

Eeg sebagai Kaedah Berkesan untuk Memahami Aktiviti Neural Berkaitan Keupayan Golongan Miskin Membuat Keputusan

Eeg as an Effective Method to Measure Neural Correlates of Decision-Making in Poverty

HIRAN PERERA-W.A., KHAZRIYATI SALEHUDDIN, ALEXANDRE SCHAEFER & ROZAINEE KHAIRUDIN

ABSTRAK

Kajian tentang kemiskinan mendapati bahawa kesempitan kewangan (monetary scarcity) boleh memberi kesan ke atas fungsi kognitif dan keupayaan untuk membuat keputusan (decision-making). Hal ini kerana individu yang tergolong dalam kategori miskin, yang mengalami kesempitan kewangan, adalah lebih mudah terkesan oleh isu-isu yang berkaitan dengan belanjawan. Keadaan yang memaksa mereka sentiasa memikirkan isu-isu berkaitan dengan hal-hal kewangan ini boleh menyebabkan berlakunya peningkatan bebanan kognitif (cognitive load) yang akhirnya memberi kesan ke atas kemampuan mereka untuk membuat keputusan dengan berkesan. Kajian-kajian tingkah laku telah menunjukkan bahawa kesempitan kewangan menghalang fungsi kognitif; kesempitan kewangan ini sering kali menjadi faktor signifikan yang memberi kesan ke atas kemampuan untuk membuat keputusan. Walau bagaimanapun, mengapa kesempitan kewangan dan bebanan kognitif menghalang prestasi kognitif, dan sistem-sistem pemprosesan neural yang manakah yang terkesan akibat daripada keadaan ini masih belum dapat dijelaskan. Walaupun wujudnya perbezaan tingkah laku antara minda yang mengalami kesempitan dengan minda yang tidak mengalami kesempitan, perbezaan dalam fungsi neuro-kognitif masih belum diterokai. Pemahaman ke atas fungsi neural tertentu akan membantu dalam mengenal pasti bagaimana kesempitan boleh mengakibatkan proses-proses neuro-kognitif tertentu terhalang. Salah satu cara untuk mengukur aktiviti neural di dalam otak manusia ini ialah dengan menggunakan elektroensefalografi (EEG) Potensi Berkaitan Peristiwa (Event-Related Potential, ERP), yang mampu menilai aktiviti-aktiviti neuro-temporal tertentu. Makalah ini mengetengahkan pentingnya kajian ke atas asas neurobiologi tentang bagaimana kemiskinan memberi kesan ke atas fungsi kognitif. Pemahaman ke atas tingkah laku berkaitan aktiviti-aktiviti neural tertentu akan dapat membantu dalam membangunkan program-program intervensi yang berkesan yang boleh disasarkan untuk meningkatkan kebolehan membuat keputusan bagi individu-individu yang tergolong dalam golongan miskin.

Kata kunci: EEG; ERP; kemiskinan; kesempitan kewangan; kawalan eksekutif

ABSTRACT

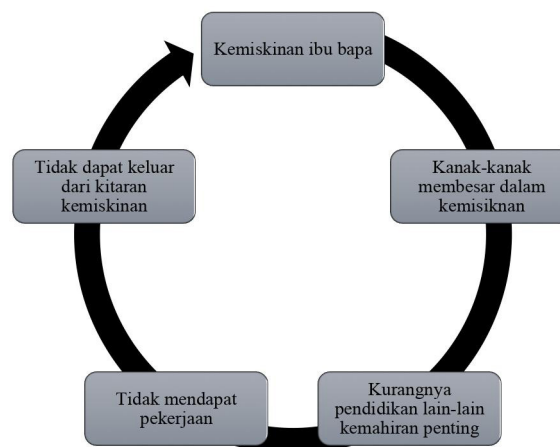
Studies on poverty have found that monetary scarcity can affect cognitive functioning and decision-making abilities. This is because, individuals who are poor, who experience monetary scarcity, can be easily triggered by budgetary issues and increased cognitive load as a result of having to constantly think about financial issues that eventually affect their ability to make effective decisions. Behavioural studies have found how increased cognitive load impedes cognitive performance and often becomes a significant factor that affects decision-making abilities. However, it is still unclear how cognitive load as a result of scarcity hinders cognitive performance, and what neural processing systems are being affected. Although there are behavioural differences between scarce mind and the non-scarce, the differences in neurobiological processes remain unexplored. Understanding specific neural correlates associated with monetary scarcity will facilitate in identifying how scarcity can impede specific neurocognitive processes. One way to measure neurobiological activity is by using electroencephalography (EEG) event-related potentials (ERPs), which is capable of capturing intrinsic neuro-temporal activities. This paper highlights the importance of investigating the neurobiological basis of how poverty affects cognitive performance. Understanding behaviors related specific neural activities will help to facilitate in developing effective intervention programs that can be targeted to improve decision-making abilities for the poor.

Keywords: EEG; ERP; poverty; monetary scarcity; executive function

PENGENALAN

Umumnya, tidak ada satu negara pun di dunia ini yang terkecuali daripada isu kemiskinan. Dari sudut istilah, kemiskinan adalah satu keadaan sangat sukar untuk ditakrifkan. Hal ini kerana kemiskinan lazimnya didefinisikan oleh penyelidik-penyelidik dan organisasi-organisasi antarabangsa berdasarkan pelbagai struktur sosial. Walau bagaimanapun, definisi kemiskinan yang lazim digunakan adalah yang merujuk kepada kategori kemiskinan mutlak dan kemiskinan relatif (Foster 1998). Kemiskinan mutlak merujuk kepada keadaan di mana seseorang tidak mempunyai wang yang mencukupi (disebabkan oleh pendapatan isi rumah yang rendah) untuk memenuhi keperluan hidup asas. Kemiskinan relatif pula merujuk pada keadaan di mana pendapatan seseorang isi rumah itu berada di bawah pendapatan median. Berdasarkan definisi yang telahpun digunakan secara meluas ini, bolehlah disimpulkan bahawa kemiskinan merujuk kepada keadaan di mana seseorang itu tidak mempunyai wang yang mencukupi sehingga mengakibatkan tidak mempunyai kemampuan untuk memenuhi keperluan asas seperti air, makanan, dan tempat tinggal.

Selain daripada definisi kemiskinan yang berbentuk “tradisional” di atas, penyelidik-penyelidik sebelum ini juga turut telah mengenal pasti pelbagai faktor yang membuatkan seseorang itu tergolong dalam kategori kemiskinan. Ini termasuklah saiz sesebuah keluarga, purata bilangan ahli keluarga yang masih bersekolah, pengagihan pendapatan yang tidak sama rata, lokasi dari segi geografi, pengangguran, penyakit-penyakit kronik, dan kewujudan orang kurang upaya dalam sesebuah isi rumah (Garza-Rodriguez et al. 2010; Murad et al. 2014; Rohayah et al. 2016; Saladin et al. 2017; Snodgrass & Hashim 1999). Walau bagaimanapun, kemiskinan bukanlah semata-mata berpunca daripada faktor sosioekonomi (yang biasanya dilihat melalui kekayaan material dan bukan material, sebagaimana yang dilaporkan oleh Abu Bakar et al. 2020, Hassan et al. dan Siwar et al. 2016) dan dan budaya; punca berlakunya kemiskinan sebenarnya melampaui perspektif tradisional yang menjadi pegangan masyarakat selama ini. Perspektif tradisional tentang kemiskinan menganggap bahawa, pengalaman membesar dan hidup dalam persekitaran yang serba kekurangan menyebabkan golongan miskin lebih cenderung kepada tingkah laku yang membuatkan mereka sukar keluar dari status miskin. Hal ini mengakibatkan mereka terus terperangkap dalam kitaran kemiskinan (Rajah 1).



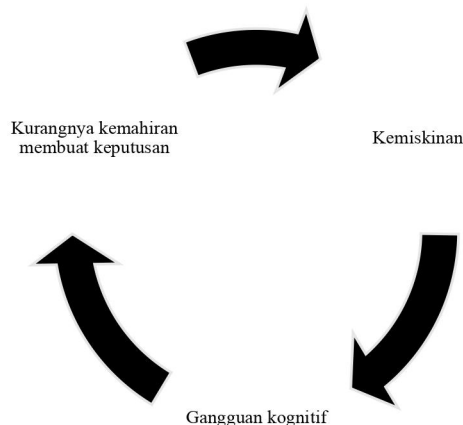
RAJAH 1. Kitaran Kemiskinan
Sumber: Jojo (2018)

Walaupun bagaimanapun, penyelidik seperti Haushofer & Fehr (2014) telah menunjukkan pentingnya menangani isu kemiskinan daripada perspektif multidimensi bagi menangani faktor-faktor lain yang mungkin selama ini telah diabaikan. Hal ini kerana, selain daripada kemiskinan berkemungkinan mengganggu kesejahteraan psikologi (Abdul Manaf et al. 2016) kajian-kajian

tentang tingkah laku manusia (contohnya, Mani, Mullainathan, Shafir, & Zhao, 2013) menunjukkan golongan miskin sering tidak mampu membuat keputusan yang baik dan berkesan, terutamanya apabila minda mereka sibuk memikirkan kekangan belanjawan yang mereka hadapi, berbanding dengan golongan lain. Berdasarkan hujah ini, adalah wajar untuk dicadangkan bahawa ketidakupayaan untuk

membuat keputusan dengan baik boleh menjejaskan keupayaan golongan miskin untuk mengatasi status

kemiskinan, dan akibatnya, golongan miskin ini akan terus terperangkap dalam kitaran kemiskinan (Rajah 2).



RAJAH 2. Bagaimana gangguan kognitif (cognitive dysfunction, iaitu, keadaan dalam mana sistem kognitif tidak dapat berfungsi dengan sempurna) boleh menjadi komponen penting dalam kitaran kemiskinan sebagaimana yang dibuktikan oleh kajian-kajian tingkah laku ke atas manusia.

Kajian ke atas tingkah laku kognitif telah menemui penentu kemiskinan dari sudut psikologi dan bagaimana dengan berada dalam kemiskinan semata-mata boleh memberi kesan negatif kepada kebolehan seseorang untuk membuat keputusan. Sebagai contoh, kajian yang dijalankan oleh Mani et al. (2013) telah mendapati bahawa individu menunjukkan prestasi yang lebih buruk dalam aktiviti-aktiviti yang berkaitan dengan kognitif apabila mereka tidak mempunyai wang. Jika mereka tidak mempunyai sebarang sumber, dalam kes ini, wang, atau jika sumbernya adalah terhad, mereka mempunyai kecenderungan untuk menumpukan pemikiran atau perhatian mereka terhadap sumber-sumber yang terhad itu. Keadaan ini akhirnya memberi kesan ke atas keupayaan mereka untuk berfikir melampaui cara bagaimana mereka boleh mengatasi keadaan yang sedang mereka hadapi. Pengkaji-pengkaji seperti Deck & Jahedi (2015), dan Mullainathan & Shafir (2013) telah mengenal pasti bahawa keadaan di mana seseorang itu mempunyai sumber yang terhad dan keadaan yang memerlukan seseorang itu sentiasa berfikir tentang sumber yang terhad itu boleh membebankan kapasiti minda (*mental bandwidth*). Akibatnya, mereka yang berada dalam kemiskinan itu menjadi kurang terdedah untuk menggunakan sumber mental mereka dengan berkesan untuk melihat kaedah-kaedah lain yang dapat membantu mereka mengatasi keadaan yang sedang mereka alami.

Walau bagaimanapun, persoalan bagaimana keadaan kesempitan mempengaruhi kebolehan

membuat keputusan, dan mengapa prestasi individu-individu dari golongan miskin terkesan dalam membuat tugas-tugas berkaitan kognitif apabila minda mereka sibuk memikirkan isu-isu berkaitan hal-hal belanjawan masih lagi belum terjawab. Lebih tepat lagi, benarkah keadaan kesempitan ini mampu menjejaskan kebolehan seseorang itu untuk membuat keputusan disebabkan oleh terdapatnya kesempitan dalam pemprosesan persepsi? Atau adakah ianya disebabkan oleh kesempitan dalam pemprosesan tindak balas? Kajian Potensi Berkaitan Peristiwa (*Event Related Potential*, seterusnya ERP) secara amnya adalah bentuk kajian yang ideal untuk menangani persoalan-persoalan yang diutarakan ini kerana kajian seumpama ini boleh memberi maklumat serta bukti mengenai masa yang diambil oleh seseorang individu untuk pemprosesan neural semasa berlangsungnya respon berbentuk subjektif. Pemahaman ke atas pemprosesan neural akan terus membantu dalam mengenal pasti *biomarker* (tanda-tanda fisiologi yang memberi gambaran tentang wujudnya keadaan psikologi tertentu) yang terlibat dalam pemprosesan kognitif (Leiser, Dunlop, Bowlby & Devilbiss 2011). Maklumat seumpama ini akan membantu para pengkaji untuk membangunkan program-program intervensi yang efisien bagi meningkatkan fungsi kognitif tertentu dalam kalangan golongan miskin. Oleh yang demikian, apa yang dibincangkan dalam makalah ini melangkaui pandangan tradisi terhadap kitaran kemiskinan; ianya bertujuan untuk menjelaskan aktiviti-aktiviti neural berkaitan dengan proses

membuat keputusan yang berlaku akibat daripada kemiskinan.

KEMISKINAN MEMBERI KESAN KE ATAS KOGNISI

Keadaan dalam mana seseorang itu mengalami kesempitan sumber-sumber penting bermakna seseorang itu turut terpaksa menghabiskan lebih banyak masa untuk memikirkan cara untuk mendapatkan sumber tersebut. Satu contoh kesempitan sumber utama ialah semasa seseorang dari kalangan golongan miskin itu mengalami kesempitan dari segi kewangan (atau tidak mempunyai wang yang mencukupi). Keadaan yang memerlukan seseorang itu sentiasa berfikir tentang kesempitan wang yang dialaminya itu mengakibatkan seseorang itu perlu menggunakan sebahagian besar daripada kapasiti/keupayaan mindanya (*bandwidth*), terutamanya dalam usaha untuk menguruskan sejumlah kecil wang yang dimilikinya itu, ataupun untuk memikirkan sumber-sumber lain yang mungkin membolehkannya untuk mendapatkan jumlah wang yang lebih banyak. Para penyelidik telah mendapati bahawa keperluan untuk sentiasa memikirkan tentang wang, dan ketidakupayaan untuk membuat keputusan berkaitan tentang hal-hal ekonomi tanpa adanya sebarang kekangan boleh meningkatkan beban kognitif sehingga membebaskan kapasiti minda seseorang (Mani et al. 2013). Akibatnya, keadaan kesempitan boleh mengurangkan prestasi fungsi kognitif yang dikaitkan dengan pemprosesan mental dan korteks prefrontal yang tinggi.

Satu kaedah untuk mengenal pasti prestasi kognitif seseorang individu adalah dengan menjalankan pelbagai bentuk aktiviti-aktiviti tingkah laku kognitif. Aktiviti-aktiviti seumpama ini boleh dilakukan dalam makmal-makmal terkawal untuk mendapatkan kesahan dalaman yang baik. Aktiviti-aktiviti ini turut boleh dijalankan di lapangan bagi mendapatkan kesahan luaran yang lebih baik.

Salah satu faktor yang didakwa memberi kesan ke atas individu-individu dari golongan miskin adalah ketidakupayaan golongan miskin untuk menahan diri mereka daripada melakukan sesuatu (Ruberry et al. 2017) yang dikenali sebagai kawalan kognitif atau kawalan eksekutif. Kawalan kognitif adalah keupayaan untuk melaksanakan tugas-tugas tertentu melalui pemprosesan kognitif secara langsung yang berlaku dengan pantas berdasarkan input tentang maklumat ke atas persepsi dan

pelarasan ke atas tindak balas. Kawalan kognitif ini berfungsi sebagai satu kaedah dalam sistem pengawasan konflik yang menilai maklumat tentang konflik dan membuat pelarasan ke atas pemprosesan dan tindak balas selanjutnya berdasarkan maklumat yang diterima.

Terdapat pelbagai aktiviti-aktiviti tingkah laku yang digunakan secara meluas untuk mengukur kawalan perencatan kognitif seperti *Stroop Task* (Carter & van Veen 2007), yang melihat keupayaan peserta untuk memberi tindak balas apabila warna sesuatu perkataan yang diberikan itu berbeza dari warna yang digunakan untuk mengeja perkataan itu (contohnya, perkataan 'MERAH' yang ditulis dalam warna hijau). Selain itu terdapat juga aktiviti Go-No/Go (Braver, Barch, Grey, Molfese & Snyder 2001) yang melibatkan peserta menekan butang untuk mendapatkan rangsangan yang disasarkan dan tidak mengendahkan sasaran yang lain. Selain itu, terdapat juga aktiviti *Multi-Source Interference Task* (Gangguan Pelbagai Sumber, seterusnya MSIT) (Bush, Shin, Holmes, Rosen & Vogt 2003), yang merekodkan tindak balas untuk menilai perhatian, kawalan kendalian, dan gangguan kognitif. Aktiviti-aktiviti seumpama ini mengukur keupayaan individu untuk menghalang tindak balas yang diinginkan dengan tindak balas sasaran yang diperlukan pada ketika itu.

Keupayaan untuk menghalang tindak balas dan mengawal diri semasa membuat keputusan adalah penting kerana ia membantu individu untuk kekal menuju ke arah matlamat mereka dan tidak lari daripada apa yang telah mereka sasarkan disebabkan oleh daya tarikan dari alternatif-alternatif yang lebih menarik dan untuk mendapatkan gratifikasi (biasanya dalam bentuk wang) dengan kadar segera (*immediate gratification*). Perkara-perkara ini sebenarnya adalah penting terutamanya bagi memahami pemikiran golongan miskin. Sebagai contoh, adakah mereka yang tergolong dalam golongan miskin lebih cenderung untuk menyimpan sebahagian daripada wang yang mereka terima untuk kegunaan di masa hadapan, atau adakah mereka lebih cenderung untuk menggunakan kesemua wang yang mereka terima secara sekaligus dalam masa yang singkat? Kajian-kajian ke atas kemiskinan bagaimanapun menunjukkan bahawa walaupun golongan miskin mempunyai pilihan untuk menyimpan wang (seperti membuka akaun bank untuk tujuan simpanan), mereka didapati lebih cenderung untuk meningkatkan perbelanjaan mereka sebaik sahaja mereka menerima upah atau gaji (Duflo 2006).

Selain daripada status sosioekonomi (seterusnya, SES), kedua-dua kawalan kendalian dan memori kerja mempunyai kaitan rapat dengan keupayaan seseorang untuk membuat keputusan. Kawalan kendalian merujuk kepada kemampuan kognitif dalam fungsi eksekutif yang penting untuk merancang dan menjurus kepada tingkah laku. Memori kerja pula merujuk kepada bahagian fungsi eksekutif yang melibatkan dalam pemprosesan domain tersebut.

Selain itu, terdapat bukti-bukti yang menunjukkan SES yang rendah mempunyai korelasi positif (yakni, kemiskinan menjurus kepada prestasi rendah) dengan kawalan kendalian sejak dari zaman kanak-kanak lagi. Kanak-kanak yang dibesarkan dalam isi rumah golongan miskin sejak dari kecil lagi mempamerkan kebolehan untuk mengawal kawalan kendalian yang rendah (Raver, Blair & Willoughby 2013). Dapatan ini konsisten dengan kajian yang dijalankan ke atas kanak-kanak sekolah rendah (Ruberry et al. 2017), dan juga mereka yang berada di sekolah menengah (Boelema et al. 2014). Kajian terbaru yang melibatkan orang dewasa juga memberikan dapatan yang sama. Apabila peserta terlibat dalam senario yang memerlukan mereka untuk membuat keputusan berkaitan hal-hal kewangan yang kemudiannya diikuti oleh aktiviti-aktiviti prestasi kognitif tentang ketidakpadanan reruang, golongan miskin, tidak seperti golongan yang sebaliknya, tidak dapat melakukan aktiviti-aktiviti tersebut dengan baik apabila mereka diminta untuk membuat keputusan berkaitan hal-hal kewangan yang lebih besar (Mani et al. 2013). Ini menunjukkan bahawa peserta yang terdiri dari golongan miskin mempunyai kawalan kendalian yang rendah berbanding peserta lain. Semasa menjalani aktiviti-aktiviti yang diberikan, prestasi mereka akan terus merosot jika mereka diberikan banyak pilihan untuk mereka pilih (Shah, Zhao, Mullainathan & Shafir 2018a). Golongan miskin turut tidak mampu membuat keputusan-keputusan berkaitan ekonomi dengan baik apabila mereka diberikan banyak pilihan berbanding dengan golongan yang sebaliknya. Hal ini berkemungkinan disebabkan oleh pilihan yang pelbagai yang diberikan kepada mereka; kepelbagaian pilihan ini meningkatkan beban kognitif ke atas keupayaan mental mereka. Beban kognitif yang tinggi ini seterusnya menghalang keupayaan mereka untuk membuat keputusan dengan lebih baik.

Seperti yang ditunjukkan di atas, kebanyakan kajian-kajian yang terkini telah menunjukkan

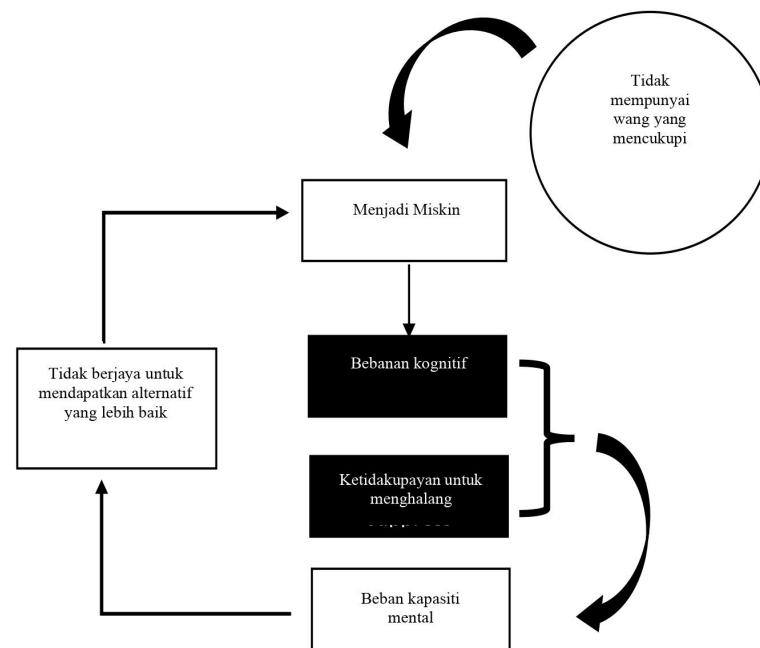
bahawa kanak-kanak sekolah rendah dan menengah yang dibesarkan dalam persekitaran (keluarga) kemiskinan menunjukkan kawalan kendalian yang rendah (Moilanen, Shaw, Dishion, Gardner & Wilson 2009; Pietto et al. 2018; Ruberry et al. 2017). Dapatan ini adalah konsisten dengan tempoh perkembangan manusia. Terdapat juga kajian yang menunjukkan bahawa orang dewasa yang mengalami kekurangan wang juga menunjukkan kawalan kendalian yang rendah (Farah 2017). Dapatan ini turut menunjukkan hubungan yang kuat antara kemiskinan dan SES rendah.

Selain daripada kawalan kendalian, satu lagi faktor ketara yang dialami oleh golongan miskin ialah keperluan untuk membuat keputusan secara tidak rasional (Duflo 2006), dengan melibatkan fungsi eksekutif. Fungsi eksekutif merujuk kepada proses pemprosesan kognitif kompleks yang lebih tinggi yang melibatkan memori kerja dan fleksibiliti kognitif. Ia merupakan proses mental dari atas-ke bawah yang memerlukan penilaian semula pilihan yang telahpun dibuat untuk memaksimumkan hasil masa depan yang ingin dimiliki. Walau bagaimanapun, minda yang sentiasa sibuk memikirkan tentang sumber-sumber yang terhad ini menghalang keupayaan seseorang untuk membuat pilihan secara rasional. Keadaan ini begitu ketara dalam kalangan golongan miskin, dan juga dalam kalangan mereka yang berasal dari SES yang rendah, yang mana, latar belakang ekonomi menunjukkan korelasi secara positif (iaitu kemiskinan menjurus kepada prestasi rendah) dengan prestasi kognitif. Sebagai contoh, melalui kajian yang dijalankan ke atas kanak-kanak, para penyelidik lalu telah mendapati bahawa kanak-kanak dari golongan SES yang rendah menunjukkan prestasi yang kurang baik dalam aktiviti-aktiviti pembelajaran kognitif dan dalam ujian kecerdasan am berbanding dengan kanak-kanak yang membesar dalam isi rumah yang tidak tergolong dalam golongan miskin. Fenomena ini juga ketara dalam kesemua fasa perkembangan manusia, di mana prestasi dalam menjalani aktiviti-aktiviti yang melibatkan fungsi eksekutif adalah rendah dalam kalangan kanak-kanak di sekolah rendah, dan dalam kalangan kanak-kanak di sekolah menengah rendah (von Stumm & Plomin 2015). Prestasi dalam menjalani aktiviti-aktiviti yang melibatkan fungsi eksekutif juga terjejas secara tidak langsung dalam kalangan mereka yang baru menjangkau status “belia” (Flensburg-Madsen & Mortensen 2014). Walaupun tidak jelas sama ada prestasi kognitif boleh berubah dari semasa ke

semasa melalui pendidikan dan panduan yang betul, adalah jelas bahawa kemiskinan tetap mempunyai kesan ke atas prestasi kanak-kanak.

Bertitik tolak daripada isu-isu yang dibincangkan di atas, kajian terkini telah dijalankan untuk mengkaji fungsi-fungsi kognitif dalam kalangan orang dewasa untuk menyelidik sama ada wujudnya penurunan dalam prestasi kognitif dalam keadaan di mana mereka mengalami kesempitan kewangan yang lebih besar. Dalam satu kajian lapangan, penyelidik-penyelidik (Mani et al. 2013; Schilbach, Schofield & Mullainathan 2016a) telah menguji pemikiran secara logik dan keupayaan menyelesaikan masalah dalam kalangan penanam tebu. Penanam-penanam tebu ini mengalami masalah kewangan yang lebih besar sebelum tibanya musim menuai (dengan mengawal faktor-faktor lain seperti kesihatan mental isu, penyalahgunaan dadah, dan sebagainya) berbanding dengan selepas berakhirnya

musim menuai. Terdapat perbezaan prestasi yang ketara antara kedua-dua keadaan ini; peserta kajian (penanam tebu) menunjukkan prestasi yang lebih rendah sebelum tibanya musim menuai (iaitu ketika para petani mengalami kesempitan kewangan yang lebih besar) berbanding selepas berakhirnya musim menuai. Kajian susulan seterusnya yang dijalankan oleh Shah, Zhao, Mullainathan & Shafir (2018a) mendapati bahawa oleh kerana kebimbangan mengenai hal-hal kewangan menjadi keutamaan dalam kalangan penanam tebu ini, tahap ambang untuk hal-hal berkaitan dengan kewangan adalah rendah. Kebimbangan ini bukan sahaja mudah tercetus; malah, ianya turut sukar untuk dibendung. Ini menunjukkan bahawa perkara-perkara berkaitan kewangan sentiasa berlegar-legar dalam fikiran mereka sehingga menghambat fungsi kognitif mereka (Rajah 3).



RAJAH 3. Bagaimana kemiskinan menghalang fungsi kognitif berdasarkan bukti tingkah laku.

Kajian tingkah laku kognitif jelas membuktikan bahawa kemiskinan sebenarnya boleh mempengaruhi fungsi kognitif. Walau bagaimanapun, satu halangan utama bagi dapatan ini ialah ianya adalah mustahil untuk mengenal pasti mengapa terdapatnya penurunan dari segi kognitif dalam kalangan golongan miskin. Adakah kecacatan kognitif berlaku sebagai salah satu akibat daripada kemiskinan yang disebabkan oleh gangguan dalam pemprosesan persepsi atau pemprosesan selepas

persepsi? Atau adakah ianya disebabkan oleh gangguan dalam pemprosesan tindak balas atau pemprosesan membuat keputusan? Dalam erti kata lain, benarkah para peserta tidak dapat memahami aktiviti-aktiviti yang diberikan kepada mereka dan kaedah untuk memberikan tindak balas, atau adakah mereka mengalami kesulitan dalam membiasakan pemilihan tindak balas mereka? Hakikatnya, pemprosesan maklumat dan aktiviti-aktiviti neural yang berkaitan ini tidak dapat dikesan oleh kajian

tingkah laku kognitif semata-mata. Kajian tingkah laku kognitif sebenarnya tidak mampu menjelaskan mengapa golongan miskin mempunyai kesulitan untuk cenderung kepada memilih kepada satu-satu pihak ketika memberi tindak balas, atau kemampuan untuk menyelesaikan masalah, dan bagaimana kemiskinan memberi kesan ke atas fungsi kognitif. Tindak balas tingkah laku subjektif tidak dapat memberikan jawapan kepada persoalan-persoalan sedemikian kerana tindak balas-tindak balas berkenaan tidak dapat melihat hubungan masa (juga dirujuk sebagai temporal) antara rangsangan dan sistem pemrosesan maklumat.

EEG/ERP SEBAGAI SATU KAEDAH UNTUK MENGUKUR KOGNISI

ELEKTROENSEFALOGRAFI (EEG)

Elektroensefalografi (Electroencephalography, seterusnya EEG) adalah kaedah pengimejan otak bukan invasif yang mengukur biasan voltan dari otak. EEG digunakan secara meluas dalam kajian neurosains kognitif kerana keupayaannya untuk mengesan aktiviti-aktiviti neural berkaitan voltan dengan ketepatan temporal (resolusi temporal) yang tinggi. Tidak seperti lain-lain teknik pengimejan otak seperti *functional magnetic resonance imaging* (fMRI), *positron emission tomography* (PET), atau *magnetoencephalography* (MEG), EEG merekodkan aktiviti-aktiviti otak dalam satu proses yang berterusan bermula dari sebelum stimulus dipaparkan sehinggalah selepas proses pemilihan (satu bentuk tindak balas) dibuat.

Kos menggunakan EEG secara relatifnya adalah lebih rendah daripada alat-alat pengimejan yang disebutkan tadi. Selain itu, kajian menggunakan EEG boleh dijalankan ke atas hampir sesiapa sahaja; dari kanak-kanak sehinggalah ke orang dewasa. EEG yang paling biasa digunakan adalah sistem EEG basah yang menghubungkan elektrod-elektrod EEG kepada sebuah sarung kepala (Rajah 4). EEG jenis ini dipanggil “sistem basah” kerana gel elektrolit berkonduksi tinggi (Ag/AgCl) perlu disapu dan diletakkan di antara elektrod dan kulit kepala untuk meningkatkan kekonduksian antara kulit kepala

dan elektrod, dan untuk mengekalkan ketahanan elektrik yang rendah antara kulit dan elektrod yang bersentuhan antara satu sama lain. Bilangan elektrod dalam sistem EEG adalah berbeza-beza, (bermula dari 2 elektrod untuk sistem EEG yang berdensiti rendah sehinggalah kepada 256 elektrod untuk sistem EEG yang berdensiti tinggi); bergantung kepada penggunaannya. Walaupun sistem EEG digunakan secara meluas dalam pelbagai aplikasi seperti dalam bidang perubatan penyelidikan antara muka otak-komputer (McFarland & Wolpaw 2017) dan penyelidikan komersil berkaitan *neuromarketing* (Yadava, Kumar, Saini, Roy & Prosad Dogra 2017), dalam kajian pengimejan neuro yang khusus, yang memberi tumpuan kepada pengenalan tingkah laku neural tertentu, bilangan elektrod merupakan satu ciri utama yang dapat meningkatkan nisbah isyarat-ke-bunyi dan penyahpusatan sumber (*source localization*). Hal ini kerana, isyarat-isyarat EEG pada umumnya terdedah kepada gangguan, sama ada gerakan-gerakan kecil yang dibuat oleh kepala dan badan, mahupun gangguan berkaitan elektrik luaran yang lain (seperti telefon bimbit, dan wayar-wayar elektrik) yang digunakan untuk merekodkan data yang diperolehi.

Bagi mengatasi gangguan-gangguan berkaitan elektrik ini, kajian yang menggunakan EEG biasanya dijalankan dalam *Sangkan Faraday* (Rajah 5a dan Rajah 5b) untuk meminimumkan medan elektrik luaran. Peserta kajian turut diarahkan untuk tidak membuat sebarang pergerakan kepala dan badan semasa rakaman EEG untuk meminimumkan sebarang gangguan dalam data yang mungkin timbul akibat daripada pergerakan otot. Elektrod dalam sistem EEG basah konvensional juga bersambung terus kepada sebuah amplifier; ini menghadkan kajian-kajian menggunakan EEG kepada kajian yang dijalankan hanya dalam persekitaran makmal yang dibina khusus untuk EEG. Penggunaan sistem EEG basah konvensional ini turut memakan masa yang agak lama kerana ia memerlukan penyediaan pada kulit kepala peserta yang ada kalanya boleh menyebabkan ketidakselesaan dan kerengsaan kepada peserta. Selain itu, peserta dikehendaki untuk pergi sendiri ke kawasan di mana kajian EEG akan dijalankan (biasanya di makmal EEG) dan ini boleh menimbulkan kesukaran kepada peserta untuk mengambil bahagian dalam satu-satu eksperimen.



RAJAH 4. Contoh sarung kepala elektrod yang digunakan dalam kajian EEG (gambar koleksi penulis)



RAJAH 5a. Contoh sangkar faraday (*Faraday Cage, Outside*) yang terdapat di Monash University, Malaysia (gambar koleksi penulis)



RAJAH 5b. Contoh sangkar faraday (*Faraday Cage, Inside*) yang terdapat di Monash University, Malaysia (gambar koleksi penulis)

Alternatif kepada sistem EEG basah adalah sistem EEG kering (Rajah 6). Sistem EEG kering ini berguna untuk mengatasi pelbagai masalah yang telah dinyatakan dalam perenggan sebelum ini, sama ada yang dialami oleh peserta kajian mahupun yang terpaksa dilalui oleh penyelidik semasa proses pengumpulan data berlangsung. Elektrod kering tidak memerlukan penggunaan sebarang gel elektrolit; oleh yang demikian, masa yang diambil untuk menyediakan peserta sebelum berlangsungnya proses pengutipan data dapat dikurangkan. Masalah ketidakselesaan pada kulit yang biasanya timbul disebabkan oleh sentuhan antara gel dengan kulit kepala peserta juga tidak akan timbul. Walau bagaimanapun, disebabkan oleh sifat elektrod kering yang amat tinggi darjah kepekaannya, ia juga mudah untuk pengesanan signal-signal artifak (i.e., signal-signal yang salah) jika ianya jika dihubungkan kepada kulit kepala dengan betul. Satu kelebihan tambahan yang ada pada sistem EEG kering berbanding sistem EEG basah adalah keupayaan sistem EEG kering untuk menjalankan kajian di luar makmal yang dikhususkan untuk EEG. Hal ini kerana sarung kepala EEG kering tertentu berkebolehan untuk menghantar isyarat melalui *bluetooth* ke komputer yang menerima isyarat tersebut tanpa memerlukan sebarang

kabel untuk menyambungkannya ke amplifier luaran. Sistem EEG kering turut tidak memerlukan sangkar faraday untuk meminimumkan gangguan-gangguan dari medan elektrik sebagaimana yang diperlukan oleh sistem EEG basah. Sistem EEG kering direkayasa untuk merekodkan secara aktif aktiviti-aktiviti otak semasa seseorang menjalankan sesuatu aktiviti. Walaupun sistem EEG kering mudah untuk digunakan, terdapat halangan antara elektrod yang tinggi yang dapat mengurangkan nisbah isyarat-ke-bunyi, yang boleh mengurangkan kuasa statistiknya. Walau bagaimanapun, dalam kes sedemikian, kajian-kajian yang melibatkan lebih banyak ujian boleh meningkatkan kuasa statistiknya bagi mengesan kesan yang signifikan dan untuk mengatasi masalah halangan antara elektrod ini. Oleh yang demikian, memandangkan EEG kering telah berjaya menunjukkan keberkesanan untuk merekodkan aktiviti-aktiviti neural sama seperti EEG basah tradisional, maka tidak hairanlah mengapa sejak akhir-akhir ini penggunaan EEG kering telah berkembang dengan pesatnya dalam kalangan penyelidik aktiviti neural. Ini diperkuatkan lagi dengan keupayaan EEG kering tanpa wayar dalam membantu meminimumkan kerumitan yang terpaksa dilalui penyelidik-penyelidik aktiviti neural semasa menggunakan EEG basah.



RAJAH 6. Sistem EEG kering dan mudah alih Cognionics HD-32 yang dipasang pada peserta yang mengambil bahagian dalam kajian EEG (gambar milik penulis)

Sebagaimana yang dimaklumkan sebelum ini, sistem EEG kering adalah amat berguna untuk kajian-kajian yang melibatkan kerja lapangan. Kajian yang berkaitan dengan kemiskinan turut boleh dijalankan secara berkesan jika ianya dijalankan dalam persekitaran yang bukan berbentuk makmal. Persekitaran yang berbentuk semula jadi ini dapat membantu untuk mendapatkan tindak balas semula jadi daripada peserta dan seterusnya mampu untuk meningkatkan kesahan luaran satu-satu kajian yang dijalankan.

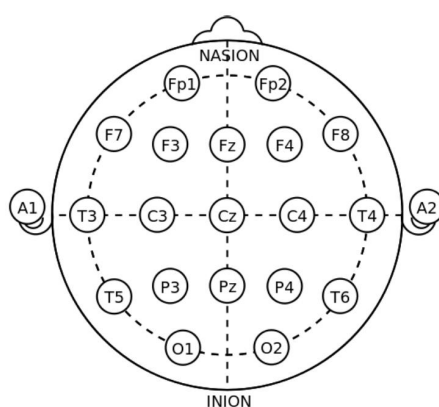
POTENSI BERKAITAN PERISTIWA (ERP)

Sebaik sahaja aktiviti-aktiviti neural direkodkan, pemprosesan neural tertentu sudahpun boleh dikenalpasti dengan potensi otak yang berkaitan peristiwa (*event-related potential*, seterusnya, ERP), yang merupakan teknik EEG tertentu yang melihat aktiviti-aktiviti neural yang berkaitan dengan peristiwa tertentu (seperti rangsangan atau permulaan tindak balas). Berbeza dengan kajian-kajian tingkah laku yang tidak mampu memberi jawapan kepada persoalan tentang apa yang sedang berlaku di dalam otak sebelum dan sesudah berlakunya paparan rangsangan atau pemilihan tindak balas, kajian-kajian yang menggunakan EEG dapat memberikan penjelasan tentang hal ini. Hal ini penting kerana kajian seumpama ini dapat membantu dalam memahami fungsi-fungsi kognitif individu-individu dan bagaimana prestasi mereka akan berubah dalam ujian-ujian yang berikutnya (Holroyd & Coles 2002). Corak aktiviti neural yang dicerap oleh rakaman EEG akan memberikan bukti neurokognitif kepada tindak balas yang berkaitan, yang boleh dikaitkan dengan sebarang bentuk

keputusan yang dibuat oleh para peserta-peserta ketika mereka menjalankan aktiviti-aktiviti yang diberikan kepada mereka.

Penyahpusatan sumber isyarat neural semasa kajian ERP dijalankan bergantung kepada di mana elektrod diletakkan pada kulit kepala. Kedudukan elektrod di kulit kepala sebenarnya bergantung kepada penanda-penanda luar seperti *nasion*, *inion*, dan *struktur-struktur serebrum* (Jurcak, Tsuzuki & Dan 2007). Kaedah piawai antarabangsa bagi menempatkan elektrod adalah antara 10-20 kedudukan, dan sistem 10-10 membolehkan setiap sistem EEG meningkatkan bilangan elektrod berdasarkan kedudukan standard elektrod (Rajah 7). Nombor-nombor mengikut kedudukan antarabangsa (10-20) menggambarkan ruang antara satu elektrod dengan elektrod yang lain. Setelah dipasang pada kedudukan yang tertentu, elektrod-elektrod tersebut akan dapat mengesan aktiviti-aktiviti neural yang berlaku dalam kesemua daerah otak (*frontal*, *parietal*, *occipital*, dan *temporal*).

Pemerolehan data ERP bergantung kepada tujuan penyelidikan. Hal ini kerana wujudnya ERP-ERP yang berbeza-beza untuk tindak balas tingkah laku yang berbeza. Contohnya, P300 adalah biasan positif yang terhasil semasa pengesanan rangsangan, manakala N170 pula adalah biasan negatif yang terhasil semasa pengecaman wajah (Blau, Maurer, Tottenham, & Mccandliss, 2007). Oleh itu, semasa pemerolehan data ERP, adalah penting untuk mengetahui aktiviti-aktiviti tingkah laku yang dilakukan para peserta yang manakah yang akan membolehkan neural tertentu yang terbias bagi membolehkan kaitan antara tingkah laku tersebut dengan aktiviti-aktiviti neural yang terhasil dibuat.



RAJAH 7. Kedudukan elektrod dalam sistem elektrod 10-20 antarabangsa. Gambaran yang dihasilkan oleh Asanagi ini dilesenkan oleh CC BY 2.0 dan diubah oleh penulis (garis putus-putus merah) untuk menunjukkan elektrod FCz yang berkaitan dengan korteks *cingulate anterior* (ACC).

ERP telah digunakan untuk mengkaji fungsi neural dalam kalangan mereka yang mengalami kemiskinan kerana kajian tingkah laku terdahulu yang tidak melibatkan ERP (contohnya, Muhammad Yamin & Abdul Kadir 2016) telah mengenal pasti bahawa kemiskinan memberi kesan ke atas prestasi kognitif seperti kawalan kendalian yang rendah, yang akan memberi kesan kepada tingkah laku berorientasikan matlamat. Kesemua yang dikategorikan di bawah fungsi eksekutif dan gangguan kepada fungsi eksekutif ini boleh dikenal pasti melalui kajian-kajian psikofisiologi. Kawalan kendalian, misalnya, melibatkan keupayaan untuk memberi gerak balas mahupun menghalang gerak balas, yang merupakan keupayaan yang khusus kepada masa. ERP merupakan aktiviti neural yang berkhusukan masa yang membantu penyelidik memahami tindak balas neural berdasarkan stimulus yang berlaku semasa, sebelum, ataupun selepas satu-satu tindak balas ataupun gerak balas. ERP juga adalah satu metod yang sesuai kerana gangguan fungsi kognitif dalam kalangan SES adalah berkaitan dengan modaliti eksekutif tertentu yang berkaitan rapat dengan aspek masa. Oleh yang demikian, EEG-ERP adalah lebih sesuai untuk digunakan dalam kajian ini, berbanding dengan metod pengimejan yang lain seperti fMRI, yang lebih khusus untuk resolusi reruang berbanding dengan resolusi masa. Hal ini diperkuatkan lagi oleh kajian lalu yang menunjukkan bahawa ramai penyelidik telah berjaya mengenal pasti gangguan kepada fungsi kognitif yang khusus yang lebih menonjol dalam kalangan individu SES rendah menggunakan EEG-ERP.

Kajian tingkah laku dalam kalangan golongan SES rendah telah menemui hubungan antara kemiskinan dan kawalan kendalian. Golongan miskin mengalami kesukaran untuk mengawal tindak balas mereka. Dapatan menunjukkan masa tindak balas (*Reaction Times*, seterusnya RT) yang lebih tinggi (iaitu lebih lambat) apabila seseorang itu sibuk memikirkan hal-hal berkaitan kewangan (Mani et al. 2013). Adakah dapatan ini merangkumi kesulitan dalam pemprosesan tindak balas, atau gangguan dalam sistem pemantauan kesalahan? Hal ini kerana, untuk kawalan kendalian, adalah penting bagi seseorang itu sedar tentang kesilapan yang sedang dilakukannya atau dapat mengesan sebarang bentuk kesilapan yang berlaku. Kebolehan seumpama ini membolehkan seseorang untuk membuat pertimbangan yang lebih baik pada masa akan datang menerusi penilaian tindak balas (tindak balas yang dihajati berbanding tindak balas sebenar) dan perubahan ke atas tindak balas selanjutnya.

Kesedaran ke atas kesilapan subjektif (Wessel 2012) menjadi asas untuk mencapai kejayaan atau kegagalan dalam sebarang keputusan yang telah dibuat. Komponen ERP yang berkaitan dengan kesilapan (*Error Related Negativity*, seterusnya ERN) ialah aktiviti neural yang berlaku apabila seseorang menyedari akan kesilapan yang sedang berlaku (Dehaene, Changeux & Naccache 2011). ERN memuncak pada 50 ms hingga 100 ms selepas tindak balas kesilapan, yang terhasil dari bahagian *fronto-central* (FCz) otak, iaitu dari daerah korteks *cingulate anterior* (Holroyd & Umemoto, 2016), yang berkaitan dengan laluan *dopamine-reward*, atau ganjaran dopamine (Holroyd & Coles 2002). Keupayaan untuk mengesan kesilapan secara sedar bermakna maklumat sedang dihantar kepada neuron-neuron dan daerah-daerah kortikal berkenaan yang melibatkan proses-proses kognitif untuk menilai semula tindak balas yang diberikan. Ini seterusnya membantu dalam membuat perubahan kepada tindak-tindak balas selanjutnya bagi mendapatkan hasil yang menguntungkan. Proses ini disokong oleh model *Global Neural Workspace* (GNW) (Dehaene et al. 2011), yang mencadangkan bahawa maklumat dipancarkan di antara daerah pemprosesan peringkat tinggi dan pemprosesan peringkat rendah, dan aktiviti-aktiviti neuron yang spontan adalah penting untuk pencarian yang tepat dan pengesanan kesilapan. Walau bagaimanapun, dalam kalangan golongan miskin, disebabkan oleh kecacatan kognitif, kawalan kendalian mereka adalah sangat rendah. Ini, malangnya, mempengaruhi keupayaan untuk seseorang itu membuat keputusan. Oleh yang demikian, untuk tujuan ini, EEG boleh digunakan untuk membantu mengenal pasti mengapa kesukaran dalam kawalan kendalian berlaku dalam kalangan golongan miskin.

Kajian-kajian tingkah laku menunjukkan wujudnya hubungan yang signifikan bagaimana kemiskinan mempengaruhi pemikiran logik. Peserta yang mindanya sibuk memikirkan hal-hal kewangan menunjukkan prestasi yang secara signifikannya lebih rendah dalam aktiviti-aktiviti menyelesaikan masalah berbanding dengan golongan yang sebaliknya. Secara logiknya, untuk memaksimumkan hasil pada masa akan datang, keupayaan untuk memberikan nilai yang sesuai terhadap satu-satu tindakan atau barangan (iaitu, untuk memilih pilihan yang terbaik berbanding lain-lain pilihan yang ada) adalah sangat penting bagi memastikan hasil yang lebih baik. Teori prospek Tversky & Kahneman (1992) berpendapat bahawa penilaian dalam bentuk ini adalah berdasarkan

pengenalpastian tindakan dan hasil daripada tindakan tersebut yang mempunyai kaitan dengan keputusan (fasa kerangka) yang perlu dibuat; pilihan yang terbaik akan dipilih berdasarkan penilaian yang diberikan ke atas hasil (fasa penilaian). Walau bagaimanapun, dalam konteks kehidupan seharian, keputusan seringkali perlu dibuat tanpa diketahui apakah hasilnya, dan perubahan kepada tindak balas selanjutnya biasanya dilakukan berdasarkan maklum balas yang diterima. Walaupun banyak kajian tingkah laku telah dijalankan, adalah masih tidak jelas mengapa kemiskinan sering memberi kesan ke atas kebolehan menyelesaikan masalah. Adakah benar bahawa beban kognitif disebabkan oleh kesempitan kewangan mengganggu keupayaan untuk membezakan antara rangsangan standard dengan rangsangan baru (Sambrook & Goslin, 2015)? Adakah kesempitan kewangan ini akan mengganggu keupayaan untuk memberi perhatian kepada ketidakpadanan rangsangan yang diberikan?

Berdasarkan kebarangkalian menerima ganjaran (iaitu kebarangkalian untuk menerima ganjaran yang dijangkakan) dan magnitud ganjaran (iaitu saiz atau bilangan ganjaran), apabila membuat sesuatu keputusan berkaitan dengan penilaian, satu biasan neural khusus yang dikenali sebagai negativiti berkaitan maklum balas (*feedback related negativity*, seterusnya FRN) dihasilkan (Sambrook & Goslin 2015). FRN adalah ralat ramalan ganjaran (*reward prediction error*; seterusnya RPE), yang merujuk kepada perbezaan antara nilai yang ditetapkan dan nilai yang dihasilkan. Ia terhasil pada 200 ms hingga 350 ms selepas permulaan tindak balas dari daerah fronto-central (FCz) otak. FRN mempunyai amplitud yang tinggi untuk hasil tidak dijangka yang negatif. Penilaian adalah penting kerana ianya mempunyai peranan yang penting dalam memaksimumkan pertimbangan masa hadapan yang lebih baik sama ada dengan membuat keputusan yang sama ataupun dengan mengubah keputusan yang telah dibuat untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Dalam satu kajian tingkah laku, Mani et al. (2013) telah mendapati bahawa kemiskinan mengurangkan kemahiran pemikiran dan penyelesaian masalah. Justeru, pemahaman ke atas hubungan neural ini akan memberikan penjelasan tentang bagaimana kemiskinan boleh menghalang fungsi-fungsi kognitif tertentu.

Golongan miskin mengalami kesukaran yang besar untuk membuat keputusan secara rasional dan kawalan kognitif disebabkan oleh isu-isu berkaitan dengan kewangan yang sentiasa bermain-main dalam

fikiran mereka. Seperti yang telah dibincangkan sebelum ini (dan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2), pemikiran secara berterusan mengenai isu-isu berkaitan dengan belanjawan dan hal-hal kewangan boleh meningkatkan beban ke atas keupayaan mental (iaitu memori kerja) (Adamkovič & Martončík 2017) yang akhirnya memberi kesan ke atas keupayaan membuat keputusan dengan baik. Kajian mengenai memori kerja (yang dicadangkan oleh Baddeley & Hitch 1974) telah mendapati bahawa tindak balas neural berdurasi panjang yang tertunda (satu bentuk biasan ERP) terhasil semasa aktiviti-aktiviti tindak balas yang tertunda yang dikenali sebagai tindak balas gelombang perlahan (SW) (Ruchkin, Johnson, Mahaffey & Sutton 1988a). Perkara ini juga berkaitan dengan keupayaan memori (ke atas beban kognitif) dan prestasi dalam menjalankan aktiviti-aktiviti tersebut. Individu-individu yang mempunyai kapasiti penyimpanan memori kerja yang rendah menunjukkan perbezaan yang signifikan dalam aktiviti-aktiviti neural mereka untuk mencapai biasan ERP yang lebih negatif. Hal ini lebih-lebih lagi kerana peningkatan dalam kerumitan ketika menjalankan aktiviti-aktiviti tertentu juga didapati menghasilkan biasan SW selepas P3b ERP, yang turut mencadangkan penambahan dalam pemprosesan maklumat yang berlaku secara berterusan di dalam otak. Perbezaan dalam biasan SW ini (yang terhasil selepas P3b) boleh berlaku kerana terdapatnya perbezaan dalam kerumitan dalam menjalani aktiviti tersebut dan pemprosesan maklumat, sama ada ianya berkaitan dengan operasi persepsi atau operasi operasi konseptual. Gelombang negatif perlahan yang berdurasi lama (500ms - 1200ms) ini adalah gelombang yang perlahan di bahagian hadapan front-center (FCz) semasa berlakunya aktiviti-aktiviti yang melibatkan peningkatan dalam mendapatkan semula maklumat yang telah disimpan dalam memori dan juga pemprosesan mental. Oleh kerana golongan miskin sentiasa sibuk memikirkan isu-isu berkaitan kewangan, adalah wajar untuk mengandaikan bahawa ianya mempengaruhi kapasiti memori kerja mereka untuk membuat keputusan secara berkesan. Gelombang perlahan yang berkaitan dengan beban kognitif dalam kalangan golongan miskin masih perlu diterokai untuk memahami sama ada golongan miskin mengalami kesukaran dalam operasi perseptual dan operasi konseptual. Dapatan ini akan membantu mengenal pasti proses-proses kognitif yang berlaku ketika golongan miskin mengalami kekurangan dalam segi kewangan.

PERANAN ANTERIOR CINGULATE CORTEX (ACC) DALAM MEMBUATAN KEPUTUSAN

Pemprosesan kognitif yang berkaitan dengan kemiskinan dikaitkan terutamanya dengan gangguan dalam kawalan kognitif, pemprosesan ganjaran, dan beban kognitif yang mempengaruhi fungsi-fungsi memori kerja. Proses-proses kognitif ini dikawal oleh struktur-struktur otak tertentu di daerah *cortical pre-frontal*. Secara khususnya, korteks cingulate anterior (ACC) dikatakan memainkan peranan dalam pelbagai proses membuat keputusan yang melibatkan aktiviti-aktiviti yang kompleks.

Kawalan kognitif merujuk kepada keupayaan untuk secara sedar mengganggu pemprosesan mental yang sedang berlangsung semasa pengesanan konflik dalam pemprosesan maklumat dan tingkah laku yang berarahkan matlamat. Kawalan kognitif turut boleh menyesuaikan tindak balas dan seterusnya untuk meminimumkan konflik yang akan berlaku pada masa akan datang. Ini disokong oleh hipotesis pemantauan konflik yang menyatakan bahawa ACC dorsal diaktifkan ketika berlakunya konflik dalam pemprosesan maklumat yang kemudiannya mengaktifkan daerah-daerah kortikal yang berkaitan untuk memperbaiki kawalan kognitif melalui peningkatan perhatian semasa pemprosesan tindak balas. Ini untuk meminimumkan sebarang konflik pada masa akan datang yang boleh berlaku dalam ujian-ujian yang tidak sepadan. Aktiviti di ACC adalah lebih besar apabila terdapatnya konflik yang lebih besar, yang berkaitan secara positif dengan berapa seriusnya konflik tersebut. Dalam kajian EEG, aktiviti-aktiviti dipantau di elektrod fronto-central (FCz) (lihat Rajah 7), dan kerosakan pada kawasan tersebut mempunyai kesan yang signifikan dalam keupayaan untuk memantau kesilapan (Maier, Di Gregorio, Muricchio & Di Pellegrino 2015).

Selain dari pemantauan konflik, aktivasi ACC juga berkaitan dengan kesalahan dalam ganjaran yang diramalkan (reward prediction error, seterusnya RPE), yang merupakan perbezaan antara hasil ganjaran yang diramalkan dengan hasil yang sebenar. Kajian tentang penilaian kebarangkalian ganjaran, yang mempunyai kesan terhadap tingkah laku dalam membuat pilihan dan penilaian risiko seterusnya didapati mempunyai kaitan dengan sistem ganjaran dopamine dalam otak tengah. Peningkatan aktiviti dalam sistem ganjaran dopamine akan berlaku jika seseorang menerima isyarat yang meramalkan hasil

yang lebih baik, dan jika hasilnya adalah lebih baik daripada apa yang telah diramalkan. Walau bagaimanapun, aktiviti dalam sistem ganjaran dopamine akan berkurangan jika hasilnya adalah tidak sebaik apa yang diramalkan. Sistem ganjaran dopamine memperluaskan unjurannya ke ACC yang memudahkan sistem pemprosesan ganjaran. Aktiviti ACC semasa pemprosesan ganjaran boleh dikesan melalui kajian ERP di daerah FCz sama seperti semasa pemantauan konflik. Aktiviti ACC didapati mempunyai kaitan dengan ketidakpastian ganjaran dan RPE, di mana aktiviti yang lebih besar didapati akan terhasil jika hasil yang diperolehi itu tidak sepadan dengan apa yang telah diramalkan (Sambrook & Goslin 2015).

Peranan dorsal ACC (dACC) selanjutnya dipanjangkan ke arah mengoptimumkan prestasi semasa menjalankan aktiviti-aktiviti yang rumit. Ini berdasarkan beban kognitif yang berkaitan sama ada dengan pengalaman terkini atau pengalaman semasa yang masih berlangsung. ACC didapati membantu (memperbaiki) kadar tindak balas tingkah laku selanjutnya yang serupa dengan pengalaman masa lalu dan mengurangkan masa tindak balas yang tidak sepadan dengan apa yang pernah dialami sebelum ini. Kajian lesi dACC sebelum ini mendapati bahawa peserta tidak dapat menyesuaikan diri dengan pengalaman yang pernah mereka alami sebelum ini dan meneruskan tindak balas mereka (Sheth et al. 2012). Ini mencadangkan bahawa peranan dACC adalah signifikan semasa beban kognitif untuk seseorang itu meneruskan tindak balas yang sama dalam aktiviti-aktiviti yang sama, ataupun menukar tindak balas-tindak balas dalam aktiviti-aktiviti yang berbeza. Walau bagaimanapun, dalam aktiviti-aktiviti yang memerlukan perubahan secara berterusan, beban kognitif akan menjejaskan fungsi individu secara negatif.

ACC memainkan peranan penting dalam membuat keputusan. Aktiviti-aktiviti tingkah laku yang berbeza akan menghasilkan tindak balas neural yang berbeza, berdasarkan permulaan rangsangan dan/atau permulaan tindak balas. Kajian EEG berguna untuk mengesan perubahan-perubahan dalam aktiviti-aktiviti neural yang khusus. Dengan melihat kepada perbezaan dalam aktiviti-aktiviti neural golongan miskin dan golongan yang sebaliknya, satu pemahaman yang lebih baik tentang mekanisme asas dalam proses membuat keputusan dapat dicapai.

KESIMPULAN

Pemahaman ke atas kesan kemiskinan ke atas otak dan kebolehan untuk membuat keputusan boleh dicapai dengan menggunakan EEG yang mampu memberikan bukti-bukti fungsi neurokognitif yang berkaitan dengan keupayaan untuk mengenal pasti gangguan dalam pemrosesan maklumat. Penggunaan EEG kering pula akan menjadi kaedah pengumpulan data yang lebih berkesan jika ianya dijalankan di luar persekitaran makmal konvensional. Kemiskinan menghalang fungsi kognitif dan banyak kajian tingkah laku telah menemui bukti-bukti yang menyokong kenyataan ini berdasarkan dapatan-dapatan pelbagai aktiviti yang melibatkan kawalan kognitif dan penyelesaian masalah. Walau bagaimanapun, persoalan mengapa adanya keraguan dalam tindak balas subjektif, dan bagaimanakah caranya untuk mengenal pasti punca pemrosesan maklumat masih lagi belum terjawab. Namun demikian, penggunaan EEG berkemungkinan dapat merungkakan persoalan ini. Hal ini kerana EEG berkeupayaan untuk merekodkan apa jua aktiviti neural secara berterusan sebelum, mahupun selepas, paparan stimulus dan pemilihan tindak balas. Ruang masa antara permulaan rangsangan dan selepas permulaan tindak balas boleh memberikan gambaran tentang aktiviti neural yang berkaitan dengan pemrosesan maklumat dan pemrosesan tindak balas. Selain itu, aktiviti-aktiviti yang melibatkan struktur otak khusus (seperti ACC) dan daerah-daerah otak yang berkaitan juga akan menjadi aktif dalam tempoh masa ini. Perbandingan yang dijalankan ke atas aktiviti-aktiviti neural golongan miskin dan golongan yang sebaliknya akan mendedahkan perbezaan fungsi kognitif yang diakibatkan oleh kemiskinan. Perbezaan ini boleh digunakan untuk mengenal pasti bagaimana kemiskinan menghalang fungsi kognitif, dan aspek-aspek khusus yang berkaitan dengan kesan daripada pemikiran yang berterusan ke atas isu-isu berkaitan kewangan. Pemahaman ke atas perbezaan dalam aktiviti neural ini akan membantu penyelidik dalam mengenal pasti ketidaksempurnaan dalam pemrosesan maklumat, sama ada yang berkaitan dengan fungsi persepsi, fungsi konseptual, pemrosesan tindak balas, mahupun hanya dalam memahami tugas yang diberikan. Kepentingan untuk mengenal pasti neural yang berkaitan dengan proses membuat keputusan ini akan dapat membantu dalam membangunkan program-program intervensi yang berkesan untuk meningkatkan kemahiran kognitif yang tertentu.

PENGHARGAAN

Penghargaan dirakamkan kepada IDEA UKM atas Dana Cabaran Perdana DCP-2017-014(1) yang diberikan kepada penyelidik kajian ini. Kelulusan Etika (JEP-2018-339) telahpun diperolehi dari Jawatankuasa Etika Penyelidikan UKM untuk menjalankan kajian ini.

RUJUKAN

- Abdul Manaf, M.R., Qureshi, A.M., Lotfizadeh, M., Ganasegeran, K., Yadav, H., Al-Dubai, S.A.R. 2016. Factors associated with anxiety and depression among outpatients in Malaysia: A cross-sectional study. *Malaysian Journal of Public Health Medicine* 16: 181-187.
- Abu Bakar, A., Hamdan, R., & Sani, N.S. 2000. Ensemble learning for multidimensional poverty classification. *Sains Malaysiana* 49: 447-459.
- Adamkovič, M., & Martončík, M. 2017. A review of consequences of poverty on economic decision-making: A hypothesized model of a cognitive mechanism. *Frontiers in Psychology* 8(10): 1-13.
- Baddeley, A.D. & Hitch, G. 1974. *Working Memory*. In: Bower, G.H., Ed., *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*. New York: Academic Press.
- Blau, V. C., Maurer, U., Tottenham, N., & Mccandliss, B. D. 2007. The face-specific N170 component is modulated by emotional facial expression. *Behavioural and Brain Functions* 3-7. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-3-7>.
- Boelema, S. R., Harakeh, Z., Ormel, J., Hartman, C. A., Vollebergh, W. A. M., & van Zandvoort, M. J. E. 2014. Executive functioning shows differential maturation from early to late adolescence: Longitudinal findings from a TRAILS study. *Neuropsychology* 28(2): 177-187.
- Braver, T. S., Barch, D. M., Gray, J. R., Molfese, D. L., & Snyder, A. 2001. Anterior cingulate cortex and response conflict: Effects of frequency, inhibition and errors. *Cerebral Cortex* 11(9): 825-36.
- Bush, G., Shin, L. M., Holmes, J., Rosen, B. R., & Vogt, B. A. 2003. The Multi-Source Interference Task: validation study with fMRI in individual subjects. *Molecular Psychiatry* 8(1): 60-70.
- Carter, C. S., & van Veen, V. 2007. Anterior cingulate cortex and conflict detection: An update of theory and data. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 7(4): 367-379.
- Deck, C., & Jahedi, S. 2015. The effect of cognitive load on economic decision making: A survey and new experiments. *European Economic Review* 78: 97-119.
- Dehaene, S., Changeux, J.-P., & Naccache, L. 2011. The global neuronal workspace model of conscious access: From neuronal architectures to clinical applications. In *Research and Perspectives in Neurosciences* 18: 55-84.

- Dufo, E. 2006. Poor but rational? In A.V. Banerjee, R. Benabou, & D. Mookherjee (eds.), *Understanding Poverty*, 1–12. Oxford: Oxford University Press.
- Flensburg-Madsen, T., & Mortensen, E. L. 2014. Infant SES as a predictor of personality—Is the Association Mediated by Intelligence? *PLoS ONE*. 9(7): e103846.
- Hassan, N., Ismail, R., & Abdullah, N-A. 2019. How low income people perceived poverty? A Preliminary Findings on Poverty Attribution of B40 Group in Malaysia. *International Journal of Recent Technology and Engineering* 8: 111-115.
- Haushofer, J., & Fehr, E. 2014. On the psychology of poverty. *Science* 344(6186) 862–867.
- Holroyd, C. B., & Coles, M. G. H. 2002. The neural basis of human error processing: Reinforcement learning, dopamine, and the error-related negativity. *Psychological Review* 109(4): 679–709.
- Jojo, Z. 2018. Creating an environment for the restoration of dignity to disadvantaged mathematics foundation classrooms. *Environment and Social Psychology* 3(2): 1–9.
- Jurcak, V., Tsuzuki, D., & Dan, I. 2007. 10/20, 10/10, and 10/5 systems revisited: Their validity as relative head-surface-based positioning systems. *NeuroImage* 34(4): 1600–1611.
- Leiser, S. C., Dunlop, J., Bowlby, M. R., & Devilbiss, D. M. 2011. Aligning strategies for using EEG as a surrogate biomarker: A review of preclinical and clinical research. *Biochemical Pharmacology* 81(12): 1408–1421.
- Maier, M. E., Di Gregorio, F., Muricchio, T., & Di Pellegrino, G. 2015. Impaired rapid error monitoring but intact error signaling following rostral anterior cingulate cortex lesions in humans. *Frontiers in Human Neuroscience* 9: 339. <http://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00339>
- Mani, A., Mullainathan, S., Shafir, E., & Zhao, J. 2013. Poverty impedes cognitive function. *Science*. 341(6163): 1169–1169.
- McFarland, D. J., & Wolpaw, J. R. 2017. EEG-based brain–computer interfaces. *Current Opinion in Biomedical Engineering* 4: 194–200.
- Muhammad Yamin, S.N.R., & Abdul Kadir, N.B. 2016. Depression and its relationship to loneliness and life events among urban poor in the Federal Territory, Kuala Lumpur, Malaysia. *Jurnal Psikologi Malaysia* 30: 133-141.
- Raver, C. C., Blair, C., & Willoughby, M. 2013. Poverty as a predictor of 4-year-olds' executive function: New perspectives on models of differential susceptibility. *Developmental Psychology* 49(2): 292–304.
- Rohayah, S., Dawood, S., & Leng, K. S. 2016. Poverty eradication, government role and sustainable livelihood in rural Malaysia: An empirical study of community perception in northern Peninsular Malaysia 8(8): 61–70.
- Rösler, F., Heil, M., & Röder, B. 1997. Slow negative brain potentials as reflections of specific modular resources of cognition. *Biological Psychology* 45(1–3): 109–141.
- Ruberry, E. J., Lengua, L. J., Crocker, L. H., Bruce, J., Upshaw, M. B., & Sommerville, J. A. 2017. Income, neural executive processes, and preschool children's executive control. *Development and Psychopathology* 29(1): 143–154.
- Sambrook, T. D., & Goslin, J. 2015. A neural reward prediction error revealed by a meta-analysis of ERPs using great grand averages. *Psychological Bulletin* 141(1): 213–235.
- Siwar, C., Ahmed, F., Zahari, S.Z., Mohd Idris, N.D., Mia, M.S. and Bashawir, A. 2016. Relationship between poverty and socio-demographic characteristics of households: A study in Kelantan, Malaysia. *Journal of Environmental Science and Techonology* 9: 407-416.
- Schilbach, F., Schofield, H., & Mullainathan, S. 2016a. The psychological lives of the poor. *American Economic Review* 106(5): 435–440.
- Sheth, S. A., Mian, M. K., Patel, S. R., Asaad, W. F., Williams, Z. M., Dougherty, D. D., Eskandar, E. N. 2012. Human dorsal anterior cingulate cortex neurons mediate ongoing behavioural adaptation. *Nature* 488(7410): 218–221.
- Tversky, A., & Kahneman, D. 1992. Advances in Prospect-Theory - Cumulative Representation of Uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty* 5(4): 297–323.
- von Stumm, S., & Plomin, R. 2015. Socioeconomic status and the growth of intelligence from infancy through adolescence. *Intelligence* 48: 30–36.
- Wessel, J. R. 2012. Error awareness and the error-related negativity: evaluating the first decade of evidence. *Frontiers in Human Neuroscience* 6(4): 1–16.
- Yadava, M., Kumar, P., Saini, R., Roy, P. P., & Prosad Dogra, D. 2017. Analysis of EEG signals and its application to neuromarketing. *Multimedia Tools and Applications* 76(18): 19087–19111.
- Khazriyati Salehuddin (corresponding author)
Pusat Kajian Bahasa dan Linguistik
Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan
Universiti Kebangsaan Malaysia
Malaysia
Email: khazudin@ukm.edu.my
- Hiran Shanake Perera
Pusat Kajian Psikologi dan Kesejahteraan Manusia
Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan
Universiti Kebangsaan Malaysia
Malaysia
Email: hiranpererawa@outlook.com

Rozainee Khairudin
Pusat Kajian Psikologi dan Kesejahteraan Manusia
Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan
Universiti Kebangsaan Malaysia
Malaysia
Email: rozaineechai@ukm.edu.my

Alexandre Schaefer
Department of Psychology
Monash University, Malaysia Campus
Malaysia
Email: alexandre.schaefer@monash.edu

Accepted: 1 March 2021
Received: 10 April 2019