

Latihan Kognitif Berkomputer bagi Melewatkan Kemerosotan Kognitif dalam Kalangan Warga Tua

Computerized Cognitive Training to Delay Cognitive Decline in the Elderly

KHAZRIYATI SALEHUDDIN*, FATIN NADIAH MAHMUD & ROZAINEE KHAIRUDIN

Received: 22-1-2026/Accepted: 6-6-2026

ABSTRACT

Ageing population is a growing global phenomenon as the proportion of older adults continues to increase steadily. Ageing is commonly associated with gradual cognitive decline, particularly in domains such as memory, attention, executive functions, and speed of processing, which can negatively affect independence and quality of life. Identifying effective and accessible interventions to delay cognitive decline among older adults has therefore become a critical priority. This article reviews and evaluates the potential computerized cognitive training (CCT) programs, with a specific focus on speed-of-processing training, as intervention programs to mitigate age-related cognitive decline. Drawing on international and local literature, this article discusses the foundations of neuroplasticity and how structured, adaptive, and repetitive cognitive exercises delivered through digital platforms can strengthen targeted cognitive domains. Evidence from large-scale studies, including the ACTIVE trial, suggests that speed-of-processing training produces consistent and long-lasting benefits, with some transfer effects to daily functioning and reduced functional risks. The article presents three CCT interventions that can be used to mitigate age-related cognitive decline and highlights the specific features that make each intervention suitable for supporting cognitive functioning in older adults. The article demonstrates that CCT activities are feasible and contextually suitable for multi-ethnic older adults in Malaysia as such interventions offer a scalable and cost-effective strategy for supporting cognitive health and healthy ageing at the population level. This is in line with the government's support to achieve Sustainable Development Goal 3 (SDG-3) by promoting healthy ageing and well-being among the projected 15% older population by 2030.

Keywords: Computerized Cognitive Training; Visual Processing; Brain HQ; Speed of Processing; Older Adults

ABSTRAK

Peningkatan bilangan golongan tua merupakan fenomena global yang semakin meningkat, selari dengan peningkatan jangka hayat manusia. Proses penuaan sering dikaitkan dengan kemerosotan kognitif secara beransur-ansur, terutamanya dalam aspek ingatan, tumpuan, fungsi-fungsi eksekutif, dan kepantasan pemprosesan, yang boleh menjejaskan keupayaan hidup berdikari serta kualiti hidup golongan tua. Oleh itu, usaha untuk mengenal pasti intervensi yang berkesan, mudah diakses, dan keberkesanan kos bagi melambatkan kemerosotan kognitif adalah amat penting. Kajian ini menilai potensi beberapa program latihan kognitif berkomputer sebagai satu bentuk intervensi bagi mencegah kemerosotan kognitif yang berkaitan dengan usia, dengan penekanan khusus kepada latihan kepantasan pemprosesan. Perbincangan berasaskan sorotan literatur antarabangsa dan tempatan ini menggariskan peranan neuroplastik otak serta bagaimana latihan kognitif yang berstruktur, mudah suai, dan berulang-ulang melalui platform digital dapat meningkatkan domain kognitif tertentu. Bukti empirikal, termasuk dapatan daripada kajian berskala besar seperti ACTIVE, menunjukkan bahawa latihan kepantasan pemprosesan memberi kesan-kesan yang konsisten dan berpanjangan, serta berpotensi meningkatkan fungsi-fungsi harian. Kajian ini membentangkan tiga intervensi latihan kognitif berkomputer yang boleh digunakan untuk membendung kemerosotan kognitif serta menonjolkan ciri khusus setiap intervensi yang sesuai untuk menyokong fungsi-fungsi kognitif dalam kalangan golongan tua. Kajian ini menunjukkan bahawa aktiviti latihan kognitif berkomputer mampu dilaksanakan dan sesuai dengan konteks golongan tua berbilang etnik di Malaysia, memandangkan setiap intervensi mempunyai strategi yang berskala dan keberkesanan kos untuk menyokong kesihatan kognitif populasi golongan tua. Hal ini selari dengan sokongan kerajaan dalam mencapai Matlamat Pembangunan Mampan 3 (SDG-3) melalui usaha mempromosikan penuaan sihat dan kesejahteraan dalam kalangan 15% populasi warga emas yang diunjurkan menjelang tahun 2030.

Kata kunci: Latihan Kognitif Berkomputer; Pemprosesan Visual; BrainHQ; Kepantasan Pemprosesan; Golongan Tua

PENGENALAN

Bilangan golongan tua di seluruh dunia menunjukkan peningkatan yang mendadak. Prospek Penduduk Dunia: Semakan 2019 mendedahkan bahawa pada tahun 2019, setiap seorang daripada 11 orang penduduk dunia (9%) adalah dari golongan yang berumur lebih daripada 65 tahun. Angka ini diramalkan akan meningkat hampir dua kali ganda menjelang tahun 2050. Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (2020) mengunjurkan bahawa satu daripada enam orang (iaitu, 16%) penduduk dunia akan termasuk dalam golongan individu yang berumur lebih dari 65 tahun. Menurut Jabatan Perangkaan Malaysia (2022) pula, 15.3% daripada penduduk Malaysia pada tahun 2030 akan tergolong dalam masyarakat menua yang berusia 65 tahun ke atas.

Jabatan Perangkaan Negara Malaysia turut menekankan bahawa Malaysia, pada hari ini, “sedang mengalami peralihan demografi yang ketara; populasinya semakin menua, dengan peratusan mereka berumur 65 tahun ke atas meningkat secara berterusan” (Mohamad 2025). Jabatan Perangkaan Negara Malaysia, dalam laporan yang lain, turut melaporkan bahawa 7.7% daripada penduduk Malaysia pada tahun 2024 tergolong dalam golongan orang tua (iaitu 65 tahun ke atas mengikut piawaian antarabangsa) (Jabatan Perangkaan Malaysia 2022). Statistik terkini yang dikeluarkan oleh Jabatan Perangkaan Negara Malaysia ini turut menunjukkan bahawa pada tahun 2025, terdapat 10 daerah baharu yang muncul sebagai daerah menua dengan peratusan penduduk berumur 65 tahun ke atas di daerah tersebut mencapai 7%. Pada tahun 2025 juga, daerah Petaling di negeri Selangor mencatatkan bilangan penduduk menua tertinggi, iaitu seramai 2.4 juta, diikuti oleh Johor Bahru, Johor (1.8 juta) dan Hulu Langat, Selangor (1.5 juta) (Bernama 2025).

Data yang dibentangkan di atas menunjukkan bahawa jangka hayat manusia pada hari ini, sama ada di Malaysia mahu pun di negara lain di dunia ini, semakin meningkat. Hal ini mencadangkan betapa pentingnya kajian ke atas masyarakat menua dijalankan (Mafauzy 2000; Szelag & Skolimowska 2012; Abdullah, Ismail & Yusoff 2024). Umum mengetahui bahawa kualiti hidup individu dari golongan tua secara keseluruhannya akan merosot dengan meningkatnya usia seseorang (Carthery-Goulart, Privitera & Weekes 2023). Justeru itu, apabila populasi golongan tua semakin meningkat, masalah-masalah khusus yang dialami oleh golongan tua ini akan mula timbul sebagai masalah yang perlu dihadapi dan ditangani oleh masyarakat di sekeliling mereka. Ini termasuklah cabaran-cabaran yang tidak dijangka yang dihadapi oleh mereka serta keperluan-keperluan khusus yang diperlukan oleh golongan tua ini dari segi fizikal, emosi, dan kognitif yang merangkumi sistem penjagaan kesihatan dan perkhidmatan sosial (Reynolds et al. 2022; Khan, Addo & Findlay 2024).

Secara umumnya, golongan tua jarang sekali terkecuali dari mengalami masalah yang disebabkan oleh proses penuaan. Golongan tua yang lemah mudah terdedah kepada pelbagai masalah seperti kegagalan mengawal pundi kencing, ketidakseimbangan, risiko jatuh, dan keadaan kekeliruan yang akut. Kemerosotan kognitif secara beransur-ansur pula adalah fenomena sejagat dan dikategorikan sebagai proses penuaan yang normal (Edwards et al. 2013b; Wolinsky et al. 2011). Walau bagaimanapun ada juga individu yang terdiri dalam kalangan golongan tua yang tidak menunjukkan kemerosotan kognitif; mereka ini ada kalanya menunjukkan prestasi kognitif yang setanding dengan golongan yang 20-30 tahun lebih muda daripada mereka dan dikenali sebagai *superagers* (Garo-Pascual et al. 2023).

Hakikatnya, golongan yang diambang proses penuaan tidak boleh diabaikan. Ini lebih lagi kerana proses penuaan juga sering kali dikaitkan dengan kemerosotan kognitif dan integriti struktur otak (Marzuki et al. 2024). Kemerosotan kognitif ini termasuklah kemerosotan

dari segi ingatan, perhatian, memori (ingatan) kerja, dan kepantasan pemprosesan dalam sistem kognitif (Zelinski et al. 2011; Szelag & Skolimowska 2012). Proses ini bukan sahaja mengganggu keupayaan golongan tua untuk menyempurnakan tugas harian mereka secara berkesan, malah, ianya juga mengurangkan keupayaan mereka untuk menyempurnakan proses kognitif yang lain. Hal ini bukan sahaja mengurangkan kebolehan mereka untuk berdikari, malah, ianya turut meningkatkan risiko sekiranya mereka memilih untuk hidup berdikari. Hal ini berlaku kerana sistem kognitif memainkan peranan yang penting dalam fungsi-fungsi seharian manusia, termasuklah dalam mengurus diri, aktiviti-aktiviti harian, dan hal-hal kewangan. Kajian terdahulu (contohnya Zelinski et al. (2014); Pathak et al. (2021); Wang et al. (2024)) juga telah menunjukkan peningkatan dalam diagnosis gangguan neurodegeneratif seperti demensia atau penyakit Alzheimer dalam kalangan golongan tua. Apa yang jelas adalah kemerosotan kognitif berlaku pada kadar yang berlainan bagi setiap individu (Marzuki et al. 2024).

Keadaan ini menjadikan perlunya masyarakat mengenal pasti intervensi dalam bentuk latihan berbentuk kognitif yang berkesan dan efisien untuk golongan tua sebagai usaha bagi membolehkan mereka mengatasi, atau sekurang-kurangnya melewati masalah ini daripada mengganggu kualiti kehidupan mereka (Wolinsky et al. 2011; Sharpe et al. 2014a; ten Brinke et al. 2017; Xu et al. 2025). Walaupun Malaysia, pada hari ini, sudah mempunyai rangkaian perkhidmatan perubatan dan penjagaan kesihatan yang agak komprehensif, program-program khusus untuk membantu golongan tua dalam menempuhi transisi kehidupan ini masih jauh dari mencukupi bukan sahaja disebabkan oleh kurangnya keutamaan yang diberikan kepada golongan tua, malah kerana kurangnya bilangan pakar dalam bidang geriatrik (iaitu bidang perawatan serta penjagaan kesihatan golongan tua) di seluruh Malaysia (Lim et al. 2023; Abdullah et al. 2024).

Pelbagai langkah sebenarnya boleh diambil untuk mengurangkan kemerosotan fungsi-fungsi yang berkaitan dengan usia seseorang (Castells-Sánchez et al., 2019). Walau bagaimanapun, tidak banyak kajian yang telah dijalankan untuk mengesahkan (*validate*) sama ada peningkatan dalam fungsi-fungsi kognitif ke atas seseorang individu akan menjurus kepada peningkatan keupayaan mereka untuk berfungsi dan hidup secara berdikari, sama ada sebagai kesan-kesan jangka panjang dan/atau kesan-kesan jangka pendek (Leanos et al. 2023; Dieckelmann et al. 2023). Jalan penyelesaian untuk memahami persoalan ini boleh dicapai dengan memahami sistem otak manusia. Justeru itu, kajian ini bertujuan untuk menilai kesesuaian beberapa bentuk latihan kognitif berkomputer sebagai intervensi utama bagi melewati kemerosotan kognitif dalam kalangan warga tua di Malaysia. Kajian ini juga meneliti bagaimana intervensi tersebut mampu menyokong domain-domain kognitif tertentu seperti memori, tumpuan, kepantasan pemprosesan, dan fungsi visuospasial dalam konteks masyarakat Malaysia yang berbilang etnik dan latar belakang bahasa.

KEPANTASAN PEMPROSESAN

Kepantasan pemprosesan sebenarnya merujuk kepada berapa pantas otak manusia boleh menerima, mentafsir/memproses, dan memberi tindak balas kepada maklumat-maklumat yang diterima dengan tepat. Menurut Cleveland Clinic (2024), kepantasan pemprosesan diperlukan dalam pelbagai aktiviti termasuklah:

1. Membaca: Ketika membaca, otak manusia memproses simbol dan menyahkodkan bunyi-bunyi bahasa yang diwakili oleh simbol-simbol tersebut sebelum menggabungkan bunyi-bunyi tersebut menjadi perkataan-perkataan dan seterusnya ayat-ayat yang boleh difahami.

Pemprosesan yang pantas dalam membaca bermakna seseorang itu boleh membaca, memahami, dan memberi tindak balas ke atas apa yang dibacanya dengan pantas dan lancar.

2. Mengira: Ketika mengira, nombor-nombor, simbol-simbol matematik, dan “operasi matematik” (*mathematical operation*) boleh dikenal pasti untuk membolehkan penyelesaian masalah matematik dijalankan dengan tepat. Pemprosesan yang pantas dalam mengira bermakna seseorang itu boleh menyelesaikan pengiraan dengan kadar yang pantas dan tepat.
3. Mendengar: Ketika mendengar, bunyi bahasa yang didengar dinyahkodkan menjadi perkataan dan seterusnya ayat-ayat yang boleh difahami. Pemprosesan yang pantas dalam mendengar bermakna seseorang itu boleh mendengar, memahami, dan memberi tindak balas ke atas apa yang didengarnya dengan pantas dan betul.

Kepantasan pemprosesan ini biasanya akan merosot dengan meningkatnya usia seseorang. Individu yang mengalami kemerosotan dari segi kepantasan pemprosesan biasanya akan mengalami simptom berikut: (1) tidak mampu mengendalikan maklumat yang banyak dalam satu-satu masa; (2) memerlukan masa yang lebih lama untuk memberikan jawapan atau membuat keputusan; (3) kerap menyalah tafsirkan pentunjuk-petunjuk sosial (*missing social cues*); (4) perlu membaca maklumat berulang-ulang kali untuk memahaminya; (5) sukar untuk mengikuti (iaitu memahami) perbualan; (7) sukar untuk melakukan perkara-perkara rutin dan memahami arahan, dan (8) sukar untuk melengkapkan satu-satu tugas dalam tempoh yang sepatutnya (Cleveland Clinic 2024).

Kemerosotan dari segi kepantasan pemprosesan dikatakan boleh dilewatkan dengan melibatkan diri dalam aktiviti-aktiviti yang berbentuk latihan-latihan kognitif. Hal ini kerana otak manusia dikatakan bersifat neuroplastik. Neuroplastik (*Neuroplasticity*) didefinisikan sebagai perubahan berkekalan yang berlaku dalam rangkaian saraf manusia apabila manusia mempelajari satu-satu perkara yang baru (Nguyen, Murphy & Andrews et al. 2022.). Cara untuk meningkatkan keupayaan neuroplastik otak pada hakikatnya adalah sama dengan cara manusia meningkatkan keupayaan otot-otot mereka. Justeru itu, sama seperti latihan-latihan fizikal yang dijalani oleh seseorang individu untuk meningkatkan keupayaan fizikal masing-masing, latihan-latihan kognitif juga perlu dijalani oleh seseorang individu untuk meningkatkan keupayaan kognitif masing-masing (von Bastian et al. 2022).

Disebabkan oleh proses neuroplastik ini, otak manusia mempunyai kapasiti yang berpanjangan dan mampu untuk menyediakan peluang kepada individu-individu untuk kembali semula kepada keadaan sebelum berlakunya proses-proses penuaan, atau setidaknya memperlahankan proses-proses penuaan melalui pengenalan kepada perubahan-perubahan saraf di dalam otak manusia (Navakkode & Kennedy 2024). Kesemua ini boleh berlaku melalui latihan kognitif yang direka khas untuk memperkuatkan keupayaan kognitif individu. Latihan seperti ini membawa lebih banyak manfaat sekiranya latihan-latihan kognitif itu dijalankan dengan teratur dan tersusun (Nguyen et al. 2022; Torre & Temprado 2022). Selain itu, latihan intensif ke atas kemahiran-kemahiran baru juga boleh diaktifkan untuk memastikan yang pembelajaran dan pengekalan kemahiran baharu tersebut berlaku dengan berkesan. Melalui program latihan kognitif yang direka bentuk dengan baik dengan memberi sasaran kepada penambahbaikan dalam fungsi-fungsi kognitif individu, keplastikan otak yang positif boleh ditingkatkan dan ini seterusnya akan meningkatkan kualiti kehidupan dalam kalangan golongan tua (Wolinsky et al. 2013; Pauwels et al. 2018; ten Brinke et al. 2017; Nguyen et al. 2022).

Antara latihan kognitif yang biasanya digalakkan dalam kalangan golongan tua adalah aktiviti membaca secara konsisten. Hal ini kerana lebih banyak membaca akan membolehkan lebih banyak maklumat diproses dengan pantas. Permainan-permainan berbentuk latihan kognitif seperti memadankan bentuk-bentuk (*matching shapes*), mengingat semula turutan nombor-nombor, dan mencari objek-objek tersembunyi dalam gambar turut boleh membantu dalam mengekalkan kepantasan pemprosesan bagi golongan tua. Latihan kognitif melibatkan latihan kognitif yang berstruktur ini sebenarnya direka khas untuk meningkatkan fungsi-fungsi teras otak seperti ingatan, tumpuan, penyelesaian masalah, dan fungsi-fungsi eksekutif (*executive functions*) otak. Ianya mampu untuk membantu mengekalkan kesihatan mental, mengimbangi kemerosotan yang disebabkan oleh penuaan, dan mengambil kesempatan ke atas sifat neuroplastik otak (iaitu kebolehan otak untuk mengorganisasi semula), melalui aktiviti-aktiviti mental yang mencabar secara berulang-ulang.

Oleh kerana kapasiti otak boleh ditingkatkan dengan cara yang sama dengan kapasiti otot ditingkatkan melalui latihan-latihan membina otot, latihan-latihan kognitif ke atas otak secara berulang-ulang boleh dilakukan untuk membantu otak menjadi kekal sihat walaupun berlakunya peningkatan ke atas usia seseorang. Selain daripada membaca secara berkala seperti yang dinyatakan di atas, latihan-latihan kognitif yang biasanya digalakkan ke atas individu-individu adalah teka silangkata, *Sudoku*, dan pelbagai lagi latihan yang melatih fungsi-fungsi otak tertentu seperti (1) mengingat perkataan, (2) logik dan penalaran (*logic and reasoning*), (3) mengingat imej atau gambar, (4) menyelesaikan masalah, dan (5) matematik (Nguyen et al. 2022; Siricharoen 2023). Latihan-latihan seperti teka silangkata, latih tubi ingatan semuanya memberi cabaran ke atas otak dengan memberi fokus ke atas memori kerja, kepantasan pemprosesan, tumpuan, dan fungsi-fungsi eksekutif (contohnya perancangan dan membuat keputusan).

Walaupun kesemua latihan kognitif mampu mencabar otak dari perspektif memori kerja, tumpuan, dan fungsi-fungsi eksekutif otak, cabaran untuk meningkatkan kepantasan pemprosesan boleh berlaku sekiranya latihan-latihan kognitif yang dijalankan adalah berbentuk latihan kognitif berkomputer.

LATIHAN KOGNITIF BERKOMPUTER

Mutakhir ini, latihan kognitif berkomputer (*Computerized Cognitive Training*) telah mula digunakan untuk meningkatkan kemahiran kognitif individu, sesuai dengan teknologi yang ada pada hari ini. Latihan kognitif berkomputer adalah intervensi kognitif yang melibatkan latihan-latihan yang dijalankan menggunakan platform elektronik individu seperti komputer, komputer riba, tablet, dan telefon pintar (Nguyen et al. 2022; Igor et al. 2024). Latihan-latihan ini memerlukan tindak balas fizikal (seperti menekan butang pada papan kekunci atau pada skrin, klik tetikus, memberi maklum balas verbal) sebaik sahaja rangsangan dipaparkan kepada mereka yang menjalani latihan tersebut.

Latihan kognitif berkomputer adalah pendekatan berasaskan prestasi yang menggalakkan penggunaan yang mudah, pencapaian yang baik, dan keberkesanan kos dalam dunia digital hari ini. Ianya menggunakan program-program komputer atau aplikasi komputer untuk latihan-latihan berstruktur berbentuk digital yang boleh dijalankan secara berulang kali untuk meningkatkan keupayaan tertentu dalam kemahiran berfikir seperti memori, tumpuan, dan penyelesaian masalah. Kebanyakan latihan kognitif berkomputer ini memberi peluang kepada pengguna untuk memilih sama ada untuk menyelaraskan tahap kesukaran secara automatik bagi mencabar penggunaanya di samping meningkatkan keterlibatan penggunaanya, atau memberi peluang kepada penggunaanya

untuk menetapkan sendiri tahap kesukarannya. Latihan kognitif berkomputer ini melatih domain-domain kognitif seperti fungsi-fungsi eksekutif dan kepantasan pemprosesan menggunakan platform digital yang memberikan latihan secara fleksibel (mudah lentur) dan boleh dijalankan di mana-mana sahaja. Ianya boleh dijalankan secara panduan sendiri atau dipantau oleh pakar dalam bidang tertentu untuk memberikan maklum balas. Latihan kognitif berkomputer pada asasnya mensasarkan (1) memori, (2) kepantasan, (3) tumpuan, dan (4) fungsi-fungsi eksekutif melalui aktiviti digital (*digital tasks*), dan biasanya mempunyai ciri-ciri berikut: (1) kesukaran mudah suai (*adaptive difficulty*), (2) kebolehcapaian (*accessibility*), dan (3) pemantauan (*supervision*).

Pelbagai program latihan kognitif berkomputer (contohnya, *Brain HQ* (Posit Science 2026), *Lumosity* (Lumos Labs 2026), *My Brain Trainer* (My Brain Trainer 2026), *Brain Age 2* (Nguyen et al. 2022)) telah dibangunkan untuk mencapai tujuan yang sama, iaitu untuk melewati kemerosotan dalam proses kognitif manusia (Blackwood et al. 2016; Fitzgerald 2017; ten Brinke et al. 2017). Walaupun latihan-latihan kognitif dilaporkan dapat membantu dalam meningkatkan fungsi-fungsi harian seseorang, laporan kajian-kajian terdahulu telah menunjukkan ketidakseragaman. Sebahagian besar eksperimen-eksperimen yang memberi tumpuan kepada latihan kepantasan pemprosesan (*speed of processing, SOP*) mendapati bahawa kesan-kesan jangka panjang latihan itu boleh dilihat dan kekal dalam aktiviti-aktiviti harian mereka (Nguyen et al. 2022; Vance et al. 2023). Walau bagaimanapun, tiada tindak balas segera ke atas ujian kognitif yang lain yang dapat dikesan (Zelinsky et al. 2011; Eramudugolla et al. 2017; Zelinsky et al. 2014).

Griffith-Greene (2015) dalam satu kajian yang dijalankan oleh *Marketplace*, yang melibatkan kolaborasi dengan pengerusi cawangan *Cognitive Neuroscience and Imaging* di *Brain and Mind Institute* di Western University, Kanada, mendapati bahawa peserta yang menjalani latihan kognitif berkomputer tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan ke atas memori, pentaakulan, tumpuan, dan perancangan mereka untuk jangka masa latihan yang singkat (iaitu sekurang-kurangnya 15 minit, tiga kali seminggu untuk jangka masa 2.5 dan 4 minggu). Beberapa ahli neurologi kognitif pula (contohnya Fitzgerald 2017) menyatakan bahawa tidak banyak bukti yang mencadangkan bahawa latihan kognitif berkomputer boleh membantu melewati kemerosotan kognitif. Simons et al. (2016) juga melaporkan yang bukti-bukti untuk menyokong bahawa latihan kognitif berkomputer boleh digunakan untuk tujuan yang digambarkan di atas adalah “terhad dan tidak konsisten”.

Walaupun bagaimanapun, kesan-kesan positif latihan kognitif berkomputer untuk meningkatkan keupayaan kognitif domain khusus ini tidak boleh disangkal. Beberapa eksperimen susulan ke atas *The Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly (ACTIVE)* yang menggunakan tiga bentuk latihan kognitif berkomputer untuk meningkatkan memori, pentaakulan, dan kepantasan pemprosesan dalam kalangan golongan tua yang sihat telah menunjukkan pemindahan keupayaan kognitif yang kukuh dalam latihan-latihan tertentu kepada keupayaan kognitif yang lain (Ball et al. 2002; Willis et al. 2006; Ball et al. 2010; Jones et al. 2013; Rebok et al. 2014; Sharpe et al. 2014a, 2014b; Tennstedt & Unverzagt 2013). Fitzgerald (2017) secara khususnya menyatakan bahawa peserta-peserta yang menerima latihan kepantasan pemprosesan dalam eksperimen yang dibangunkan oleh *Posit Science Corporation* berkemungkinan dapat mengelak daripada mengalami demensia. Rebok, G. dan Knopmann D.S. membuat beberapa kenyataan yang mencadangkan kemungkinan latihan kognitif berkomputer mempunyai manfaat yang berpanjangan. Walau bagaimanapun, mereka menekankan keperluan untuk menjalankan kajian yang lebih mendalam bagi menguatkan hujah-hujah yang sedia ada (Fitzgerald 2017).

Brain HQ oleh *Posit Science Corporation* (San Francisco, California, USA) yang dibangunkan dalam sembilan bahasa (Posit Science 2026) adalah satu program latihan otak berbentuk interaktif yang dibangunkan oleh ahli-ahli sains neuro terkemuka. Ianya melibatkan pelbagai latihan yang disasarkan untuk meningkatkan keupayaan kognitif seperti tumpuan (*attention*), pemprosesan auditori (*auditory processing*), navigasi (*navigation*), memori (*memory*), kepantasan pemprosesan (*speed of processing*), kemahiran berinteraksi dengan individu lain (*people skills*), pemprosesan visual (*visual processing*), dan sebagainya. Lebih dari 100 artikel jurnal yang melaporkan kesan-kesan latihan *Posit Science Brain HQ* telah diterbitkan dalam pelbagai jurnal (Eastman et al. 2022; Boutzoukas et al. 2023; Attarha et al. 2024; Sagirbay 2025).

Program latihan kepantasan pemprosesan berbentuk visual yang diadaptasikan dari Ball dan Roenker pada tahun 2007 merupakan program latihan kepantasan pemprosesan yang telah banyak digunakan. Kesemua latihan ini sama ada dikekalkan atau dimodifikasikan (bergantung kepada keadaan) agar boleh dikendalikan sendiri dan menjadi mesra pengguna. Unsur-unsur gamifikasi (*gaming*) ditambah untuk meningkatkan penglibatan pengguna dan meningkatkan pematuhan pengguna kepada arahan-arahan tertentu (Wolinsky et al. 2011). Memandangkan ramai ahli-ahli sains *Posit Science* adalah pakar keplastikan otak, latihan-latihan yang direka bentuk oleh mereka adalah latihan-latihan yang boleh membawa kepada perubahan ke atas struktur otak. Latihan-latihan yang direka mereka ini termasuklah yang memberi fokus teras ke atas meningkatkan kepantasan untuk memenuhi kehendak dunia hari ini. Ini termasuklah peningkatan intensiti (keamatan) ke atas ketepatan, di samping mengekalkan kebolehsuaian latihan-latihan tersebut secara berterusan, sesuai dengan prestasi individu-individu yang mengambil bahagian dalam latihan-latihan yang berkaitan. Latihan-latihan pula direka khas dengan unsur-unsur yang menarik untuk merangsangkan *neurotransmitter* dan mengekalkan penglibatan individu dalam latihan-latihan tersebut dengan meningkatkan keinginan mereka untuk terus melibatkan diri dalam program. Usaha-usaha ini, secara beransur-ansur, akan membolehkan individu-individu yang terlibat dalam program ini mengaitkan latihan-latihan kognitif yang mereka jalani dengan pengalaman dunia sebenar (*Posit Science* 2026).

Sorotan literatur yang dijalankan oleh Arokiaj, Khairudin dan Wan Sulaiman (2020) ke atas 23 artikel mengetengahkan beberapa kajian yang melibatkan sesi-sesi latihan kognitif berkomputer. Sesi-sesi latihan kognitif berkomputer yang mereka laporkan mengambil masa antara 40 minit (Faust et al., 2020; Mishra et al., 2015) dan 90 minit (Belchior et al. 2013) bagi setiap sesi latihan. Jumlah masa latihan (dalam jam) juga adalah berbeza-beza. Contohnya, latihan yang dijalankan oleh Edwards et al. (2002) melibatkan jumlah latihan kognitif berkomputer selama 8 jam manakala latihan yang dijalankan oleh Mishra et al. (2015) pula melibatkan jumlah latihan kognitif berkomputer selama 10 jam. Kedua-dua kajian ini melaporkan peningkatan prestasi yang signifikan dalam pemprosesan kepantasan. Secara amnya Arokiaj et al. (2020) melaporkan intervensi-intervensi berbentuk latihan kognitif berkomputer yang merangkumi (1) tempoh setiap sesi latihan, (2) jumlah jam latihan, (3) bilangan latihan, dan (4) tempat latihan dijalankan.

Dapatan kajian literatur yang dijalankan Arokiaj et al. (2020) ini melaporkan bahawa kesemua kumpulan yang menjalani latihan kognitif berkomputer yang berbentuk kepantasan pemprosesan menunjukkan peningkatan dari segi prestasi berbanding dengan kumpulan kawalan. Daripada 23 kajian (contohnya, Anderson et al. 2014; Anderson et al. 2013; Ball et al. 2002; Ball et al. 2010; Belchior et al. 2013; Belchior et al. 2019; Edwards et al. 2013a; Edwards et al. 2002; Eramudugolla et al. 2017; Faust et al. 2020; Jones et al. 2013; Mahncke et al. 2006; Mishra et al. 2015; O'Brien et al. 2013; Rebok et al. 2014; Sharpe et al. 2014a, 2014b; Smith et al. 2018; Smith et al. 2009; Tennstedt & Unverzagt 2013; Willis et al. 2006; Zelinski et al. 2011; Zelinski et al.

2014), perbandingan yang dilaporkan adalah selari dengan kajian Jones et al. (2013). Walaupun latihan menunjukkan pelbagai kesan positif pada peringkat kumpulan, perubahan berkaitan usia dalam kumpulan kawalan memperlihatkan kadar kemerosotan yang lebih perlahan berbanding kumpulan eksperimen dalam salah satu kajian berasaskan percubaan *ACTIVE*.

Dua daripada kajian-kajian yang tersenarai di atas (iaitu Faust et al. 2020; Smith et al., 2018) menunjukkan kesan saiz yang kecil terhadap kepantasan pemprosesan. Arokiaraj et al. (2020) turut melaporkan bahawa beberapa kajian (contohnya, Eramudugolla et al. 2017), menunjukkan bahawa latihan kepantasan pemprosesan boleh meramal prestasi UFOV (*Useful Field of View*) secara signifikan (*significant predictor*). Beberapa kajian lain (contohnya, Chiaravalloti et al. 2022; Chiaravalloti et al. 2024; Vance et al. 2024; Wadley et al. 2025) turut menunjukkan peningkatan dari segi prestasi selepas 3 bulan, 6 bulan, dan pada tahun ke-5, dan ke-10 selepas latihan kepantasan pemprosesan dijalankan.

Latihan kepantasan pemprosesan turut dilaporkan dapat membantu meningkatkan pelbagai perkara yang melibatkan sistem kognitif. Zelinski et al. (2011) melaporkan bahawa latihan kepantasan pemprosesan membantu individu memindahkan kesan-kesan memori secara keseluruhannya (Zelinski et al. 2011), memori kerja (melalui latihan kepantasan pemprosesan secara visual – tetapi bukan auditori) (Faust et al. 2020), pembelajaran bahasa secara auditori, urutan nombor dan huruf (Zelinski et al. 2011), dan kemahiran berbahasa (Belchior et al. 2013) pada kesan saiz yang kecil. Latihan kepantasan pemprosesan juga boleh dikaitkan dengan kebolehan untuk menghasilkan semula senarai item yang mudah untuk dihafal (Zelinski 2014). Selain itu, latihan kepantasan pemprosesan juga memberi kesan ke atas keupayaan memandu. Bilangan kemalangan yang lebih tinggi telah dilaporkan dalam kalangan peserta-peserta kumpulan kawalan berbanding dengan yang dilaporkan dalam kalangan peserta yang mengambil bahagian dalam latihan kepantasan pemprosesan (Ball et al. 2010). Individu yang menjalani latihan kepantasan pemprosesan dalam kajian Eramudugolla et al. (2017) turut menunjukkan pengurangan masa yang signifikan dalam melengkapkan *Maze Test*, tetapi penambahan masa tindak balas dalam Hazard Perception Test.

Alternatif kepada latihan-latihan kognitif adalah latihan-latihan yang memerlukan kehadiran jurulatih bertauliah. Walau bagaimanapun, memandangkan pada zaman ini semakin ramai golongan tua yang mempunyai akses kepada internet (terutamanya bagi mereka yang tinggal di bandar-bandar besar), golongan tua hari ini boleh menggunakan latihan-latihan kognitif yang berasaskan komputer untuk membantu mereka dalam melewati proses kemerosotan kognitif yang sering dialami oleh golongan tua (Willis & Belleville 2016; Chaldogieridis & Tsiatsos 2022; Devanand et al. 2022). Selain itu, latihan-latihan kognitif berkomputer juga sesuai untuk golongan tua kerana latihan-latihan kognitif berkomputer ini tidak memerlukan golongan tua berada di tempat yang lain daripada kediaman mereka; ini turut berpotensi untuk mengurangkan kadar keciciran (*drop out*) berbanding dengan latihan-latihan yang memerlukan mereka berada di tempat-tempat tertentu.

Walaupun bagaimanapun, penggunaan latihan kognitif berkomputer dalam kalangan golongan tua tidak dapat lari dari membincangkan tentang isu jurang digital (*digital divide*), khususnya dalam kalangan golongan tua yang menetap di luar bandar atau yang mempunyai tahap literasi digital yang rendah (Di & Wang 2025). Walaupun akses kepada internet dan penggunaan telefon pintar dalam kalangan golongan tua semakin meningkat di Malaysia, masih terdapat sebahagian golongan tua yang menghadapi kesukaran untuk menggunakan aplikasi digital atau tidak mempunyai akses kepada teknologi yang konsisten (Md. Fadzil et al. 2023). Oleh itu, pelaksanaan latihan kognitif berkomputer perlu disertakan dengan sokongan teknikal, latihan awal dan asas

penggunaan teknologi, serta reka bentuk aplikasi yang mesra pengguna bagi memastikan intervensi ini lebih berkesan dan dapat diakses oleh golongan tua dari pelbagai latar belakang.

Berdasarkan maklumat di atas, terdapat pelbagai latihan kognitif berkomputer yang boleh dijalankan oleh golongan tua. Walau bagaimanapun, sebagaimana yang dilaporkan sebelum ini, tidak semua latihan kognitif berkomputer yang ada di pasaran sesuai untuk melewati proses penuaan dari perspektif kognitif. Tambahan pula, ketidakseragaman dapatan kajian yang terdahulu (Griffith-Greene 2015; Mishra et al. 2015; Faust et al. 2020) mungkin dipengaruhi oleh tempoh latihan yang terlalu singkat serta tahap intensiti latihan yang tidak konsisten. Oleh yang demikian, satu kajian awal telah dijalankan untuk menilai kesesuaian beberapa latihan kognitif berkomputer yang boleh digunakan oleh golongan tua di Malaysia bagi membantu melewati proses penuaan mereka. Sehubungan itu, artikel ini melaporkan hasil penilaian ke atas latihan-latihan kognitif berkomputer yang terpilih untuk menunjukkan kesesuaian setiap satunya dalam program intervensi ke atas golongan sasaran kajian kohort *MyAgeWell* yang masih lagi berlangsung. Dalam konteks *MyAgeWell*, pendekatan logitudinal yang diguna pakai membolehkan peserta menjalani latihan secara berulang-ulang dan berterusan dalam tempoh yang lebih panjang. Pendekatan ini dijangka dapat meningkatkan peluang pembentukan neuroplastik dan kesan pemindahan (*transfer effects*) terhadap fungsi harian yang lebih stabil berbanding dengan intervensi jangka pendek yang mungkin tidak mencukupi untuk menghasilkan kesan dan perubahan kognitif yang merata.

METODOLOGI KAJIAN

PESERTA KAJIAN

Satu kajian kohort yang dinamakan *MyAgeWell* ini melibatkan 352 orang warga tua (berusia 60 tahun ke atas) dari pelbagai kaum etnik yang menetap di sekitar Lembah Kelang ini sedang dijalankan. Program *MyAgeWell* ini adalah satu kajian longitudinal (4 tahun) yang melibatkan peserta dari pelbagai SES, termasuklah golongan B40 dan yang bukan B40. Peserta yang direkrut adalah mereka yang (1) secara amnya adalah sihat (termasuk yang sedang / pernah menerima rawatan secara berkala), (2) boleh berjalan sekurang-kurangnya sejauh 3 meter, dan (3) boleh berinteraksi sama ada dalam bahasa Melayu, bahasa Inggeris, bahasa Mandarin, atau bahasa Tamil, atau kombinasi mana-mana bahasa tersebut.

Kesemua peserta *MyAgeWell* adalah mereka yang telah mencapai skor melebihi 13 (daripada 30) dalam *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), iaitu satu ujian tapisan yang digunakan oleh para doktor untuk mengesan kemerosotan kognitif yang ringan (*mild cognitive impairment*) yang boleh memberi isyarat kepada demensia peringkat awal (Salehuddin et al. 2026). MoCA menguji memori, bahasa, tumpuan, fungsi-fungsi eksekutif, kemahiran visuospatial, dan orientasi dalam masa yang singkat (10 minit). Walaupun skor 26 ke atas telah dicadangkan oleh perekannya (iaitu Nasreddine et al. 2005) untuk mengenal pasti individu sebagai bebas dari mengalami kemerosotan kognitif yang ringan (Julayanont et al. 2014), untuk kajian *MyAgeWell*, skor melebihi 13 telah dipilih kerana menurut Marzuki et al. (2024), skor 26 adalah terlalu tinggi, termasuk untuk mereka yang mempunyai pendidikan yang tinggi. Hal ini kerana peserta *MyAgeWell* bukan sahaja terdiri dari mereka yang mempunyai latar belakang pendidikan yang pelbagai, tetapi, mereka juga terdiri dari kumpulan etnik yang pelbagai dan mengamalkan bahasa yang berbeza, yang mencerminkan landskap linguistik penduduk Malaysia (Mahmud & Salehuddin 2023).

ANALISIS KANDUNGAN

Analisis telah dijalankan ke atas tiga latihan kognitif berkomputer yang boleh diperolehi secara percuma dan mudah diikuti dan dikendalikan oleh golongan tua. Untuk tujuan ini, tiga latihan kognitif berkomputer yang berpotensi untuk digunakan sebagai intervensi telah dianalisis iaitu: 1) pembelajaran bahasa menggunakan *Duolingo*; 2) teka-teki jigsaw dalam talian; dan 3) permainan video (iaitu *Aimlab* dan *Tetris*). Ciri-ciri setiap satu daripada latihan kognitif berkomputer ini (yang diperolehi dari brosur maya sebagaimana yang dijelaskan oleh pengelutarnya) telah dinilai dan dibandingkan dengan latihan kognitif berkomputer yang pernah dilaporkan dalam kajian-kajian yang disebutkan dalam bahagian pengenalan di atas. Hasil penilaian ke atas ketiga-tiga latihan kognitif berkomputer yang dipilih dibentangkan dalam bahagian berikutnya.

Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang memberi fokus kepada ciri-ciri fungsi kognitif yang disasarkan oleh setiap intervensi. Penilaian dijalankan berdasarkan prinsip-prinsip latihan kognitif berkomputer yang telah dikenal pasti dalam sorotan literatur terdahulu, termasuk elemen mudah suai (*adaptive difficulty*), pengulangan latihan, maklum balas segera, penglibatan pengguna, dan potensi latihan terhadap domain-domain kognitif tertentu seperti memori, tumpuan, kepantasan pemprosesan, dan fungsi visuospatial. Analisis dilakukan oleh penyelidik dengan merujuk kepada dokumentasi rasmi dan penerangan platform digital yang digunakan. Bagi memastikan ketekalan penilaian, ciri-ciri setiap intervensi dibandingkan secara sistematik dengan dapatan kajian-kajian empirikal terdahulu berkaitan latihan kognitif berkomputer.

DAPATAN DAN PERBINCANGAN

DUOLINGO

Duolingo adalah satu aplikasi pembelajaran bahasa yang dibina oleh *Duolingo, Inc.*, dari Amerika Syarikat. *Duolingo* menawarkan pembelajaran 42 bahasa dunia, termasuk bahasa Inggeris, bahasa Perancis, bahasa Sepanyol, dan juga bahasa-bahasa yang tidak mempunyai ramai penutur seperti bahasa Welsh, Irish, dan Navaho. Ianya turut menawarkan bahasa buatan manusia seperti Klingon (yang digunakan dalam siri *Star Trek*) (*Duolingo* 2026). Kaedah pembelajaran *Duolingo* menggabungkan unsur-unsur gamifikasi (iaitu aplikasi tipikal dalam permainan seperti sistem pemarkahan, persaingan dengan orang lain, peraturan-peraturan dalam permainan untuk menggalakkan keterlibatan penggunaanya dalam proses pembelajaran. *Duolingo* juga menggalakkan dan memotivasi penggunaanya dengan penggunaan markah, pengukuhan (ganjaran), dan pembelajaran yang berbentuk interaktif yang membenarkan proses pengulangan dijalankan. Pembelajaran *Duolingo* dilakukan secara pembelajaran harian yang singkat untuk menyediakan latihan yang lebih konsisten tetapi berperingkat untuk penggunaanya. Struktur *Duolingo* kini adalah lebih berbentuk linear, kerana individu yang mengikuti pembelajaran *Duolingo* tidak boleh memilih topik-topik secara rawak, tetapi perlu menjalani program tersebut mengikut struktur yang ditetapkan oleh perekaanya. Ini bermakna, individu yang mengikuti *Duolingo* tidak boleh maju ke topik yang lain selagi mereka belum melengkapkan aktiviti-aktiviti yang direka untuk satu-satu topik.

Duolingo dianggap sebagai latihan kognitif berkomputer kerana reka bentuk, ciri-ciri, dan sains pembelajaran yang ada padanya melibatkan serta melatih fungsi-fungsi asas otak, iaitu memori, tumpuan, dan penyelesaian masalah, yang dikatakan berpotensi untuk melewati kemerosotan kognitif (Meltzer et al. 2023). Hal ini kerana pembelajaran satu-satu bahasa yang

baru melibatkan penggunaan bahagian-bahagian otak yang memainkan peranan dalam membuat keputusan, mengingat semula, dan pengawalan emosi (Li, Bonk & Zhou 2023), Latihan-latihan seperti terjemahan, pepadanan, dan pertuturan, boleh disamakan sebagai “satu gimnasium” kepada sistem kognitif manusia. Selain itu, sistem kecerdasan buatan yang ada pada *Duolingo* (yang dipanggil *birdbrain*) dapat menjejak prestasi pengguna *Duolingo* (*Adaptive Learning*) (Topolnyk et al. 2025; Vega et al. 2025) dan menyelaraskan tahap kesukaran pembelajaran secara masa nyata (*real time*), bagi membolehkan bantuan diberikan kepada pengguna dengan memberi fokus ke atas topik-topik yang perlu diberikan perhatian oleh mereka. Pendekatan yang berorientasikan peribadi (*personalised approach*) yang dipanggil pembelajaran mudah suai (*adaptive learning*) ini, yang menyediakan cabaran yang sesuai mengikut tahap pengetahuan pelajar, adalah penting untuk penglibatan kognitif dan pembangunan kemahiran yang lebih berkesan.

Duolingo turut dianggap sebagai satu latihan kognitif berkomputer kerana sifatnya yang berbentuk ulangan. *Duolingo* mempunyai ciri-ciri di mana perkataan-perkataan atau konsep-konsep yang telah dipelajari diulang-ulang sebelum ianya lenyap dari ingatan mereka yang mempelajarinya (Li et al. 2023). Kaedah penggunaan perkataan-perkataan dan konsep-konsep secara berulang-ulang (yang dipanggil *Spaced Repetition*) ini dikatakan mampu menguatkan pembentukan perkataan-perkataan serta konsep-konsep yang baru dipelajari dalam memori jangka panjang, dan seterusnya menghalangnya dari “lupa” atau lenyap dari ingatan. Unsur-unsur gamifikasi seperti markah pengalaman (“*experience points*”), bilangan kemenangan secara berturutan (“*streaks*”), kedudukan semasa (“*leaderboards*”), and ganjaran secara maya (“*virtual rewards*”) (Abdullaeva et al. 2025) boleh membantu mengekalkan motivasi pengguna *Duolingo* dan menggalakkan mereka untuk berlatih secara konsisten setiap hari. Kesemua ini merupakan satu faktor yang penting dalam pembentukan kemahiran kognitif yang berkekalan.

Topik-topik pembelajaran yang dalam *Duolingo* adalah bersifat pembelajaran mikro; ianya adalah ringkas dan mudah “dihadam” dalam tempoh yang singkat, iaitu dari 5 hingga 10 minit sahaja. Ini boleh membantu dalam memastikan yang otak pengguna *Duolingo* kekal fokus, kekal terlibat dalam pembelajaran, dan tidak rasa terbeban dengan apa yang perlu dipelajari (Khong & Kabilan 2020). Dengan ini, tumpuan dan ketepatan dalam pembelajaran dapat dimaksimumkan. *Duolingo* juga dikatakan boleh membantu pengguna membentuk kesedaran tentang proses pembelajaran mereka sendiri dengan menyediakan maklum balas segera kepada pengguna dan membenarkan mereka menjejak perkembangan pembelajaran mereka (Li et al. 2023). Kesedaran berbentuk metakognitif ini membolehkan mereka membuat perubahan-perubahan yang perlu kepada strategi pembelajaran mereka agar proses pembelajaran mereka menjadi lebih berkesan. Pada dasarnya, *Duolingo* melatih otak melalui latihan interaktif yang berstruktur, mudah suai, dan sangat menarik, yang mampu memupuk kecekapan mental serta membantu membina laluan neural (*neural pathways*) yang baharu.

Dalam konteks Malaysia yang majoriti penduduknya menggunakan lebih daripada satu bahasa dalam aktiviti dan kehidupan seharian (Mahmud & Salehuddin, 2023), penggunaan *Duolingo* juga berpotensi membantu melewati kemerosotan kognitif melalui aktiviti berkaitan bahasa. Kajian terdahulu (iaitu Salehuddin et al. 2026), menunjukkan bahawa penggunaan lebih daripada satu bahasa secara konsisten boleh membantu meningkatkan fleksibiliti kognitif, kawalan perhatian, dan melewati simptom kemerosotan kognitif dalam kalangan golongan tua. Oleh yang demikian, pembelajaran bahasa melalui *Duolingo* bukan sahaja berfungsi sebagai aktiviti pembelajaran bahasa, malah, *Duolingo* juga berperanan sebagai alat bantuan latihan mental yang menyokong ketahanan kognitif jangka panjang.

TEKA-TEKI JIGSAW DALAM TALIAN

Teka-teki jigsaw (atau *Jigsaw puzzle*) dalam talian turut boleh dianggap sebagai satu bentuk latihan kognitif berkomputer memandangkan ianya adalah satu aplikasi digital yang melibatkan aktiviti kognitif yang mencabar, yang dapat melatih fungsi-fungsi kognitif tertentu, terutamanya kebolehan visuospatial (iaitu kebolehan mental mengolah dan memahami hubungan objek dalam ruang) dalam cara yang berstruktur dan menarik (Urwyler et al. 2023).

Teka-teki jigsaw dalam talian memerlukan keterlibatan pelbagai kemahiran kognitif. Proses untuk menyelesaikan teka-teki jigsaw sendiri memerlukan pengguna terlibat dalam pelbagai aktiviti kognitif yang pelbagai dan penting dalam kesihatan mental serta perkembangannya. Teka-teki jigsaw dalam talian mampu membantu melatih pengguna dalam kemahiran persepsi visual (*visual-perceptual*), kebolehan menggambarkan ruang (*spatial reasoning*), memori kerja, dan kebolehan menyelesaikan masalah dalam persekitaran digital (Devanand et al. 2022; Lin et al. 2023). Teka-teki jigsaw dalam talian melibatkan:

1. Kemahiran persepsi visual yang memerlukan pengguna menganalisis bentuk, warna, dan corak-corak yang ada pada kepingan-kepingan gambar untuk mengenal pasti di mana kepingan-kepingan gambar tersebut perlu diletakkan;
2. Kebolehan menggambarkan ruang yang memerlukan pengguna memusing-musingkan kepingan gambar secara mental (dalam pemikiran sahaja) dan meletakkan kepingan-kepingan virtual pada tempatnya untuk melihat sama ada padan atau tidak untuk membantu meningkatkan keupayaan dalam memanipulasikan reruang;
3. Kebolehan mengingat semula maklumat visual yang diperolehi dari imej asal, mengingat semula lokasi kepingan-kepingan gambar tertentu, dan menggunakan strategi-strategi tertentu semuanya dalam waktu yang sama membantu melatih memori kerja seseorang;
4. Kebolehan memberikan tumpuan dan konsentrasi yang tinggi bagi membolehkan kepingan-kepingan gambar yang hampir-hampir sama rupanya (kerana perbezaan yang tidak ketara) disusun dengan baik. Ini akan meningkatkan lagi tempoh tumpuan (*attention span*) pengguna.
5. Kebolehan menggalakkan pengguna membina strategi-strategi tertentu untuk penyelesaian masalah dan perancangan untuk menyelesaikan teka-teki, seperti memulakan dengan gambar-gambar di bahagian hujung gambar, atau dengan mengasing-asingkan kepingan gambar berdasarkan warna.

Tindak balas segera yang diberikan apabila kepingan-kepingan gambar diletakkan dengan betul membina satu kitaran ganjaran (*rewarding loop*) yang dapat meningkatkan penghasilan dopamin dan meningkatkan motivasi (Chaldogieridis & Tsiatsos 2022; Siricharoen 2023). Dengan mempelbagaikan bilangan kepingan gambar, bilangan pusingan dan sebagainya sebagai satu cara menyesuaikan tahap kesukaran, pengguna dapat menyesuaikannya dengan kebolehan semasa mereka. Tidak seperti teka-teki jigsaw fizikal, teka-teki jigsaw dalam talian melibatkan tahap kesukaran yang boleh disesuaikan dengan pengguna, dengan sistem yang boleh membantu memberi panduan penyelesaian teka-teki, serta menjejak perkembangan. Ini seterusnya menjadikan teka-teki jigsaw dalam talian sebagai satu platform yang amat berstruktur, tetapi fleksibel (boleh lentur) yang boleh disesuaikan dengan keperluan atau matlamat kognitif seseorang itu. Kesemua ini menjadikan teka-teki jigsaw dalam talian sebagai satu platform yang berkesan untuk latihan kognitif berkomputer (Lin et al. 2022).

Keterlibatan pengguna dalam aktiviti santai tapi mencabar dari segi kognitif untuk jangka masa yang panjang dikatakan mempunyai kaitan dengan penurunan risiko untuk mengalami kemerosotan kognitif dan demensia (Urwylers et al. 2023). Permainan teka-teki jigsaw dalam jangka masa yang singkat mungkin hanya akan menunjukkan peningkatan dalam tugas tertentu; namun demikian, permainan teka-teki jigsaw dalam jangka masa yang lama dapat membina “*cognitive reserve*”, iaitu kebolehan otak untuk menangani perubahan patologi yang dialami oleh otak disebabkan oleh faktor usia (Devanand et al. 2022).

PERMAINAN VIDEO

AIMLABS

Aimlabs merupakan permainan menembak berasaskan latihan sasaran yang dilancarkan pada 16 Jun 2023 (*Aimlabs* 2026). Permainan yang dibangunkan dan diterbitkan oleh State Space Labs, Inc. ini direka khusus untuk melatih tumpuan visual, masa tindak balas, kepantasan pemprosesan, serta koordinasi mata dan tangan (Muhid et al. 2023). Pengguna perlu mengenal pasti sasaran visual dengan pantas, membuat keputusan dalam tempoh masa yang singkat, dan melaksanakan tindak balas motor dengan tepat di bawah tekanan masa (Tang et al. 2025). Keperluan kognitif ini menyerupai tugas kepantasan pemprosesan dan perhatian yang lazim digunakan dalam kajian makmal. Selain itu, *Aimlabs* turut menyediakan maklum balas prestasi secara masa nyata, ukuran objektif seperti masa tindak balas dan ketepatan, serta tahap kesukaran yang boleh disesuaikan (Tang et al. 2025), iaitu ciri-ciri utama latihan kognitif berkomputer.

TETRIS

Tetris adalah permainan video yang direka oleh Alexey Pajitnov. Ianya memerlukan pemain menyusun objek-objek pelbagai bentuk yang jatuh dari bahagian atas skrin untuk melengkapkan barisan yang sempurna bagi mendapatkan markah (Lasky 2023). *Tetris* memerlukan penglibatan pemain secara berterusan dalam pemprosesan visuospatial, memori kerja, putaran mental, dan pembuatan keputusan yang pantas (Agren et al. 2021). Pengguna perlu menilai bentuk-bentuk geometri dengan cepat, menjangkakan penempatan seterusnya, dan membuat keputusan tentang ruang dalam tempoh masa yang semakin terhad. Peningkatan tahap kesukaran secara berperingkat serta keperluan kognitif yang berulang menjadikan *Tetris* satu contoh latihan kognitif berkomputer yang mampu meningkatkan kecekapan neural dan pengukuhan kemahiran visuospatial (Michalsky & Klein 2025).

Secara amnya, menurut Lachowicz et al. (2025), James and O'Connor (2023), dan Muhid et al. (2025), permainan video ini memenuhi kriteria sebagai latihan kognitif berkomputer kerana ia:

1. Menyasarkan domain kognitif tertentu seperti tumpuan, kawalan perencatan (*inhibitory control*), kepantasan pemprosesan, dan kemahiran persepsi visual (*visuospatial*).
2. Menyediakan latihan berasaskan prestasi yang dijalankan secara berulang;
3. Memberikan maklum balas segera serta tahap kesukaran yang boleh disesuaikan; dan
4. Mengambil kesempatan ke atas prinsip neuroplastik melalui cabaran kognitif yang berterusan.

Oleh yang demikian, permainan video dalam talian ini bukan sekadar berfungsi sebagai hiburan, tetapi bertindak sebagai alat digital berstruktur yang berpotensi menyokong pemeliharaan dan peningkatan fungsi-fungsi kognitif, khususnya dalam kalangan golongan tua (Devanand et al. 2022). Jadual 1 merumuskan latihan kognitif berkomputer serta tempoh masa bagi setiap intervensi yang dilalui oleh peserta *MyAgeWell*.

JADUAL 1. Jenis dan fungsi-fungsi intervensi kajian *MyAgeWell*

Intervensi	Memori	Tumpuan	Kawalan Eksekutif	Kepantasan Pemprosesan	Visuospatial	Masa Tindak Balas	Bahasa	Lain-lain
<i>Duolingo</i>	✓	✓	✓	✓	–	–	Membentuk kemahiran dalam pelbagai bahasa (BM, BI, dll.)	Pembelajaran mikro, gamifikasi, kecerdasan buatan, mudah suai masa nyata (Birdbrain), dan pengulangan berjarak
Teka-teki jigsaw dalam talian	✓ (memori visual)	✓	✓	–	✓	–	Tidak memerlukan kemahiran bahasa	Kerumitan boleh disesuaikan, perancangan strategik, latihan visual-persepsi
Permainan video	–	✓	✓	✓	✓	✓	Minimum / tidak bergantung kepada kemahiran berbahasa	Tahap kesukaran mudah suai, maklum balas prestasi segera, tugasan berasaskan prestasi berulang

Walaupun ketiga-tiga intervensi yang dikenal pasti menunjukkan potensi yang positif dalam menyokong fungsi kognitif golongan tua, setiap satunya mempunyai batasan tertentu yang perlu dipertimbangkan. *Duolingo*, misalnya, sangat bergantung kepada motivasi sendiri dan mungkin kurang sesuai untuk peserta yang mempunyai tahap literasi digital atau penguasaan bahasa yang lemah. Teka-teki jigsaw dalam talian pula lebih memberi fokus kepada fungsi visiospatial dan mungkin kurang memberi rangsangan kepada domain bahasa dan komunikasi. Permainan video seperti *Aimlabs* dan *Tetris* pula berpotensi menyebabkan keletihan visual atau kesukaran koordinasi bagi sesetengah golongan tua. Oleh yang demikian, tahap kesukaran, pemantauan berkala, tempoh latihan fleksibel, serta integrasi elemen sosial seperti sesi latihan berkumpul dicadangkan bagi meningkatkan keberkesanan intervensi-intervensi tersebut.

Memandangkan kajian *MyAgeWell* merupakan kajian longitudinal yang dijalankan dalam tempoh 4 tahun, data awal berkaitan keberkesanan intervensi dan maklum balas peserta masih dalam poses analisis dan penilaian. Sehubungan itu, kajian ini memberi fokus kepada penilaian konseptual dan kesesuaian latihan-latihan kognitif berkomputer yang dipilih berdasarkan soroton literature serta kerangka intervensi yang sedang dilaksanakan. Dapatan empirikal penuh akan dibentangkan selepas proses intervensi dan analisis longitudinal selesai dijalankan.

KESIMPULAN

Artikel ini membentangkan ciri-ciri latihan kognitif berkomputer serta hasil analisis ke atas latihan kognitif berkomputer yang dijalani oleh 352 orang peserta kajian longitudinal *MyAgeWell* di Malaysia. Berdasarkan sorotan literatur dan bukti empirikal terdahulu, latihan kognitif berkomputer seperti *Duolingo*, teka-teki jigsaw, dan permainan video dalam talian (*Aimlab* dan *Tetris*) yang memberi fokus khusus ke atas latihan kepantasan pemprosesan mempunyai potensi yang signifikan untuk dijadikan intervensi dalam menyokong fungsi-fungsi kognitif dan kesejahteraan golongan tua yang sihat. Intervensi-intervensi ini juga didapati sesuai dengan konteks masyarakat Malaysia yang bersifat dwibahasa dan berbilang bahasa dan bangsa, memandangkan latihan-latihan tersebut sama ada dijalankan dalam bahasa Melayu, bahasa Inggeris atau bahasa-bahasa lain yang digunakan di Malaysia. Jenis-jenis intervensi yang dibentangkan juga tidak memerlukan penguasaan bahasa tertentu sama sekali; hal ini sekali gus menjadikan *Duolingo*, teka-teki jigsaw, dan permainan video dalam talian mudah diakses dan inklusif untuk peserta daripada latar belakang bahasa yang berbeza.

Walau bagaimanapun, keberkesanan setiap intervensi bergantung kepada faktor-faktor seperti intensiti latihan, tahap literasi digital peserta, kesesuaian reka bentuk aplikasi, dan sokongan penggunaan teknologi yang diberikan kepada golongan tua. Artikel ini juga menekankan bahawa keberkesanan latihan kognitif berkomputer adalah amat bergantung kepada reka bentuk latihan, pematuhan peserta, serta kesesuaian domain kognitif yang disasarkan. Secara keseluruhannya, kerangka yang dicadangkan diharap dapat menjadi asas panduan bagi analisis empirikal pada masa hadapan serta menyumbang kepada pembangunan intervensi berasaskan bukti bagi menyokong kesihatan kognitif dan kualiti hidup golongan tua di Malaysia. Kesemua ini penting demi merealisasikan seruan kerajaan dalam mencapai dan membantu menyokong pencapaian SDG-3, iaitu, memastikan kehidupan yang sihat dan menggalakkan kesejahteraan untuk semua peringkat umur, termasuklah dalam memastikan penuaan sihat (warga emas kekal aktif dan produktif) dalam kalangan 15% populasi golongan tua menjelang tahun 2030.

PENGHARGAAN

Kajian ini dibiayai oleh Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia (MOHE), menerusi projek penyelidikan Long-Term Research Grant Scheme (LRGS) LRGS/1/2019/SYUC/02/1/3 (yang didaftarkan dalam SMPU v3 UKM sebagai LRGS/1/2019/SYUC-UKM/1/3), di bawah Program LRGS LRGS/1/2019/SYUC/02/1 – Clinical Trial Number: NCT06376656). Penghargaan juga diberikan kepada Sunway University atas sokong mereka, dan ribuan terima kasih kepada semua felo penyelidik pasca-kedoktoran, pembantu penyelidik siswazah (GRA), pembantu penyelidik, pelajar latihan industri, dan kesemua peserta yang terlibat dalam projek ini. Penghargaan khusus diberikan kepada Sharifah Nadhira Syed Annuar dan Yin Hanmo atas pelbagai bentuk bantuan yang diberikan sepanjang kajian ini dijalankan.

RUJUKAN

- Abdullah, J. M., Ismail, A. & Yusoff, M. S. B. 2024. Healthy ageing in Malaysia by 2030: needs, challenges and future directions. *Malays J Med Sci* 31(4): 1–13. <https://doi.org/10.21315/mjms2024.31.4.1>
- Abdullaeva, B. S., Zulkhonov, M., Elova, D., Pardaev, J. & Usmonova, L. 2025. Gamified AI for fostering vocabulary retention and motivation: A phenomenological study of Uzbek EFL learners. *Computer-Assisted Language Learning Electronic Journal* 26(7): 117-136.
- Aimlabs. 2026. Master your aim dominate the game. <https://aimlabs.com/>. Retrieved on: 5 January 2026
- Anderson, S., White-Schwoch, T., Parbery-Clark, A. & Kraus, N. 2013. Reversal of age-related neural timing delays with training. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(11): 4357–4362. <https://doi.org/10.1073/pnas.1213555110>
- Anderson, S., White-Schwoch, T., Choi, H. J. & Kraus, N. 2014. Partial maintenance of auditory-based cognitive training benefits in older adults. *Neuropsychologia* 62: 286-296. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.07.034>
- Agren, T., Hoppe, J.M., Singh, L., Holmes, E.A. & Rosén, J. 2021. The neural basis of Tetris gameplay: implicating the role of visuospatial processing. *Current Psychology* 42(10): 8156–8163. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-02081-z>
- Arokiaraj, A.S., Khairudin, R. & Sulaiman, W.S.W. 2020. The impact of a computerized cognitive training on healthy Older Adults: A systematic review focused on processing speed and attention. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences* 10(11). 646-685. <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBS/v10-i11/7647>
- Attarha, M., De Figueiredo Pelegrino, A.C., Toussaint, P.-J., Grant, S.-J., Van Vleet, T. & De Villers-Sidani, E. 2024. Improving Neurological health in aging via Neuroplasticity-Based Computerized Exercise: Protocol for a randomized controlled trial. *JMIR Research Protocols* 13: e59705. <https://doi.org/10.2196/59705>
- Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., Morris, J. N., Rebok, G. W., Smith, D. M., Tennstedt, S. L., Unverzagt, F. W., Willis, S. L. & for the ACTIVE Study Group. 2002. Effects of cognitive training interventions with older adults. *JAMA* 288(18): 2271. <https://doi.org/10.1001/jama.288.18.2271>
- Ball, K., Edwards, J. D., Ross, L. A. & McGwin Jr., G. 2010. Cognitive training decreases motor vehicle collision involvement of older drivers. *Journal of the American Geriatrics Society* 58(11): 2107–2113. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03138.x>
- Bernama. 2025. 10 daerah di Malaysia muncul daerah menua baharu pada 2025. 10 October. <https://bernama.com/bm/news.php?id=2473903>. Retrieved on: 5 January 2026.
- Boutzoukas, E.M., O'Shea, A., Kraft, J.N., Hardcastle, C., Evangelista, N.D., Hausman, H.K., Albizu, A., Van Etten, E.J., Bharadwaj, P.K., Smith, S.G., Song, H., Porges, E.C., Hishaw, A., DeKosky, S.T., Wu, S.S., Marsiske, M., Alexander, G.E., Cohen, R. & Woods, A.J. 2023. Higher white matter hyperintensity load adversely affects Pre-Post proximal cognitive training performance in healthy older adults. *Journal of the International Neuropsychological Society* 29(s1): 671–672. <https://doi.org/10.1017/S1355617723008433>
- Blackwood, J., Shubert, T., Fogarty, K. & Chase, C. 2016. The impact of a home-based computerized cognitive training intervention on fall risk measure performance in

- community dwelling older adults, a pilot study. *The Journal of Nutrition, Health & Aging* 20(2): 138–145. <https://doi.org/10.1007/s12603-015-0598-5>
- Belchior, P., Marsiske, M., Sisco, S. M., Yam, A., Bavelier, D., Ball, K. & Mann, W. C. 2013. Video game training to improve selective visual attention in older adults. *Computers in Human Behavior* 29(4): 1318–1324. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.01.034>
- Belchior, P., Yam, A., Thomas, K. R., Bavelier, D., Ball, K. K., Mann, W. C. & Marsiske, M. 2019. Computer and videogame interventions for older adults' cognitive and everyday functioning. *Games for Health Journal* 8(2): 129–143. <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0092>
- Carthery-Goulart, M. T., Privitera, A. J. & Weekes, B. S. 2023. Does language distance modulate the contribution of bilingualism to cognitive reserve in seniors? A systematic review. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias®* 38. <https://doi.org/10.1177/15333175231167223>
- Castells-Sánchez, A., Roig-Coll, F., Lamonja-Vicente, N., Altés-Magret, M., Torán- Monserrat, P., Via, M., García-Molina, A., Tormos, J. M., Heras, A., Alzamora, M. T., Forés, R., Pera, G., Dacosta-Aguayo, R., Soriano-Raya, J. J., Cáceres, C., Montero-Alía, P., Montero-Alía, J. J., Jimenez-Gonzalez, M. M., Hernández-Pérez, M., ... Mataró, M. 2019. Effects and mechanisms of cognitive, aerobic exercise, and combined training on cognition, health, and brain outcomes in physically inactive older adults: the projecte moviment protocol. *Frontiers in Aging Neuroscience* 11. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00216>
- Chaldogeridis, A. & Tsiatsos, T. 2022. Gamification techniques and best practices in computerized working memory training: A systematic literature review. *Applied Sciences* 12(19): 9785. <https://doi.org/10.3390/app12199785>
- Chiaravalloti, N.D., Costa, S.L., Moore, N.B., Costanza, K. & DeLuca, J. 2022. The efficacy of speed of processing training for improving processing speed in individuals with multiple sclerosis: A randomized clinical trial. *Journal of Neurology* 269(7): 3614–3624. <https://doi.org/10.1007/s00415-022-10980-9>
- Chiaravalloti, N.D., Costa, S.L., Armknecht, C., Costanza, K., Wallace, S., Moore, N.B. & DeLuca, J. 2024. Speed of processing training to improve cognition in moderate to severe TBI: a randomized clinical trial. *Frontiers in Neurology* 15: 1445560. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1445560>
- Cleveland Clinic. 2024. Processing speed. <https://my.clevelandclinic.org/health/articles/processing-speed>. Retrieved on: 5 January 2026.
- Di, X. & Wang, L. 2025. Impact of digital literacy on aging attitudes of the elderly from the perspective of social cognitive theory. *BMC Public Health* 25(1): 2113. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-23377-w>
- Dieckelmann, M., González-González, A.I., Banzer, W., Berghold, A., Jeitler, K., Pantel, J., Pregartner, G., Schall, A., Tesky, V.A. & Siebenhofer, A. 2023. Effectiveness of exercise interventions to improve long-term outcomes in people living with mild cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports* 13(1): 18074. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44771-7>
- Devanand, D.P., Goldberg, T.E., Qian, M., Rushia, S.N., Sneed, J.R., Andrews, H.F., Nino, I., Phillips, J., Pence, S.T., Linares, A.R., Hellegers, C.A., Michael, A.M., Kerner, N.A., Petrella, J.R. & Doraiswamy, P.M. 2022. Computerized games versus crosswords

- training in mild cognitive impairment. *NEJM Evidence* 1(12).
<https://doi.org/10.1056/evidoa2200121>
- Duolingo. 2026. <https://www.Duolingo.com/>. Retrieved on: 5 January 2026.
- Edwards, J. D., Wadley, V. G., Myers, R. S., Roenker, D. L., Cissell, G. M. & Ball, K. K. 2002. Transfer of a speed of processing intervention to near and far cognitive functions. *Gerontology* 48(5): 329–340. <https://doi.org/10.1159/000065259>
- Edwards, J. D., Ruva, C. L., O'Brien, J. L., Haley, C. B. & Lister, J. J. 2013b. An examination of mediators of the transfer of cognitive speed of processing training to everyday functional performance. *Psychology and Aging* 28(2): 314–321. <https://doi.org/10.1037/a0030474>
- Eramudugolla, R., Kiely, K. M., Chopra, S. & Anstey, K. J. 2017. Effect of speed of processing training on older driver screening measures. *Frontiers in Aging Neuroscience* 9. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00338>
- Eastman, J.A., Kaup, A.R., Bahorik, A.L., Butcher, X., Attarha, M., Marcus, G.M., Pletcher, M.J., Olgin, J.E., Barnes, D.E. & Yaffe, K. 2021. Remote assessment of cardiovascular risk factors and cognition in middle-aged and older adults: Proof-of-concept study. *JMIR Formative Research* 6(2): e30410. <https://doi.org/10.2196/30410>
- Faust, M. E., Multhaup, K. S., Ong, M. S., Demakis, G. J. & Balz, K. G. 2020. Exploring the specificity, synergy, and durability of auditory and visual computer gameplay transfer effects in healthy older adults. *The Journals of Gerontology: Series B* 75(6): 1170-1180. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbz096>
- Fitzgerald, S. 2017. Is successful brain training fake news? Neurologists parse out the messaging for patients. *Neurology Today* 17(7). <https://neurologytoday.aan.com/doi/10.1097/01.NT.0000516006.46242.f6>. Retrieved on: 5 January 2026.
- Garo-Pascual, M., Gaser, C., Zhang, L., Tohka, J., Medina, M. & Strange, B.A. 2023. Brain structure and phenotypic profile of superagers compared with age-matched older adults: a longitudinal analysis from the Vallecas Project. *The Lancet Healthy Longevity* 4(8): e374–e385. [https://doi.org/10.1016/S2666-7568\(23\)00079-X](https://doi.org/10.1016/S2666-7568(23)00079-X)
- Griffith-Greene, M. M. 2015. Brain training games: No proof they prevent cognitive decline. *CBC News Canada Online*. <https://www.cbc.ca/news/health/brain-training-games-no-proof-they-prevent-cognitive-decline-1.3025212>. Retrieved on: 5 January 2026.
- Igor, S., Alexander, Z., Victor, B., Mariya, S., Yuliya, K. & Natalia, R. 2024. Computerized cognitive training technology for improving cognitive performance and preventing cognitive impairment: Analysis of the efficacy. *Lecture notes in networks and systems* 119: 331–341. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70300-3_22
- Jabatan Perangkaan Malaysia. 2022. *Ke Arah Penduduk Malaysia Berdaya Tahan, Memanfaatkanpeluang Dan Memastikan Hak Serta Pilihan Untuk Semua*. Pejabat Ketua Perangkawan Malaysia. https://www.dosm.gov.my/v1/uploads/files/5_Gallery/2_Media/4_Stats%40media/4-Press_Statement/2022/07.%20JULAI/HARI%20PENDUDUK%20SEDUNIA%2C%2011%20JULAI%202022.pdf. Retrieved on: 5 January 2026.
- James, R.G.L. & O'Connor, A.R. 2023. Impact of focus of attention on aiming performance in the first-person shooter videogame Aim Lab. *PLoS ONE* 18(7): e0288937. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288937>
- Jones, R. N., Marsiske, M., Ball, K., Rebok, G., Willis, S. L., Morris, J. N. & Tennstedt, S. L. 2013. The ACTIVE cognitive training interventions and trajectories of performance

- among older adults. *Journal of Aging and Health* 25(8_suppl): 186S-208S. <https://doi.org/10.1177/0898264312461938>
- Julayanont, P., Brousseau, M., Chertkow, H., Phillips, N. & Nasreddine, Z.S. 2014. Montreal Cognitive Assessment Memory Index Score (MoCA-MIS) as a Predictor of Conversion from Mild Cognitive Impairment to Alzheimer's Disease. *Journal of the American Geriatrics Society* 62(4): 679–684. <https://doi.org/10.1111/jgs.12742>
- Khan, H. T., Addo, K. M. & Findlay, H. 2024. Public health challenges and responses to the growing ageing populations. *Public Health Challenges* 3(3), e213. <https://doi.org/10.1002/puh2.213>
- Khong, H.K. & Kabilan, M.K. 2020. A theoretical model of micro-learning for second language instruction. *Computer Assisted Language Learning* 35(7): 1483–1506. <https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1818786>
- Lachowicz, M., Serweta-Pawlik, A., Konopka-Lachowicz, A., Jamro, D. & Żurek, G. 2025. How does virtual reality training affect reaction time and Eye–Hand Coordination? The Impact of Short- and Long-Term Interventions on Cognitive Functions in amateur esports athletes. *Applied Sciences* 15(8): 4346. <https://doi.org/10.3390/app15084346>
- Lasky, J. 2023. Tetris (electronic game). *EBSCO Knowledge Advantage™*. <https://www.ebsco.com/research-starters/sports-and-leisure/tetris-electronic-game#full-article>. Retrieved on: 5 January 2026
- Leanos, S., Kürüm, E., Strickland-Hughes, C.M., Ditta, A.S., Nguyen, G., Felix, M., Yum, H., Rebok, G.W. & Wu, R. 2023. The impact of learning multiple Real-World skills on cognitive abilities and functional independence in healthy older adults. *The Journals of Gerontology Series B* 78(8): 1305–1317. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbad053>
- Li, Z., Bonk, C.J. & Zhou, C. 2023. Supporting learners self-management for self-directed language learning: a study within *Duolingo*. *Interactive Technology and Smart Education* 21(3): 381–402. <http://dx.doi.org/10.1108/ITSE-05-2023-0093>
- Lim, X.-J., Chew, C.-C., Chang, C.-T., Supramaniam, P., Ding, L.-M., Devesahayam, P.R. & Low, L.-L. 2023. Perceived unmet needs of an age-friendly environment: A qualitative exploration of older adults' perspectives in a Malaysian city. *PLoS ONE* 18(6): e0286638. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286638>
- Lin, M.-L., Lopez, J.D., Silva, A., Ali, K., Brookshaw, V.Y., Martinez, M.G. & Castillo, D.C. 2022. Cognitive and socio-emotional benefits of puzzle working in older adults. *Activities Adaptation & Aging* 47(3): 348–363. <https://doi.org/10.1080/01924788.2022.2120761>
- Lumos Labs. 2026. Lumosity brain training. <https://www.lumosity.com/en/>. Retrieved on: 5 January 2026.
- Mafauzy, M. 2000. The problems and challenges of the aging population of malaysia. *PubMed* 7(1): 1–3. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3406209/>
- Mahmud, F. N. & Salehuddin, K. 2023. How bilingual Malaysian undergraduates are? A snapshot of the different bilingual categories in Malaysia. *GEMA® Online Journal of Language Studies* 23(2): 144–164. <https://doi.org/10.17576/gema-2023-2302-08>
- Mahncke, H. W., Connor, B. B., Appelman, J., Ahsanuddin, O. N., Hardy, J. L., Wood, R. A., Joyce, N. M., Boniske, T., Atkins, S. M. & Merzenich, M. M. 2006. Memory enhancement in healthy older adults using a brain plasticity-based training program: A randomized, controlled study. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103(33): 12523–12528. <https://doi.org/10.1073/pnas.0605194103>

- Md. Fadzil, N. H., Shahar, S., Singh, D. K. A., Rajikan, R., Vanoh, D., Ali, N. M. & Noah, S. a. M. 2023. Digital technology usage among older adults with cognitive frailty: A survey during COVID-19 pandemic. *Digital Health*, 9: 20552076231207594. <https://doi.org/10.1177/20552076231207594>
- Marzuki, A. A., Wong, K. Y., Chan, J. K., Na, S. Y., Thanaraju, A., Phon-Amnuaisuk, P., Vafa, S., Yap, J., Lim, W. G., Yip, W. Z., Arokiaaraj, A. S., Shee, D., Lee, L. G. L., Chia, Y. C., Jenkins, M. & Schaefer, A. 2024. Mapping computational cognitive profiles of aging to dissociable brain and sociodemographic factors. *Npj Aging* 10(1): 50. <https://doi.org/10.1038/s41514-024-00171-3>
- Meltzer, J.A., Rose, M.K., Le, A.Y., Spencer, K.A., Goldstein, L., Gubanova, A., Lai, A.C., Yossofzai, M., Armstrong, S.E.M. & Bialystok, E. 2021. Improvement in executive function for older adults through smartphone apps: a randomized clinical trial comparing language learning and brain training. *Aging Neuropsychology and Cognition* 30(2): 150–171. <https://doi.org/10.1080/13825585.2021.1991262>
- Michalsky, T. & Klein, S.S. 2025. Playing Tetris in virtual reality Environment: Spatial perception, perceptual speed and visual working memory. *Computers in Human Behavior Reports* 20: 100849. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100849>
- Mishra, J., Rolle, C. & Gazzaley, A. 2015. Neural plasticity underlying visual perceptual learning in aging. *Brain Research* 1612: 140-151. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2014.09.009>
- Mohamad, H. F. 2025. Malaysia sedang berdepan realiti beralih jadi masyarakat menua. *Berita Harian*, 15 September. <https://www.bharian.com.my/bisnes/lain-lain/2025/09/1446600/malaysia-sedang-berdepan-realiti-beralih-jadi-masyarakat-menua>. Retrieved on: 5 January 2026.
- Muhid, M. K., Raimi, N. F., Halik, A. A., Mazlan, A. N. & Jawis, M. N. 2023. Does physical reaction time training improves reaction time in E-sports?. In *International Conference on Innovation and Technology in Sports*, 255-263. Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-3741-3_24
- My Brain Trainer. 2026. The essential therapy for good brain health — neurofeedback brain Training Hong Kong | Singapore. <https://www.mybrainmytrainer.com/home>. Retrieved on: 5 January 2026.
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L. & Chertkow, H. 2005. The Montreal Cognitive Assessment, MOCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society* 53(4): 695–699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Navakkode, S. & Kennedy, B.K. 2024. Neural ageing and synaptic plasticity: prioritizing brain health in healthy longevity. *Frontiers in Aging Neuroscience* 16: 1428244. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2024.1428244>
- Nguyen, L., Murphy, K. & Andrews, G. 2022. A game a day keeps cognitive decline away? A systematic review and meta-analysis of commercially-available brain training programs in healthy and cognitively impaired older adults. *Neuropsychology Review* 32(3): 601–630. <https://doi.org/10.1007/s11065-021-09515-2>
- O'Brien, J. L., Edwards, J. D., Maxfield, N. D., Peronto, C. L., Williams, V. A. & Lister, J. J. 2013. Cognitive training and selective attention in the aging brain: an electrophysiological study. *Clinical Neurophysiology* 124(11): 2198–2208. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.05.012>

- Pathak, N., Vimal, S.K., Tandon, I., Agrawal, L., Hongyi, C. & Bhattacharyya, S. 2021. Neurodegenerative disorders of Alzheimer, parkinsonism, amyotrophic lateral sclerosis and multiple sclerosis: an early diagnostic approach for precision treatment. *Metabolic Brain Disease* 37(1): 67–104. <https://doi.org/10.1007/s11011-021-00800-w>
- Pauwels, L., Chalavi, S. & Swinnen, S. P. 2018. Aging and Brain Plasticity. *Aging* 10(8): 1789–1790. <https://doi.org/10.18632/aging.101514>
- Posit Science. 2026. BrainHQ: Brian training that works. <https://www.brainhq.com/>. Retrieved on: 5 January 2026.
- Rebok, G. W., Ball, K., Guey, L. T., Jones, R. N., Kim, H.-Y., King, J. W., Marsiske, M., Morris, J. N., Tennstedt, S. L., Unverzagt, F. W. & Willis, S. L. 2014. Ten-year effects of the advanced cognitive training for independent and vital elderly cognitive training trial on cognition and everyday functioning in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society* 62(1): 16–24. <https://doi.org/10.1111/jgs.12607>
- Reynolds, C.F., Jeste, D.V., Sachdev, P.S. & Blazer, D.G. 2022. Mental health care for older adults: Recent advances and new directions in clinical practice and research. *World Psychiatry* 21(3): 336–363. <https://doi.org/10.1002/wps.20996>
- Sagirbay, R. (2025). Neuroplasticity and BrainHQ: Unlocking the brain's potential. *CPAH Science Journal of Health*, 8(1), e177-e177. <https://doi.org/10.56238/cpahjournalv8n1-009>
- Salehuddin, K., Mahmud, F.N., Khairudin, R. & Arokiaaraj, A. S. 2026. Interacting in multiple languages contributes to cognitive resilience in malaysian older adults. *GEMA Online® Journal of Language Studies*, 26(1), 1-17. <https://doi.org/10.17576/gema-2026-2601-01>
- Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z. & Stine-Morrow, E. A. L. 2016. Do “Brain-Training” programs work? *Psychological Science in the Public Interest*, 17(3), 103–186. <https://doi.org/10.1177/1529100616661983>
- Siricharoen, N. 2023. Creative brain training apps and games can help improve memory, cognitive abilities, and promote good mental health for the elderly. *EAI Endorsed Transactions on Context-aware Systems and Applications* 9(1). <https://doi.org/10.4108/eetcasa.v9i1.3524>
- Sharpe, C., Holup, A. A., Hansen, K. E. & Edwards, J. D. 2014a. Does self-efficacy affect responsiveness to cognitive speed of processing training? *Journal of Aging and Health* 26(5): 786–806. <https://doi.org/10.1177/0898264314531615>
- Sharpe, C., Holup, A. A.; Hansen, K. E. & Edwards, J. D. 2014b. Predicting response to cognitive speed of processing training with measures of self-efficacy. *Journal of Aging and Health* 26(5): 786–806. <https://doi.org/10.1177/0898264314531615>
- Smith, G. E., Housen, P., Yaffe, K., Ruff, R., Kennison, R. F., Mahncke, H. W. & Zelinski, E. M. 2009. A cognitive training program based on principles of brain plasticity: Results from the improvement in memory with plasticity-based adaptive cognitive training (IMPACT) study. *Journal of the American Geriatrics Society* 57(4), 594–603. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02167.x>
- Smith, M., Jones, M. P., Dotson, M. M. & Wolinsky, F. D. 2018. Speed-of-processing training in assisted and independent living: A randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society* 66(8): 1538–1545. <https://doi.org/10.1111/jgs.15423>
- Szelag, E. & Skolimowska, J. 2012. Cognitive function in elderly can be ameliorated by training in temporal information processing. *Restorative Neurology and Neuroscience* 30(5): 419–434. <https://doi.org/10.3233/RNN-2012-120240>

- Tang, D., Zhang, X., Ho, R.W.-K., Choi, S.M., Ye, Z., Campbell, M.J. & Sum, R.K.-W. 2025. Effect of physical exercise on esports performance in First-Person Shooter Gamers: A six-week randomized controlled trial. *Sports Medicine - Open* 11(1): 162. <https://doi.org/10.1186/s40798-025-00970-2>
- ten Brinke, L. F., Davis, J. C., Barha, C. K. & Liu-Ambrose, T. 2017. Effects of computerized cognitive training on neuroimaging outcomes in older adults: A systematic review. *BMC Geriatrics* 17(1): 139. <https://doi.org/10.1186/s12877-017-0529-x>
- Tennstedt, S. L., & Unverzagt F. W. 2013. The ACTIVE Study: Study overview and major findings. *Journal of Aging and Health* 25(8_suppl), 3S-20S. <https://doi.org/10.1177/0898264313518133>
- Topolnyk, Y., Gurevych, R., Debenko, I., Klochok, O., Cherniakova, Z., Yarova, A. & Maksymchuk, B. 2025. The impact of digital technologies and AI on adult learning: From digital literacy to neuroplasticity. *Brain Broad Research in Artificial Intelligence And Neuroscience* 16(2): 148–155. <http://dx.doi.org/10.70594/brain/16.2/11>
- Torre, M.M. & Temprado, J.-J. 2022. A review of combined training studies in older adults according to a new categorization of conventional interventions. *Frontiers in Aging Neuroscience* 13: 808539. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.808539>
- United Nations. 2020, June 15. *Ageing*. <https://www.un.org/en/sections/issuesdepth/ageing/>. Retrieved on: 5 January 2026.
- Urwyler, P., Gupta, R.K., Falkner, M., Niklaus, J., Müri, R.M. & Nef, T. 2023. Tablet-based puzzle game intervention for cognitive function and well-being in healthy adults: Pilot feasibility randomized controlled trial. *JMIR Aging* 6: e46177. <https://doi.org/10.2196/46177>
- Vance, D.E., Fazeli, P.L., Azuero, A., Frank, J.S., Wadley, V.G., Raper, J.L., Pope, C.N. & Ball, K.K. 2023. A 2-year longitudinal randomized controlled trial examining the transfer of speed of processing training to secondary cognitive domains in middle-aged and older adults with HIV-associated neurocognitive disorder: Results of the think fast study. *The Clinical Neuropsychologist* 38(2): 471–492. <https://doi.org/10.1080/13854046.2023.2212867>
- Vance, D.E., Fazeli, P.L., Azuero, A., Frank, J.S., Wadley, V.G., Raper, J.L., Pope, C.N. & Ball, K.K. 2024. A 2-year longitudinal randomized control trial of speed of processing cognitive training in aging adults with hiv-associated neurocognitive disorder: results of the think fast study. *AIDS and Behavior* 28(10): 3300–3314. <https://doi.org/10.1007/s10461-024-04409-9>
- Vega, J., Rodriguez, M., Check, E., Moran, H. & Loo, L. 2025. *Duolingo* evolution: From automation to artificial intelligence. In *IEEE Colombian Conference on Applications of Computational Intelligence*. 2212: 54-71. Cham: Springer Nature Switzerland.
- von Bastian, C. C., Belleville, S., Udale, R. C., Reinhartz, A., Essounni, M. & Strobach, T. 2022. Mechanisms underlying training-induced cognitive change. *Nature Reviews Psychology* 1(1): 30–41. <https://doi.org/10.1038/s44159-021-00001-3>
- Wang, S., Jiang, Y., Yang, A., Meng, F. & Zhang, J. 2024. The expanding burden of neurodegenerative diseases: an unmet medical and social need. *Aging and Disease* 16(5): 2937–2952. <https://doi.org/10.14336/AD.2024.1071>
- Wadley, V.G., Zhang, Y., Bull, T., Barba, C., Bolaji, Y., Bryan, R.N., Crowe, M., Desiderio, L., Erus, G., Geldmacher, D.S., Go, R., Lassen-Greene, C.L., Mamaeva, O.A., Marson, D.C., McLaughlin, M., Nasrallah, I.M., Owsley, C., Passler, J., Perry, R.T., Pilonieta, G.,

- Steward, K.A., Wood, A. & Kennedy, R.E. 2025. Daily function outcomes in adults with mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease after two years of processing speed training versus a control training protocol. *Journal of Alzheimer S Disease* 106(3): 1130–1142. <https://doi.org/10.1177/13872877251351341>
- Willis, S. L., Tennstedt, S. L., Marsiske, M., Ball, K., Elias, J., Koepke, K. M., Morris, J. N., Rebok, G. W., Unverzagt, F. W., Stoddard, A. M., Wright, E. & ACTIVE Study Group, for the. 2006. Long-term effects of cognitive training on everyday functional outcomes in older adults. *JAMA* 296(23): 2805. <https://doi.org/10.1001/jama.296.23.2805>
- Willis, S.L. & Belleville, S. 2016. Cognitive training in later adulthood. In *Handbook of the psychology of aging (8th Ed)*. Elsevier eBooks. 219–243. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411469-2.00012-1>
- Wolinsky, F. D., Vander Weg, M. W., Howren, M. B., Jones, M. P., Martin, R., Luger, T. M., Duff, K. & Dotson, M. M. 2011. Interim analyses from a randomised controlled trial to improve visual processing speed in older adults: The Iowa healthy and active minds study. *BMJ Open* 1(2): e000225–e000225. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2011-000225>
- Xu, L., Ng, D.T.K., Lee, C.S.Y., Peng, P. & Chu, S.K.W. 2025. A systematic review of digital literacy in lifelong learning for older adults: Challenges, strategies, and learning outcomes. *Educational Technology Research and Development* 73(6): 3627–3674. <https://doi.org/10.1007/s11423-025-10530-w>
- Zelinski, E. M., Spina, L. M., Yaffe, K., Ruff, R., Kennison, R. F., Mahncke, H. W. & Smith, G. E. 2011. Improvement in memory with plasticity-based adaptive cognitive training: Results of the 3-month follow-up. *Journal of the American Geriatrics Society* 59(2): 258–265. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03277.x>
- Zelinski, E. M., Peters, K. D., Hindin, S., Petway, K. T. & Kennison, R. F. 2014. Evaluating the relationship between change in performance on training tasks and on untrained outcomes. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00617>

PENULIS:

KHAZRIYATI SALEHUDDIN (Penulis koresponden)
Pusat Kajian Bahasa dan Linguistik,
Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan,
Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia
Emel: khazudin@ukm.edu.my

FATIN NADIAH MAHMUD
Pusat Kajian Bahasa dan Linguistik,
Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan,
Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia
Emel: fatinnadiah1994@yahoo.com

ROZAINEE KHAIRUDIN
Department of Psychology,
Taylor's University, Malaysia
Emel: rozainee.khairudin@taylors.edu.my