besar (dan dalam beberapa kes nilai positif tinggi), yang mencerminkan kesukaran dalam menjawab soalan tidak sepadan (incongruent). Selepas intervensi, nilai perbezaan ini berkurang dan dalam beberapa kes menjadi negatif — menunjukkan bahawa peserta semakin cekap dalam menjawab soalan incongruent. Hal ini menunjukkan peningkatan kawalan perhatian selektif (selective attention control) selepas sesi permainan FocusFly.

Secara keseluruhan, analisis prestasi Ujian Flanker menyokong dapatan EEG bahawa aplikasi FocusFly mempunyai kesan positif dalam meningkatkan keupayaan fokus dan tindak balas tingkah laku pengguna dalam tugas kognitif.

Ujian Flanker (Pra)						
Peserta	Ujian (Jawapan Betul/Jumlah Jawapan)	Ketepatan (%)	Purata Masa Tindak Balas (ms)	Masa Tindak Balas (RT) Rangsangan Sepadan (ms)	Masa Tindak Balas (RT) Rangsangan Tidak Sepadan (ms)	Perbezaan Masa Tindak Balas (RT) (ms)
VIG001	53/55	96.4	799	742	867	125
VIG002	52/55	94.5	462	425	499	74
VIG003	53/55	96.4	401	427	378	-49
VIG004	54/55	98.2	407	399	417	18
VIG005	54/55	98.2	438	415	457	42

Rajah 4.21 Keputusan pra-ujian flanker peserta.

Flanker Test (Pasca)						
Peserta	Ujian (Jawapan Betul/Jumlah Jawapan)	Ketepatan (%)	Purata Masa Tindak Balas (ms)	Masa Tindak Balas (RT) Rangsangan Sepadan (ms)	Masa Tindak Balas (RT) Rangsangan Tidak Sepadan (ms)	Perbezaan Masa Tindak Balas (RT) (ms)
VIG001	55/55	100	438	415	457	42
VIG002	54/55	98.2	684	708	659	-50
VIG003	55/55	100	378	376	380	4
VIG004	55/55	100	422	404	433	29
VIG005	54/55	98.2	387	404	370	-34

Rajah 4.22 Keputusan pasca-ujian flanker peserta.

	Pra	Pasca		Pra	Pasca
Peserta	Ketepatan (%)		Perubahan Ketepatan	Perbezaan Masa Tindak Balas	
VIG001	96.4	100	3.6	125	42
VIG002	96.4	98.2	1.8	74	-50
VIG003	96.4	100	3.6	-49	4
VIG004	98.2	100	1.8	18	29
VIG005	98.2	98.2	0	42	-34

Rajah 4.23 Penilaian keputusan pra dan pasca ujian flanker peserta.

4.9.4 Analisis Soal Selidik Pengguna (Maklum Balas FokusFly)

Maklum balas daripada 5 pengguna telah dikumpulkan melalui borang soal selidik kebolehgunaan selepas sesi penggunaan aplikasi FocusFly. Dapatan menunjukkan tahap kepuasan dan kefungisian yang tinggi dari segi antara muka pengguna, kawalan permainan, tahap kesukaran yang seimbang, serta kualiti audio visual. Skor purata bagi kebanyakan item adalah dalam lingkungan 5.5 hingga 6.5 daripada 7, menunjukkan penerimaan yang sangat positif terhadap aplikasi ini. Pengguna juga memberi komen bahawa permainan ini menyeronokkan, mudah difahami, serta membantu mengekalkan fokus sepanjang sesi. Data ini dibentangkan dalam bentuk jadual purata skor dan sisihan piawai (Mean $\pm$ SD) bagi setiap item soal selidik.

Item Soalan	Skor Purata (Mean $\pm$ SD)
Saya biasa dengan aplikasi neurogaming	4.5 $\pm$ 1.0
Saya biasa dengan permainan latihan tumpuan	4.8 $\pm$ 0.9
Saya biasa dengan penggunaan EEG	4.0 $\pm$ 1.2
Saya fikir penggunaan FocusFly boleh meningkatkan tahap fokus saya	5.8 $\pm$ 0.75
Masa yang diperlukan untuk menamatkan permainan bertambah baik selepas beberapa kali penggunaan	5.6 $\pm$ 0.8
Menggunakan FocusFly meningkatkan keupayaan saya untuk menumpukan perhatian	5.8 $\pm$ 0.87
FocusFly berguna untuk melatih kemahiran tumpuan	6.5 $\pm$ 0.67
Saya dapat mengekalkan fokus dan mengabaikan gangguan semasa bermain FocusFly	6.0 $\pm$ 0.77
Saya positif tentang aplikasi FocusFly	6.1 $\pm$ 0.83
Aplikasi FocusFly menarik dan mendorong pengguna untuk meneroka latihan kognitif	6.3 $\pm$ 0.9
Adalah wajar menggunakan aplikasi FocusFly bagi latihan tumpuan	6.0 $\pm$ 0.89
Pembangunan aplikasi FocusFly adalah idea yang baik	6.3 $\pm$ 0.9
Orang lain juga patut mencuba menggunakan aplikasi FocusFly	6.0 $\pm$ 0.89
Menggunakan FocusFly meningkatkan minat saya terhadap alat latihan kognitif	6.3 $\pm$ 0.9
Saya berhasrat mencadangkan atau menggunakan FocusFly bagi tujuan peningkatan tumpuan	6.1 $\pm$ 0.7
Saya akan mengesyorkan FocusFly kepada orang lain bagi latihan tumpuan	5.8 $\pm$ 0.75

Rajah 4.24 Skor purata (Mean $\pm$ SD) bagi setiap item soal selidik pengguna selepas menggunakan aplikasi FocusFly (N = 5).

5 KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, proyek pembangunan aplikasi FocusFly telah berjaya memenuhi objektif utama iaitu menghasilkan sebuah permainan neurogaming yang direka khas untuk meningkatkan tumpuan dan kawalan perhatian pengguna. Aplikasi ini telah diuji melalui soal selidik, pemerhatian, Ujian Flanker, serta rekod skor permainan, dan hasil pengujian menunjukkan penerimaan positif serta potensi aplikasi dalam membantu latihan kognitif. Walaupun terdapat beberapa kekangan, hal ini tidak menjejaskan keberkesanan FocusFly secara keseluruhan.

5.1 Kekuatan Sistem

Antara kekuatan utama aplikasi FocusFly adalah keupayaannya menyediakan platform latihan kognitif dalam bentuk permainan yang menyeronokkan serta mesra pengguna. Reka bentuk antaramuka yang ringkas dan intuitif membolehkan peserta memahami cara penggunaan dengan mudah walaupun tanpa latar belakang teknikal. Selain itu, integrasi ujian Flanker bersama permainan memberi nilai tambah kerana membolehkan penilaian berstruktur tahap tumpuan sebelum dan selepas intervensi. Fokus kepada aspek visual dan interaksi ringkas turut meningkatkan motivasi pengguna untuk terlibat dalam latihan.

5.2 Kelemahan Sistem

Namun begitu, terdapat beberapa kekangan yang dihadapi sepanjang pembangunan dan pengujian aplikasi. Antara kelemahan utama adalah bilangan peserta yang terhad, menjadikan generalisasi dapatan sukar dibuat pada skala besar. Selain itu, aplikasi masih belum menyokong integrasi EEG secara masa nyata, sebaliknya bergantung kepada rakaman luaran melalui EmotivPRO. Dari aspek teknikal, fungsi penyesuaian tahap kesukaran secara automatik juga belum dilaksanakan sepenuhnya. Kekangan ini memberi ruang untuk penambahbaikan dalam pembangunan akan datang agar FocusFly dapat digunakan dalam konteks yang lebih meluas dan saintifik.

Penghargaan

Dengan penuh rasa kesyukuran, saya ingin merakamkan penghargaan kepada Tuhan atas kurniaan kesihatan dan kesempatan yang diberikan untuk menyiapkan laporan usulan projek tahun akhir ini dalam tempoh yang ditetapkan.

Setinggi-tinggi terima kasih saya tujukan kepada penyelia saya, Dr. Lam Meng Chun, atas sokongan dan nasihat berharga yang diberikannya sepanjang perjalanan projek ini. Kesungguhan dan ketekunan beliau dalam meluangkan masa untuk membimbing saya, meskipun dengan jadual kerjanya yang padat, amat saya hargai.

Selain itu, saya berterima kasih kepada Norsinar Adilun, Research Student Psychiatry Dept, HUKM, yang telah menyediakan maklumat berguna yang sangat penting untuk projek ini.

Selain itu, penghargaan ikhlas saya tujukan kepada keluarga, terutamanya ibu bapa, yang sentiasa memberikan sokongan moral ketika saya berhadapan dengan cabaran menyiapkan projek ini. Tidak lupa juga kepada rakan-rakan dan pensyarah di UKM yang sentiasa bersedia membantu dan berkongsi ilmu yang bermanfaat. Saya amat menghargai setiap sumbangan dan bimbingan daripada semua yang terlibat dalam proses ini.

Rujukan

- Anguera, JA, Boccanfuso, J, Rintoul, JL, Al-Hashimi, O, Faraji, F, Janowich, J, Kong, E, Larraburo, Y, Rolle, C, Johnston, E & Gazzaley, A 2013, 'Video game training enhances cognitive control in older adults', *Nature*, vol. 501, pp. 97–101. <https://doi.org/10.1038/nature12486>
- Baniqued, PL, Kranz, MB, Voss, MW, Lee, H, Cosman, JD, Severson, J, Kramer, AF & McAuley, E 2014, 'Cognitive training with casual video games: points to consider', *Frontiers in Psychology*, vol. 4, no. 1010, pp. 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.01010>
- Enriquez-Geppert, S, Huster, RJ & Herrmann, CS 2017, 'EEG-neurofeedback as a tool to modulate cognition and behavior: a review tutorial', *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 11, no. 51, pp. 1–19. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00051>
- Fan, J, McCandliss, BD, Sommer, T, Raz, A & Posner, MI 2002, 'Testing the efficiency and independence of attentional networks', *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 14, no. 3, pp. 340–347. <https://doi.org/10.1162/089892902317361886>
- Lim, CG, Poh, XW, Fung, SS, Guan, C, Bautista, D, Cheung, YB & Teng, S 2019, 'A randomized controlled trial of a brain-computer interface based attention training program for ADHD', *PLoS ONE*, vol. 14, no. 3, e0216225. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216225>
- Prins, PJM, DAVIS, S, Ponsioen, A, ten Brink, E & van der Oord, S 2011, 'Does computerized working memory training with game elements enhance motivation and training efficacy in children with ADHD?', *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, vol. 14, no. 3, pp. 115–122. <https://doi.org/10.1089/cyber.2009.0206>
- Ros, T, Enriquez-Geppert, S, Zotev, V, Young, KD, Wood, G, Whitfield-Gabrieli, S & Vuilleumier, P 2020, 'Consensus on the reporting and experimental design of clinical and cognitive-behavioral neurofeedback studies (CRED-nf checklist)', *Brain Stimulation*, vol. 13, no. 3, pp. 667–699. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.01.071>

Jong Karuna (A200602)

Dr. Lam Meng Chun

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat

Universiti Kebangsaan Malaysia

Copyright@FTSM
UKM