



Fakulti Sains Kognitif dan Pembangunan Manusia

**ANALISIS PENEMUAN PENGGAMBARAN PROSES
KOGNITIF OTAK MELALUI APLIKASI TEKNIK
HEMODINAMIK**

Khairulnaimah Binti Khairudin

Sarjana Muda Sains dengan Kepujian
(Sains Kognitif)
2005

QP
360.5
K45
2005



**ANALISIS PENEMUAN PENGAMBARAN PROSES KOGNITIF OTAK
MELALUI APLIKASI TEKNIK HEMODINAMIK**

KHAIRULNAIMAH BINTI KHAIRUDIN

Projek ini merupakan salah satu keperluan untuk
Ijazah Sarjana Muda Sains dengan Kepujian
(Sains Kognitif)

Fakulti Sains Kognitif dan Pembangunan Manusia
UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK
2005

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL : ANALISIS PENEMUAN PENGGAMBARAN PROSES KOGNITIF OTAK MELALUI
APLIKASI TEKNIK HEMODINAMIK

SESI PENGAJIAN : Sesi 2004/2005

Saya KHAIRULNAIMAH BINTI KHAIRUDIN mengaku membenarkan tesis * ini disimpan di Pusat Khidmat Maklumat Akademik, Universiti Malaysia Sarawak dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sarawak
2. Pusat Khidmat Maklumat Akademik, Universiti Malaysia Sarawak dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja
3. Pusat Khidmat Maklumat Akademik, Universiti Malaysia Sarawak dibenarkan membuat pendigitan untuk membangunkan Pangkalan Data Kandungan Tempatan
4. Pusat Khidmat Maklumat Akademik, Universiti Malaysia Sarawak dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi
5. ** sila tandakan (✓)

SULIT

(mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan seperti termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)


TERHAD

(Mengandungi maklumat Terhad yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD



(KHAIRULNAIMAH BINTI KHAIRUDIN)



(DR. TAN KOCK WAH)

Alamat Tetap:

46 Jalan Selaseh 16,
Taman Selaseh 2,
68100 Batu Caves,
Selangor Darul Ehsan.

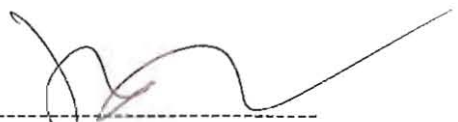
Tarikh : 7/6/2005

Tarikh: 10/6/05

Catatan: * Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah, Sarjana dan Sarjana Muda
* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai TERHAD.

Projek bertajuk “Analisis Penemuan Penggambaran Proses Kognitif Otak Melalui Aplikasi Teknik Hemodinamik” telah disediakan oleh Khairulnaimah Binti Khairudin dan telah diserahkan kepada Fakulti Sains Kognitif dan Pembangunan Manusia sebagai memenuhi syarat untuk Ijazah Sarjana Muda Sains dengan Kepujian (Sains Kognitif).

Diterima untuk diperiksa oleh:



(Dr Tan Kock Wah)

Tarikh:

10/6/05
-----)

PENGHARGAAN

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia projek, Dr Tan Kock Wah atas segala bimbingan, tunjuk ajar dan nasihat yang banyak membantu dalam menyiapkan tesis ini. Terima kasih juga ditujukan kepada keluarga dan rakan-rakan seperjuangan Sains Kognitif sesi 2002/2003 yang sentiasa berkongsi ilmu dan pendapat antara satu sama lain. Tidak lupa juga kepada barisan pensyarah Program Sains Kognitif yang telah mencurahkan ilmu dan sentiasa memberi galakan terhadap kami.

Sekian, terima kasih.

JADUAL KANDUNGAN

Pengesahan	i
Penghargaan	ii
Jadual Kandungan	iii
Senarai Rajah	v
Abstrak	vi
<i>Abstract</i>	vii
1. BAB 1 PENGENALAN	
1.0 Penggambaran Otak dan Proses Kognitif	1
1.1 Teknik Hemodinamik: PET dan fMRI	4
1.2 Sorotan Kajian	
1.2.0 Pengenalan	7
1.2.1 Perhatian	8
1.2.2 Penglihatan	10
1.2.3 Gambaran	11
1.2.4 Bahasa	13
1.3 Kenyataan Masalah	14
1.4 Objektif Kajian	15
1.5 Pengkaedahan Kajian	15
1.6 Masalah dan Limitasi Kajian	17
1.7 Kesimpulan	17
2. BAB 2 TEKNIK-TEKNIK PENGGAMBARAN OTAK	
2.0 Pengenalan	18
2.1 Teknik Hemodinamik dan Teknik Elektromagnetik	18
2.2 Proses Kognitif Yang Berjaya Dikesan Menggunakan PET dan fMRI	22
2.3 Kelebihan dan Keberkesanan Teknik PET dan fMRI	24
2.4 Kesimpulan	27
3. BAB 3 KEKANGAN PENGGAMBARAN OTAK	
3.0 Pengenalan	28
3.1 Kekangan Yang Dihadapi oleh Pengkaji Dalam Penyelidikan Menggunakan Teknik PET dan fMRI	28
3.2 Ketidakesetaraan Hasil Penemuan Antara Pengkaji	35
3.3 Kesimpulan	36
4. BAB 4 PENGGAMBARAN PROSES KOGNITIF OTAK	
4.0 Pengenalan	38
4.1 Penggambaran Bahagian Otak Yang Aktif Sewaktu Proses Kognitif	38

4.2 Perbandingan Hasil Penemuan Penggambaran Otak Oleh Pengkaji-pengkaji Berbeza	48
4.3 Kesimpulan	51
5. BAB 5 KESIMPULAN	
5.0 Pengenalan	52
5.1 Penggambaran Proses Kognitif Otak	52
5.2 Kesimpulan	58
5.3 Perbincangan dan Cadangan	58
RUJUKAN	60

SENARAI RAJAH

Rajah 1.0 Sinar gamma	6
Rajah 1.1 <i>Positron Emission Tomography</i>	7
Rajah 1.2 Pandangan permukaan	8
Rajah 1.3 Pandangan garis tengah	9

ABSTRAK

ANALISIS PENEMUAN PENGGAMBARAN PROSES KOGNITIF OTAK MELALUI APLIKASI TEKNIK HEMODINAMIK

KHAIRULNAIMAH BINTI KHAIRUDIN

Kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti bahagian otak yang aktif semasa proses kognitif seperti perhatian, penglihatan, gambaran dan bahasa. Teknik penggambaran otak yang digunakan adalah teknik hemodinamik iaitu PET (*Positron Emission Tomography*) dan fMRI (*Functional Magnetic Resonance Imaging*). Dalam kajian ini, hasil penemuan penggambaran proses kognitif otak oleh pengkaji-pengkaji berbeza dikumpulkan untuk dianalisis dan disintesis. Hasilnya, berdasarkan penemuan-penemuan yang dikumpul dapat dibandingkan bahagian-bahagian otak yang aktif bagi proses kognitif yang dikaji iaitu perhatian, penglihatan, gambaran dan bahasa yang membolehkan satu ulasan dibuat mengenai setiap proses kognitif tersebut secara keseluruhan.

ABSTRACT

ANALYSES OF FINDINGS IN COGNITIVE IMAGING VIA THE HAEMODYNAMIC TECHNIQUES

KHAIRULNAIMAH BINTI KHAIRUDIN

This study aims to identify the activated brain regions during cognition such as attention, vision, imagery and language. Techniques examined for this purpose are haemodynamic techniques, which are PET (Positron Emission Tomography) and fMRI (Functional Magnetic Resonance Imaging). In this study, the findings of cognitive brain imaging from different researchers were analysed and synthesized accordingly. As a result, a comparison of the findings in attention, vision, imagery and language make it possible to give an overview for all the cognition being studied.

BAB 1 PENGENALAN

1.0 Penggambaran Otak dan Proses Kognitif

Otak merupakan organ penting yang berperanan dalam menjanakan proses-proses yang berlaku dalam tubuh badan manusia. Sejak millennium ketiga sebelum Masihi, Imhotep, seorang pakar bedah Mesir telah menerangkan pemusatan fungsi otak sepertimana yang dinyatakan oleh Breasted (1930). Lantaran dari perkembangan dunia perubatan, pengkaji-pengkaji dalam bidang sains telah mengadakan penyelidikan demi penyelidikan bagi tujuan memahami proses-proses yang berlaku semasa manusia melakukan sebarang aktiviti seperti melihat objek, berfikir, mengingati sesuatu, bercakap, mendengar dan seumpama dengannya. Kesemua aktiviti-aktiviti ini merupakan sebahagian dari proses kognitif yang berlaku dalam otak manusia. Penyelidikan mengenai proses-proses kognitif yang berlaku adalah penting dalam usaha memahami fungsi-fungsi dan struktur otak untuk memperkembangkan lagi bidang sains kognitif terutamanya yang berkaitan dengan neurosains kognitif. Oleh yang demikian, adalah perlu untuk mengetahui maksud sebenar proses kognitif berdasarkan pendapat beberapa

saintis kognitif.

Menurut sumber yang dipetik mengenai proses kognitif, “proses kognitif adalah pemrosesan pelbagai jenis maklumat yang wujud dalam beberapa peringkat yang meliputi penerimaan input, seterusnya persepsi, diikuti peringkat pembelajaran dan penyimpanan memori serta pemerolehan semula maklumat dan pemikiran (Groome, Dewart, Estage, Gurney, Kemp, & Towell, 1999, ms.2). Proses kognitif juga boleh dikatakan berkait rapat dengan neuropsikologi kognitif iaitu salah satu pendekatan yang menitikberatkan aktiviti-aktiviti dalam otak manusia semasa proses kognitif berlaku untuk mengkaji bidang psikologi kognitif (Groome et al., 1999, ms.9). Berdasarkan kajian-kajian yang telah dijalankan bagi tujuan memahami dan mengetahui struktur dan proses-proses yang berlaku dalam otak manusia inilah yang membuatkan kajian tentang proses kognitif begitu penting untuk dikaji bagi menyokong penemuan-penemuan saintis kognitif. Ini akan diperkuatkan lagi dengan bukti hasil daripada penyelidikan bahagian otak yang aktif semasa proses kognitif tertentu berlaku sebagai contoh memori, persepsi, penaaakulan, membuat keputusan, menyelesaikan masalah, dan sebagainya. Hasil penyelidikan ini diperolehi melalui teknik hemodinamik iaitu PET dan fMRI yang menjadi pilihan pengkaji disebabkan kelebihanannya dari segi memberi keputusan eksperimen yang memuaskan kepada pengkaji.

Namun begitu, seringkali timbul masalah dalam menjalankan penyelidikan yang berkaitan dengan fungsi otak disebabkan kesukaran dalam merekabentuk mesin yang sesuai dan mampu untuk memberi keputusan berbentuk paparan imej yang menggambarkan proses-proses yang berlaku di dalam otak. Selain itu, adalah sukar dalam memastikan kriteria-kriteria yang dikehendaki bagi eksperimen yang

dijalankan memenuhi objektif kajian. Sebagai contoh kesukaran dalam membuat pemilihan subjek ujikaji yang sesuai, kos penyelidikan yang tinggi, kekurangan kepakaran dalam aspek-aspek tertentu penyelidikan dan sebagainya.

Walaupun bagaimanapun, kelemahan ini telah dapat diatasi sedikit demi sedikit dengan adanya kemajuan dalam bidang teknologi dari sehari ke sehari berbanding ketika penyelidikan tentang penggambaran otak bermula suatu ketika dahulu. Seiring dengan perkembangan teknologi sains perubatan telah menghasilkan penemuan-penemuan baru tentang otak manusia. Lantaran itu, penyelidikan tentang penggambaran otak manusia semasa sesuatu proses kognitif berlaku turut berkembang dan mendapat perhatian saintis-saintis bidang sains kognitif.

Sehubungan dengan perkembangan kajian tentang penggambaran otak telah membuat para pengkaji mengeluarkan pelbagai hasil dapatan dan kesimpulan. Ini serba sedikit akan menyebabkan timbul kekeliruan di kalangan pembaca yang berminat untuk mengetahui tentang penggambaran otak semasa proses kognitif berlaku. Hal ini demikian kerana terdapat pelbagai kaedah yang boleh digunakan bagi menjalankan penyelidikan berkenaan. Oleh sebab itu, kajian ini akan berfokus kepada kaedah penyelidikan yang mengaplikasikan teknik hemodinamik seperti *positron emission tomography* (PET) dan *functional magnetic resonance imaging* (fMRI). Ini disebabkan teknik hemodinamik mempunyai kemampuan yang baik dalam resolusi ruang sedalam beberapa milimeter sebagaimana yang dinyatakan oleh Cabeza dan Nyberg (2000, ms.2). Di samping itu, kedua-dua teknik ini juga tidak meninggalkan sebarang implikasi buruk ke atas subjek yang diuji. Menurut Buckner dan Logan (dalam penerbitan), "PET dan fMRI dikenali sebagai teknik hemodinamik kerana kedua-duanya mengenalpasti aktiviti neuron-

neuron dengan mengukur perubahan dalam pengaliran darah” (cf. Cabeza & Nyberg, 2000, ms.2).

1.1 Teknik Hemodinamik: PET dan fMRI

Penyelidikan mengenai penggambaran otak telah lama bermula iaitu pada penghujung 1950-an. Penyelidikan yang dijalankan adalah bertujuan mengenalpasti struktur-struktur otak di samping memahami fungsi bagi setiap struktur tersebut dalam membolehkan manusia berinteraksi dengan alam sekeliling mereka.

Kajian mengenai otak bermula apabila Rene Descartes memodelkan tingkah laku refleks yang berlaku kepada manusia dengan membuat andaian bagaimana pancaindera menerima rangsangan dan seterusnya berlaku proses penghantaran impuls melalui saraf tunjang ke otak yang akhirnya menghasilkan tindak balas terhadap rangsangan tersebut (Posner & Raichle, 1997, ms.2-3). Evolusi penyelidikan tentang otak mula mendapat maklum balas dari saintis-saintis lain. “Pada tahun 1950-an dan 1960-an, saintis mula merekod tindakan elektrik yang berlaku ke atas sel-sel otak haiwan yang berjaga dan bertingkah laku seperti biasa” (Posner & Raichle, 1997, ms.8).

Seterusnya, menurut Posner dan Raichle (1997), “pada awal tahun 1970-an, dunia perubatan telah diperkenalkan kepada teknik gambaran istimewa yang dulunya dikenali sebagai tomografi berkomputer sinaran x atau kini lebih dikenali sebagai CT sinaran x”. Lantaran dari implikasi-implikasi yang tidak baik ke atas pesakit yang diuji menggunakan kelengkapan ini, saintis bertindak merekacipta

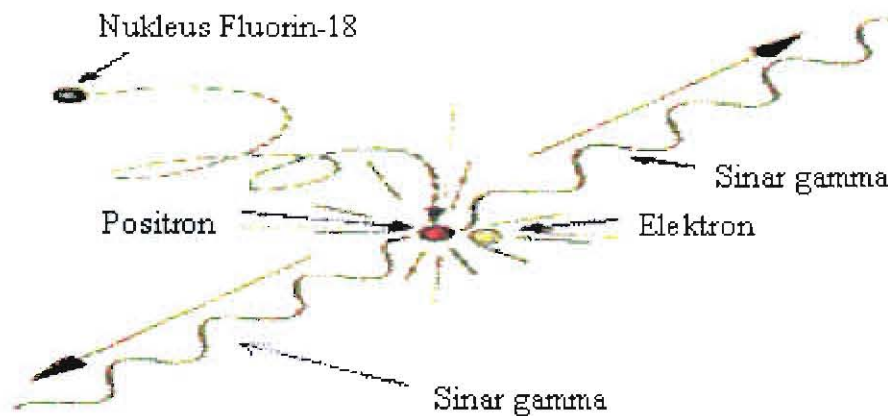
teknik penggambaran baru yang bercirikan teknologi terkini di samping memastikan perubahan yang lebih baik begitu juga hasilnya.

Idea mengenai pengaliran darah dalam otak berkait rapat dengan fungsi otak bukanlah sesuatu yang baru kerana terdapat penemuan yang tidak disengajakan berlaku ke atas pemerhatian yang dijalankan oleh Angelo Mosso seorang ahli fisiologi Itali (Posner & Raichle, 1997, ms.54-55). Beliau telah menjalankan kajian mengenai denyutan yang wujud dalam otak manusia di mana ia turut merangsang kadar denyutan jantung. Semasa melakukan ujikaji terhadap subjeknya, Mosso telah memerhatikan terdapat peningkatan kadar denyutan yang berlaku secara tiba-tiba di lobus frontal. Lantaran itu, beliau menyuruh subjek tersebut melakukan satu aktiviti mental iaitu menghitung hasil 8 didarab dengan 12 dan hasilnya memperlihatkan berlaku peningkatan kadar denyutan dalam pengaliran darah otak apabila subjeknya mula mengira dan memberi jawapan.

Kini penggambaran otak bagi tujuan penyelidikan dan mengenalpasti bahagian otak yang mengalami kerosakan lebih bertumpu kepada penggunaan teknik PET dan juga fMRI disebabkan kelebihan kedua-dua teknik ini. Teknik yang digunakan untuk mengukur bahagian otak yang aktif semasa proses mental berlaku adalah *positron emission tomography* (PET) dan *functional magnetic resonance imaging* (fMRI). Teknik pertama, *positron emission tomography* (PET) akan mengukur *emissions*, suatu bahan kimia radioaktif yang disuntik ke dalam saluran darah. Setelah itu, data yang diperolehi dari keputusan suntikan tersebut akan digabung untuk menghasilkan imej taburan dua atau tiga dimensi bahan kimia tersebut yang melalui saluran dalam otak. Penggambaran dengan PET menggunakan hanya sejumlah kecil bahan kimia radioaktif untuk mengukur

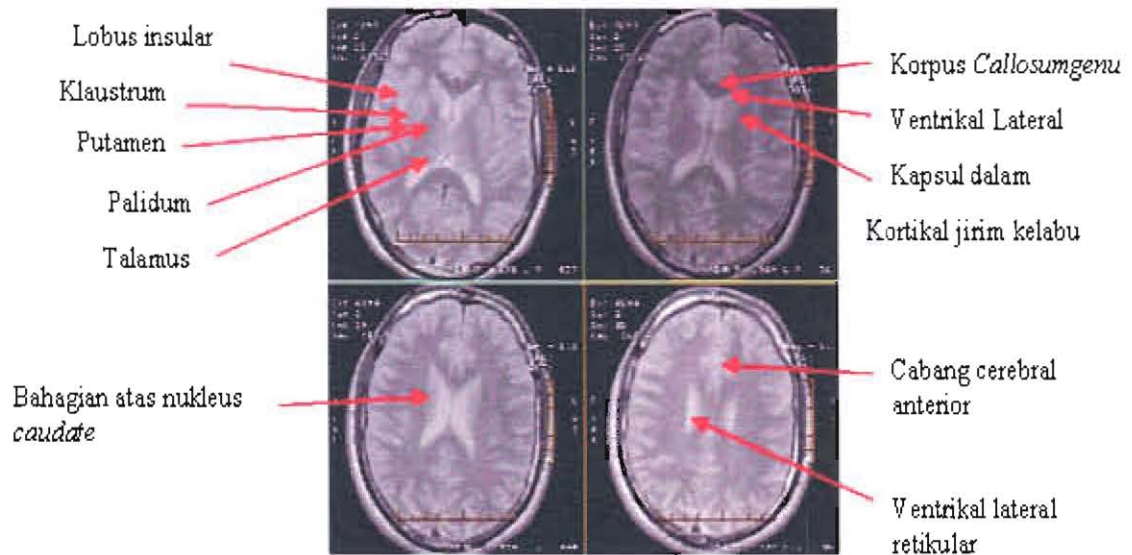
bahagian otak yang aktif. PET juga mampu menunjukkan pengaliran darah dan metabolisma oksigen dan glukosa yang berlaku dalam tisu otak. Kemajuan resolusi telah menyebabkan teknik PET berupaya mengesan bahagian otak tertentu yang aktif semasa melakukan aktiviti tertentu.

Rajah 1.0 Sinar gamma. Rajah menunjukkan sinar gamma terhasil apabila positron dan elektron bertindak balas dengan nukleus fluorin-18. (Sumber: TRIUMF, 1998)



Manakala teknik kedua adalah *functional magnetic resonance imaging* (fMRI) yang bergantung kepada pergerakan magnetik darah sewaktu pengaliran darah berlaku bagi memerhatikan imej bahagian otak yang aktif. Teknik ini lebih efektif berbanding PET disebabkan ia mampu menghasilkan imej otak dengan lebih cepat dalam beberapa saat dan juga membantu pengkaji mengenalpasti bahagian otak yang aktif dengan lebih berkesan. fMRI juga mampu membezakan struktur otak yang berlainan dan ini membantu pengkaji mengetahui bahagian otak yang aktif semasa aktiviti tertentu mahupun proses kognitif yang berlaku dengan lebih tepat lagi.

Rajah 1.1 *Positron Emission Tomography*. Rajah menunjukkan satu hasil penggambaran otak normal menggunakan PET. (Sumber: *MRI Practice, n.d.*)



Penggabungan teknik PET dan fMRI dipercayai memberi gabungan imej struktur otak yang lebih tepat dalam mengenalpasti bahagian otak yang aktif sewaktu proses kognitif tertentu berlaku. Imej-imej ini adalah hasil gabungan imej aktiviti yang berlaku dalam reseptor atau molekular otak yang diperolehi dari teknik PET dan imej struktur otak yang terperinci hasil dari fMRI.

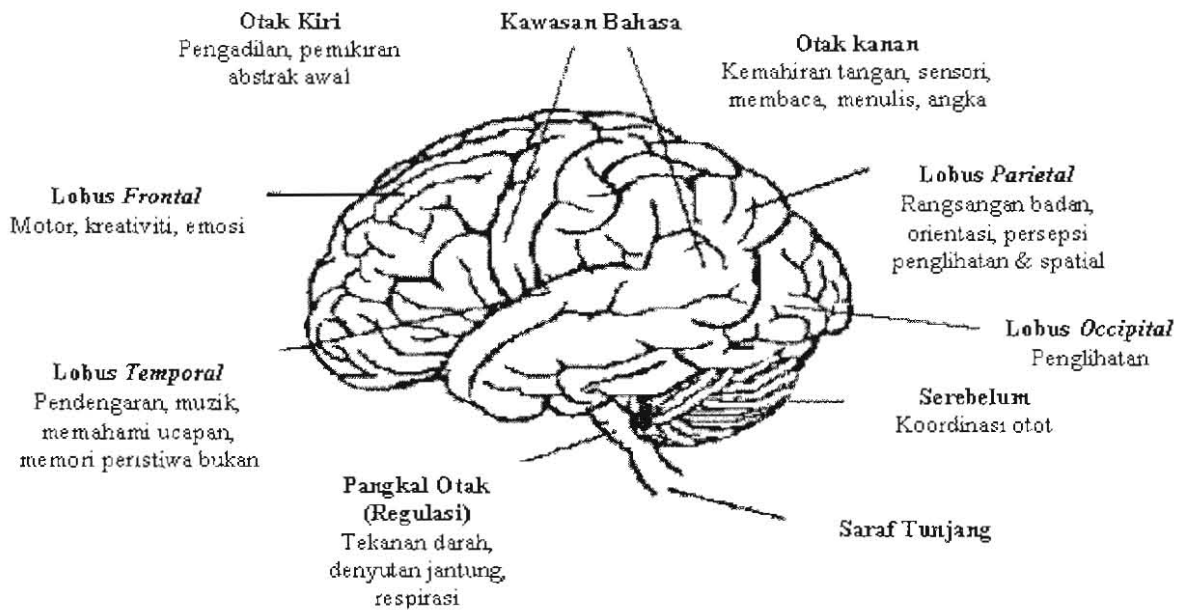
1.2 Sorotan Kajian

1.2.1 Pengenalan

Menurut Roland (1993, ms.1) di dalam bukunya bertajuk “*Brain Activation*”, otak akan aktif apabila ia mula melakukan sesuatu aktiviti yang menyebabkan berlaku perubahan pantas dalam sistem saraf akibat tindakan biokimia dan biofizikal dalam neuron sehingga menghasilkan proses lazim seperti

pemikiran, persepsi, isyarat saraf pergerakan dan percakapan. Justeru itu, penggambaran bahagian otak menggunakan teknik-teknik yang bersesuaian telah dilakukan ke atas subjek-subjek yang di pilih bagi mendapatkan gambaran jelas mengenai proses-proses kognitif yang berlaku. Berikut akan dibincangkan mengenai beberapa proses kognitif yang berlaku berdasarkan penemuan melalui aplikasi teknik hemodinamik secara ringkas. Manakala Rajah 1.2 dan 1.3 pula menunjukkan bahagian otak dan fungsi-fungsi yang dilihat dari sudut pandangan berlainan.

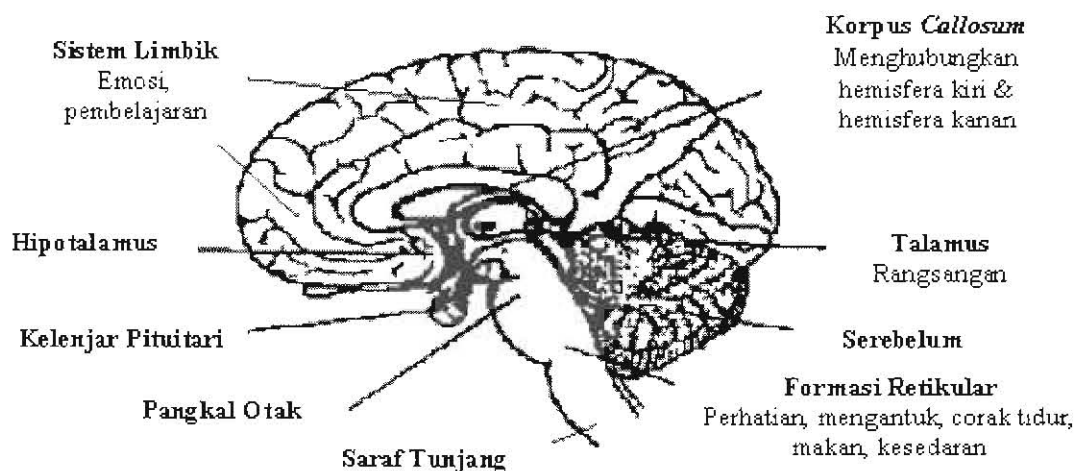
Rajah 1.2 Pandangan permukaan. Rajah di bawah menunjukkan otak dari sudut pandangan permukaan di samping bahagian-bahagiannya dan fungsi yang dijalankan. (Sumber : *TBI Organization, 2002*)



1.2.2 Perhatian

Proses kognitif pertama yang akan dikaji adalah perhatian. Menurut Matlin

Rajah 1.3 Pandangan garis tengah. Rajah di bawah menunjukkan otak dari sudut pandangan garis tengah di samping bahagian-bahagiannya dan fungsi yang dijalankan. (Sumber: *TBI Organization*, 2002)



(1994, ms.43), perhatian adalah penumpuan yang berlaku dalam proses mental yang mana manusia cuba untuk mengenyepikan rangsangan lain yang mengganggu ataupun dengan kata lainnya bererti penumpuan terhadap sesuatu objek atau situasi dengan mengabaikan objek lain yang tidak berkenaan.

Berdasarkan penyelidikan yang dijalankan oleh Beauchamp, Cox dan De Yoe (1997), perhatian telah menunjukkan bahagian korteks *occipito-temporal* aktif apabila melihat pergerakan manakala Buchel, Price dan Friston (1998) pula menambah terhadap penemuan ini dengan menyatakan proses perhatian kepada melihat pergerakan turut meningkatkan aktiviti beberapa bahagian otak yang berperanan dalam proses kognitif tahap tinggi membabitkan bahagian *extrastriate*. Namun begitu, wujud bantahan berhubung aktiviti di bahagian *extrastriate* yang berkemungkinan dimodulasi oleh bahagian *prefrontal*, *parietal* dan *thalamic* (Cabeza & Nyberg, 2000, ms.8). Selain itu, kajian neuropenggambaran juga

berjaya menunjukkan penglibatan *anterior cingulate cortex* dan *dorsolateral prefrontal cortex* sebagai asas pemusatan neuron untuk *dual-task performance* dan *Stroop-task performance* (Kondo, Osaka & Osaka, 2004).

1.2.3 Penglihatan

Proses kognitif kedua dalam kajian ini adalah penglihatan yang melibatkan penggunaan pengetahuan sedia ada dalam diri manusia untuk mengumpul dan menakrifkan rangsangan yang didaftarkan oleh deria semasa penglihatan berlaku (Matlin, 1994, ms.26). Ia juga boleh ditafsirkan sebagai satu proses pemerolehan, penakrifan, pemilihan dan penyusunan informasi yang diperolehi dari sensori sewaktu proses penglihatan berlaku.

Didapati sistem penglihatan manusia adalah sangat efektif dalam pengecaman objek. Misalannya, menurut VanRullen dan Thorpe (2001), suatu objek yang dilihat dapat dikategorikan mengikut jenis, fungsi, warna dan sebagainya dengan tepat walaupun hanya dilihat dalam masa 20 milisaat dan proses penglihatan yang lengkap dapat dilakukan dalam masa 150 milisaat bagi setiap objek yang dilihat. Namun begitu, telah dibuktikan bahawa sistem penglihatan melibatkan beberapa bahagian kortikal yang berfungsi secara hirarki dan/atau iteratif semasa proses tersebut berlaku (Bullier, 2001; Felleman & Van Essen, 1991). Selain itu, konsep sistem penglihatan pada waktu ini telah memisahkan beberapa bahagian kortikal kepada dua sistem iaitu sistem *occipito-parietal* "di mana" yang cepat dan sistem *occipito-temporal* "apa" yang lambat (Bullier, 2001; Mishkin, Ungerleider & Macko, 1983).

Selain itu, kajian terkini neuropenggambaran menggunakan PET atau fMRI telah menjalankan penyelidikan berhubung kedudukan komponen kognitif ini dengan berlandaskan paradigma seperti *object decision*, pengecaman objek dan penamaan objek. Hasilnya didapati *cerebral loci* yang berbeza diaktifkan oleh rangsangan yang berlainan mengikut fungsi yang dijalankan oleh bahagian otak tersebut. Misalannya, wajah akan melibatkan bahagian *fusiform face*, tempat akan membabitkan kawasan *parahippocampal place*, tubuh badan akan menandakan kawasan badan *extrastriate* dan perkataan akan melibatkan kawasan pembentukan perkataan penglihatan (Pernet, Franceries, Basan, Cassol, Démonet & Celsis, 2004).

Manakala penyelidikan mengenai penglihatan terhadap objek, Aguirre dan D'Esposito (1997) menjumpai pengaktifan di bahagian *lingual gyrus* dan/atau *inferior fusiform gyrus* apabila subjek membuat pertimbangan tentang objek yang dilihat berbanding lokasi objek tersebut, dan ini memberi sokongan tambahan bahawa pengecaman objek mengaktifkan bahagian otak di saluran *ventral*. Kraut, Hart, Soher dan Gordon (1997) pula menemui pengaktifan bahagian *ventral* dan *dorsal* semasa pengecaman objek *shape-based* dan mencadangkan proses semasa melihat objek melibatkan kedua-dua saluran *ventral* dan *dorsal* (Cabeza & Nyberg, 2000, ms.10).

1.2.4 Gambaran

Seterusnya adalah gambaran di mana menurut Matlin (1994, ms.173), gambaran adalah satu representasi mental bagi suatu objek yang tidak secara

fizikal wujud ketika proses kognitif tersebut berlaku.

Satu siri eksperimen yang dijalankan oleh Kosslyn dan rakan-rakannya telah menyokong bahawa wujud kesamaan antara penglihatan dan gambaran penglihatan dengan menunjukkan peningkatan pengaliran darah di bahagian *occipital* semasa berlaku proses gambaran (Kosslyn, Alpert, Thompson, Maljkovic, Weise, Chabris, et al., 1993; cf. Cabeza & Nyberg, 2000, ms.12). Bagaimanapun dalam suatu kajian yang lain telah mencadangkan *primary visual cortex* adalah tidak aktif semasa gambaran penglihatan. Menurut Roland dan Gulyas (1995), mereka tidak menjumpai bukti yang menunjukkan peningkatan aktiviti sepertimana yang ditunjukkan oleh PET, di bahagian *occipital cortex* semasa subjek cuba mengingat kembali corak penglihatan yang telah dikaji (Cabeza & Nyberg, 2000, ms.12).

Kajian yang dijalankan oleh Cohen dan rakan-rakannya (1996) dengan fMRI untuk mengkaji gambaran mental telah menggunakan tugas yang direka oleh Shepard dan Mtezler (1971) yang dikenali sebagai putaran mental iaitu subjek perlu memberitahu sama ada abjad dan angka yang dipamerkan pada sudut tertentu adalah imej cermin atau normal. Dan berdasarkan penemuan tersebut mereka telah mengecam pengaktifan di *superior lobus parietal* (Cabeza & Nyberg, 2000, ms.12). Manakala Alivisatos dan Petrides (1997) menjalankan kajian dengan PET untuk tugas putaran mental yang sama menemui pengaktifan di bahagian kiri korteks *parietal* (Cabeza & Nyberg, 2000, ms.12).

1.2.5 Bahasa

Proses kognitif terakhir yang akan dikaji adalah bahasa iaitu proses yang membolehkan manusia berkomunikasi atau berinteraksi antara satu sama lain. Ia boleh dikategorikan kepada pemahaman bahasa dan penghasilan bahasa. Pemahaman bahasa melibatkan aktiviti seperti mendengar dan membaca, manakala penghasilan bahasa pula melibatkan aktiviti seperti bercakap, menulis dan kebolehan bertutur dalam dua bahasa (Matlin, 1994, ms. 261).

Penemuan fungsi otak berkaitan bahasa juga merupakan antara penemuan pertama yang menunjukkan lokasi spesifik pengaktifan sel dalam otak manusia. Model klasik penemuan fungsi bahasa berdasarkan pemerhatian terhadap pesakit aphasia telah menunjukkan kawasan kiri *inferior frontal gyrus* berperanan dalam perancangan dan pelaksanaan ucapan dan penulisan yang dikenalpasti selepas penemuan Broca pada tahun 1861. Manakala kajian yang dijalankan dengan fMRI telah mengesahkan dan memperluaskan pengetahuan mengenai peranan korteks *frontal* dalam proses bahasa. Selain itu, fMRI turut menunjukkan penglibatan beberapa bahagian korteks lain terutama di korteks *premotor* dan *prefrontal*. Kedua-dua bahagian yang aktif ini dikenalpasti dan disahkan berdasarkan tugas yang meliputi komponen fonologikal, semantik, sintaktik, ortografik dan leksikon (Juch, Zimine, Seghier, Lazeyras, & Fasel, dalam artikel).

Dalam satu kajian lain pula, menunjukkan penglibatan bahagian kiri *superior temporal gyrus*/kawasan Wernicke dalam pengecaman perkataan seiring dengan pendapat tradisi yang mengesan bahagian tersebut turut berperanan dalam pemahaman. Namun begitu, terdapat bantahan yang mengatakan bahagian

Wernicke bukan kawasan utama berlaku pemahaman bahasa sebaliknya bahagian kiri *temporal-parietal* adalah lebih kritikal untuk berlaku pemahaman pendengaran sepertimana penglihatan terhadap perkataan pada peringkat linguistik-semantik (Binder, Frost, Hammeke, Cox, & et al., 1997; cf. Cabeza & Nyberg, 2000, ms.14).

Selain itu, terdapat beberapa isu yang timbul apabila neuropenggambaran proses kognitif dilakukan. Ini termasuklah kekangan dari segi masa dan ruang resolusi dan sampel seluruh otak, limitasi berkaitan statistik dan paling utama dalam merumuskan hasil dapatan kajian yang berbeza-beza bagi menghasilkan satu hasil penyelidikan yang seragam (Cabeza & Nyberg, 2000, ms.1).

1.3 Kenyataan Masalah

Penyelidikan tentang penggambaran otak yang menggunakan pelbagai pendekatan dan kaedah telah menghasilkan banyak penemuan-penemuan baru yang diperolehi oleh para pengkaji. Memandangkan setiap pengkaji mempunyai ideologi mereka tersendiri, objektif kajian yang berbeza, penggunaan teknik kajian yang berlainan dan beberapa lagi ciri mahupun konsep kajian yang tidak serupa antara satu sama lain akan menghasilkan penemuan atau keputusan kajian yang berbeza. Namun begitu, ada kalanya penemuan-penemuan yang diperolehi akan mewujudkan perkaitan antara hasil dapatan pengkaji yang berbeza mahupun menyokong penemuan kajian yang akan mengukuhkan lagi hasil penemuan tersebut ataupun sebaliknya. Apabila berlaku penemuan yang bercanggah antara satu sama lain, ini secara tidak langsung telah menimbulkan kekeliruan terhadap